

# *“Experiencias recientes en el uso de los subproductos del café”.*



*Nelson Rodríguez Valencia.  
Ingeniero Químico, PhD.  
Centro Nacional de Investigaciones de Café  
Colombia, Sur América*

# Producción de biomasa residual en Colombia.



Departamento Administrativo de  
Ciencia, Tecnología e Innovación  
**Colciencias**  
Libertad y Orden  
República de Colombia



UPME  
Unidad de Planeación Energética



IDEAM  
Instituto de Estudios Ambientales



Universidad Industrial de Santander



APROXIMACIÓN AL POTENCIAL ENERGÉTICO DE LA BIOMASA RESIDUAL EN COLOMBIA

## Resultados Sector Agrícola

Cultivo	Área Cultivada <sup>1</sup> (Ha)	%	Cantidad BR (Ton/año)	%	Potencial TJ/año	%
Caña de Azúcar	209.155	8	15.534.591	22	118.579	36
Caña Panelera	168.119	7	9.513.430	13	81.055	24
Café	701.660	28	5.051.248	7	49.107	15
Arroz	418.033	16	6.282.407	9	27.836	8
Maíz	451.905	18	1.937.130	3	20.803	6
Palma de Aceite <sup>2</sup>	251.344	10	1.660.074	2	16.014	5
Plátano	293.588	12	20.414.043	28	11.657	4
Banano	53.696	2	11.550.891	16	6.596	2
<b>Total</b>	<b>2.547.500</b>	<b>100</b>	<b>71.943.813</b>	<b>100</b>	<b>331.646</b>	<b>100</b>

1: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural ; Anuario Estadístico 2006

2: Sin incluir RAC

60.700TJ/año(2011)

Fuente	Análisis Elemental en Base seca (%p/p)					Contenido Energético (KJ/Kg)
	COT	H	O	N	S	PCI
Carbón Cerrejón	73,74	5,3	8,53	1,18	0,79	26.805,88
Agrícola	47,63	5,69	32,27	0,73	0,07	15.906
RSOU-PM	35,66	5,26	42,97	1,84	0,045	16.400
RSOU-Poda	30,5	3,5	46,67	2	0,14	16.800
Bovino	40,45	4,65	22,15	2,11	0,75	13.993
Porcino	26,45	3,04	33,25	3,12	0,116	17.600
Avícola	31,5	3,62	24,9	2,9	0,23	12.312,5

Fuente: UPME, 2010



# Experiencias iniciales en la producción de biocombustibles

## Pulpa de café



25L biogás; 25 ml Etanol

0,54 MJ/kg pulpa fresca. Combustible gaseoso (Biogás).
0,53 MJ/kg pulpa fresca. Combustible líquido. (Bioetanol).

**Producción:** 2,3 Toneladas/ha-año

**Humedad:** 78,90%

**Azúcares reductores:** 12,40% (bs)

**Celulosa:** 17,70% (bs)

**Lignina:** 17,50% (bs)

## Mucílago de café



**Producción:** 768 kg ó 432 litros/ha-año

2,00 MJ/kg mucílago fresco. Combustible gaseoso (Biogás).
--

1,23 MJ/kg mucílago fresco. Combustible líquido. (Bioetanol).
--

37 L metano; 58 ml Etanol

## Borra de café



**Producción :** 22300 ton/año

**Humedad:** 60,01%

**Fibra:** 40,47% (bs)

**Grasa:** 26,32% (bs)

29,01 MJ/kg borra seca. Combustible sólido.
5,90 MJ/kg borra seca Combustible gaseoso (Biogás)
4,38 MJ/kg borra seca Combustible líquido (Bioetanol)
5,76 MJ/kg borra seca Combustible líquido (Biodiésel)

