

# DIAGNOSTICO DE LOS ASPECTOS AGRICOLAS PARA LA PRODUCCION DE ETANOL A PARTIR DE CANA DE AZUCAR

INFORME PRELIMINAR FINAL  
Proyecto BID / CEPAL

Consultor: GUILHERME ROSSI MACHADO JUNIOR  
I.D.# A0003719  
Responsable Unit – RE2/FI2  
ATN/GC-9394-RS

Piracicaba, SP – Brasil  
Agosto 2007

## Índice:

<b>A. INTRODUCCION.....</b>	<b>pg.5</b>
<b>B. La cultura de la caña de azúcar en los ingenios de Centro América y Republica Dominicana</b>	
<b>1. COSTA RICA.....</b>	<b>pg.8</b>
1.0. – Características generales del país	
1.1. – Descripción de la industria azucarera/alcoholera del país	
1.1.1. – Ingenios y zonas de siembra	
1.1.2. – Producción de etanol	
1.1.3. – Cogeneración	
1.1.4. – Ampliación de la industria cañera	
1.1.5. - Producción de caña	
1.2. – Ejemplo de un ingenio en Costa Rica	
1.2.1. – Ingenio Catsa, Guanacaste, Costa Rica	
1.3. – Sugerencias	
1.4. – Personas visitadas en Costa Rica	
<b>2. EL SALVADOR.....</b>	<b>pg.19</b>
2.0. – Características generales del país	
2.1. – Descripción de la industria azucarera/alcoholera del país	
2.1.1. – Ingenios y zonas de siembra	
2.1.2. – Producción de etanol	
2.1.3. – Cogeneración	
2.1.4. – Ampliación de la industria cañera	
2.1.5. - Producción de caña	
2.1.6. – Informaciones generales	
2.2. – Ejemplo de un ingenio en Costa Rica	
2.2.1. – Ingenio La Cabaña	
2.3. – Sugerencias	
2.4. – Personas entrevistadas y visitadas en Costa Rica	
<b>3. GUATEMALA.....</b>	<b>pg.25</b>
3.0. – Características generales del país	
3.1. – Descripción de la industria azucarera/alcoholera del país	
3.1.1. – Ingenios y zonas de siembra	
3.1.2. – Producción de etanol	
3.1.3. – Cogeneración	
3.1.4. – Ampliación de la industria cañera	
3.1.5. - Producción de caña	
3.1.6. - -informaciones generales	
3.2. – Variedades sembradas en Guatemala	
3.3. – Sugerencias	
3.4. – Personas entrevistadas y visitadas en Costa Rica	
<b>4. REPUBLICA DOMINICANA.....</b>	<b>pg.33</b>
4.0. – Características generales del país	
4.1. – Descripción de la industria azucarera/alcoholera del país	
4.1.1. – Ingenios y zonas de siembra	
4.1.2. – Producción de etanol	
4.1.3. – Cogeneración	
4.1.4. – Ampliación de la industria cañera	
4.1.5. - Producción de caña y azúcar	
4.2. – Ejemplo de ingenios en la Republica Dominicana	
4.2.1. – Ingenio Cristóbal Colon, San Pedro Macori, Rep Dom	
4.2.2. – Ingenio La Romana, La Romana, Rep Dominicana	
4.2.3. – Variedades en la Republica Dominicana	
4.3. – Sugerencias	
4.4. – Personas entrevistadas y visitadas en la Rep.Dom.	
<b>5. PANAMA.....</b>	<b>pg.42</b>
5.0. – Características generales del país	

- 5.1. – Descripción de la industria azucarera/alcoholera del país
- 5.1.1. – Ingenios y zonas de siembra
- 5.1.2. – Producción de etanol
- 5.1.3. – Cogeneración
- 5.1.4. – Ampliación de la industria cañera
- 5.1.5. - Producción de caña
- 5.1.6. – Variedades en la Republica Dominicana
- 5.2. – Informaciones generales
- 5.3. – Sugerencias
- 5.4. – Personas entrevistadas y visitadas en Costa Rica
- 6. HONDURAS.....pg.47
- 6.0. – Características generales del país
- 6.1. – Descripción de la industria azucarera/alcoholera del país
- 6.1.1. – Ingenios y zonas de siembra
- 6.1.2. – Producción de etanol y biodiesel
- 6.1.3. – Cogeneración
- 6.1.4. – Ampliación de la industria cañera
- 6.1.5. - Producción de caña
- 6.1.6. – Informaciones generales
- 6.2. – Ejemplo de un ingenio en Honduras
- 6.2.1. – Ingenio La Grecia, Choluteca, Honduras
- 6.2.2. - Variedades
- 6.3. – Sugerencias
- 6.4. – Personas entrevistadas y visitadas en Honduras
- 7. NICARAGUA.....pg.54
- 7.0. – Características generales del país
- 7.1. – Descripción de la industria azucarera/alcoholera del país
- 7.1.1. – Ingenios y zonas de siembra
- 7.1.2. – Producción de etanol
- 7.1.2.1. – Ingenio Monte Rosa (grupo Pantaleón)
- 7.1.2.2. – Ingenio San Antonio (Nicaragua Sugar)
- 7.1.2.3. – Ingenio Montelimar (Navinic)
- 7.1.3. – Cogeneración
- 7.1.4. – Ampliación de la industria cañera
- 7.1.5. - Producción de caña
- 7.2. – Ejemplo de ingenios en Nicaragua
- 7.2.1. – Ingenio Montelimar
- 7.2.2. – Ingenio Monte Rosa
- 7.2.3. – Ingenio San Antonio
- 7.3. – Sugerencias
- 7.4. – Personas entrevistadas y visitadas en Nicaragua
- C. - RECOMENDACIONES.....pg.62
- 8.0 – Prácticas agrícolas actuales
- 8.1. – Variedades
- 8.1.1 - Situación actual de las variedades de caña de azúcar en Centro América y Republica Dominicana.
- 8.1.2. – Programas existentes de desarrollo de nuevas variedades
- 8.2. – Tiempos de zafra en cada país
- 8.3. – Grados de mecanización (preparación, siembra y cosecha)
- 8.4. – Manejo y gestión de la zafra
- 8.5. – Tipos de suministros de caña a los ingenios
- 8.6. – Requerimientos de agua, herbicidas y fertilizantes en los Ingenios de los países visitados.
- 8.7. – Competencia actual en el uso de la tierra para la caña de azúcar y otros cultivos.
- 8.8. – Posibilidad de extensión del periodo de zafra.
- 8.9. – Tamaño de los ingenios.
- 8.10. – Capacidad de procesamiento de jugos de caña y melaza.
- 8.11. – Capacidad de destilación para producción de etanol anhidro.

- 8.12. – Evaluación estratégica ambiental.
- 8.13. - Certificado de carbono (CER'S)
- 9.0. – Estudios de los desechos de la caña de azúcar .pg.81
- 9.1. – Vinaza
- 9.1.1. – Utilización de la vinaza en la producción de caña de azúcar.
- 9.1.2. - Caracterización de la vinaza.
- 9.1.3. - Composición de la vinaza
- 9.1.4. – La vinaza como fertilizante
- 9.1.5. – Aplicación y distribución de la vinaza
- 9.1.6. – Ubicación de las áreas de ferti-riego
- 9.1.7. – Almacenamiento de vinaza
- 9.1.7.1. –Tanques
- 9.1.7.2. –Canales
- 9.1.8. – Transporte de la vinaza
- 9.1.9. – Plan de aplicación
- 9.1.9.1. -Dosis
- 9.2. – Cachaza.
- 9.3. – Bagazo de la caña de azúcar
- 10. - Plan de investigación y capacitación en la región
- 11. – Literatura
- 12. - Contactos con BID – CEPAL pg105

**TABLA 1 –Toneladas métricas de caña procesada por ingenio y por zafra**

**Tabla 02 – Composición química promedio viñaza por la demanda química y biológica de Oxígeno en la Azucarera Tempisque, Costa Rica – zafra 06-07**

**Tabla 03 – Composición química porcentaje de nutrientes en la vinaza de la Azucarera Tempisque, Costa Rica – zafra 06-07**

**Tabla 04 – Producción de caña por los ingenios de El Salvador en la zafra 2005-06:**

**Tabla 05 - Los ingenios azucareros produciendo azúcar en Guatemala**

**Tabla 06 – Ingenios alcoholeros de Guatemala**

**Tabla 7 - La producción de caña en la zafra 2003/2004 en Guatemala**

**Tabla 08 - La situación del origen de la caña en la República Dominicana**

**Tabla 09 – Ingenios y área de caña en Panamá**

***Tabla 10 – Datos de producción de caña de azúcar de Nicaragua***

***Tabla 11 – Emisiones de CO<sub>2</sub> (2000) en los países involucrados.***

**Tabla 12 – Composición química mediana de la vinaza producida de jugo en el Ingenio Monte Alegre, MG – Brasil – 1996**

**Tabla 13 – Distintos contenidos químicos de la vinaza en los estados de Sao Paulo(1), Río de Janeiro(2), Alagoas y Pernambuco(3) y Paraíba y Rio Grande do Norte (4).**

**Tabla 14 – Costos medianos de fertilización de vinaza y abono sólido por hectárea**

**Anexo I - Normalización brasileña del uso de la vinaza en cuanto al medio ambiente**

## REPORTE ACERCA DEL DIAGNOSTICO DE LA PRODUCCION DE ETANOL POR MEDIO DE LA CANA DE AZUCAR.

### A. - Introducción

La consultoria en Centroamérica y Republica Dominicana tiene por finalidad hacer un recogido por los países involucrados con caña de azúcar para chequear la factibilidad de se producir etanol en cantidad para que pueda ser utilizado como hidrocarburo y otros fines en esos países.

#### Primera misión

El primer país a ser visitado fue COSTA RICA con una recorrida por los sectores involucrados con la producción de azúcar y etanol a partir de la caña de azúcar, seguido de EL SALVADOR que por medio del Ministerio de Economía hicimos visitas varias a departamentos del Estado y a uno ingenio productor de etanol. El país siguiente fue GUATEMALA donde visitamos todos los representantes de los actores involucrados en el proceso con sus distintas asociaciones de ingenios, cañeros, cogeneradores, productores de etanol, seguidas de la visita a la REPUBLICA DOMINICANA con sus secretarias de Estado y productores de caña de azúcar. Muchos de las informaciones abajo fueron obtenidas durante las visitas aunque gran parte todavía debe de venir por lo cuestionario y encuesta pasada a los encargados de hidrocarburos en cada país.

#### Segunda misión

El PANAMA fue el primero país de esa misión donde estuvimos reunidos con los directivos agrícolas del ingenio Estrella (Calesa), y los distintos departamentos gubernamentales. De los cuatro ingenios en el país todavía no hubo proyectos mas adelantados de producción de etanol y energía eléctrica, pero todos están pensando en la posibilidad.

El país siguiente de la gira fue HONDURAS con el tema hidrocarburo con las autoridades de la Casa de la Presidencia que nos brindó

informaciones muy buenas acerca de la producción de biodiesel en país (palma africana, tilapia, piñón, tempate y otras fuentes) y las posibilidades de crecimiento de la caña de azúcar en la provincia de Olancho, que posee suelo, clima y topografía para el cultivo de la cana de azúcar y eventual producción de etanol.

Entre los órganos de investigación en Honduras están CATIE, FHIA, SAMORANO y IICA.

La Asociación de Productores de de Azúcar de Honduras –APAH desarrolla un buen trabajo en términos del marqueteo de azúcar.

La visita final fue en NICARAGUA donde fueron visitados tres ingenios de los cuatro existentes y mucha información fue pasada. También la Asociación de Cañeros de Nicaragua fue visitada y otros departamentos estatales.

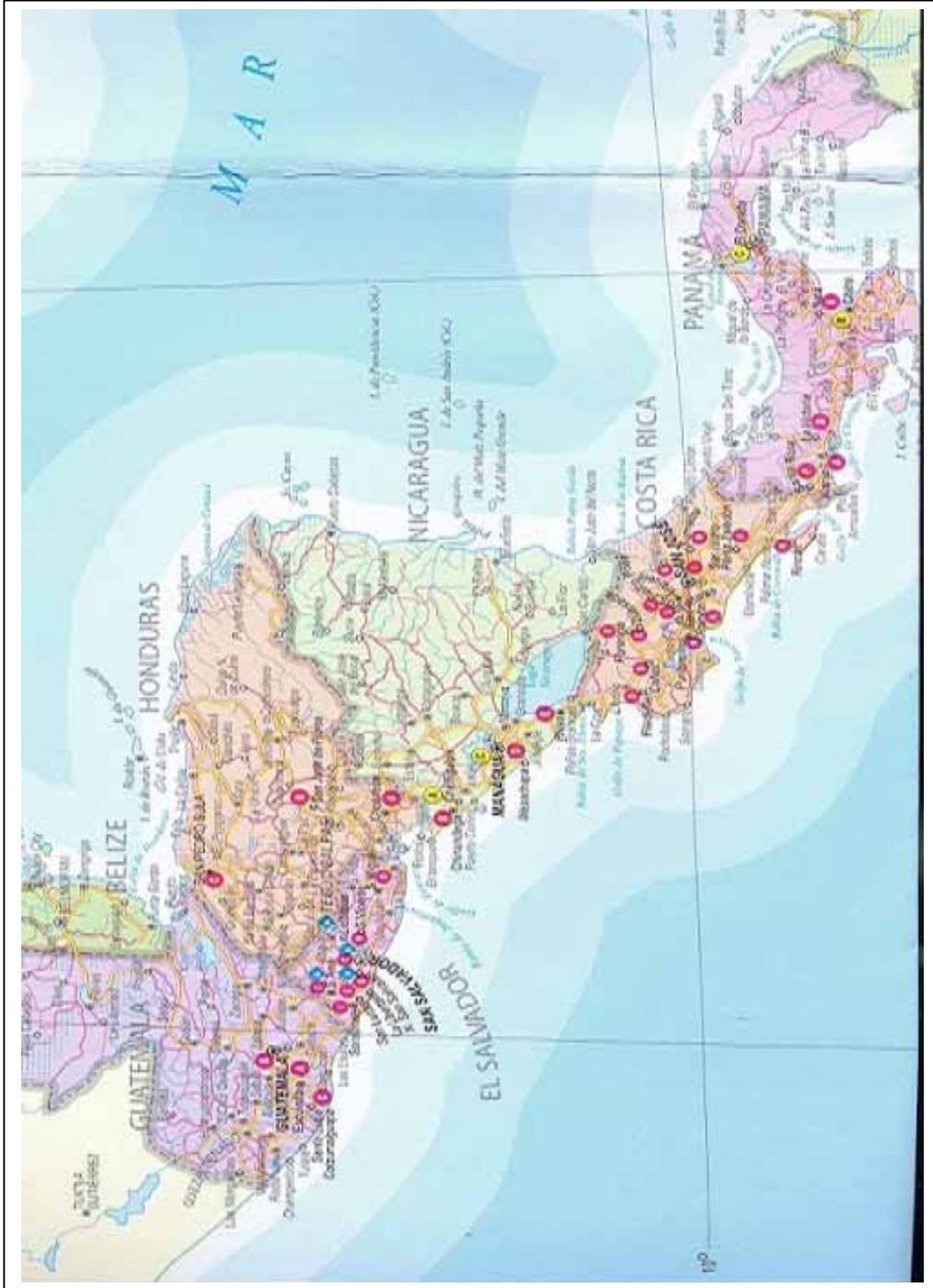
El reporte seguirá una secuencia por país visitado con todas las informaciones obtenidas y seguidamente hacer un sumario de las mejores soluciones a cada problema de cada país.

En todos los países visitados una atención fue dedicada a posible extensión de área con cana en la zona tradicional y también en sitios no todavía explotados con la cana de azúcar y en la mayoría de esos la ampliación en las áreas no tradicionales tuvo como problema principal el recurso hídrico disponible para riego de los cañaverales, dependiendo de inversiones para hacer canales de agua venido de cuencas de ríos o lagunas alejadas. En el presente trabajo un encuesta fue hecha con los técnicos canavieiros cuanto a disponibilidad de agua en todos los países visitados y

Las limitaciones para nuevas áreas de siembra de la cana son principalmente la infra-estructura para transporte, sistema aeroportuario, mano de obra especializada e incentivos gubernamentales.

## B. La cultura de la caña de azúcar en los ingenios de Centro América y Republica Dominicana

Fig 01 – Mapa de Centroamérica con los ingenios azucareros ubicados.



En la figura arriba se encuentran el plan con los países e ingenios azucareros existentes.

## 1. COSTA RICA

### 1.0 - Características generales del país

País	Costa Rica
Capital	San José
Área territorial	51,100 km <sup>2</sup>
Producto Interno Bruto – (2005)**	19,818 millones de US\$
PIB per capita – (2005) **	4,570 US\$
Población (2007) *	4,468,000 habitantes
Área protegida (2004)	9.3%
Área cultivada (2002)	4.41%
Área de pastura permanente (2002)	45.83%
Emisión de CO <sub>2</sub> (2000)	1,2 toneladas por habitante
Área bajo cultivo de caña de azúcar	49,200-52,000 hectáreas
Área factible de expansión de caña	25,000 hectáreas

\* World population prospects- the 2004 revision – NY – UN Population Division- 2005

<http://www.un.org/esa/population/publications/WPP2004/2004.Highlights-finalrevised.pdf>

\*\* GDP, at current prices – US dollars – In United Nations Statistic Division, National Accounts Main Agregates – Data base 2005

<http://unstats.un.org/unsd/snaama/downloads/GDPcurrentUS-countries.xls>

### 1.1 - Descripción de la industria azucarera / alcoholera del país

Numero de ingenios actuantes a la fecha – 15

Regiones agrícolas productoras de azúcar 6

Proveedores de caña independientes – 10,761

Proveedores de caña no independientes – 44

Productores con más de 5,000 ton métricas - 28

Tamaño mediano de proveedores de caña – 6 ha

Azúcar producido zafra 2005/2006 – 382,385 ton

Caña molida en la zafra 2005/2006 – 3,615,582 ton

Alcohol anhidro producido zafra 2005/2006 – 146,737,380 lts

Numero de ingenios produciendo alcohol – 2

Productividad de caña – 77 TCH

Tiempo de zafra - 120 a los 150 días

Rotación arroz – caña (Taboga y CATSA) – 10%

Mejores productividades de azúcar – 113-115 kg por ton

Producción de energía en el país – 180 MW



*1.1.1.- Ingenios y zonas de siembra*

La caña de azúcar en el país está distribuido en 15 ingenios azucareros con productores en la meseta central, Atlántico, zona de San Carlos y la principal región productora de caña de azúcar del país, que es el valle de Guanacaste, cortado por el río Tempisque.

