

# XI Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo

29 – 31 de Octubre, 2008

Universidad Central del Ecuador, Quito

## Uso de subproductos de la producción de biocarburantes en agricultura



Por: Alvaro García O., Ph.D.

Presidente Electo Comisión Fertilidad de Suelos y Nutrición de Plantas (2010-2014)

Unión Internacional de Sociedades de la Ciencia del Suelo  
Vicepresidente Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo

E-mail: [agarciao58@yahoo.es](mailto:agarciao58@yahoo.es)

# Tipos de Cultivos utilizables

## ALCOHOLIGENOS

Remolacha, papa, sorgo, yuca, cebada o trigo, maíz

Producción de etanol utilizable para sustitución total o parcial de las gasolinas de automoción o para la producción de aditivos antidetonantes exentos de plomo como el Etil-Terbutil-Eter (ETBE).

## OLEAGINOSOS:

Colza, girasol, soya, palma de aceite, *Jatropha carcus*, *Pongamia glabra*.

Producción de biodiesel (conjunto de ésteres metílicos o etílicos de los ácidos grasos de los aceites vegetales) para sustitución del gasóleo de automoción.

## LIGNOCELULOSICOS:

Tamo de maíz, *Cynara*, chopo, residuos de bosques.

Producción de etanol y biocombustibles sólidos utilizables con fines térmicos (agroelectricidad).

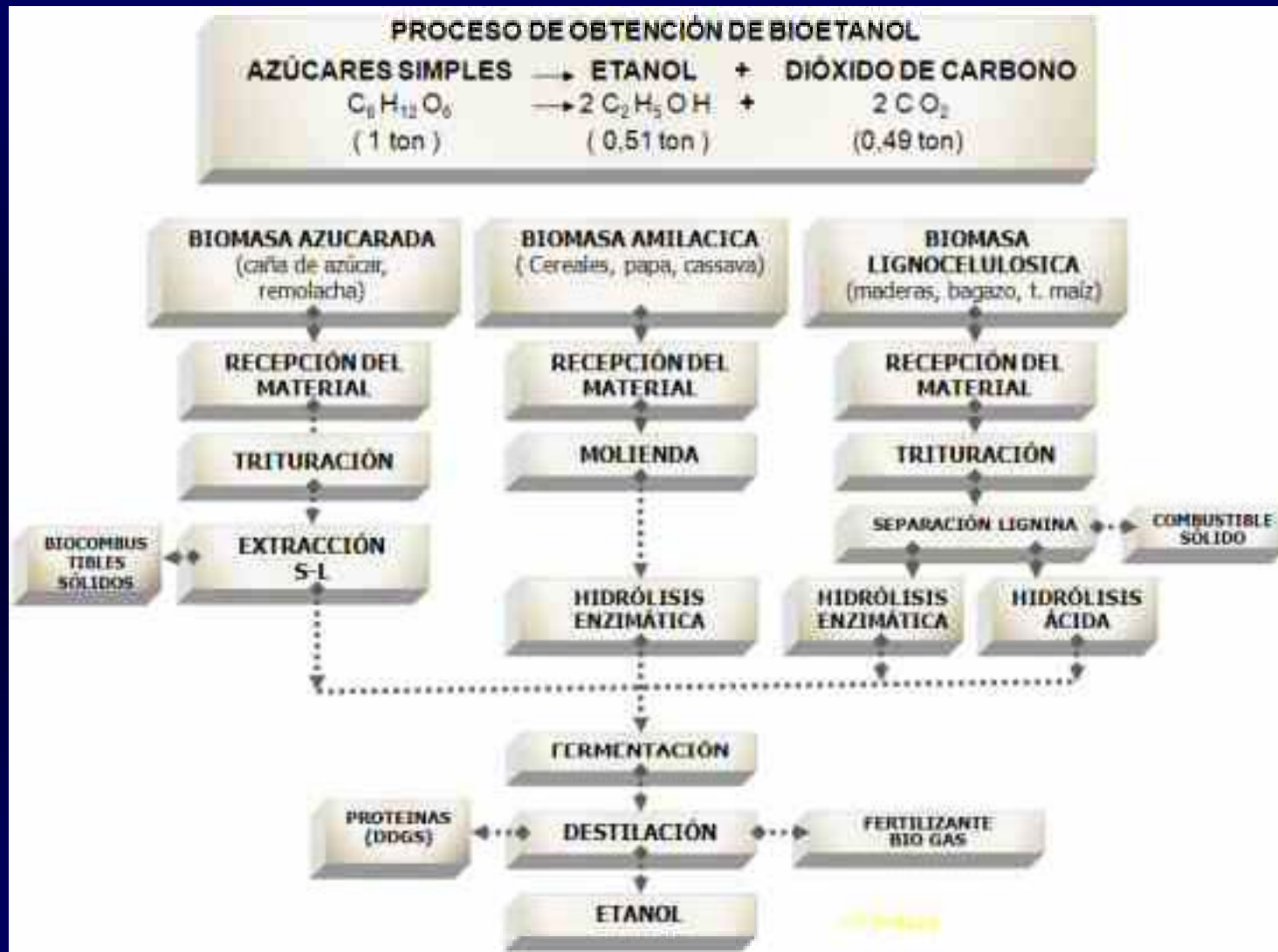
REMOLACHA = 70 tn/ha = 7.000 litros de alcohol  
100 litros/tonelada