250 L biogás; 207 ml Etanol  
169 ml de biodiésel

## Tallos de café



**Producción:** 3200 kg/ha-año

**Humedad:** 14,20%

**Fibra:** 64,54% (bs)

## Cascarilla de café



**Producción:** 227 kg/ha-año

**Humedad:** 11,85%

**Fibra:** 69,00% (bs)

**Celulosa:** 57% (bs)

**Fuente:** Rodríguez, 2007





## *Energía renovable a partir de los subproductos del café*



*La energía disponible en los subproductos del café en forma sólida o gaseosa /ha es 69489 MJ, que es equivalente a la contenida en 573 galones de gasolina, suficiente para secar 7 veces la producción en café en esa misma área.*



# Proyecciones en producción de biocombustibles

1. Continuar los estudios de hidrólisis química de la pulpa de café a temperaturas menores a 110°C y de hidrólisis enzimática evaluando celulasas y mananasas con el fin de incrementar los rendimientos de etanol.
2. Evaluar los rendimientos del proceso de fermentación etanólica a partir de pasillas, tallos de café y frutos verdes (40-60% celulosa, 20-40% hemicelulosa).
3. Evaluar los rendimientos del proceso de producción de biodiésel a partir de pasillas y frutos verdes (Aceites y grasas > 10%).
4. Realizar los balances energéticos respectivos y evaluar los impactos ambientales del proceso productivo.



2010/03/09 05:54



Frutos Verdes en Cosecha Manual	
Autor	%
Vélez et al. (2002)	1,1 - 1,6
Wallis et al. (2003)	0,3 - 6,8
Oliveros (2005)	0,7 - 3,0
Alvarez (2006)	1,4 - 2,6
López (2006)	0,6 - 3,7
Montilla (2006)	1,2 - 19,6
Fuel (2009)	0,3 - 0,5





# Utilización de los residuos sólidos del café para la producción de hongos comestibles y medicinales



*Pleurotus ostreatus PO2*



*Pleurotus ostreatus PO4*



*Pleurotus pulmonarius*



*Pleurotus sajor caju*



*Shiitake*



*Ganoderma*



# *Etapa 1. Producción semilla*



*Cepas*



*Botellas planas*



*Semilla primaria*



*Semilla comercial*



## *Etapa 2. Preparación de los sustratos*



*Mezclado*

*Tratamiento Anaerobio*



**SIEMBRA**



*Tratamiento térmico*

*Ecurrido*





Cenicafé

## *Etapa 3. Siembra de los sustratos*



*Siembra Pleurotus*

*Empaque*



*Siembra Shitake y Ganoderma*



## Etapa 4. Incubación y Fructificación

### Rendimientos - Pleurotus.

Tratamiento	Promedio
<i>P. pulmonarius</i> (Subproductos + biomasa de plantas )	128,55
<i>P. sajor caju</i> (Subproductos + biomasa de plantas)	103,85
<i>P. sajor caju</i> (Biomasa de plantas)	110,79
<i>P. pulmonarius</i> (Biomasa de plantas)	95,58
<i>P. sajor caju</i> (Subproductos del café)	61,88
<i>P. pulmonarius</i> (Subproductos del café)	69,39



*P. sajor caju* y *P. pulmonarius* sobre sustratos suplementados con biomasa de plantas acuáticas.



## *Rendimientos - Shiitake.*



*Lentinula edodes L13, L54 y L4055*



*Lentinula edodes L4055*

*Rendimientos entre el 50 y el 75%*



## *Rendimientos - Ganoderma*



*Ganoderma lucidum*



*Rendimientos del 7 al 13%*



## *Etapa 5. Manejo Postcosecha*



*Orellanas frescas*



*Orellanas en conserva*



*Orellanas deshidratadas*



*Shiitake frescos*



*Shiitake deshidratados*





Cenicafé

## *Etapa 6. Transferencia de tecnología a productores*





## *Experiencias en el aprovechamiento del mucílago.*

### *1. En alimentación animal*



*Se encontró que al suministrar el 80% de concentrado de acuerdo con los requerimientos del animal según su peso y suplementar la ración iniciando con 2 litros de mucílago de café diario en animales con pesos superiores a 40 kg, se obtienen buenas respuestas en conversión del alimento, ganancia en peso y rendimiento económico, no viéndose afectada la calidad de la carne.*