La mayoría de los ingenios tienen cosechadoras realizando una gran cantidad de área de corte en verde como CATSA con 95% y Taboga con 85% en cosecha mecanizada.

*1.1.2. - Producción de etanol*

La producción de alcohol es hecha por dos ingenios en Guanacaste, Taboga con 20,000 m<sup>3</sup> por año y Azucarera Tempisque con 22,500 m<sup>3</sup> por año. La deshidratadora y rectificadora de alcohol de Punta Morales pertenece a la Liga Agrícola Industrial de la Cana de Azúcar, la institución LAICA que empezó la deshidratación de alcohol en los años 1983 y hoy deshidrata 146 millones de litros por año. CATSA empezó a producir alcohol en 1978 y el ingenio Taboga en 1985.

El alcohol producido en el país es de 50% de melaza y 50% de jugo mixto. La vinaza producida está alrededor de 13-15 litros por litro de etanol producido. La vinaza va directo al campo y en un ingenio todavía hay lagunas de aeración y mezcla con agua para aplicación diluida.

Los dos ingenios hacen una buena utilización de la vinaza como fertilizante reemplazando el potasio sólido. Los métodos de manejo de la vinaza están bien adelantados. En el ingenio CATSA, la vinaza se canaliza al campo por conductos cerrados y después es aplicado en los cañaverales por medio de riego por ventanas.

Los ingenios Taboga y CATSA hacen rotación arroz-caña en un promedio de 10% del área de renovación.

Lo que esperan los ingenios de Costa Rica es la tecnología de producción de etanol sin producir mucha vinaza, y que 2,5 litros por litro de alcohol sería muy interesante. El proyecto de destilería vendido por los hindúes de la empresa Prahj tienen la tecnología Bioestil que recircula y hace la redestilación la vinaza disminuyendo la cantidad a desechar.

#### *1.1.3. - Cogeneración*

Cuanto a cogeneración hay tres ingenios que tienen equipos para cogenerar energía eléctrica pero solamente dos (Taboga y CATSA) están activos. (Ingenio El Viejo no realiza ventas por el momento).

Los precios de energía eléctrica están alrededor de 5,3-5,4 centavos por Kw/hora y son efectuados por 8 distribuidoras de energía. Los ingenios tienen un valor menor de venta de energía que está en 3,5 centavos de dólar por Kw. El consumo está alrededor de 180 MW.

#### *1.1.4. - Ampliación de la producción cañera*

La área sembrada con caña puede crecer hasta unos 75,000/80,000 hectáreas de caña pero la competencia está por alimento, agua, frutales (piña), palma y turismo.

Las áreas donde podría crecer la caña en Costa Rica sería en la área de la Parrita, Península Osa (que ya tiene 32 000 ha de palma) y la área de Chiles que es más propicia para caña de secano. Deben de ser hechos estudios más específicos cuanto a disponibilidad de agua, carreteras, y disponibilidad de mano de obra especializada en esas regiones, así como el impacto ambiental que industrias de etanol podrían traer como los desechos (vinaza, cachaza, etc...), quema, protección de nacientes de ríos. La caña de azúcar ayuda los suelos cuanto a erosión y protección de cobertura por ser una cultura semi perenne.

Por problemas de estructura de precios, leyes de protección e incentivos, los ingenios solo crecerían en un área de 7,000 hectáreas

en 17 años, mientras que en los años 90 se producía 42,000 hectáreas de caña.

La producción de caña en las dos últimas zafras comparadas con la zafra record de 2003-2004 produjo menos de 343,603 toneladas de caña en 2005-2006. Los ingenios que bajaron la productividad fueron Argentina que no molió en esa zafra de 2006-2007, Ingenio Providencia en la zona B, Ingenio Santa Fe en la zona C, Ingenio El Palmar en la zona D, y los ingenios de Guanacaste CATSA, El Viejo y Taboga.

*1.1.5. - Producción de caña*

La zafra 2005-2006 tuvo la siguiente producción de caña en términos de toneladas de cana por hectárea en la tabla 1.

**TABLA 1 -TONELADAS METRICAS DE CAÑA PROCESADA POR INGENIO Y POR ZAFRA  
FUENTE - LIGA AGRICOLA INDUSTRIAL DE LA CAÑA DE AZUCAR**

<b>INGENIO</b>	<b>2005-2006</b>
Atirro	114,164
Juan Viñas	148,948
<b>Zona A</b>	<b>163,113</b>
Argentina	*
Costa Rica	65,565
Porvenir	54,942
Providencia	61,903
San Ramón	44,355
Victoria	216,641
<b>Zona B</b>	<b>443,406</b>
Cutris	133,233
Quebrada Azul	258,917
Santa Fe	61,688
<b>Zona C</b>	<b>453,838</b>
El Palmar	371,533
<b>Zona D</b>	<b>371,533</b>
CATSA	555,345
El Viejo	565,024
Taboga	665,106
<b>Zona E</b>	<b>1,785,475</b>
Coopeagri El General	298,218
<b>Zona F</b>	<b>298,218</b>
<b>T O T A L</b>	<b>3,615,582</b>

*1.1.6 - Informaciones generales:*

El uso de gasolina en el país esta alrededor de 25 millones de litros anuales y para una mezcla de 10% el país ya tendría ese monto para sus propios vehículos.

El mayor problema para el crecimiento de la productividad en Costa Rica esta siendo la motivación. El precio de la caña esta basada en el promedio de las tres últimas zafras donde se involucran el azúcar producido y vendido a cuota americana; al mercado interno; el mercado internacional, y se define a cuota a ser producida y pagada. Todo azúcar producido arriba de la cuota es pagado como extra cuota que esta menos de 50% del valor de la cuota, y a veces hasta el 25% o sea no paga el costo de producción y disminuye el interés de aumentar la producción.

Todos los productos de la caña de azúcar, así como los presupuestos como el azúcar, alcohol, melaza, y otros gastos pasan por un embudo que tiene LAICA como reguladora y distribuye los dividendos en 62,5% al sector agrícola y 37,5 al sector industrial.

Hay una protección de los proveedores, por el cuál en lo cual para producir más que una cierta cantidad se necesita más de una celda jurídica, y eso hace que muchos productores detenten muchas celdas jurídicas en nombres de otras personas.

### *1.2 - Ejemplo de un ingenio en Costa Rica.*

#### *1.2.1. - Ingenio CATSA, Guanacaste, Costa Rica*

En el Ingenio CATSA uno de los dos productores de etanol en Costa Rica muele 6,000 toneladas de caña por día con picos de 7,000 y una molienda de 290 toneladas de caña por hora. Hay una pérdida del 5% y el 65% de la materia prima llega al ingenio con menos de 24 horas. Toda la vinaza producida es utilizada como fertilizante potasico. Ese ingenio tiene una zafra de 4 meses (120 días).

El ingenio CATSA tiene la destilería desde hace 14 años y volvió a crecer en los últimos 4 años con una producción en la última zafra de

20 millones de alcohol anhidro y 2,5 millones de litros de alcohol hidratado. El alcohol es producido por medio de la mezcla de 20% del jugo y con la miel final.

Utiliza la vinaza como abono canalizada por medio de conductos directo al campo sin almacenamiento, haciendo que se aplique la misma pura o mezclada con agua por el sistema de riego por ventanas. Las áreas donde se aplica vinaza (450 m<sup>3</sup> por hectárea) se usa para producir arroz después de sacada la caña y luego de cinco años se vuelve en la misma área para otra aplicación.

La vinaza sale del ingenio en canales revestidos y por 1500 metros se enfría, luego pasa a tubos de 6 pulgadas que conduce la misma lejos del ingenio donde se aplica en los cañaverales. Hay dos sistemas de aplicación siendo uno de vinaza pura y otro con 3 partes de agua y una cuarta parte con vinaza.

El ingenio utiliza rotación caña-arroz trabajando 5 años con caña y dos con arroz en 10% de área del ingenio, que es cerca de 500 hectáreas por año.

Los suelos de CATSA son bajos en potasio (K<sub>2</sub>O), entonces la vinaza que tiene un alto contenido de potasio se aplica vía líquida.

El ingenio usa el sistema riego precosecha con suspensión de agua de 32 a los 42 días.

Los resultados de la composición química de la viñaza en el ingenio CATSA esta en el tabla II y III.

**Tabla 02 – Composición química promedio viñaza por la demanda química y biológica de Oxígeno en la Azucarera Tempisque, Costa Rica – zafra 06-07**

	<b>MG O<sub>2</sub>/litro</b>	
<b>Tipo de vinaza</b>	<b>Demanda Química Oxígeno - DQO</b>	<b>Demanda Química Biológica – DBO</b>
<b>Pura</b>	<b>67100</b>	<b>37360</b>
<b>Diluida (1/4)</b>	<b>9040</b>	<b>4554</b>

Conceptos –

vinaza pura – toma de muestra antes dilución con agua para riego

vinaza diluida – muestra generalmente dilución 3 Agua 1 viñaza.

DOO – Demanda Química de Oxígeno – mide la cantidad de materia orgánica susceptible a ser oxidada por medios químicos que hay en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en mg O<sub>2</sub>/litro.

DBO – Demanda biológica de Oxígeno es la cantidad de Oxígeno requerido al quinto día a 20°C por los microorganismos para oxidar la materia orgánica biodegradable en condiciones aeróbicas. Es una medida de la contaminación presente en un cuerpo de agua.

El sistema de abonamiento de potasio con ferti-riego paga la inversión en bombas y canales revestidos en dos años, por la cantidad de nutrientes que tiene la vinaza como sigue en el cuadro II.

Tabla 03 – Composición química porcentaje de nutrientes en la vinaza de la Azucarera Tempisque, Costa Rica – zafra 06-07

%	pH	CE mS/cm	N mg/kg	P	Ca	Mg	K	S
<b>vinaza pura</b>	<b>4.17</b>	<b>12.38</b>	<b>83.23</b>	<b>0.01</b>	<b>0.09</b>	<b>0.05</b>	<b>0.53</b>	<b>0.11</b>
<b>vinaza diluida</b>	<b>4.65</b>	<b>4.03</b>	<b>26.83</b>	<b>ND</b>	<b>0.02</b>	<b>0.01</b>	<b>0.11</b>	<b>0.02</b>

Conceptos –

Potasio – K donde 0,53% se refiere al aporte de 5.3 kg/m<sub>3</sub> de viñaza pura y 1.1 kg/m<sub>3</sub> de vinaza diluida

CE – Conductividad Eléctrica – Es la medida de la cantidad de electrolitos o sales contenidos en una solución. Las sales pueden ser aniónicas o catiónicas su medida es en decasiemens/m(dS/m), anteriormente se expresaba como mmhos/cm.

La producción de etanol esta alrededor de 230,000 litros por día y usa el proceso MEG (monoetileno glycol) para deshidratación. La vinaza resulta en alrededor de 13 a 15 litros por cada litro de etanol producido.

En ingenio quiere llegar en la próxima zafra al 30 millones de litros de etanol. El alcohol se hace con 50% de miel final y 50% de jugo y toda la extra cuota. Las ventajas en relación a la vinaza es la disminución de malezas, mejoría del suelo, aumento de productividad de caña, disminución de la plaga Phylophaga sp (el jobote) y un sistema que esta bajo 10% en rotación arroz/caña. El sistema utilizado por el

ingenio disminuye el olor por el transporte rápido de la vinaza al campo.

Uno de los problemas es la dosificación de la vinaza y consecuente el potasio aplicado.

#### *1.2.2. - Variedades*

Las variedades mas sembradas son la B80-689 con 28% del área, la NA56-42 con 28 % de sembrada, la CP72-2086 con 15% de área, la SP70-1284 y la CP72-1210. Las variedades más promisorias que están creciendo en area son la SP81-3250 y B82333, siendo que la SP79-2233 ya empezó a bajar de área de siembra por problemas de la variedad.

El Instituto de Investigación de la Liga Azucarera es DIECA y conduce ensayos con las variedades LAICA en las áreas del ingenio, pero no todavía logro ninguna comercial.

En Costa Rica, masivamente están las variedades NA5642 y B80689 como las más sembradas aunque en las áreas de la meseta poseen las variedades SP71-5574, CP72-1210 y otras.

Toda la caña del ingenio recibe aplicación de madurante Round up en la dosis de 1,7 litros por hectárea, cosechando después de seis semanas.

El ingenio tiene 95% de cosecha mecanizada siendo 80% quemada y 20% en verde, y lo hace por medio de 8 maquinas Cameco con una siembra de distancia de 1,50 metros entre surcos.

El ingenio produce también energía eléctrica por medio de calderas de 40,8 Bar. con un consumo propio de 5,2 MW y venta a la red de 8-9 MW. Su producción de azúcar esta alrededor de 300,000 bultos.

#### *1.3. Sugerencias*

Como sugerencias para mejorar la productividad en Costa Rica y así poder crecer la producción de etanol, debería existir una política distinta para el etanol de la que existe para el azúcar que esta

involucrado en la política de cuota y extra cuota que protege a los pequeños productores. El crecimiento de productividad y área de caña tiene conflictos con las leyes de tenencia de suelo así como de no incentivar lo aumento de productividad por no tener precio para lo excedente producido (extra-cuota).

Las celdas jurídicas para productores es otra protección que tienen los proveedores pequeños, y dificulta el crecimiento perjudicando la economía de escala.

Las condiciones de producción de etanol están involucradas en lo estudio del desecho vinaza hasta que tecnologías nuevas no aparezcan para disminuir la cantidad en la producción de etanol. Hasta hoy, Brasil fue el único país que logro meterse en el tema en amplia escala, aunque otros países siguen buscando maneras de desechar la vinaza con efectividad.

Entre las experiencias que fueran hechas en Centro América, se puede nombrar al ingenio CATSA en Costa Rica que ha producido en la ultima zafra, 22,5 millones de etanol de caña de azúcar, y realizó una distribución de vinaza en condiciones de bajo riesgo regresando la misma como aporte de nutrientes a campo como ferti-riego principalmente con el uso de K<sub>2</sub>O en los cañaverales vía vinaza.

Con respecto a los problemas principales en cuanto a producción de etanol en el país, primero es la disponibilidad de área para producir mas caña (puede llegar al 75,000 hectáreas o sea crecer 25 000 hectáreas más, siempre que tenga agua para riego). Cuanto a areas disponibles, hay problemas en producir en el lado de Atlántico por lo exceso de lluvias, la parte central por tener pendientes fuertes por la cordillera, y la parte ueste que tiene algunas areas todavía disponibles así como en el borde con Nicaragua donde hay una área en la provincia de Alajuela que puede se sembrar cana aunque con problemas de agua para riego.



Los mayores ríos de Costa Rica en la zona noroeste del país están el Tempisque, Corobici, Bebedero y Canas que cortan toda la zona cañera de Guanacaste. Al norte están los ríos Sarapiquí, Río Frio y San Carlos. Al norte esta también la laguna temporaria Cano Negro que es un paraíso ambiental protegido de la fauna silvestre. La mayor fuente de riego del país esta con los canales sur y oeste que salen de la laguna Arenal para toda la zona cañera de Guanacaste.

Si hay interés en producir más etanol para exportación o para mezcla con la gasolina para disminuir los gastos de importación del crudo, podría ser hecha una nueva ley no involucrada con el pago de azúcar, para tener mayores incentivos.

#### **1.4 - Personas entrevistadas y visitadas Costa Rica**

**Gloria Villa – Ministerio de Ambiente y Energía – MINAE**  
Tel – (506) 257 8755

**Sandra Miranda – Dirección Sectorial de Energía**  
[smiranda@dse.go.cr](mailto:smiranda@dse.go.cr)

**Kenneth Morales – RECOPE**  
[kennethmoralescr@yahoo.com](mailto:kennethmoralescr@yahoo.com)

**Allan Chin Wo Cruz – Dirección Sectorial de Energía**

**Marcos Chávez Solera – director LAICA**  
[mchavez@laica.co.cr](mailto:mchavez@laica.co.cr)

**Enrique Lujan – Gerente Operaciones Industriales - CATSA**  
[enlujan@catsa.net](mailto:enlujan@catsa.net)

**Olger Munoz Vargas-Gerente Administrativo Ingenio CATSA**  
[olmunoz@catsa.net](mailto:olmunoz@catsa.net)

**Carla Mata – Dirección Sectorial de Energía – Costa Rica**  
[cmata@dse.go.cr](mailto:cmata@dse.go.cr)

## 2. EL SALVADOR

### 2.0. - Características generales del país

<b>País</b>	<b>El Salvador</b>
<b>Capital</b>	<b>San Salvador</b>
<b>Área territorial</b>	<b>21,041 km<sup>2</sup></b>
<b>Producto Interno Bruto – (2005) **</b>	<b>16,980 millones de US\$</b>
<b>PIB per capita – (2005) **</b>	<b>2,468 US\$</b>
<b>Población (2007) *</b>	<b>6,857,000 habitantes</b>
<b>Área protegida (2004)</b>	<b>NI</b>
<b>Área cultivada (2002)</b>	<b>31.85%</b>
<b>Área de pastura permanente (2002)</b>	<b>NI</b>
<b>Emisión de CO<sub>2</sub> (2000)</b>	<b>1,0 tonelada por habitante</b>
<b>Área bajo cultivo de caña de azúcar</b>	<b>62,000 hectáreas</b>
<b>Área factible de expansión de caña</b>	<b>30,000 hectáreas</b>

\* World population prospects- the 2004 revision – NY – UN Population Division- 2005

<http://www.un.org/esa/population/publications/WPP2004/2004.Highlights-finalrevised.pdf>

\*\* GDP, at current prices – US dollars – In United Nations Statistic Division, National Accounts Main Agregates – Data base 2005

<http://unstats.un.org/unsd/snaama/downloads/GDPcurrentUS-countries.xls>

### 2.1. - Descripción de la industria azucarera / alcoholera del país

Numero de ingenios actuantes a la fecha – 7

Regiones agrícolas productoras de azúcar -8 provincias

Proveedores de caña independientes – > 7,000

Empleos directos en la industria azucarera –46,000

Empleos indirectos en la industria azucarera - 183,000

Azúcar producido zafra 2005/2006 – Mton 4,8 millones

Capacidad existente de caña molienda/año Mton – 5,160,000

Alcohol producido zafra 2005/2006 – 14,261,000 galones

Numero de ingenios produciendo alcohol – 1

Productividad de caña – 79 TMCH

Tiempo de zafra - 120 al 150 días (130).

Mejores productividades de azúcar – 120-125 kg por ton

Producción de energía por los ingenios – 72MWh

Venta de energía al sistema – 35 MWh.

### 2.1.1.- Ingenios y zonas de siembra

El país tiene 7 ingenios de los cuáles tres aportan cogeneración y uno produce etanol. La mayoría de la área cañera esta en manos de pequeños propietarios y solamente el ingenio Central Izalco tiene tierras propias para cultivo.