TRIGO = 7 tn/ha = .400 litros de alcohol  
340 litros/tonelada

45 kg de isobutileno + 55 kg de alcohol = 100 kg de ETBE



**Latinoamérica no debe usar comida para producir alcohol!!!**



# Caracterización química y compuestos orgánicos de la vinaza concentrada al 60%.

COMPUESTO	CONCENTRACIÓN	
	% m/m	Kg/m <sup>3</sup>
Sólidos totales	60	-
Materia Orgánica	46	598
Carbono Oxidable	18	234
Nitrógeno	0.95	12.35
Fósforo (como P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.04	0.52
Potasio (como K <sub>2</sub> O)	4.88	63.44
Calcio (como CaO)	1.31	17.11
Magnesio (como MgO)	0.67	8.71
Sulfatos (como SO <sub>4</sub> )	2.59	33.67
ELEMENTOS MENORES	mg kg <sup>-1</sup>	
Manganeso (Mn)	43	
Cobre (Cu)	10	
Zinc (Zn)	19	
Boro (B)	6	
Características adicionales		
Densidad (kg m <sup>-3</sup> )	1300	
pH	4.5 - 5	
Conductividad Eléctrica (dS m <sup>-1</sup> )	17	
Viscosidad (cPs)	450	

COMPUESTOS	CONCENTRACIÓN
<b>NO VOLÁTILES</b>	% m/m
Glicerol	2.70
Ácido Aconítico	1.76
Sorbitol	1.39
Fructosa + glucosa	1.30
Ácido Láctico	1.28
Ácido Cítrico	0.80
Ácido 2,4 dihidroxipentanedioico	0.71
Ácido Quínico	0.71
Trehalosa	0.31
Ácido Málico	0.23
Sucrosa	0.21
2,3 Butanodiol	0.21
Ácido Succínico	0.07
Ácido Glicólico	0.06
<b>FENÓLICOS</b>	Mg kg <sup>-1</sup>
Ácido Piroglutámico	165
Ácido Itacónico	93
Ácido Fumárico	93
3-metoxi-4-hidroxifenilglicerol	54
Ácido p-hidroxibenzoico	48
Ácido Palmítico	34

Fuente: Laboratorio I & D., Sucromiles S.A. y Agrilab Ltda.

## Análisis proximal de la vinaza (% en base seca)

<b>Humedad</b>	<b>89.64</b>
<b>Proteína</b>	<b>2.92</b>
<b>Fibra</b>	<b>0.20</b>
<b>Grasa</b>	<b>0.41</b>
<b>Cenizas</b>	<b>3.61</b>
<b>Carbohidrato</b>	<b>3.43</b>
<b>pH</b>	<b>4.4</b>

## Propiedades de los Acidos Orgánicos de las vinazas

- Aglomerantes
- Dispersantes
- Emulsificantes
- Humectantes
- Acomplejantes
- Enlaces con enzimas y proteínas

Fuente: A. Morales (2000). Tesis de M.Sc. Universidad del Valle.