**Fuente: Garavito y Puerta, 1998**



# Experiencias en el aprovechamiento del mucílago.

## 2. En producción de miel de café



Planta Miel de café

Composición de la miel de café	
Componente	Valor
Grados Brix	76,6
pH	4,9
Azúcares reductores	38,22%
Azúcares totales	54,27%
Acidez	1,05%
Cenizas	3,64%
Extracto etéreo	0,25%
Cafeína	0,32%
Nitrógeno total	0,68%
Humedad	21,06%
Sólidos Totales	78,94%

### Antidiarréico

La diarrea es la enfermedad mas común del cerdo. Su Impacto económico se refleja en tasa de mortalidad, retardo en el crecimiento, mala conversión alimenticia y adicionalmente los costos en medicación.

### GESTACION



Consumo cerdas 500 gr de **POLIGEL** a partir de los 100 días de gestación

### LACTANCIA



Con **POLIGEL**

Con **POLIGEL**

Consumo cerdas 500 gr de **POLIGEL**  
Destete norma 21 días 6kg real 5.8 kg.

**POLIFENOLES mg GAE/100g.....380,3**



## Experiencias en el aprovechamiento del mucílago.

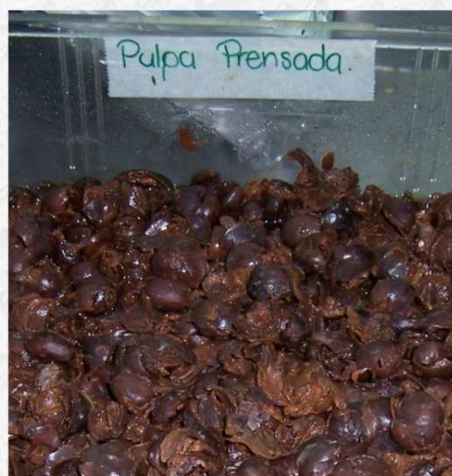
### 3. En productos de cuidado corporal





# Manejo de los subproductos del proceso de obtención de etanol

*Pulpa residual*



*Vinazas*



**Digestión anaerobia**



*Cultivo Pleurotus spp. EB>50%.*

*25 litros biogás/kg*  
(Fuente: Arcila, 1979).



*PTAR Vinazas. ILC (Fuente: Zambrano, 2004).*

*313 litros biogás/kg DQOap*  
(Fuente: Zambrano, 1994).



## Consideración final



*Los subproductos del café: Pulpa, mucílago, tallos, borra, pasillas, por su contenido de azúcares reductores y celulosa se constituyen en materias primas de interés para ser utilizadas :*



*1. Producción de biocombustibles (bioetanol, biogás, biodiésel).*

*2. Alimentos para consumo humano y animal (hongos comestibles, miel de café, lombrices).*

*3. Productos para la salud (hongos medicinales, cosméticos).*



*Es necesario realizar inversiones que permitan optimizar el rendimiento en los procesos productivos, obtener ingredientes activos, realizar montajes a escala de finca y semi-industrial y realizar el mercadeo de los productos.*





## Investigaciones futuras que requieren financiación

1. **Evaluar la pulpa de café y el mucílago de café como sustrato para la producción de proteína para alimentación animal : larvas de mosca (*Hermetia Illucens*), levaduras (*Candida torulopsis*).**
2. **Estandarizar una técnica para la obtención de polisacáridos y glicoproteínas de los hongos *Lentinula edodes* y *Ganoderma lucidum*.**
3. **Aprovechamiento de las mieles generas en los lavadores mecánicos de café que utilizan < 0,4 litros de agua/kg de cps.**
4. **Hidrólisis enzimática de la celulosa y lignina de los subproductos del café en la producción de alcohol carburante.**
5. **Obtención de biodiésel a partir de frutos verdes de café.**