El área de caña del país es de alrededor de a 62,000 hectáreas sembradas siendo solamente 2,0% de la superficie nacional, tiene la cosecha casi toda manual (5% mecanizado), aunque se disponen de sembradoras, tapas mecánicas y alzadoras para acarreo de caña.

En la última zafra he producido 530,000 toneladas métricas de azúcar, 210,000 toneladas métricas de melaza y molió 4,8 millones de toneladas de cana.

El azúcar producido destinase 44% al mercado mundial, 46% al mercado domestico y 10% al mercado preferencial (cuota americana).

### 2.1.2. – Producción de etanol

El alcohol producido en el país es de 50% de melaza y 50% de jugo mixto. La vinaza producida esta alrededor de 12,8 litros por litro de etanol producido. La vinaza sale de la destilería y se dirige por conductos directo a una pila o laguna donde es mezclada con agua de lavado, cenizas, cachaza y agua antes de ser llevada al campo por medio de camiones que hacen la distribución del compuesto. En esa laguna hay una retención de 12 días mezclando bacterias y haciendo que el lodo se precipite. No hay olor debido a las bacterias que hacen la descontaminación.

La empresa Central Izalco/Cargill deshidrata 300 000 litros de etanol por día. Fueron cerrados los ingenio Carmen así como la Destilería Salvadoreña por problemas de polución y económicos.

### 2.1.3. - Cogeneración

Cuanto a cogeneración hay tres ingenios que tienen equipos para cogenerar energía eléctrica, y el ingenio La Cabaña en la zafra 2006/2007 generó 21,295 MW para venta y 12,741 MW para consumo propio.

Los precios de energía eléctrica están alrededor de 10 centavos de US\$ por Kw/h y son distribuidos por CAE (Compañía Alumbrado Eléctrico).

#### *2.1.4 – Ampliación de la producción cañera.*

Para incrementar la producción de etanol en el país hay un área arable que puede crecer cerca de 30,000 hectáreas en la zona costanera de Libertad hasta San Miguel, en las áreas planas de esas regiones. Hay agua disponible en pozos y ríos para que se pueda ampliar la zona cañera, pero el desarrollo debe de ser sustentable permitiendo una protección de las cuencas, si posible evitar el uso de fuego antes del corte, o sea, cosechar mecánicamente lo más posible en las áreas que lo permiten. Un sistema vial adecuado debe de ser hecho para permitir que los costos de transporte no anidien los precios finales del producto. La mano de obra existe aunque con la reforma agraria pequeñas propiedades no permiten que se haga economía de escala. Los suelos son fértiles y adecuados para siembra de cana de azúcar pero se necesita un programa de desarrollo de variedades local para sacar híbridos adecuados para esa región para crecer la productividad y bajar costos.

#### *2.1.5. – Producción de caña*

Las toneladas métricas producidas en la zafra 2005/2006 de los ingenios de El Salvador fueron como sigue en tabla 2:

**Tabla 04 – Producción de caña por los ingenios de El Salvador en la zafra 2005-06:**

<b>Ingenio</b>	<b>Capacidad instalada de molienda Mton/día</b>
<b>IZALCO</b>	<b>12 000</b>
<b>EL ANGEL</b>	<b>10 000</b>
<b>CHAPARRASTIQUE</b>	<b>5 500</b>
<b>LA CABANA</b>	<b>5 500</b>
<b>INJI BOA</b>	<b>4 500</b>
<b>La MAGDALENA</b>	<b>3 500</b>
<b>CHANMICO</b>	<b>2 000</b>

*2.1.6. – Informaciones generales*

El pago por la caña es de 54,5% de los ingresos por la venta de azúcar y melaza.

Para una mezcla de 10% de etanol en la gasolina va ser necesario 10, 000,000 de litros anuales.

El pago de la caña para el productor esta por cerca de US\$20.84 por tonelada.

La quema no programada esta alrededor de 20% resultando en que la zafra no pueda ser totalmente controlada con cañaverales muy nuevos quemados.

Hay 12,000 rozadores o cortadores de caña por zafra siendo 550 de Nicaragua. El pago de corte de caña es de US\$2,00 por tonelada cortada.

*2.2. Ejemplo de un ingenio productor de etanol en El Salvador.*

*2.2.1. – Ingenio La Cabaña, El Salvador*

Ingenio La Cabaña realizó una inversión de alrededor de US\$100 por litro de etanol producido y la producción hoy es de 450 000 litros por día

Para mantener la flota del país con mezcla gasolina-etanol será necesario tres destilerías produciendo 450,000 litros por 120 días moliendo 5 000 000 toneladas de caña.

La última zafra fue de 130 días produciendo 6,000 toneladas de caña por día de capacidad con 5,500 toneladas en promedio.

Produce 2,9 litros de melaza por litro de etanol. Total de melaza producido por zafra – 60,000 litros.

Produce 16 kw/ton de cana, total de consumo 12 kw/hora

Total de caña producido en la ultima zafra – 692 000 ton.

El Salvador tiene muchas cuencas de ríos y los más importantes son Ríos Lempa, Goascoran, Paz, Negro, Brujo, Frío, Anguiatu, Titihuapa El Salvador posee 58 cuencas los cuales fungen el papel de recogimiento superficial del agua caída en forma de lluvia y como peculiaridad todas drenan al litoral del Océano Pacifico, entre las cuencas de mayor importancia se encuentra la del río Lempa, en cuyo cauce principal se han construido tres centrales hidroeléctricas. El Salvador comparte con Guatemala la cuenca del río Paz y la del Lempa y con Honduras Lempa y Goascoran.

### *2.3. - Sugerencias*

Como la producción agrícola esta basada en pequeños propietarios, no hay economía de escala para el crecimiento de la productividad.

La mayor limitación es la tenencia de la tierra que esta limitada a cerca de 240 hectáreas (300 manzanas) por productor. La presión poblacional en las ciudades cercanas de los ingenios limita la expansión en las áreas tradicionales de caña y las distancias de acarreo son cada vez más lejanas. Hay muy poca competencia con otros cultivos.

El proceso de quema criminal o accidental es muy elevado y necesita de medidas punitivas o de educación para que esos números bajen y los ingenios tengan mejor control de la logística y productividad.

### **2.4 - Personas entrevistadas y visitadas en EL SALVADOR**

**Ing. Gina Navas de Hernández – Directora General de Energía, Minas y Hidrocarburos – Ministerio de Economía – San Salvador – 2231 5875**

[ginavas@minec.gob.sv](mailto:ginavas@minec.gob.sv)

Luís Felipe Trigueros – Director PROCAÑA

[ltrigueros@mag.gob.sv](mailto:ltrigueros@mag.gob.sv)

Carlos Mejia Alfarez – Presidente PROCAÑA

[cmejia@arrocerasanfrancisco.com](mailto:cmejia@arrocerasanfrancisco.com)

Ernesto Harem M. – Director de Planificación Agropecuaria -MAG

2241 1730 [ehayem@mag.gob.sv](mailto:ehayem@mag.gob.sv)

Salvador Enrique Rivas Saldanha– Dirección Sectorial de Energía. -

[srivas9@minec.gob.cr](mailto:srivas9@minec.gob.cr)

Enzo Granyello – Subgerente Alcohol y Cogeneración Ing El Angel –

[enzo.granyello@ingenioelangel.com.sv](mailto:enzo.granyello@ingenioelangel.com.sv)

Ana Mariella Rivas – Directora Ejecutiva Ingenio La Cabaña

[rmariella@ilcabana.com](mailto:rmariella@ilcabana.com)

José Mardoqueo Carranza – Gerente de Producción de Azúcar y Energía La Cabaña

[jcarranza@ilcabana.com](mailto:jcarranza@ilcabana.com)

Lic. Ana Maria Bonilla Revelo – Asesora del Despacho – Min. de Economía – CONSAA.

[abonilla@minec.gob.sv](mailto:abonilla@minec.gob.sv)

Ricardo Antonio Barahona – Jefe de Investigación – Ing El Ángel

Fono – 2216 0074

Humberto Antonio Espinosa – Manejo de Plantaciones Cana – CENTA

2302 0242 [t.espinosa47@hotmail.com](mailto:t.espinosa47@hotmail.com)

Víctor Antonio Vásquez – Técnico Delegado CONSAA

Fono – 7940 2041

Víctor R Cordon S.–Coordinador Proyecto Etanol–Asociación Azucarera

2264 1226 [victor.cordon@asociacionazucarera.com](mailto:victor.cordon@asociacionazucarera.com)

Orlando Amilcar Molino – Subgerente – Ingenio La Cabaña –

2393 9926 [oamm@yahoo.es](mailto:oamm@yahoo.es)

Edwin Alvarado – Subgerente agrícola – Ingenio El Ángel –

221 60074 [edwin.alvarado@ingenioelangel.com.sv](mailto:edwin.alvarado@ingenioelangel.com.sv)

Wilfredo Marquez – Abastecimiento y Servicios – CASSA –

2484 1207 [wilfredo.marquez@grupocassa.com](mailto:wilfredo.marquez@grupocassa.com)

José Abrego – Gerente agrícola – Ingenio La Cabaña –

2393 9940 [jabrego@ilcabana.com](mailto:jabrego@ilcabana.com)

Emma Linares – Jefatura Fitotecnia – ENA –

2336 4846 [ema\\_linares@yahoo.es](mailto:ema_linares@yahoo.es)

Carlos Morales - Gerente agrícola – Ing El Angel–

2216 0074 – 7729 4342 [carlos.morales@ingenioelangel.com.sv](mailto:carlos.morales@ingenioelangel.com.sv)

Francisco Romero – CONSAA –

2263 3768 [franromero.i@hotmail.com](mailto:franromero.i@hotmail.com)

Carlos Francisco Lara Campo – Jefe Control Calidad – Ing La Magdalena –

78850231 [magdapresidencia@navegante.com.sv](mailto:magdapresidencia@navegante.com.sv)

### 3. - GUATEMALA

#### 3.0. - Características generales del país

País	Guatemala
Capital	Ciudad Guatemala
Área territorial	108,899 km <sup>2</sup>
Producto Interno Bruto – (2005)**	31,923 millones de US\$
PIB per capita – (2005) **	2,534 US\$
Población (2007) *	13,354,000 habitantes
Área protegida (2004)	5.4%
Área cultivada (2002)	12.54%
Área de pastura permanente (2002)	24.0%
Emisión de CO <sub>2</sub> (2000)	0.7 toneladas por habitante
Área bajo cultivo de caña de azúcar	215,000 hectáreas
Área factible de expansión de caña	240,000 hectáreas

\* World population prospects- the 2004 revision – NY – UN Population Division- 2005

<http://www.un.org/esa/population/publications/WPP2004/2004.Highlights-finalrevised.pdf>

\*\* GDP, at current prices – US dollars – In United Nations Statistic Division, National Accounts Main Agregates – Data base 2005

<http://unstats.un.org/unsd/snaama/downloads/GDPcurrentUS-countries.xls>

#### 3.1. - Descripción de la industria azucarera / alcoholera del país

Numero de ingenios actuantes a la fecha – 12

Regiones agrícolas productoras de azúcar 3

Zonas productoras - Escuintla, Retalhuleu, Suchitepequez.

Proveedores de caña independientes – 18,6% (40,000 ha)

Porcentaje de caña propia y arrendada 81,4% (175,000 ha)

Capacidad existente de caña molienda/día – 132,460 Mton

Alcohol producido zafra 2004/2005 (gal)– 49,523,118 (estimado)

Numero de ingenios produciendo alcohol – 5

Productividad de caña – 98,32 TMCH

Tiempo de zafra - 190 a los 210 días.

Productividades de azúcar – 110-113 kg por ton

Producción de energía por los ingenios –683 MWh

Venta de energía al sistema – 350 MWh.



3.1.1. – Ingenios y zonas de siembra

La industria azucarera de Guatemala es la más desarrollada de América Central y Caribe con un nivel tecnológico muy bueno. Con el centro de investigación CENGICANA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Cana de Azúcar) aunque sea muy reciente en términos de investigación ya esta con resultados promisorios de nuevas variedades y otros temas agrícolas, asesorando los ingenios a disminuir costos y aumentar la productividad

**Tabla 05 - Los ingenios azucareros produciendo azúcar en Guatemala**

<b>Ingenio</b>	<b>Capacidad instalada de molienda Mton/día</b>
Magdalena	30,000
Pantaleón	24,000
El Pilar	18,000
Santa Ana	16,000
Palo Gordo	10,000
Concepción	8,460
Madre Tierra	8,000
La Unión	8,000
Tulula	6,000
Los Tarros	3,000
Santa Teresa	500
La Sonrisa	500

El ingenio Guadalupe (grupo Wiedman) cerró las actividades en Escuintla, y esta preparándose para instalar otro ingenio en el área de Polochique. Los ingenios existentes están agrupados en Ingenio Pantaleón/Concepción, Ingenio Palo Gordo, Ingenio El Baúl, Ingenios La Unión/Los Tarros, Ingenio Madre Tierra, Ingenio Tulula, Ingenios San Diego/Trinidad, Ingenio Santa Tereza, Ingenio La Sonrisa, Ingenio Santa Ana y Ingenio Magdalena.

3.1.2. – Producción de etanol

Los ingenios azucareros de Guatemala que tienen unidades de producción de alcohol son los siguientes \*\*:

Tabla 06 – Ingenios alcoholeros de Guatemala

Destilería	Ingenios	Producción por día	**Producción estimada.
DARSA	Ing. Santana	100,000 lts	7,774,800 gal
BIOETANOL	Ing. Pantaleón	150,000 lts	3,861,000 gal
*MAG Alcoholes	Ing. Magdalena	300,000 lts *	24,848,085 gal
Servicios Manufactureros	Ing. Magdalena y Madre Tierra	120,000 lts	9,937,950 gal
Palo Gordo	Ing. Palo Gordo	120,000 lts.	3,090,750 gal

- en construcción \*\*-Etanol Hidratado ( Ministerio de Energía y Minas)

El ingenio Palo Gordo produce 120 000 litros de etanol por día en 150 días de zafra. Realiza la deshidratación con benceno. El manejo de la vinaza de Palo Gordo cuesta de 1 a los 3 centavos de US por litro.

La segunda destilería es DARSA (antiguo ingenio Tulula) que pertenece al grupo Botran, y produce 150 000 litros por día. Hubo una inversión de 10 millones de US\$ para llevar tubería hasta 100 km de distancia

La tercera destilería es la empresa BioEtanol anexa al ingenio Pantaleón que produce 150 000 litros diarios y deshidrata por el proceso de tamiz molecular.

La cuarta destilería es Servicios Manufactureros que produce 120 000 litros por día y pertenece a los grupos Magdalena y Madre Tierra.

La quinta destilería que esta en construcción, es MAG Alcoholes que producirá alcohol hidratado y también pertenece al ingenio La Magdalena.

El Ingenio La Unión esta con un proyecto de iniciar la empresa alcoholera Alcoholes Industriales para 2009. Hoy el costo de alcohol esta por 30 centavos de US por litro.

Guatemala tiene algunas áreas con alto contenido de potasio (K) y por eso la vinaza debe de ser estudiada donde aplicar, o aplicar solamente el reemplazo de potasio extraído por los cañaverales. Cuando mayor la dosis de K potasio aplicado, baja el Ca y Mg disminuyendo la nutrición de la planta. La vinaza es rotada cada 3 años que vuelve a misma área.

Se usa tubería de PVC revestidas con fibra de vidrio. La temperatura tiene que bajar hasta 55°C antes de aplicar en los cañaverales. El ingenio Palo Gordo tiene 5 torres de enfriamiento de la vinaza. También utiliza algunos camiones para distribuir la misma.

### *3.1.3. - Cogeneración*

La venta de energía esta por US centavos 6,3 por Kw/hora y los ingenios son responsables por 17% de la producción de energía del país.

Del total de 683 Mwh de energía producida por los ingenios, 57,6 Mwh son por quema de bunker (8,4%) y 625,4 Mwh por uso de bagazo (91,6%)

### *3.1.4. – Ampliación de producción cañera*

Hoy hay 215 000 hectáreas de caña y 16 000 ha crecieron en 2006/2007. En mas 5 años se puede aumentar mas 16 000 ha en la zona tradicional y tal vez unos 224,000 ha estén disponibles en la zona de Peten, basado en informes personales.

Ya existe un ingenio empezando en esa región del Nordeste del país, pero existe la competencia con otros cultivos, con sitios arqueológicos, y se debe de hacer una búsqueda en las areas planas cerca de ríos para poner nuevos proyectos y desarrollar mano de obra entre los agricultores locales. Tambien debe de se pensar en hacer nuevas carreteras y sistemas viales que permitan bajar costos de transporte. Esa región por no ser tradicional de cana de azúcar debe de ser desarrollada con todas las técnicas ambientales mirando

los posibles impactos que ingenios alcoholeros podrán hacer en la región como la quema de caña, el uso de vinaza y cachaza en los suelos, dejando espacios para agricultura sostenible de pequeños productores.

*3.1.5. – Producción de caña*

La producción de caña en el país cuenta con un área de 215,000 hectáreas siendo 175,000 hectáreas de área propia o arrendada de terceros. Los colonos tienen una participación de mas 40,000 hectáreas. El radio mediano de caña alrededor de cada ingenio esta en 30 kilómetros, mientras que la producción de caña está en 93 toneladas métricas en caña propia y 86 toneladas por hectárea en caña de proveedores.

Tabla 7 - La producción de caña el la zafra 2003/2004 en Guatemala

<b>Ingenio</b>	<b>Producción de caña</b>
<b>Ingenio</b>	<b>Caña Molida en TC-2003/04</b>
Magdalena	2.989.901
Pantaleón	3.314.088
El Pilar	2.194.549
La Unión	1.929.461
Santa Ana	1.912.714
Madre Tierra	1.347.209
Concepción	1.288.734
El Baúl	1.030.508
Palo Gordo	856.081
Tulula	593.344
Guadalupe (comprado por Ing. Magdalena)	547.315
San Diego	503.140
Trinidad	460.010
Los Tarros	291.070
Santa Teresa	38.696
La Sonrisa	29.871

*3.1.6. – Informaciones generales*

Los datos recolectados en Cengicaña informan que el promedio de distancia entre los cañaverales y la industria esta alrededor de 30Km,

y la producción de azúcar por hectárea esta en 10,51 toneladas para caña propia y 9,5 toneladas para caña de colonos.

Los suelos de Guatemala son buenos para caña de azúcar, en la mayoría son francos Molisoles (40%) y Andisoles (26%), en los Entisoles arenosos (16%) y otros 18%.

Los sistemas de riego utilizados son por gravedad, aspersión, pivote central, pivote lateral y cañon viajero.