## **Usos en:**

**Mejoramiento y Recuperación de Suelos**

**Fertilización Líquida**

**Inoculación de Residuos de Cosecha**

**Inoculación de Semillas**

**Coadyuvante**

**Producción Animal**

**Recuperación de Aguas Residuales**

**Control de Enfermedades**



# Formas aplicación



Fertilización foliar





Aplicación de soluciones invertidas



Aplicación con Bomba de Espalda

FERTILIZACION LIQUIDA:  
LA DOSIS DE K COMO VINAZAS ES LA  
MISMA QUE SE UTILIZA  
COMO KCL



# Fertilizante y mejorador de condiciones químicas, físicas y biológicas al ser aplicada en zona de raíces de plantas

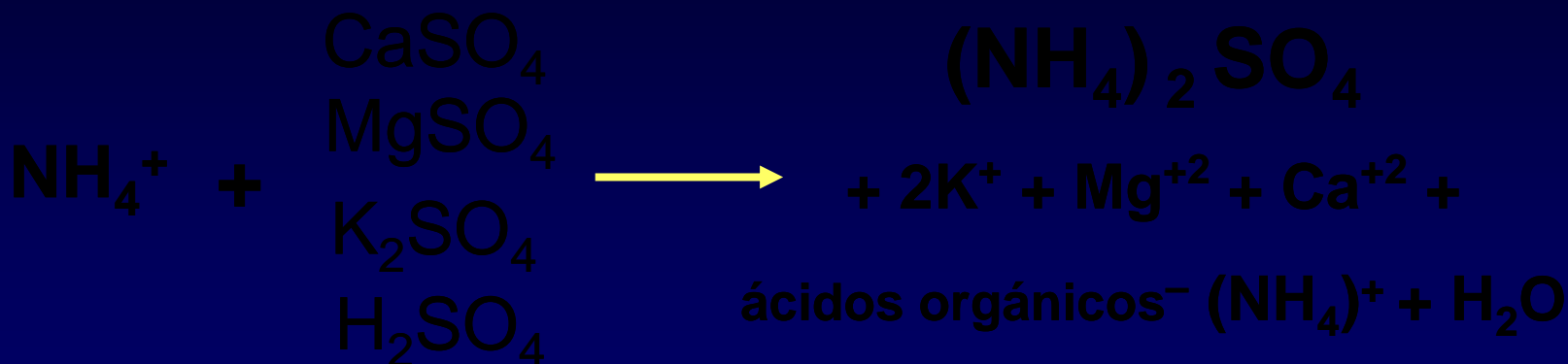


Componentes (%)	A partir de vinaza 50 ° Brix	A partir de vinaza 18 ° Brix
Materia Orgánica	70	28.11
N-total	1.61	1.16
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.21	0.55
K <sub>2</sub> O	6.51	4.99
CaO	1.46	1.0
MgO	1.44	1.75
Na <sub>2</sub> O	0.45	0.16
Componentes (p.p.m)		
Boro	7.08	6.18
Cobre	55	45.77
Zn	124.03	114.08
Hierro	580	444.52
pH (el pH se ajusta de acuerdo a las necesidades del suelo)	6-12	6-12
Humedad	5-10	5-10

## Composición Biológica De Inoculante En Mezcla Con Vinaza

Función	Agente Biológico	Población garantizada (UFC ml <sup>-1</sup> )
Promotores de crecimiento, biotransformación de la materia orgánica, síntesis de sustancias bioactivas, bioprotectantes, fijadores de nitrógeno y bioestimulantes radiculares	<i>Azotobacter sp.</i>	1 x 10 <sup>8</sup>
	<i>Azospirillum sp.</i>	1 x 10 <sup>8</sup>
	<i>Rhodopseudomonas palustris</i>	1 x 10 <sup>3</sup>
	Actinomicetos	1 x 10 <sup>6</sup>
	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	1 x 10 <sup>3</sup>
	Saccharomyces sp.	1 x 10 <sup>3</sup>
	<i>Trichoderma harzianum</i>	1 x 10 <sup>9</sup>
	<i>Trichoderma viridae</i>	1 x 10 <sup>9</sup>
	<i>Trichoderma lignorum</i>	1 x 10 <sup>9</sup>

# Fertilización Líquida: Mezcla Urea - Vinaza



# Vinaza como agente recuperador de suelos afectados por sodio

- alto poder electrolítico, reacción ácida y su acción como activador de la fauna microbiana del suelo.
- promueve la agregación fuerte con aumento de la permeabilidad.
- disuelve carbonatos, fosfatos de calcio y otros precipitados liberando el Ca necesario.
- desplazamiento del Na del complejo de cambio

# Sodicidad

- **Afecta propiedades físicas del suelo:**
  - Causa dispersión y expansión.**
  - Aumenta plasticidad y pegajosidad.**
- **Dificulta movimiento de agua y gases.**
  - **Toxicidad específica del ión Na.**
- **Promueve desbalances nutricionales.**



# Aspecto inicial El Rincón (Palmira)



**Efecto sobre plantas**



**Efecto sobre el suelo: Alkali negro,  
humedad, verdolaga**

# Intentos de recuperación con yeso y azufre



**Si el azufre no reacciona en el suelo  
no es posible la recuperación**



**Fallas en la recuperación con azufre:**



# Aplicación de vinazas en piscinas o por el sistema de melga arrocerá





# Apariencia del suelo al drenar el agua de inundación





**Agregación rápida**



# Efecto de la vinaza promoviendo la floculación del suelo disperso



## Vegetación natural después del lavado



**Siembra de caña después del lavado: 156 ton/ha**



# Propiedades químicas del suelo de El rincón después del lavado con vinaza diluida

Sitio	Prof.	pH	Ca	Mg	K	Na	CE	PSI
A3	0-30	7.90	25.0	15.0	3.5	2.7	1.66	6.8
	30-60	8.10	10.5	7.0	2.2	1.3	1.43	3.4
	60-90	8.50	20.0	12.3	--	6.9	1.13	23.03
	90-120	9.00	15.0	12.5	0.4	12.0	0.90	33.7
B6	0-30	8.0	20.5	20.0	1.8	2.7	1.96	7.4
	30-60	8.6	15.0	12.5	1.2	8.2	1.35	21.0
	60-90	8.9	8.0	9.8	0.7	7.0	1.73	26.1
	90-120	9.2	8.0	17.3	0.7	14.8	1.05	41.8
D10	0-30	8.3	30.0	12.8	1.0	1.7	1.51	4.8
	30-60	8.9	25.0	16.0	0.8	5.4	1.13	17.9
	60-90	9.1	15.0	9.5	0.3	4.8	1.06	20.9











# RESULTADOS

## CAMINOS INTERIORES MINA DE COBRE



# BENEFICIO AMBIENTAL



# Preocupaciones ambientales sobre el uso de vinazas como fertilizante

- SALINIZACION
- OLOR
- INVIERNO/VERANO
- PERDIDAS ACCIDENTALES
  - AGUAS SUPERFICIALES
  - AGUAS SUBTERRANEAS

# Comparación de características contaminantes de la vinaza diluída y concentrada al 60%

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	CONCENTRACIÓN	
		V10	V60*
DQO	mg/l	116 000	590 000
DBO	mg/l	41 200	240 000
pH	-	4.5	4.5
SST	mg/l	8 990	53 900
SSV	mg/l	7 100	-
Sulfatos (como SO <sub>4</sub> )	mg/l	5 626	33750
Fósforo (como P)	mg/l	97	580