La cosecha mecánica todavía es pequeña (35 cosechadoras) con 13% en el país y se quema toda la caña cosechada antes de cortar. El rendimiento de las cosechadoras mecánicas esta en alrededor de 35 toneladas por hora.

El rendimiento promedio de la cosecha manual esta en 5,5 toneladas hombres/día. El porcentaje de renovación de los cañaverales es de en 17%.

La zafra empieza entre 6 al 10 de noviembre y termina entre 5 y 15 de mayo.

### *3.2. – Variedades sembradas en Guatemala*

Las variedades cultivadas comercialmente son:

CP72-2086 – 69.2%

PGM89-968 – 5.4%

CP73-1547 – 4.4%

CP88-1165 – 2.9%

PGM89-121 – 1.8%

Los ingenios conducen junto con CENGICANA ensayos de variedades que tienen como promisorias las siguientes:

CP88-1508 – 1.0%

SP79-2233 – 0.95%

CG96-01 – 0.4%

CG97-97 (fue atacada por roya en la última zafra)

En 2010, se estima que el 10% de variedades CG podrán reemplazar las variedades actuales como las CG98-10, CGSP98-11, CG98-41, CG98-46, CG98-47, CG98-62, CG98-100, CG99-007, CG99-014, CG99-045, CG99-47, GC99-48, CG99-125, CG00-28, CG00-33, CG00-044, CG00-092, CG00-102, CG00-120, CG00-122, CG00-129, CGSP98-05, .CGSP98-12.

Los ingenios de Guatemala tienen una capacidad de molienda diaria de 125,000 toneladas de caña con un promedio entre quema y molienda de 25 a las 35 horas.

El pago de caña a los proveedores en patio del ingenio esta en US\$18 al US\$20 por tonelada.

Precio de pago de contenido de sacarosa esta con piso mínimo 175 libras por tonelada corta y el alcohol cuesta US\$0,30 por litro. El consumo anual de gasolina es 1,700,000 de litros

La disponibilidad de agua en Guatemala se hace por 18 ríos por la vertiente del Pacífico y por 7 ríos por la vertiente del Caribe. Como la zona cañera tradicional esta en tres zonas altitudinales hay muchos tipos de riego en utilización en los ingenios azucareros. Entre los sistemas están el riego por ventanas, por goteo, por aspersión y por gravedad. El uso de cano viajero esta aumentando en los ingenios por su facilidad de utilización de la vinaza como fertiriego.

### *3.3 Sugerencias*

La capacidad de crecimiento de la industria cañera de Guatemala es la mayor de Centro América pero depende de los estudios de suelos, riego, variedades por la región de Peten al norte del país. En cuanto a la tenencia de la tierra, no hay limitaciones legales que restrinjan la ampliación del área cañera. La limitante en algunas áreas son las pendientes y áreas topográficamente que dependen de mano de obra para cultivo de la caña de azúcar.

La dependencia de una variedad con más de 65% de ocupación, es otro problema que debe de ser solucionado pronto por temor de ser atacada por enfermedades. La variedad CP72-2086 presenta susceptibilidad al mosaico, tiene tallos secos y podridos y preocupa su sanidad.

Con la entrada de la enfermedad roya naranja en Florida, USA la situación es más preocupante porque todavía no se tiene información acerca de la resistencia de esa variedad a esa enfermedad.

El camino al cambio del marco legal en cuanto a producción y mezcla de etanol en la gasolina del país esta adelantado y el porcentaje todavía está pendiente de acuerdo con la capacidad y necesidad de reemplazo de una parte del crudo por alcohol.

Los promedios de productividad también están altos y con la tecnificación de la cultura mucho más se puede ir creciendo en términos de rendimiento azucarero/alcoholero, bajando los costos de producción.

### **3.4 - Personas entrevistadas y visitadas en GUATEMALA**

**Ing. Carlos Bladimir Echeverria Echeverria – Unidad de Hidroenergía del Centro de Información y Promoción de Energías Renovables – Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Energía**  
[hidroenergia@mem.gob.gt](mailto:hidroenergia@mem.gob.gt) Tel 572 02 257

**Erika Ruano de Mérida –Coordinadora de la área de información del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación – Unidad de Políticas e Información Estratégica**  
[erika.ruano@maga.gob.gt](mailto:erika.ruano@maga.gob.gt)

**Mario Yarzebski – Encargado de Negociaciones Comerciales Internacionales de la Asociación de Azucareros de Guatemala.**  
[myarzebski@azucar.com.gt/](mailto:myarzebski@azucar.com.gt/)

**Ingeniero Danilo Miron – Director General de la empresa TENANCO – ingeniero encargado del programa de alcohol del ingenio Palo Gordo, Guatemala.**  
[danilomiron@gua.net/](mailto:danilomiron@gua.net/)

**Ing. Aida Lorenzo – Gerente General de la Asociación de Combustibles Renovables de Guatemala**  
[acrg@intelnett.com](mailto:acrg@intelnett.com)

**Sr. Saul Lima – economista y asesor de Política Señorial de la Coordinación del Área de Información Estratégica - Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.**

**Dr. Mario Melgar – Director general del Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Cana de Azúcar –CENGICANA**  
[direccion@cengican.org](mailto:direccion@cengican.org)



## 4. - REPUBLICA DOMINICANA

### 4.0. - Características generales del país

País	Republica Dominicana
Capital	Santo Domingo
Área territorial	48,734 km <sup>2</sup>
Producto Interno Bruto – (2005)**	29,101 millones de US\$
PIB per capita – (2005) **	3.272 US\$
Población (2007) *	9,760,000 habitantes
Área protegida (2004)	22.9%
Área cultivada (2002)	22.7%
Área de pastura permanente (2002)	43.4%
Emisión de CO <sub>2</sub> (2000)	2.8 toneladas por habitante
Área bajo cultivo de caña de azúcar	120,000 hectáreas
Área factible de expansión de caña	60,000 hectáreas

\* World population prospects- the 2004 revision – NY – UN Population Division- 2005

<http://www.un.org/esa/population/publications/WPP2004/2004.Highlights-finalrevised.pdf>

\*\* GDP, at current prices – US dollars – In United Nations Statistic Division, National Accounts Main Agregates – Data base 2005

<http://unstats.un.org/unsd/snaama/downloads/GDPcurrentUS-countries.xls>

### 4.1. - Descripción de la industria azucarera / alcoholera del país

Numero de ingenios actuantes a la fecha – 4

Regiones agrícolas productoras de azúcar -3

Zonas productoras - La Romana, San Pedro Macori, Barahona.

Proveedores de caña independientes – 3,800

Porcentaje de caña propia y arrendada – 120,000 ha

Azúcar producido zafra 2005/2006 –598,000 ton

Capacidad existente de caña molienda/día – 132,460 Mton

Alcohol anhidro producido zafra 2005/2006 – 0

Numero de ingenios produciendo alcohol –0

Productividad de caña – 60-65 TMCH

Tiempo de zafra - 160 días

Productividades de azúcar – (lbs por ton)212-228

Producción de energía por los ingenios – 0 MWh

*4.1.1. – Ingenios y zonas de siembra*

En Republica Dominicana existen actualmente 6 ingenios azucareros que están moliendo, aunque hay un grupo de ingenios de la Comisión Estatal del Azúcar que cerraron y todavía no están en funcionamiento.

Las regiones del país donde se siembra caña tiene a San Pedro Macoris (Cristóbal Colon) al Este del país como la región mas sembrada, seguido de La Romana y Barahona. Ese último ingenio es el más alejado y esta ubicado en la zona sur del país.

*4.1.2. – Producción de etanol*

El país todavía no produce etanol debido a la falta de incentivos y a problemas de costo y precios. El azúcar esta en déficit de producción para alcanzar las metas de consumo y venta. Primero se haría la regularización del azúcar para después empezar a producir alcohol que compite directo con el costo de melaza producida por los ingenios.

Los suelos de la isla tienen baja cantidad de potasio (K<sub>2</sub>O) lo que favorecería el uso de vinaza como abono potasio, si el alcohol fuese producido. Hay proyectos varios que están siendo estudiados para producir el etanol como hidrocarburo pero ninguno llego a instalarse todavía. Los proyectos que están en estudio son los siguientes:

- Proyecto de la empresa Alcogroup (Belga) con FEDOCA para erección juntamente con colonos en un total de 1,500,000 tons de caña siendo 20% de cana propia y 80% de colonos de FEDOCA). El contrato va ser fijo por US\$25.00 por tonelada de caña.
- Proyecto de Etanol Dominicana con grupo Infinity para producción en Boca Chica de 1,000,000 ton de caña siendo 40% de colonos FEDOCA y 60% de Boca Chica.

- Proyecto de compra de los ingenios Consuelo/Quisquea y Porvenir por la asociación de dos grupos Fanjul (accionista Romana) y casa Viccini con dos ingenios de 12,000 ton de caña por día siendo 60% etanol, con 60% de colonos FEDOCA y 40% de caña propia
- Proyecto de compra del Ingenio Montellanos en manos del estado por la empresa Brugal o grupo americano con producción de 2,800 toneladas de caña por día. La cana producida será de 40% de colonos FEDOCA y 60% propio, con finalidad para ron.

La Comisión Nacional de Energía informó que se promulgó una ley acerca del etanol que todavía carece de reglamentos. Hay un esfuerzo de todos los departamentos estatales para que el etanol sea factible. Antes de producir etanol tiene que bajar el déficit de azúcar que existe en el mercado dominicano y con la cuota americana.

#### *4.1.3. – Cogeneración*

Los ingenios existentes no cogeneran para venta a la red por problemas de incentivos fiscales, donde el costo de la energía industrial esta alrededor de 12 centavos de US\$ por Kw/hora y el residencial por US\$0,06 por Kw/hora.

La cogeneración de energía con bagazo tiene problemas con la venta de energía por que los auto-productores tienen más beneficios que los co-generadores, aunque la energía renovable tiene privilegio.

Las empresas que producen energía por medio de quema son La Unión FENOSA, la LS de un grupo americano que producen y distribuyen. La Falcón Bridge y Metaldon que co-generan y venden a la red.

Hay un ingenio flotante de energía de la Mitsubishi Guyana que produce 60MW y la empresa Dominican Power.

La utilización de crudo en la Republica Dominicana esta en 140/160 barriles de petróleo por día y el refino esta en 25,000 barriles/día.

En la Central Romana se produce furfural con la biomasa de la caña

#### *4.1.4 – Ampliación de la producción cañera*

El área de caña actual en Republica Dominicana es de alrededor de 120,000 hectáreas mientras que en el pasado dispusieron de 280,000 hectáreas de caña aunque parte de esa área que tenía caña fue reemplazada por citrus, palma y otros cultivos en las áreas de los ingenios estatales Río Haina, Ozama, Esperanza, San Francisco y recién en el ingenio Pringamosa.

Hay cerca de 60,000 hectáreas de área que puede ser recuperada con caña en la Republica Dominicana. Las limitaciones hoy están en el sistema de transporte de cana que todavía es hecho por trenes, por boyes y tienen problemas de calidad de materia prima utilizando los centros de acopio. Si se empieza una industria alcoholera en el país técnicas modernas deben de ser utilizadas para bajar costos de producción. El sistema ambiental debe de ser bien hecho para evitar contaminaciones y también por algunos suelos tener alto potasio, la vinaza debe de tener sistemas de distribución alejada de esas áreas.

#### *4.1.5. – Producción de caña y azúcar*

Hay un déficit de azúcar para la cuota americana debido a falta de caña para molienda. Para el mercado interno hay una demanda de 20-30 mil toneladas de azúcar por año.

Los ingenios de azúcar de la Republica Dominicana tienen la siguiente composición de caña.

- Ingenio Barahona debe de incorporar 1,000 ha para aumentar producción de azúcar. Ingenio tiene 5% de caña de colonos. Produce 50,000 toneladas de azúcar/año
- Ingenio Central Romana tiene 40% de colonos de FEDOCA y 60% de caña propia.
- Ingenio Cristóbal Colon tiene 10% de colonos FEDOCA y 90% de caña propia.

- Ingenio Caei tenia 25% de colonos y 75% de caña propia y recién (2007) cerró sus actividades, pasando los Viccini a moler solamente en Cristóbal Colon.

La producción de azúcar es: Central Romana – 350,000 tons, Cristóbal Colon – 80,000 tons, Barahona – 48,000 tons y Consuelo – 15,000 tons. El total de producción es de 598,000 tons para el país. La demanda nacional esta como 320,000 toneladas y la cuota americana de exportación esta por 250,000 tons. Hay un déficit de 70,000 toneladas. La producción de azúcar para consumo interno para la azucarera La Romana esta entre 20,000 y 30,000 tons

Tabla 08 - La situación del origen de la caña en la Republica Dominicana es:

Ingenio	Caña propia	Caña Fedoca
Barahona	100%	0%
Caei	75%	25%
Cristóbal Colon	90%	10%
La Romana	60%	40%
Consuelo	Ni*	Ni*
Porvenir	Ni*	Ni*

Ni\* - No informado

Con algunos datos conflictivos, se obtuvo del Inazucar los siguientes datos:

Área para caña disponible – 3,697,714 tareas (237,033 ha)

Área de caña sembrada - 3,132,301 tareas. (200,788.52 ha)

Área de caña cosechada – 565,413 tareas (36,244,42 ha)

#### 4.2. – Ejemplo de un ingenio en la Republica Dominicana

##### 4.2.1.– Ingenio Cristóbal Colon, San Pedro Macori, Rep.Dominicana

El Ingenio Cristóbal Colon tiene 35% de mecanización y tiene como meta cosecha mecanizadamente un 50% en 2008 y 85% del área en 2010.

Ese ingenio produce anualmente 6,000,000 galones de melaza con cana de azúcar que son vendidas a la empresa ronera Brugal. El

costo de producción esta alrededor de 14-15 US\$ por tonelada de caña.

Ha producido en 2005/2006 un total de 711,000 toneladas de caña y esa ultima zafra de 2006/2007 un total de 830,000 toneladas. La producción de caña de secano es de 56 a las 60 toneladas por hectárea, y en caña bajo riego de 80 a las 100 toneladas por hectárea. El promedio de azúcar de la última zafra fue de 212 libras de azúcar por tonelada de caña con un promedio de 7 toneladas de azúcar por hectárea.

El ingenio tiene 34% de tiempo perdido por problemas de fábrica. El pago para el cortador de caña es un promedio de US\$4.00 por tonelada y el rendimiento por hombre día esta alrededor de 3,4 al 4,8 toneladas.

El ingenio tiene diversas cosechadoras siendo dos de ellas con sensor en las cuchillas (autotrap) y esta en proceso de compra de otras.

Como los obreros de cosecha de caña son originarios de Haití, se hace un esfuerzo para disminuir esa dependencia por medio de la mecanización de la cultura de la caña de azúcar, con tractores, sembradoras y cosechadoras.

#### *4.2.2. – Ingenio azucarero La Romana*

El ingenio La Romana de acuerdo con el vice-presidente. Ing Francis Redman encargado de la investigación tiene 90,000 acres siendo la producción de 26 toneladas por acre (64,25 TCH) para el ingenio y 25 toneladas por acre (62,0 TCH) para los colonos. El ingenio produce un promedio de 228 libras de azúcar por hectárea y el promedio de libras por tonelada esta por 11,4%.

El ingenio tiene un promedio de molienda de cana de 15,000 al 16,000 tons por día con picos de 20,000 tons.

El ingenio Central Romana es el único que refina azúcar teniendo 150,000 toneladas refinadas por año.

La empresa ronera Brugal compra toda la melaza de los ingenios para fabricar ron. Hay otra empresa ronera en la isla que es la empresa Bermudez.

La melaza en la Republica Dominicana es vendida en términos de Azucares Totales, en ves de por peso.

#### *4.2.3. – Variedades en la Republica Dominicana*

Las principales variedades cultivadas son CR87-220, CR87-329 y CR87-324 y la variedad CR74-250 es la más sembrada del ingenio tiene baja porcentaje de siembra.

La variedad más promisoría esta la BR97-2001 que es del programa de desarrollo de variedades WISBEN de Barbados – Central Romana.

La Central Romana es la única que tiene un programa de desarrollo de variedades en la isla con una inversión de cerca de US\$1,000,000 en el tema de investigación cañera. Las variedades seleccionadas por ellos tienen la sigla CR y también conducen un programa adjunto a Barbados con las variedades BR (Barbados-Romana).

Los principales ríos de la isla son el Ozama, Higuamo, Romana, Dulce, Ocoa, Rio de la Chorrera del Enriquillo y Rio los Pato en la Vertiente Sur y en la Vertiente del Atlántico están los ríos Yaque del Norte, Dajabon, Yuna y San Juan.

#### *4.3. - Sugerencias:*

Uno de los problemas de la Republica Dominicana esta en la falta de centralización del tema etanol ya que de acuerdo con informaciones de la Comisión Nacional de Energía (CEI), hay 11 departamentos de hidrocarburos en distintos secretarías de estado e instituciones entre ellos:

Comisión Nacional de Energía

Secretaría de Estado de Industria y Comercio

Secretaría del Medio Ambiente

Consejo Nacional del Azúcar

Instituto Nacional de Azúcar

Secretaria de Estado de Agricultura y Ganadería

Secretaria de Economía con las Análisis Económicas, y otras.

La necesidad de mezcla de etanol en la gasolina es una realidad en todos los países que tienen dependencia del crudo importado.

Hoy en Republica Dominicana hay algunas dificultades que deben de ser subsanadas para que se pueda producir etanol sin involucrar en azúcar en el tema.

Los otros problemas que deben de ser resueltos esta en el cumplimiento de la cuota americana sin necesidad de importación de azúcar que es realizado por los propios productores; la gran ventaja de la cogeneración que puede ser hecha por los ingenios con la biomasa desechada disminuyendo los apagones; la falta de centralización y investigación de la caña de azúcar para tener una producción auto sostenible; el arancel que el gobierno recibe de la importación del crudo que puede ser revertida para producir una energía sana y limpia con el etanol y electricidad de biomasa.

Eses temas todos están involucrados en los incentivos que puedan disponer los productores quebrando los paradigmas hoy existentes.

#### 4.4 - Personas entrevistadas y visitadas en la REPUBLICA DOMINICANA

**Juan Thomas Monegro – Especialista en Políticas del Sector Real de la Secretaria de Estado de Economía, Planificación y Desarrollo – Unidad Asesora de Análisis Económico y Social.**

[Jmonegro@pro-reforma.gov.do](mailto:Jmonegro@pro-reforma.gov.do)

**Marcos A Taveras – Asesor Presidencia Comisión Nacional de Energía – CNE.**

[mtaveras@cne.gov.do](mailto:mtaveras@cne.gov.do)

**Ing Romeo A. Llinas- gerente de Hidrocarburos de la Comisión Nacional de Energía – CNE**

[romeollinas@codetel.net.do](mailto:romeollinas@codetel.net.do)



Ricardo Pérez – gerente agrícola grupo Viccini – Ingenios Cristóbal Colon y Caei  
[rperez@caei.com.do](mailto:rperez@caei.com.do)- teléfono 809 890 7679.

Ingeniero José Núñez – Secretaria de la Industria y Comercio  
Tel 685 5171 ext. 343.

Francis Redman – Vicepresidente de Investigación del Ingenio La Romana.  
[f.redman@crcltd.com.do](mailto:f.redman@crcltd.com.do)

Omar José Despradel – Asistente del Vicepresidente de Investigación del Ingenio La Romana.  
[o.despradel@crcltd.com.do](mailto:o.despradel@crcltd.com.do)

Onil Abreu Tabar – Director de Biocombustibles de la Comisión Nacional de Energía – CNE  
[oniltabar@gmail.com](mailto:oniltabar@gmail.com)

Ignacio Rodríguez Chiappini – Director Ejecutivo de la Federación Dominicana de Colonos Azucareros, Inc – FEDOCA  
[fedoca.col@codetel.net.do](mailto:fedoca.col@codetel.net.do)

Ing. Juan Antonio Japa – Presidente de la Cooperativa Cañera de Servicios Múltiples, Inc. – COOPCANA  
[coop.cana@codetel.com.do](mailto:coop.cana@codetel.com.do)

Ing. Rafael Fajardo King – Asesor Secretaria de Estado de Agricultura  
Tel 568 4993

Pedro Pablo Pena – Subsecretario de Estado de Planificación Sectorial Agropecuaria.  
[sub.planificacion@agricultura.gov.do](mailto:sub.planificacion@agricultura.gov.do)

## 5. - PANAMA

### 5.0. - Características generales del país

País	Panamá
Capital	Ciudad Panamá
Área territorial	75,517 km <sup>2</sup>
Producto Interno Bruto – (2005)**	15,241 millones de US\$
PIB per capita – (2005) **	4,716 US\$
Población (2007) *	3,343,000 habitantes
Área protegida (2004)	6.5%
Área cultivada (2002)	7.4%
Área de pastura permanente (2002)	20.6%
Emisión de CO <sub>2</sub> (2000)	1.9 toneladas por habitante
Área bajo cultivo de caña de azúcar	34,911 hectáreas
Área factible de expansión de caña	25,000 hectáreas

\* World population prospects- the 2004 revision – NY – UN Population Division- 2005

<http://www.un.org/esa/population/publications/WPP2004/2004.Highlights-finalrevised.pdf>

\*\* GDP, at current prices – US dollars – In United Nations Statistic Division, National Accounts Main Agregates – Data base 2005

<http://unstats.un.org/unsd/snaama/downloads/GDPcurrentUS-countries.xls>

#### 5.1.- Descripción de la industria azucarera / alcoholera del país

Numero de ingenios actuantes a la fecha – 4

Provincias agrícolas productoras de azúcar -4

Zonas productoras (Cocle, Herrera, Veraguas y Chiriqui)

Azúcar producido zafra 2006/2007 –164,316 ton

Capacidad existente de caña molienda/día – 132,460 Mton

Alcohol anhidro producido zafra 2006/2007 – 0 lts

Numero de ingenios produciendo alcohol –0

Productividad de caña – 84 TMCH

Tiempo de zafra - 100 días.

Productividades de azúcar – lbs por ton212-220

Producción de energía por los ingenios – 40 MWh

##### 5.1.1. – Ingenios y zonas de siembra

Panamá tiene hoy 4 ingenios azucareros, el ingenio Estrella (Calesa) y el ingenio Santa Rosa (Azucarera Nacional) ubicados en Agua Dulce en la provincia de Cocle, y cañaverales de esos ingenios en la provincia de Herrera, el ingenio Victoria ubicado en la provincia de

Veraguas y el ingenio Alanje ubicado en la ciudad de Chiriqui en la provincia de David.

El Ingenio Estrella (Calesa) realiza el 70% de su cosecha por medio de cosechadoras y solamente 30% es manual. Poseen 6 cosechadoras Cameco y dos de las nuevas John Deere. Produjeron en esa ultima zafra 84 toneladas de caña por hectárea.

El contenido de azúcar todavía sigue bajo con 212 libras de azúcar por tonelada de caña (96,14 kg/ton). Tiene una área propia de 4,200 hectáreas y cerca de 2,500 ha de colonos que están disminuyendo paso a paso.

El otro ingenio, Azucarera Nacional ubicado en la misma región tuvo como resultado de la zafra un promedio de Pol% cana con 13,10%, Rendimiento de azúcar de 214 libras por tonelada de caña y un promedio agrícola de 82,2 toneladas de caña por hectárea.

#### *5.1.2. – Producción de etanol*

El país todavía no se involucro en la producción de etanol para mezcla pero hay dos empresas que producen alcohol para otros fines como las empresas Alcoholes de Istmo que produce alcohol fino, y Varella y Hermanos que producen Ron y el conocido Seco.

#### *5.1.3. - Cogeneración*

Todavía no hay cogeneración de la biomasa para venta a la red de energía de Panamá.

Hoy, una inversión de fuera del país esta compartiendo el Ingenio El Alanje y puede de ser que se produzca alcohol para exportación para la Comunidad Europea, aunque todavía sean informaciones parciales.

#### *5.1.4. - Ampliación de la producción cañera*

En la región de Agua Dulce, las precipitaciones son menores que en las provincias de Panamá y Veraguas con cerca de 1,000 mm de precipitación por año. Hay espacio para el ingenio crecer en dirección

a Penonome y por el otro lado de la carretera en áreas de ganadería. Si puede aumentar el área hasta 25,000 hectáreas si tuviera riego para siembra de caña, que es la principal limitante. El río Santa Maria corta esa región pero las áreas disponibles se quedan lejos de él. En la provincia de Herrera y Los Santos también tiene área disponible pero también la limitante es la disponibilidad de agua de ríos para riego debiendo ser necesario estudiar el subterráneo de agua para ver la disponibilidad de agua para riego por pozos.

*5.1.5. – Producción de caña*

La situación de la caña en el país está como se sigue en la tabla abajo:

Tabla 09 – Ingenios y área de caña en Panamá

<b>Ingenio</b>	<b>Área total</b>	<b>Área proveedores</b>
<b>Estrella (Ofelina)</b>	<b>6,700 hectáreas</b>	<b>37,3%</b>
<b>Santa Rosa</b>	<b>7,435 hectáreas</b>	<b>28.2%</b>
<b>Victoria</b>	<b>NI</b>	<b>NI</b>
<b>Alanje</b>	<b>NI</b>	<b>NI</b>

Ni\* - No informado

El Ingenio Estrella (Calesa) tiene una área propia de 4,200 hectáreas y más 2,500 hectáreas de proveedores.

El otro ingenio (Santa Rosa o Azucarera Nacional) ubicado en lo mismo municipio Agua Dulce molió en la última zafra de 2007 421,000 toneladas de caña siendo 325,000 ton propia y 93,000 ton de colonos proveedores.

Ese ingenio tiene como área propia 5,335 hectáreas y de proveedores 2,100 hectáreas.

Los otros dos ingenios Victoria en la provincia de Veraguas y El Alanje en la provincia de David no fue posible obtener los datos de producción.

*5.2. – Informaciones generales*

Las variedades mas sembradas en el país son las Ragnar una variedad muy antigua que solamente se cultivan en Panamá y Ecuador.

Las otras variedades son las variedades del programa de WISBEN (West Indies Sugarcane Breeding Experiment Network) que son variedades venidas del programa conjunto que Barbados mantiene con 7 países miembros del Caribe, América Central y África. Las variedades seleccionadas y sembradas en esos ingenios son la B74125, B76249, BJ7642, Ja60-5, CP74-2005 y Q96.

El ingenio del grupo Chiari también tiene el nombre fantasía de Estrella y esta ubicado en Agua Dulce, provincia de Coche, Panamá.

Son tres horas de ciudad de Panamá en la carretera Pan-americana. Produce azúcar para el mercado interno.

Tiene estudios para producción de etanol ya con planes de empezar en el futuro una destilaría.

En la región donde se ubica Calesa, la precipitación es de 1,000 mm por año, y entonces es necesario riego en una parte del año para las áreas que lo demanden.

Los principales ríos del país de la zona cañera son los siguientes: Santa Maria que corta las provincias de Herreras, Veraguas y Cocre, Río Villa que corta las provincias de Herrera y Los Santos, Río San Paulo-Cobre en la provincia de Veraguas, y el Rio Grande Chico en las provincias de Cocre y Cocre-Veraguas. En la zona Noroeste están los ríos Chiriqui, Tabasara y Chiriqui Viejo todos pasando por la provincia de Chiriqui. Otras fuentes de agua para riego podrían ser la Laguna la Llegada en Veraguas y Fortuna en Chiriqui.

### *5.3. - Sugerencia:*

Una de las maneras de crecer la productividad de azúcar aunque las variedades sean la base de todo, es adoptar un sistema de pago por

contenido de sacarosa y no por tonelaje, porque de los cañaverales pueden surgir distintas materias que generen peso.

Los estudios por parte del gobierno en términos de marco legal y las empresas que deberán participar de la producción de etanol son importantes ya que Panamá tiene historia en términos de producción de caña en la provincia de Panamá.

La balanza comercial, los impuestos, el combustible limpio y oxigenado, crecimiento de empleos y diversificación de cultura en algunas regiones, hacen que Panamá pueda crecer su producción de caña vía precios e incentivos a proveedores. La mecanización es otro tema importante ya que la mano de obra esta casi extinta para cosecha de caña.

#### **5.4 - Personas entrevistadas y visitadas en PANAMA**

**Ing. David E.Munoz – Ministerio de Comercio e Industrias del Panamá - Jefe del Departamento de Suministro de Petróleo – Dirección Nacional de Hidrocarburos y Energías Alternativas.**  
[dmunoz@mici.gob.pa](mailto:dmunoz@mici.gob.pa)

**Ing Ramon A. Tapia H. - Grupo Calesa – Gerente de Proyecto – Bioetanol**  
[tapia\\_ramon@hotmail.com](mailto:tapia_ramon@hotmail.com) – [2424@cableonda.net](mailto:2424@cableonda.net)

**Ing. Azael Rodrigues V. – Grupo Calesa – Subgerente Ingenio Estrella.**  
[azaelrodrigues@gmail.com](mailto:azaelrodrigues@gmail.com)

**Ing. Reynaldo Menezes – Grupo Calesa - Jefe de campo, Ingenio Estrella**  
[reynaldomenezes@gmail.com](mailto:reynaldomenezes@gmail.com)

**Raúl Boyd Garcia de Paredes – Ministerio de Comercio e Industrias – Consejero Comercial del Viceministro de Industrias e Comercio.**  
[rboyd@mici.gob.pa](mailto:rboyd@mici.gob.pa)

**Maria Del Carmen Hoffman A. –Ministerio de Comercio e Industrias – Despacho del Ministro.**  
[mhoffman@mici.gob.pa](mailto:mhoffman@mici.gob.pa)

**Ing. Wolfram E. Gonzalez M. – Ministerio de Comercio e Industrias - Director Nacional de Hidrocarburos y Energías Alternativas**  
[wgonzalez@mici.gob.pa](mailto:wgonzalez@mici.gob.pa)

**Carlos Guillermo Qvstigaard – Ministerio de Desarrollo Agropecuario  
– Analista de Políticas Agropecuarias.  
[cgqristgaard@yahoo.com](mailto:cgqristgaard@yahoo.com)**

**Gerardo Garibaldi - -Autoridad Nacional de Ambiente – ANAM –  
Evaluador de proyectos  
[g.garibaldi@anam.gob.pa](mailto:g.garibaldi@anam.gob.pa)**

**Juan E. Rodrigues C. – Autoridad Nacional de Ambiente – ANAM –  
Evaluador de proyectos  
[juan.rodrigues@anam.gob.pa](mailto:juan.rodrigues@anam.gob.pa)**

## 6. - HONDURAS

### 6.0. - Características generales del país

País	Honduras
Capital	Tegucigalpa
Área territorial	712,088 km <sup>2</sup>
Producto Interno Bruto – (2005)**	8,374 millones de US\$
PIB per capita – (2005) **	1,162 US\$
Población (2007) *	7,106,000 habitantes
Área protegida (2004)	4.7%
Área cultivada (2002)	9.6%
Área de pastura permanente (2002)	13.5%
Emisión de CO <sub>2</sub> (2000)	0.7 toneladas por habitante
Área bajo cultivo de caña de azúcar	43,000 hectáreas
Área factible de expansión de caña	120,000 hectáreas

\* World population prospects- the 2004 revision – NY – UN Population Division- 2005

<http://www.un.org/esa/population/publications/WPP2004/2004.Highlights-finalrevised.pdf>

\*\* GDP, at current prices – US dollars – In United Nations Statistic Division, National Accounts Main Agregates – Data base 2005

<http://unstats.un.org/unsd/snaama/downloads/GDPcurrentUS-countries.xls>

### 6.1. - Descripción de la industria azucarera / alcoholera del país

Numero de ingenios actuantes a la fecha – 7

Áreas agrícolas productoras de azúcar -3

Regiones de: Yoro, Cortez y Santa Barbara

Proveedores de caña independientes – 50%

Azúcar producido zafra 2004/2005 –366,300 Mton

Capacidad existente de caña molienda/día – 42,000 Mton

Alcohol anhidro producido zafra 2006/2007 – 0 Its

Numero de ingenios produciendo alcohol –0

Productividad de caña – 84 TMCH

Tiempo de zafra - 120 días.

Productividades de azúcar – Kg azúcar/ton cana92,7

Producción de energía por los ingenios – 128 MWh

#### 6.1.1. – Ingenios y zonas de siembra

El país cuenta con 7 ingenios cañeros ubicados en tres regiones principales Yoro(4), Cortez (2) y Santa Bárbara (1). El país tiene 18 provincias y al sur del país están dos ingenios Azucarera Choluteca y



Azucarera La Grecia. Cerca de Tegucigalpa hacia al norte esta el ingenio Tres Valles, y al norte, cerca de San Pedro Sula hacia al Atlántico están los otros ingenios. Los dos ingenios mayores muelen 10,000 toneladas por día de caña que son el Ingenio La Grecia y el Ingenio Santa Matilde (AHNSA).

Todos los ingenios producen azúcar y de los siete existentes solamente, hasta ahora, Ingenio ACHSA esta en proceso de producción de energía eléctrica por medio de cogeneración de la biomasa de la caña molida.

El pago por la caña en el país esta en US\$18 por tonelada métrica y el costo de producción de azúcar de Honduras esta alrededor de 12 al 14 centavos de dólar por libra peso.

El azúcar esta bien protegido con la producción para el mercado domestico, mercado preferencial americano y mercado mundial aunque los precios de venta están con 27 centavos de dólar por libra peso para el azúcar domestico (70%), 22 centavos para la cuota americana (5%) y 9 hasta 11 centavos para el mercado mundial (25%).

Toda la melaza vendida por los ingenios esta con 50% de agotamiento.

#### *6.1.2. – Producción de etanol y biodiesel*

El ingenio Tres Valles quiere producir 70,000 litros de etanol por día por medio de la tecnología hindúes Prahj, que garantiza una producción menor de vinaza aunque tenga un costo mayor por eso.

Aunque la caña de azúcar sea un producto importante y el etanol un tema que esta se discutiendo fuerte, el biodiesel ya despegó en el país y hay cuatro empresas de producción de biodiesel de aceite de palma y una de aceite de los desechos de la tilapia después de sacado en filete y el cuero. La intención es mezclar 5% en lo diesel utilizado en el país.

Para el desarrollo de la industria del etanol en el país están se evaluando la seguridad alimentaria para que los cañaverales no tomen las áreas de los alimentos de sustancia del país.

La provincia más apta a sembrar nuevos cañaverales esta Olancho que esta en el centro del país, y tiene suelos y precipitación pluviométrica adecuada a la caña de azúcar

Para la logística de exportar etanol de esa región va ser necesario mejorar el Puerto Castillo y hacer una carretera hacia ese puerto que está a unos 100 km, del lado del océano Atlántico posibilitando la exportación de etanol para la Comunidad Europea o Estados Unidos sin pasar por el canal de Panamá.

Olancho esta en una altitud de 1,200 msnm y el manto freático esta como 210 metros. La región tiene Andisoles con hasta 68% de arcilla. La vinaza en la región puede utilizarse para hacer riego en las fincas ganaderas.

Hoy ya existen semilleros sembrados en una finca en Olancho y pertenece a Nicaragua Sugar Ltd. que tiene como meta instalar una destilería para producir etanol.

Algunos suelos en Honduras son ricos en potasio y con el tema vinaza se debe de solamente reponer lo sacado por la caña durante su crecimiento, o sea hacer una dosificación adecuada para que no se sature el suelo con potasio y que pueda bajar productividad por bajar la cantidad de Ca y Mg.

#### *6.1.3. - Cogeneración*

El ingenio Tres Valles va empezar a importar carbón colombiano para quemar en las calderas en la zafra muerta juntamente con el uso de bagazo durante la zafra.

La energía se paga el valor de US\$0,64 centavos por Kwhora pago por ENEE, aunque por la nueva ley se va pagar US\$0,72 por Kwh mas 20%.

*6.1.4. – Ampliación de la producción cañera*

El crecimiento de la siembra de caña esta toda en la provincia de Olancho que tiene condiciones y no va tener competencia con la palma africana que esta en algunas otras provincias como la de Gracias a Dios. En esa provincia que no es tradicional para caña de azúcar pero ya están empezando la siembra de caña de azúcar para un nuevo ingenio alcoholero perteneciente a Nicaragua Sugar.

Las limitaciones de producir en esa región no azucarera es el transporte hasta el porto aunque tenga todas las condiciones agrícolas para producción. Hay agua disponible en las cuencas de la región posibilitando riego cuando necesario.

La área disponible esta alrededor de 120,000 hectáreas en función del riego disponible.

La competencia por otras culturas esta con plantas que pueden ser utilizadas como materia prima para el biodiesel como la palma africana, el piñón (tempate) y otras.

El país tiene hoy 4 fabricas de biodiesel de cultivos agrícolas y una fabrica de biodiesel cuya materia prima son los desechos de tilapia después de filetearla y sacarle la piel.

*6.1.5. – Producción de caña*

El país cuenta con 43,000 hectáreas con caña de azúcar (60,200 manzanas)

Lo numero de productores independientes esta hoy con 50% del total de la industria azucarera y el costo de producción por la caña esta en US\$16 por tonelada corta y US\$18 por tonelada métrica.