Fuente: Laboratorio Planta De Control Ambiental Sucromiles

# Clasificación CRETIP Vinaza concentrada

CARACTERÍSTICA	PARÁMETRO CEPIS	VINAZA CONCENTRADA
Corrosividad	Acuoso	Acuosa, humedad del 40% m/m
	$2 \leq \text{pH} \leq 12.5$	4.5 – 5.0
	Tasa corrosión del acero > 6.35 mm/año a 55°C	-
Reactividad	Ser inestable	Estable
	Reaccionar de forma violenta sin detonar	No reacciona
	Reaccionar violentamente con agua	No reacciona
Reactividad	Generar gases cuando es mezclado con agua	No
	Poseer cianuros o sulfuros que puedan ser liberados en cantidades perjudiciales para la salud y el ambiente	Trazas de Dimetilsulfuro $\text{CH}_3\text{SCH}_3$
Explosividad	Explotar bajo la acción de un fuerte estímulo inicial o de calor en ambientes confinados	No
	Explotar fácilmente a 25 °C y 1atm.	No
	Haber sido fabricada para producir una explosión	No
Toxicidad	DL para ratas < 50mg/Kg	-
Inflamabilidad	Ser líquido	Acuosa
	Punto de ignición < 60°C	480°C
Patogenicidad	Contener microorganismos o toxinas capaces de producir enfermedades	No

# Resumen de usos dados a la Vinaza

USOS	QUÉ APORTA	QUÉ HACE	OBSERVACIONES
Fertilización (Es el uso más ampliamente conocido)		<ul style="list-style-type: none"> <li>Fomenta la reproducción de microorganismos en el suelo.</li> <li>Aporte de nutrientes disponibles</li> </ul>	Se puede aplicar con equipos especiales o directamente con el agua de riego.
Sustrato para compost	<ul style="list-style-type: none"> <li>Materia orgánica</li> <li>Potasio</li> <li>Calcio</li> <li>Sulfatos</li> <li>Micronutrientes</li> </ul>	Sirve como fuente de energía nutrientes a los microorganismos que compostan el material vegetal residual de las cosechas.	El exceso de V60 en la mezcla da lugar detención del proceso de compostaje debido a que por la DBO elevada interfiere negativamente en la degradación del material vegetal.
Producción de Biogás y Biosólidos		<ul style="list-style-type: none"> <li>Al descomponerse la materia orgánica en un reactor anaerobio, se genera biogás con contenidos utilizables de metano, gas carbónico y ácido sulfhídrico.</li> <li>También se producen biosólidos ricos en Carbono, Nitrógeno y Azufre asimilable por las plantas</li> </ul>	Se deben controlar las concentraciones de ácido sulfhídrico ya que producen malos olores y deteriora las tuberías de recuperación del gas.
Medio de cultivo		Suplementada con Urea y Sacarosa es un excelente sustrato para promover el crecimiento de levaduras, algas del género Chlorella, bacterias como Pseudomonas y Methanomonas y hongos filamentosos.	La proteína unicelular es aquella proveniente de bacterias, algas y hongos y se constituye en una importante fuente de proteínas para la alimentación animal y humana.
Suplemento Alimenticio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proteína 5.68% m/m</li> <li>Energía Neta 0.88 Mcal/Kg</li> <li>Sales minerales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mezcla con otros elementos para elaborar concentrados para animales.</li> <li>Sustituye parte de la melaza usada en la suplementación de ganado bovino, porcino y conejos.</li> </ul>	En bovinos dosis de Potasio superiores a 1.5 Kg/animal causan efectos laxantes.
Incineración	Poder calorífico <ul style="list-style-type: none"> <li>1871 cal/g Límite Superior</li> <li>1621 cal/g L.Inferior</li> </ul>	Se constituye en un buen combustible para incinerar y generar energía térmica para distintas aplicaciones	Actualmente existen dos calderas en Tailandia operando con este combustible
Otros	Agente plastificante de concretos reforzados. Fabricación de ladrillos. Materia prima para obtener Sulfatos de Cloruro y Potasio, Potasa y Carbonato de Sodio, Ácido Glutámico y Glutamina vía fermentativa.		



## Ventajas del Bio-diesel

### Técnicas / Ambientales

Muy bajo contenido de S

Sin presencia de o aromáticos

No adición neta de CO<sub>2</sub> a la atmósfera

99.6% de bio-degradabilidad en 21 días

Fuentes Renovables

### Socio-Economicas

Desarrollo Rural

Generación de empleo

Uso de suelos pobres o mal utilizados

Fuente Alternativa de combustible en

regiones