*6.1.6. – Informaciones generales*

El país no cuenta con un pago por contenido de sacarosa y eso genera una baja disposición de crecer por el contenido de azúcar en las variedades existentes. El pago por calidad sin duda iba a ser en

base a una búsqueda de variedades más azucareras, posibilitando una base diferente en términos de contenido de sacarosa.

Por no disponer en el País de investigación de variedades, no hay un cambio muy drástico en otros híbridos, y por eso la variedad CP72-2086 sigue creciendo por falta de otra que la reemplace. Los porcentajes arriba de 20 al 25% son preocupantes con una variedad susceptible de enfermarse y poner en riesgo toda la industria. La variedad CP72-2086 ya presenta en Guatemala síntomas de mosaico, raya roja, tallos secos, tallos podridos aunque tenga una buena producción.

Los institutos que hacen investigación en el país son el CATIE, FHIA, SAMORANO Y IICA. El Departamento de la Secretaria de Agricultura y Ganadería que trabaja con estadísticas es el Pronagro – que tiene un sistema de información en lo site [www.sag.gob.hn](http://www.sag.gob.hn).

#### *6.2. – Ejemplo de ingenios productores Honduras*

##### *6.2.1. – Ingenio La Grecia, Choluteca, Honduras*

El ingenio La Grecia empieza la cosecha en la segunda o tercera semana de Noviembre y termina alrededor de 1er de Mayo. Son 140 a los 145 días efectivos de molienda de los cuales hay un paro de 6% siendo 2% por problemas agrícolas. Se cosechó 56,000 toneladas con maquina de un total de 1,060,000 toneladas en 2006. Es significa un porcentaje de 15% mecanizado y el resto, 85% manual. En 2007 molió 156,000 toneladas, y la intención para 2008 es de moler 202,000 toneladas con las 4 maquinas que el ingenio tiene. La cogeneración esta por 18,4 Mw por medio de uso de bagazo y carbón colombiano para las calderas.

La cosecha manual es de 4,7 toneladas hombre por día, siendo que 80% de los cañaverales son bajo riego siendo 70% de la empresa.

El ingenio muele 9,100 toneladas por día y empieza el primer corte con una productividad de 100 toneladas métrica al primer corte y llegando a 70 toneladas en el quinto corte.

### *6.2.3. - Variedades*

Las variedades mas sembradas son CP72-2086 con 93% del área del ingenio. Las otras variedades existentes son la Mex79-431, CP80-1743, CP88-1165, CG97-97, CP87-1547 y PR75-2002. Hay muy poca investigación en términos de nuevas variedades siendo necesarias la importación y selección local para que las mismas tengan interacción genotipo-ambiente y la productividad crezca.

Durante las lluvias hay áreas grandes de inundación que también necesitan riego durante el periodo de sequía hasta Marzo.

Los principales ríos de Honduras están el Choluteca en la zona cañera vecina con Nicaragua, al nordeste esta el río Yojoa cerca de San Pedro Sula y los ríos Patuca, Aguan, Ulua y Sico.

### *6.3. – Sugerencias*

En Honduras se debería hacer una ley específica para el alcohol para no quebrar los paradigmas que el azúcar tiene por medio del alto precio en lo mercado interno.

También si hubiese pago por contenido de sacarosa, la productividad de azúcar crecería por disponer de variedades más adaptadas a la producción de azúcar con menos agua y mejor calidad. Se puede pensar también en hacer etanol directo del jugo sin necesidad de maduración de la caña, o sea caña inmaduras podrían ser cosechadas con una zafra mas adelantada. Cuando la caña empezase a madurar entonces se haría etanol de la melaza.

El compartimiento de área con otras variedades es muy importante por la dependencia de una variedad con altísima cantidad de área como tiene la CP72-2086.

#### 6.4. - Personas entrevistadas y visitadas en HONDURAS

Moisés Starkman Pinel – Asesor Presidencial para Proyectos Especiales de la Casa de la Presidencia.

[mstarkman@presidencia.gob.hn](mailto:mstarkman@presidencia.gob.hn)

Economista Jorge Centeno – Oficina Asesoría de Proyectos Especiales de la Casa de la Presidencia

[jcentenohn@yahoo.com](mailto:jcentenohn@yahoo.com)

Ing. Jorge Salandilla – Director del Infoagro del Secretaria de la Agricultura y Ganadería de Honduras

[jsalandilla@sag.gob.hn](mailto:jsalandilla@sag.gob.hn)

Ing Agrónoma Dania Baca – Analista agro climática del Infoagro de la Secretaria de Agricultura y Ganadería de Honduras

[dbaca@sag.com.hn](mailto:dbaca@sag.com.hn)

Ing. Miguel Canale – Coordinador de comunicación del Infoagro de la Secretaria de Agricultura y Ganadería de Honduras

[migsiles@sag.com.hn](mailto:migsiles@sag.com.hn)

Valter Herman – Gerente agrícola del ingenio La Grecia

[w\\_herman62@yahoo.com](mailto:w_herman62@yahoo.com)

Harold Barneond – Superintendente de campo del ingenio La Grecia.

[harold1212@gmail.com](mailto:harold1212@gmail.com)

Ing. Carlos Melara – Gerente comercial de la Asociación de Productores de azúcar de Honduras

[cmelara@azucar.hn](mailto:cmelara@azucar.hn)

Ing. Amilcar Ramirez – Gerente operaciones – Compañía Azucarera Tres Valles (CATV)

[lamiscar@yahoo.com](mailto:lamiscar@yahoo.com)

Ing. Raúl Baca – Departamento de Control de Calidad de la Azucarera La Grecia SA de C.V.

[raulbaca@hotmail.com](mailto:raulbaca@hotmail.com)

Ing. Naum E. Gonzalez – Asistente Jefe Fabricación – Azucarera Choloteca – Ingenio Los Mangos

[naung@cahsa.hn](mailto:naung@cahsa.hn)

## 7. - NICARAGUA

### 7.0. - Características generales del país

<b>País</b>	<b>Nicaragua</b>
<b>Capital</b>	<b>Managua</b>
<b>Área territorial</b>	<b>130,000 km2</b>
<b>Producto Interno Bruto – (2005)**</b>	<b>4,910 millones de US\$</b>
<b>PIB per capta – (2005) **</b>	<b>895 US\$</b>
<b>Población (2007) *</b>	<b>5,603,000 habitantes</b>
<b>Área protegida (2004)</b>	<b>6.0%</b>
<b>Área cultivada (2002)</b>	<b>15.9%</b>
<b>Área de pastura permanente (2002)</b>	<b>39.7%</b>
<b>Emisión de CO2 (2000)</b>	<b>0.7 toneladas por habitante</b>
<b>Área bajo cultivo de caña de azúcar</b>	<b>43,000 hectáreas</b>
<b>Área factible de expansión de caña</b>	<b>100,000 hectáreas</b>

\* World population prospects- the 2004 revision – NY – UN Population Division- 2005

<http://www.un.org/esa/population/publications/WPP2004/2004.Highlights-finalrevised.pdf>

\*\* GDP, at current prices – US dollars – In United Nations Statistic Division, National Accounts Main Agregates – Data base 2005

<http://unstats.un.org/unsd/snaama/downloads/GDPcurrentUS-countries.xls>

### 7.1. - Descripción de la industria azucarera / alcoholera del país

Numero de ingenios actuantes a la fecha – 4

Áreas agrícolas productoras de azúcar -3

Zonas producción - Provincias de Chinandega, Rivas y Montelimar

Azúcar producido zafra 2006/2007 – 11,416,045 qq

Capacidad existente de caña molienda/día (ton corta)– 35,000

Numero de ingenios produciendo alcohol – 2

Productividad de caña – zafra 2007 78 TMCH

Tiempo de zafra - 120 días.

Productividades de azúcar – 210/215 lbs/ton

Producción de energía – ingenios San Antonio y MonteRosa – 90 Mwh

Venta de energía al sistema (ISA y MR)– 57 MWh.

#### 7.1.1. – Ingenios y zonas de siembra

Nicaragua tiene 4 ingenios activos que están ubicados en las provincias de Chinandega, Rivas y Montelimar que son Ingenio Monterosa perteneciente al grupo Herrera (Pantaleón y Concepción

de Guatemala), Ingenio San Antonio de la Casa Pellas y que produce el ron Flor de Caña, Ingenio Montelimar perteneciente al grupo del Banco Uno y el ingenio Benjamín Zeledón perteneciente a familia Schulz.

En el país fueron visitados 3 de los cuatro ingenios operando y el primero fue Montelimar, un pequeño ingenio más cerca de Managua, y los otros dos, en el área de Chinandega.

*7.1.2. – Producción de etanol*

*7.1.2.1. - Ingenio Monte Rosa (grupo Pantaleón)*

El ingenio tiene planes de una destilaría de 80,000 al 150,000 litros por día, y el destino del etanol si hay una ley para hidrocarburo que deberá ser para venta domestica, y ante la falta de ley podrá ser exportado.

La materia prima para producción del alcohol será de melaza o jugo, de acuerdo con la oportunidad

El diseño del proyecto de Monte Rosa va producir 14 litros de vinaza por litro de etanol.

El ingenio tiene un sistema de transporte de vinaza al campo por medio de tubería (conductos) que restringe el uso cuando hay un problema en la distribución, y así la destilaría tiene un paro cada 2 días por el exceso de vinaza.

La intención del ingenio es deshidratar la vinaza, porque con la actual situación con los paros del ingenio se pierde US\$10,000 por hora parada.

El promedio de distribución esta alrededor de 80 metros cúbicos por hectárea. Como el ingenio tiene suelos con alto contenido de potasio, la distribución de la vinaza no puede ser con grades dosis. Por el esquema adoptado por el ingenio, se podrá distribuir y saturar las áreas cañeras solamente de acá hasta 20 años, aplicando en las mismas áreas durante todos los años. Han practicado el compuesto



con el uso de vinaza, ceniza, agua de lavado, cachaza y un poco de bagazo.

El proceso Prajh disminuye de 9 litros de viñaza a 4 litros con la redestilación de ella.

De acuerdo con datos del ingenio, la fermentación con generación de olor pasa después de 4 días almacenada.

*7.1.2.2. - Ingenio San Antonio (Nicaragua Sugar)*

La producción de alcohol fue de 18,169,144 lts y se destilaran 95,000 litros por día (96°.GL) y se deshidrataran 100,000 lts por día (99,97°.GL). La mayor parte de la exportación fue para la Comunidad Europea. La nueva destilaría de Nicaragua Sugar va producir 400,000 litros diarios que posibilitara producir alcohol para el ron y para hidrocarburo o otros fines

La destilería fue hecha por Prajh de India, es sin concentración y genera 13 litros de alcohol por litro de etanol.

*7.1.2.3. – Ingenio Montelimar (NAVINIC)*

Hay intención de empezar una destilaría de 80,000 litros diarios para utilizar la biomasa del bagazo desechado.

Las intenciones de producción de etanol para los ingenios Benjamín Zeledón es de una destilaría de 80,000 litros por día, Montelimar de una destilaría de 80,000 litros por día, Monte Rosa con 300,000 litros por día y San Antonio con 400,000 litros por día. Un total aproximado de 760,000 litros por día podrán ser producidos de etanol en futuro solamente con esos cuatro productores en los próximos 2 años.

El consumo de gasolina en Nicaragua en 2005 fue de 252,465,000 de litros y de Diesel el consumo fue de 472,459,000 litros. Esos datos si se mezcla 10% en la gasolina va necesitar una producción de 25,147,000 de litros anuales para consumo interno.

7.1.3. – Cogeneración

Ingenio San Antonio

Las tres calderas tienen 250psi que pasaran para 600 psi. Hay tres cogeneradores que hacen 50kw por día.

La fabrica utiliza 20Kwh para el uso de la fabrica/ destilería/ riego/ cogeneración. El precio de venta de la energía fue de US\$58 al US\$70 por Mwh.

Se utilizo para generar esa energía 809,000 toneladas de bagazo.

La cogeneración fue de 184 días más 1 semana con bagazo. DE inmediato cuando termina el aporte de caña, se utiliza "wood chips" para generar mas energía durante dos meses (60 días). Esa madera utilizada tuvo un total de 30,383 toneladas de madera de Eucaliptus camaldulensis, sembrados en 4,700 ha y que son transformados en wood chips generando 20,83 Kwhora. El precio de venta de esa energía fue de US\$15,36 kwh y para consumo propio 5,47kwh.

Los eucaliptos producen después de 6 años del corte una productividad de 55 toneladas métricas por m<sup>2</sup>. El ingenio tiene un cantidad de 1,5 millones de plantas semillas en invernaderos de eucaliptos

El país consume 500 MW de energía y produce solamente 330 MW generando un déficit. La energía hoy producida en Nicaragua viene de 19,5% de Hidroeléctricas, 2,5% de Geotérmicas, 3,2% de cogeneración y 62% de plantas de quema de crudo, gas o diesel y de otras fuentes. En los próximos 4 a 5 años la industria azucarera/alcoholera va producir 150MW de energía.

*7.1.4. – Ampliación de la producción cañera*

De acuerdo con información de los ingenios el país tiene una posibilidad de crecer unas 100,000 hectáreas, siendo la región de Cevaco/Mataisillo (35,000 ha.), Chontales (40,000 ha), Rivas (25,000 ha.), si hubiere posibilidad de riego en algunas de esas áreas. La región de Chontales tiene una alta cantidad de suelos muy pesados y tiene un régimen de lluvia más fuerte que el Occidente.

Hay un antiguo proyecto llamado proyecto cuota 100 que sacaría agua del lago Managua llevando hasta el Occidente viabilizando una área enorme para agricultura en general. El ingenio Montelimar tiene fincas con grandes áreas pero con posibilidad de siembra de caña de azúcar limitada. En la región de Paz Centro esta creciendo la siembra de caña de azúcar. Entre Paz Centro y Managua también hay extensas áreas disponibles para cultivo pero necesitan mucho aporte económico y inversión en un canal para traer agua del lago Managua para riego.

*7.1.5. – Producción de caña.*

La producción de caña es de 43,000 ha y puede llegar a 68,000 ha o sea crecer más 15,000 ha. Ese año pasado hubo un aumento de 2,850 manzanas de área con caña.

La producción de azúcar de Nicaragua en los dos últimos años fue de 426 millones de toneladas en 2005/06 comparados con 449 millones producidos en 2004/05.

Los ingenios Monte Rosa y Nicaragua Sugar están en proceso de ampliación de área de caña, siendo el ingenio Monte Rosa inversionando por atrás del volcán San Cristóbal

La tabla abajo tiene los datos estadísticos de producción de Nicaragua durante la zafra 2006/2007.

**Tabla 10 – Datos de producción de caña de azúcar de Nicaragua**

Concepto	San Antonio	Monte Rosa	Benjamín Zeledon	Montelimar	Total
Area (mz) cosechada	36,083	26,555	6,338	3,680	72,657
Cana (tons) Molida	2,607,727	1,852,142	413,336	254,219	5,127,425
Rend (ton/mz) agricola	72,27	69,75	65,21	69,08	70.57

## 7.2. – Ejemplo de ingenios productores en Nicaragua

### 7.2.1. – Ingenio Montelimar

Ese ingenio muele de 8 de Enero hasta 1st de Mayo o sea de 160 a 170 días, con 2,350 toneladas de caña por día. La intención es llegar a las 2,700 toneladas.

El ingenio tiene un total de caña de 450,000 toneladas y siembra un total de 5,880 hectáreas (4,200 manzanas) con una ampliación para ese año de 2,100 hectáreas (1,500 manzanas). Una finca de 1400 hectáreas alquilada el año pasado tenía solamente 770 hectáreas (550 manzanas) aptas para caña de azúcar. Hay un riego por goteo en una finca y tienen 100% de caña propia.

En la ultima zafra produjo 70 toneladas por manzana (98TCH) llegando a producir 109 TCH (78 mz/tc) anteriormente.

La productividad de azúcar fue de 210 libras por tonelada y actualmente llega a 215 libras

Entre el primero corte y el quinto corte la caída es de alrededor de 20 toneladas o sea de 90 para 70 toneladas.

El ingenio utiliza un promedio de 8 toneladas de caña por hectárea y hace resiembra eventualmente.

#### *7.2.2. – Ingenio Monterosa*

En Monte Rosa la materia prima esta alrededor de 35% del costo de producción de etanol, los otros costos son almacenaje y transporte (25%) y mano de obra operacional (40%).

El ingenio tiene de caña propia 13,500 hectáreas (60%) y 9,000 hectáreas de colonos (40%).

El costo de la caña de azúcar es de un total de US\$15,76 por tonelada.

Ing MonteRosa tuvo una producción agrícola de 90,6 tons por hectárea en la última zafra con 106,15 kg de azúcar por tonelada de caña.

#### *7.2.3. – Ingenio San Antonio (Nicaragua sugar)*

En la zafra 2006/07 el ISA produjo de azúcar un total 5,687,533 quintales de azúcar en 184 días de zafra que fue de noviembre a mayo de 2007. Se procesó 2,697,727 toneladas de caña de azúcar con un rendimiento de 72,29 toneladas de caña por hectárea y 479,611 quintales de azúcar equivalente.

El rendimiento industrial del ingenio en esa zafra de 2006/07 fue de 218,10 libras por tonelada de cana con una molienda de 14,172 toneladas por día.

La materia prima tiene 40% del costo final de la cana y 60% tiene para procesos operacionales, transporte y almacenamiento

Las siembras que compiten por área con caña de azúcar son principalmente, el maní y vienen después el banano, algodón, ajonjolí, palma y forestales

Las principales fuentes de agua están en los lagos Managua o Xolotlan y Nicaragua o Cocibolca, también tienen ríos como Negro, Escondido, Chinandega y otros pequeños.

### *7.3.-Sugerencias*

La producción de etanol ya existe en el país para mezclar con la gasolina consumida por la población. Todo es cuestión de cambio de marco legal y voluntad política de hacerlo.

El pago por contenido de sacarosa se realiza en Nicaragua, asociado a nuevas técnicas productivas que se están introduciendo. Lo que necesita el país es una entidad de gestión investigativa para hacer frente a las nuevas técnicas y desarrollar variedades para los distintos ambientes de cultivo de caña. Los esfuerzos se están redoblando y cada uno repite el trabajo que el vecino hace. Si hubiese una asociación de ingenios fuerte con un grupo investigativo, se podría mejorar el crecimiento de productividad y lograr mayores ganancias.

### **7.4. - Personas entrevistadas y visitadas en NICARAGUA**

**Fernando Ocampo – Asesor del Ministerio Energía y Minas – responsable por lo proyecto de Hidrocarburo**

**Pier Penalba Cara – Presidente Navinic (Ingenio Montelimar)**  
[penalba@navinic.com.ni](mailto:penalba@navinic.com.ni)

**Oscar Gutierrez Gadea – Gerente Administrativo Navinic**  
[ogg@navinic.com.ni](mailto:ogg@navinic.com.ni)

**Giovanni Carranza – Ministerio de Energía y Minas –**

**Enrique Pallais – Gerente financiero – Ingenio Monte Rosa**  
[epallais@pantaleon.com](mailto:epallais@pantaleon.com)

**Ing. Carina Amador – Responsable por el proyecto Etanol ISA**  
[camador@nicaraguasugar.com.ni](mailto:camador@nicaraguasugar.com.ni)

**Ing. Xavier Arana – Gerente de fabrica – ISA**  
[xarana@nicaraguasugar.com.ni](mailto:xarana@nicaraguasugar.com.ni)

**Ing. Ramon Sanchez – Gerente de Producción – ISA**  
[rsanchez@nicaraguasugar.com.ni](mailto:rsanchez@nicaraguasugar.com.ni)

**Ing. Jaime Vega – Gerente de Investigación – ISA**

[jvega@nicaraguasugar.com.ni](mailto:jvega@nicaraguasugar.com.ni)

**Ing. Gustavo Ralda – Jefe de la sección de Agronomía- Ingenio Monterosa**

[gralda@pantaleon.com](mailto:gralda@pantaleon.com)

**Ing. Benjamín Herrera**

**Dirección de Políticas Agropecuarias**

[bhn53@hotmail.com](mailto:bhn53@hotmail.com)

**Jorge Rodrigues**

**Depto de Planeamiento Estratégico y Desarrollo Rural**

[Jarr65@hotmail.com](mailto:Jarr65@hotmail.com)

**Mario Amador – Gerente general Comité Nacional de Productores de Azúcar de Nicaragua.**

[marioamador@calenet.com.ni](mailto:marioamador@calenet.com.ni)

**Roberto Rondon**

**Instituto Interamericano de Centro América**

[rrondon@iica.int.ni](mailto:rrondon@iica.int.ni)

## B. - RECOMENDACIONES

### 8.0. - PRACTICAS AGRICOLAS ACTUALES

Entre las prácticas agrícolas que más deberían tener en cuenta los ingenios, está el aumento de espacio entre surcos en las áreas de mecanización de cosecha. Ese tema ya fue muy discutido, nunca llegó a buenos términos y cada ingenio tiene sus propias ideas en cuanto a distancia entre surcos aunque la distancia de 1,5 metros es la más utilizada.

El pisoteo en la caña es fatal para disminuir productividad y aquellos ingenios que no rotan la misma con otros cultivos (ej.: arroz) llegan a tener sus suelos bien compactados. La empresa John Deere que construye las cosechadoras ex Cameco hoy John Deere recomiendan una distancia entre surcos de 1,80 metros. La cosechadora "per se" no hace muchos daños pero los trasbordos si, pisotean la cepas.

Hay ingenios que modificaron la distancia para 1,70 metros y obtuvieron producciones mayores que a los 1,50 metros. Esas áreas de mayor espacio deben de ser cosechadas en verde para que el rastrojo mantenga los cañaverales libres de las malezas por el mayor espacio entre surcos y cierre más tardío.

Otro tema es la preparación de los lotes para cosecha mecánica y que las practicas de aporque y desaporque sean bien hechos por la condiciones de riego y cosecha, sin mucha materia extraña mineral. Dentro del tablón y para las socas, un buen control mecánico consiste en actuar rápidamente, después de la cosecha, en desaporcar las hileras de las cepas

El control del salivazo, salivita o chinche (Anaelomia sp o Prosapia sp) es una plaga común en Centroamérica es hecho por control biológico aunque otras practicas están disponibles y usadas en algunos países, como la rastra fitosanitaria que disminuye los huevos de la chinche; sacar con un equipo especial la paja de 3 calles y ponerlas en una sola dejando el suelo descubierto que hace que



enemigos naturales controlen las chinches y se aplique el hongo Metarhizium anisoplae solamente en las rumas de rastrojo. El uso de químicos como Aktara o Jade hace que los costos de cultivo sean más altos. La introducción de distintas cepas del hongo Metarhizium anisoplae hace que se haga una competencia entre ellos y lo más agresivo se disemine haciendo un mejor parasitismo y control.

Hay algunos ingenios en Guatemala y Costa Rica que utilizan un tetraciclo motorizado para hacer la pulverización del producto químico o el hongo Metarhizium en cañaverales ya cerrados teniendo un buen control ya que la aplicación es en la base de la cepa donde las chinches se ubican.

## **8.1. - Variedades**

### ***8.1.1. - Situación actual de las Variedades de Cana de Azúcar en Centroamérica y Republica Dominicana***

Las condiciones edafo-climáticas desde la latitud 13°.N hasta el sur de los Estados Unidos cambian en muchos factores como la altitud, suelos, temperatura, lluvia y manejo haciendo con que distintas variedades se ubiquen en zonas cañeras de los varios países.

La variedad más sembrada en Centro América es en el área de los cañaverales de Guatemala con la CP72-2086 que tiene 74% del área de cultivo de ese país.

En Costa Rica, esa variedad también se encuentra presente aunque en menor escala, pero no se siembra en Panamá.

La misma tiene una ligera susceptibilidad al Mosaico, es tempranera como todas las de Florida y florea mucho. Tiene síntomas de mosaico, raya roja y tallos secos en Guatemala

Una otra variedad que esta presente en muchos de esos países, es la SP79-2233 que por su productividad agrícola creció en área, aunque no disponga de mucho azúcar. Es una variedad con fitotoxicidad a algunos herbicidas Es una variedad muy sensible a la Anaelomia sp y Prosápia sp, y aunque desarrollada en seco necesita riego para crecer.

Las variedades promisorias de Guatemala son del programa de desarrollo de variedades de Cengicaña con las variedades CG liberadas a partir de 1995, y algunas de la serie 96 y 97 ya tienen resultados muy promisorios. Entre las mejores están la CG96-40, CG97-100, CG96-59, CG96-52, CG96-01, y algunas ya están sembradas en áreas comerciales. Los ingenios de Guatemala, uno de San Salvador (Central Izalco) y uno de Nicaragua (Monterosa) son miembros de Cengicana.

Hay algunas variedades que son consideradas promisorias por la institución DIECA de Costa Rica con las variedades LAICA00334, LAICA00344 y otras

Una variedad que se encuentra sembrada en muchos ingenios es la Mex69-290 así como la Mex68P23 que es todavía importante en algunos ingenios de Centroamérica. Otras variedades sembradas comercialmente son la CP70-321, PR75-2080, B80689, NA5642, B82333, B70360, Ragnar, Ja60-5, BBZ80240, B74125 y B76249

En Costa Rica hay otras variedades promisorias como la Q117, aunque con poca resistencia al carbón, la SP870396, RB86-7515, NA732596, NA851602, MEX801428, CP931634 y SP81-2058.

En Panamá, las variedades promisorias son las siguientes, B96-545, BR96-1002, SR00-383, B91-841, SR00-842, BT84-1002, DB89-103, B96-545 y otras.

En Nicaragua las variedades promisorias son la PR85-2002, PGM89-968, CP89-2143, CP73-1547 para principio de zafra y la Mex79-131 que es tardía, no florea y tiene una buena productividad agrícola. Existen también las variedades CG96-40, CG97-100, CG96-59, CG96-52, así como la CP88-1165, RD75-11 que están en estadio final de evaluación para área comercial.

Las variedades mas sembradas en la Republica Dominicana son la CR87220, CR83323, CR87339, CR74250 y CR6101

En la Republica Dominicana las variedades promisorias son las siguientes, BR972001, BR971004, CR961014, CR971007 y CR95-2008. El problema del programa del ingenio La Romana es que tiene colonos que entregan caña en más de un ingenio, por lo tanto, las variedades CR y BR producidas por ese programa privado son compartidas y sembrados por otros ingenios.

De los ingenios de Panamá, dos de ellos tienen contrato con WISBEN y reciben anualmente 30 variedades de los distintos programas

conjuntos de BT (Barbados-Trinidad), BR (Barbados-Romana), BJ (Barbados-Jamaica), BBZ (Barbados-Belice), DB (Demerara-Barbados), B (Barbados) para selección local y multiplicación de los mejores.

El Ingenio Azucarera Nacional tiene su propio pequeño programa de desarrollo que cruza y investiga variedades en sus fincas que son las variedades SR (Santa Rosa, que es el otro nombre del ingenio).

La variedad SR93-1418 ya logro abordar la a siembra comercial

### ***8.1.2. - Programas existentes de desarrollo de nuevas variedades***

Hoy hay tres programas de mejoramiento en Centroamérica y Republica Dominicana que son los dos programas oficiales de variedades CG de Guatemala, LAICA de Costa Rica y CR de Republica Dominicana, que siguen produciendo variedades, y actualmente, los ingenios Azucarera Nacional en Agua Dulce, Panamá e Ingenio Taboga en Guanacaste, Costa Rica, empezaron a producir sus propias variedades por medio de plántulas de cruza locales y de semillas de Barbados germinadas en sus ingenios y seleccionadas para condiciones locales.

En la Republica Dominicana el ingenio La Romana conduce un programa de desarrollo de variedades CR y pertenece al grupo de variedades de WISBEN (West Indies Sugarcane Breeding and Evaluation Network) con la selección de las variedades BR.

El programa de desarrollo de variedades de ese ingenio realiza una inversión de un millón de dólares anuales en investigaciones entre las cuáles están las nuevas variedades de cruza locales y cruza de semillas de Barbados (WISBEN), resultando las variedades CR y BR.

El programa mas antiguo de Centro América es el programa de las variedades LAICA conducido por la estatal DIECA de Costa Rica, que realizan las cruza en la estación de Grecia en la meseta central y

conduce ensayos en los proveedores y en los ingenios de la parte alta y de la parte baja en el valle de Guanacaste.

### ***8.2. - Tiempos de zafra en cada país***

En los países de Centroamérica, el tiempo de zafra esta en función de las lluvias y en relación al piso que se debe tener para que las maquinas puedan operar.

En Guatemala las lluvias terminan en octubre y la zafra empieza en ese mes al principio de noviembre. En El Salvador y circunvecinos, Honduras y Nicaragua, las lluvias terminan a principio de noviembre y los ingenios empiezan a moler en esa fecha. Costa Rica termina las lluvias a final de noviembre y empiezan la zafra a principio de diciembre, y en Panamá existen precipitaciones hasta diciembre, por lo tanto, empiezan la zafra en enero. Existe una fecha distinta de término de lluvias desde la zona templada hasta los trópicos.

Por eso, el principio y final de lluvia limitan la fecha de inicio y término de las cosechas, dificultando el aumento del tiempo de cosecha, ya que los ingenios dependen del piso para poder operar con las cosechadoras.

### ***8.3. - Grados de mecanización (preparación, siembra y cosecha)***

Los grados de mecanización dependen mucho de cada país y de las condiciones de falta o exceso de mano de obra, de áreas planas y factibles para producir, de las condiciones de tenencia de tierra que con muchos pequeños productores in viabilizan la logística de cosecha mecánica. Hoy solamente existen cosechadoras que trabajan bajo de 12% de pendiente de suelo y eso hace que en las áreas mas agrestes no sea posible la cosecha mecánica. Costa Rica esta con las mejores condiciones de ese tipo de cosecha ya que por lo menos cada ingenio de los 15 actuantes tienen cosechadoras. El valle de Guanacaste es el

área más mecanizada con cerca de 95% del Ingenio CATSA y 85% del ingenio Taboga.

Esos ingenios también ya están utilizando sembradoras mecánicas disminuyendo la necesidad de gente para siembra y cosecha manual. En todos los países de Centro América y Republica Dominicana, así como en todo el mundo, la mano de obra para cosecha esta en proceso de extinción ya que el promedio de edad de cortadores esta en más de 45 años de edad.

Un padre que es cosechador en los tiempos actuales quiere que su hijo haga trabajos más limpios, como trabajar en informática (computadoras) o trabajar en las ciudades, y no como cortador de caña. Eses jóvenes pueden ser aprovechados como operadores de las nuevas máquinas que los ingenios están adquiriendo y otras oportunidades que están surgiendo en la industria azucarera. El trabajo de cortador de caña se está especializando cada vez más y en Sao Paulo, Brasil, el promedio de la zafra 2006/2007 es de 8,52 toneladas por hombre día, que es una excelente productividad, en contraposición a Centro América y Republica Dominicana donde los valores son de 3,5 hasta 6,0 toneladas/hombres/día de productividad de corte. Los proveedores de cosechadores en Centro América son los nicaragüenses exportando cortadores para Costa Rica, El Salvador y Honduras. En la Republica Dominicana el corte manual esta disminuyendo con el reemplazo por máquinas cosechadoras. Es ese país, hace mucho se utilizaba cortadores originarios de Haití. Guatemala es el único que todavía tiene sus propios cortadores.

#### ***8.4. - Manejo y gestión de la zafra***

Las zafras en Centro América son hechas durante las fechas de sequía y eso hace que los cañaverales tengan que ser manejados bajo riego y ferti-riego. Las condiciones de secano están más relacionadas con los proveedores particulares que no tienen condiciones ni plata para hacer inversiones en sistemas de riego, y desafortunadamente, no hay un programa de investigación sostenible en la búsqueda de variedades para esas condiciones. Los ingenios que tienen riego todavía tienen varios problemas para manejar su zafra, tales como: fuegos accidentales o criminosos; mantenimiento de edad de los cañaverales para cosecha para que tengan 12 meses de edad; por las siembras de secano en mayo y junio para empezar a enfasar para abril, o sea 10-11 meses de la siguiente zafra adelante.

Eso hace que variedades tempranas sembradas en mayo-junio solamente van a ser optimizadas en el cuarto año cuando se cosechan en Enero haciendo que la producción de azúcar no sea ideal en tres zafras. Una de las maneras de mejorar las áreas de secano es por medio de siembras de humedad que vienen produciendo buenas tonelajes y cantidades de azúcar. Otra manera, es de seleccionar variedades adaptadas a secano como son las variedades brasileñas. La diferencia entre el azúcar producido en Colombia y Brasil, está en el riego que hace que Colombia produzca azúcar vía tonelaje y Brasil produzca azúcar vía variedades azucareras.

Otro problema de manejo que surge en los cañaverales de muchos ingenios, es el uso de resiembra para crecer la productividad en áreas donde hubo fallas y pérdidas de productividad. Una resiembra es necesaria por el uso de una mala variedad o por mal manejo de cosecha o preparación de suelo (drenaje, siembra, cuchillas de cosechadoras, etc...). Eso ocasiona cañaverales de edad distinta y consecuente con madurez distinta.

Actualmente, un tema muy frecuente en muchos ingenios de Centroamérica y Republica Dominicana, es la pureza varietal en los cañaverales haciendo que esas mezclas de variedades (muchas veces por falta de semilleros sanos, resiembra con variedades diferentes de la original) tengan productividad distinta sin optimizar el azúcar de las parcelas.

### ***8.5. - Tipos de suministros de cana a los ingenios***

Hay fórmulas muy distintas de pago en los cañaverales de Centroamérica y Republica Dominicana, en la mayoría de los casos, pagando por contenido de sacarosa. Los problemas de cuota y extra cuota en Costa Rica, los carceleros y cooperativas de San Salvador y la diversidad de proveedores, hacen que no pueda generarse una economía de escala.

Con el nuevo tema de producción de etanol, una nueva política tiene que ser desarrollada visando lo re emplazamiento de la importación del petróleo por mezclas con alcohol. La competencia de la melaza con el etanol, la industria hornera, las leyes ambientales para monitorear el desecho vinaza, son temas nuevos, y tienen solamente un ejemplo para seguir en cuanto hacen sus propias investigaciones para llegar a uno consenso de lo que es mejor para el país.

Variedades buenas para azúcar también son buenas para alcohol aunque para azúcar las variedades dependen de la pureza de la caña o sea que estén maduras aunque que para alcohol pueden utilizar sólidos solubles altos (Brix) que todavía no se transformarán en sacarosa, pero si pueden sacar alcohol de melazas no agotadas teniendo mejor calidad de azúcar y producción de etanol.

Si los ingenios tienen variedades investigadas para sus nichos ecológicos y para sus tercios de zafras, ellos tienen todas las condiciones de lograr excelente productividades.



La manera de ver el campo lugar donde se produce el azúcar, influye en la inversión por parte de los ingenios. Un ingenio hecho en Francia va trabajar de la misma manera en Argentina, Marruecos o Belice, pero una variedad tiene que interactuar con el ambiente para que produzca su potencialidad, entonces el binomio genotipo-ambiente solamente se descubre por medio de investigación local. Hay ejemplos de variedades que fueron seleccionadas para un medio local pero fueron exitosas en otros totalmente distintos.

Entonces la inversión en introducción, adaptación y selección de variedades es un tema que se retribuye muy pronto. Después del desarrollo tiene que haber un buen manejo para que no tenga pérdidas aleatorias al sistema, como edad, quemas precoces, riego, fertilización, y muchas otras variables.

#### ***8.6. - Requerimiento de agua, herbicidas y fertilizantes en los ingenios de los países visitados.***

En relación a lo descrito anteriormente, en cuanto no haya variedades para siembra temporal o seco, el riego debe de ser muy bien manejado para que no ocurran pérdidas y se optimicen las producciones.

En los países visitados, la suspensión de agua pre-cosecha tiene distintos maneras y fechas de utilización. Una variedad que sigue el desarrollo bajo riego tiene que tener un "stress" para que madure y eso sucede con distintas edades dependiendo de la variedad. Hubo casos de suspensión de 20 hasta 70 días pre-zafra. Con la deshidratación de la caña, la cantidad de azúcar aumenta aunque baje el peso de los tallos. Las variedades responden distintamente a ese stress, y para esos ensayos de suspensión de agua tienen que ser desarrollados para que se llegue al mejor tiempo de suspensión, para que la pérdida de productividad no sea afectada (toneladas de azúcar por manzana o hectárea).

En Centroamérica hay suelos de difícil manejo (Vertisoles) y suelos con excelente manejo (Inceptsoles) pasando por otros tipos de suelo como Molisoles y Oxisoles. y los requerimientos de fertilizantes tienen que ser desarrollados localmente.

En otras partes donde la cosecha mecánica en verde es exitosa, la disminución de uso de herbicidas fue muy grande aunque los tipos de malezas cambiaron y hoy aparecen plantas como la *Hypomea* sp en algunas partes conocida como "berrugo" que se transformó en maleza importante. Los grados de infestación de *Sorghum halepense* (Jonson grass), *Roetboelia conchinchinensis* (caminadora), *Cyperus rotundus* (coyolillo), y otras malezas son distintos en cada ingenio, pero el uso de herbicidas son diferentes de un ingenio para otro. El adecuado uso del herbicida correcto hace que disminuya el efecto alelopático con la caña y las producciones aumenten.

El uso de equipos adecuados para pulverización como los de presión constante, equipos manuales (durante las lluvias) o mecanizados (en suelos con piso) hace que baje la presión de las malezas siempre que no se dejen las mismas florear y botar las semillas.

### ***8.7. - Competencia actual en el uso de la tierra para la caña de azúcar y otros cultivos.***

La presión ejercida por los precios pagos a los productores independientes, hace que realicen una búsqueda por otros cultivos más rentables. Los ingenios que quieren crecer el área también tienen ese problema con cultivos cercanos como sucede con áreas de cultivo de piña, banano, melones, palma, etc.

En los países visitados, el único que tiene condiciones de crecimiento mayor es Guatemala por sus leyes de tenencia de suelo, baja dependencia de pequeños productores y competencia por otros cultivos.

En Costa Rica, hay espacio para crecimiento cuando los problemas de cuota y celda jurídica sean resueltos en las regiones donde van tener competencia con otros cultivos como las áreas de Parrita y Península Osa compitiendo con la palma; la región de los Chiles compitiendo con la piña, y algunas áreas ganaderas que pueden dar lugar a caña de azúcar. De acuerdo con las autoridades locales distintas un promedio de crecer de 50,000 hectáreas para 80,000 puede ser factible.

En El Salvador hay posibilidad de crecer de las 62,000 hectáreas sembrados con caña hasta 100,000 hectáreas en las áreas cercanas al mar pasando por los departamentos de Libertad, La Paz, Usulután hasta San Miguel. que disponen de áreas propicias para el cultivo de la caña de azúcar.

En Guatemala, la región azucarera tenía 197,000 hectáreas de caña y el último año creció 16,000 hectáreas llegando a las 213,000 hectáreas. Se puede crecer todavía en esa región más de 16,000 hectáreas en 5 años.

Hay todavía un espacio en la región de Peten que no fue desarrollado, cercano al río Pasión en un área con más de 340,000 hectáreas con

posibilidades eventuales de crecimiento de la caña de azúcar, si hay financiamiento y interés para eso, con la posibilidad de utilizar el Puerto Barrios en la costa Atlántica, si se necesita exportar.

En la Republica Dominicana, que pasó por una gran baja de producción después del cierre de los ingenios estatales: Río Haina, Ozama, Quisqueia, Boca Chica, Porvenir y Consuelo. Eses ingenios fueron subastados y hoy solamente los tres últimos siguen con cañaverales, aunque viejos. Un otro ingenio que fue cerrado por problemas administrativos/financieros fue lo de Pringamosa. Los ingenios de Puerto Plata, Amistad y Montellanos pertenecientes al Consorcio Cañabrava pasaron por problemas financieros y tambien descontinuaran. Hoy produciendo azúcar están los ingenios La Romana, Cristóbal Colon, Barahona y Caey (descontinuado en 2007).

Hay muchas especulaciones en cuanto a volver a producir, ahora etanol en los ingenios Boca Chica y el ingenio Consuelo en sus tierras y las de Quisqueia. Hay proyectos de inversión foránea para viabilizar eso.

En Honduras, los ingenios son mas antiguos y los ingenios La Grecia en Choluteca y Tres Valles despuntaran con uso de tecnología y hoy muelen cerca de 10,000 toneladas por día. El tema etanol todavía no despegó, pero hay intenciones de crecer. La región de Olancho tiene mucha área disponible para siembra de caña de azúcar y hoy un ingenio de Nicaragua esta inversionando para erección de una destilaría en esa provincia.

Nicaragua tiene cuatro ingenios siendo dos que están en crecimiento y dos otros que son más pequeños. El Ingenio Montelimar esta limitado por falta de agua para riego en la zona donde se encuentra y tiene poca posibilidad de crecer.

Panamá tambien con 4 ingenios con la misma situación de Nicaragua en términos de crecimiento, siendo dos mayores y dos más

pequeños. Todavía no he existido interés de crecer la siembra de caña para producción de etanol, ya que el mercado domestico de azúcar es lo que mas se compite en el país.

### ***8.8. - Posibilidad de extensión del periodo de zafra***

Como fue escrito en el tema tiempo de zafra en cada país, la extensión de periodo de zafra es inviable por las lluvias que ocurren de mayo hasta octubre o diciembre. Se puede hacer un intento de cambiar la fecha de siembra de caña planta usando el método de Brasil, que usa los periodos de lluvia (enero hasta marzo) para siembra, y la corta es durante el periodo de sequía, haciendo que la caña planta tenga más de 15 meses y los retoños tengan por lo menos 12 meses siendo enfatados para adelante o sea para 13 meses a veces.

Esto hace que la caña llegue a una madurez fisiológica y produzca más azúcar que una caña de 10 o 11 meses. El problema mayor es la perdida de una zafra o sea debe de crecer el área, aunque la producción de ese cañaveral de 15-18 meses compensa la perdida.

Hoy es común la siembra de secano en junio/julio para cosecha en abril que después es llevada para marzo, y así para adelante, resultando que la edad de los cañaverales no sea la ideal para producir azúcar.

### ***8.9. - Tamaño de los ingenios***

Hay una economía de escala que para Centroamérica y Republica Dominicana debe de tener un punto de equilibrio. Los ingenios tienen un promedio de 6,000 toneladas de caña por día aunque el tiempo desde la quema hasta la molienda cambie mucho de ingenio y país. Las áreas mecanizadas tienen un valor bien bajo por la materia prima para ser acarreada de inmediato al ingenio, pero en las áreas manuales hay problemas de acarreo y logística. Los tiempos de

parada y pérdidas por las áreas agrícolas e industriales también tienen que ser revisadas para mejorar la productividad.

El uso de softwares de gerenciamiento agrícola es recomendado para que las decisiones no se basen subjetivamente, pero en datos recolectados y promedios anteriores.

#### ***8.10. - Capacidad de procesamiento de jugos de caña y melaza.***

Con el proceso de producción agroindustrial, siempre se hizo azúcar y melaza en los ingenios de Centroamérica y Republica Dominicana y esos mercados ya son conocidos y con precios establecidos, aunque tengan algunas excepciones de producción de etanol como CATSA empezando en 1978, Ingenio Taboga en 1985 en Costa Rica, ingenio La Cabaña en 1987 en El Salvador y ingenio Palo Gordo que primero empezó en Guatemala.

La posibilidad de hacer azúcar del jugo del primer molino y después hacer un jugo mixto junto a melaza para producir etanol es una posibilidad de algunos ingenios. Antes se agotaba la melaza por que la venta de ese subproducto es por peso y no por calidad, pero ahora no es necesario para el alcohol producido agotar la melaza.

#### ***8.11. - Capacidad de destilación para producción de etanol anhidro.***

El mercado, las leyes de porcentaje de mezcla, el costo de producción y precio de venta de alcohol, el precio del petróleo, la necesidad de cada país por diesel en los camiones que transportan bienes y alimentos (la gasolina a veces es un subproducto del "cracking" del petróleo cuando se compra el mismo y se refina), las políticas setoriales y la presión por el medio ambiente en cuanto a combustibles oxigenados limpios y amigables, son muchos de los temas que se involucran en la instalación de destilerías y la capacidad de producción de etanol. La decisión de producción de etanol anhidro

con uso de deshidratadoras o mezcla de etanol hidratado esta relacionada al uso que va tener ese combustible en cada país. Si para venta al mercado internacional basado en los precios de esa "commodity" es otra cuestión que cada país va tener que contemplar.

Si los países pequeños como los de las islas del Caribe, se involucran en la sostenibilidad pueden canalizar un ingenio en una fuente de tres productos importantes para su supervivencia como la producción de azúcar para sus necesidades, cogenerar para su electricidad y producir alcohol para sus vehículos sin necesidad de involucrarse en el mercado internacional. Y lo más importante, no tener que disponer de divisas para destinar fuera del país para la compra de petróleo o gasolina.

Sigue un ejemplo de cómo hacer ese cálculo:

Un escenario donde un ingenio muele 300 toneladas por hora o 7,200 toneladas por día con un total de 1,400,000 toneladas de caña en 200 días de zafra puede producir:

Con jugo directo puede producir 123,000,000 litros de etanol por año necesario para 100,000 vehículos usando 100 litros por mes durante un año.

El bagazo generado por esa caña se puede producir en caldera de alta presión de 60 Bar. 110,366 KW/hora que puede mantener 100,000 casas con 200 KW durante la zafra de 200 días.

Ese mismo ingenio puede producir 414 toneladas de azúcar por día o 82,800 toneladas por zafra y todavía producir del jugo clarificado y de la melaza, una cantidad de 380,000 litros de alcohol diarios y un total de 76,000,000 litros por zafra.

### ***8.12. - Evaluación estratégica ambiental***

Con la producción de etanol, resulta un consecuente aumento de la vinaza. Otros desechos como la ceniza de caldera, la cachaza, el agua de lavado del ingenio y el bagazo. serian los desechos conocidos, aunque hoy la vinaza, la cachaza, y el bagazo ya son subproductos para uso como fertilizante potasico, como materia orgánica y como biomasa para generar energía eléctrica. La vinaza también tiene la perspectiva de uso para generar energía eléctrica a partir de la biodigestion del metano y transformación en energía.

Esos desechos tienen que ser evaluados en cuanto a cada ambiente, en cuanto a la necesidad de monitoreo, en cuanto a la contaminación del manto freático, al exceso de potasio en algunos suelos, a la rápida distribución de la vinaza disminuyendo la polución de su olor cuando se fermenta. Las cantidades utilizadas como abono y la frecuencia de regreso a las mismas areas para que no saturate, son de alta consideración.

La cana de azúcar es una cultura que protege el suelo de erosiones, disminuyendo la velocidad de agua en areas pendientes, hace una cobertura del suelo durante el crecimiento y después de la cosecha en verde que hace con que lo suelo se innove añadiendo materia orgánica, necesita de suelos medianos a buenos y principalmente depende mucho de la materia prima que es originada por las variedades.

Programas dedicados a variedades de secano con solamente un riego de salvación después de la cosecha será lo mas recomendable para ubicar variedades en nuevos sitios. Lo principal es que la cultura de la cana de azúcar se haga sin afectar la seguridad alimentaria y utilizar la cana como rotación para otros cultivos como arroz, soya y otros durante un periodo. Hay areas en otras partes del mundo donde se cultiva la cana de azúcar por cientos de anos sin bajar la



productividad solamente con el uso correcto de abonos y manejo agrícola, sin dañar el medio ambiente y la biodiversidad.

### 8.13 – Certificados de Carbono (CER'S)

Al producir un litro de Etanol se incurre en una emisión de 0.2 Kg de CO<sub>2</sub> por litro y se logra un desplazamiento de 2.3 kg de CO<sub>2</sub> por litro. Por lo que la producción de un litro de Etanol para ser usado como combustible causa una reducción neta de emisiones de 2.1 kg de CO<sub>2</sub> por litro de Etanol, en comparación con el producto sustituido (gasolina). Dichas reducciones se pueden certificar y vender en los mercados internacionales, generando ingresos adicionales para el proyecto.

De acuerdo con el reporte de United Nations Statistic Division, National Accounts Main Aggregates – 2005 la tabla abajo presenta las emisiones que cada país tiene hoy pudiendo ahorrar recursos con la producción de etanol

Los datos abajo están considerados el área del país, la población y las emisiones industriales y otras

**Tabla 11 – Emisiones de CO<sub>2</sub> (2000) en los países involucrados.**

País	Emisiones de CO <sub>2</sub> por habitante
Costa Rica	1.2 toneladas
El Salvador	1.0 toneladas
Guatemala	0.7
Honduras	0.7 toneladas
Nicaragua	0.7 toneladas
Panamá	1,9 toneladas
Republica Dominicana	2,8 toneladas

## **9. - Estudios de los desechos de la cana de azúcar**

### **9.1. - La vinaza**

**Vinaza**, también conocida por *bottom stills*, *vinhaca* o *vinhoto*, *vinasses*, *dunder* o *bottom slops*, waste distillery es el residuo líquido que queda después de la destilación del mosto de la fermentación del [etanol](#).

*Tipos de Vinaza*

*Por la materia prima que la origina:*

- de melaza de [caña de azúcar](#)
- de jugo de caña de azúcar
- de mieles de caña de azúcar
- de mezclas mixtas de jugo y mieles de caña de azúcar
- de melaza de [remolacha](#)
- de [maiz](#)
- de [cebada](#)

- Por la concentración de sólidos totales que contenga:
  - vinaza diluida 8 a 10% de sólidos totales
  - vinaza semiconcentrada 20 a 30% de sólidos totales
  - vinaza concentrada 55 a 60% de sólidos totales
  - vinaza sólida 99 a 99.9 % de sólidos totales

*Como se produce*

Hay 3 materias primas para producir etanol:

- a) azúcares
- b) [almidones](#)
- c) [celulosa](#)

El etanol producido a partir de azúcar tiene varias etapas:

- Adecuación de la materia prima

- Fermentación
- Destilación
- Tratamiento del efluente.

En la adecuación de la materia prima se diluye con agua, se añaden nutrientes, se ajusta la temperatura y el pH.

En la etapa de fermentación, el sustrato preparado se pone en contacto con algún tipo de levadura, generalmente *Sacharomyces cerevisiae* y la transformación de los azúcares a gas carbónico y etanol ocurre en un periodo de unas 24 horas. El gas carbónico se recupera en forma de gas. El líquido se denomina [vino](#) o [mosto](#). Este es destilado en columnas de destilación.

Hay generalmente dos o tres pasos de destilación, dependiendo de la pureza que se requiera del etanol. En el primer paso de destilación, denominado *despojamiento*, se separa el etanol de los sólidos remanentes de la fermentación (orgánicos e inorgánicos, solubles e insolubles) generando una solución de etanol en agua al 50% v/v y un residuo que sale por el fondo de la columna denominado *vinaza*. Hay un segundo paso de destilación denominado *rectificación* en el que se alimenta la solución de etanol al 50% v/v y se genera etanol en el punto de azeotropo de la mezcla, 96.5% v/v y se retiran las impurezas volátiles que contaminan el etanol denominadas *flemazas*.

En la etapa de tratamiento del efluente, la vinaza es sometida a algún tratamiento que permite disponerla adecuadamente o tratarla para poder ser arrojada a una fuente de agua adecuada.

Cuando el etanol es producido a partir de almidones, la etapa de adecuación de la materia prima requiere que el almidón sea transformado a azúcar antes de proceder a la etapa de fermentación. Igual sucede en el caso de usar celulosa. El procedo de adecuación de

la materia prima requiere que la celulosa se desdoble a azúcares antes de entrar a la fermentación.

*Fig.2 – Aplicación de vinaza en cana de azucar*



#### *9.1.1.- Utilización de la vinaza en la producción de cana de azúcar*

La vinaza es el principal desecho de la industria de la producción de etanol que influye en la polución, y se presenta en gran volumen dificultando el transporte y eliminación. La vinaza es el producto resultante de la destilación y fermentación de la caña de azúcar en el proceso de fabricación de etanol, pero también puede originarse en la producción de azúcar en el proceso de cristalización del jugo de caña.

Por muchos años la vinaza fue un desecho indeseable de la producción de etanol y lo destino de eso aunque en pequeña cantidad eran los ríos y lagunas, después con la prohibición de eso fueron hechos lagunas de sacrificio y cuando la cantidad de producción se ascendió también los reglamentos y uso de la vinaza se empezó como abono en forma de riego y nutrientes nombrado ferti-riego. Ella tiene

una elevada carga orgánica y de nutrientes que pueden ser aprovechados por la cana de azúcar. El ferti-riego o ferti-irrigación, es un proceso conjunto de riego y abonamiento, consistiendo en el agua de riego para conducir y distribuir el abono químico u orgánico en los cañaverales, y que puede ser hecho por cualquiera sistema de riego (Vieira, 1986).

El abono hablado puede ser sólido o líquido, después de disuelto o diluido, para entonces hacer la aplicación. El termino ferti-riego no todavía esta correcto cuanto a la vinaza, porque se refiere mas al método de riego empleado, y no se constituye en un proceso de aplicación de abono y riego, sin control practico de la laminas de agua aplicadas y mucho menos con las frecuencias de aplicación, siendo que lo que mas interesa es la cantidad de Potasio cargada por la vinaza y transferida al suelo.

Generalmente la preferencia de aplicación de vinaza es en suelos de baja fertilidad y que necesitan una alta cantidad de vinaza por unidad de área, o otros en que hay un acentuado déficit hídrico cuando el riego es necesario (Freire & Cortez, 2000).

La vinaza no tiene metales pesados, tiene una baja cantidad de sodio o que disminuye el riesgo de saturación, y es rico en nutrientes de la propia cana que son añadidos de Nitrógeno, Fósforo y Azufre por el proceso industrial, y as veces viene contaminado por pequeñas cantidades de antibióticos y ácidos usados en la descontaminación o lavado de los equipos.

La producción de vinaza cambia en función de los distintos procesos utilizados en la fabricación de etanol de manera que cada litro de etanol producido en una destilería puede generar de 10 a 15 litros en lo proceso normal de destilación sin concentración, pero si producida por el sistema Praj (Bioestil) puede producir solamente 2 litros de vinaza por litro de alcohol, que es un sistema mas caro y que redestila y concentra la vinaza.

Todas las vinazas son similares. Tienen aproximadamente 3% de sólidos y lo único que se debe monitorear en campo es el potasio, para que no se concentre demasiado en lo suelo al hacer el fertiriego. El nivel de tolerancia del suelo depende de la rotación de cultivos.

Los índices DQO y DBO no importan si uno esta utilizando el desecho como fertilizante, y las destilerías de la mayor parte del mundo así lo hacen. La vinaza tiene que ser utilizada antes de que empiece la fermentación y así se evitan los olores que son producidos por bacterias anaeróbicas que fermentadas producen el olor que es común en pilas, lagunas y canales sin declive. Como no se deriva más para los ríos, la demanda de Oxígeno no es importante.

En Brasil, la ley 303 de 1967 prohibió el desecho de la vinaza al natural en los ríos, lagunas y bajos. Mas tarde en 2005 una nueva norma fue hecha por las autoridades de medio ambiente de número 4,215 para reglar el uso de vinaza en los suelos del Estado de Sao Paulo, Brasil. Esa ley también contempla la impermeabilización de las lagunas (pilas), de los canales de conducción y de otros temas químicos y físicos. (Anexo I).

De acuerdo con esa normativa brasileña la dosis para la aplicación de la vinaza para mejoramiento del suelo agrícola deberá de ser calculada de acuerdo con la profundidad y fertilidad del suelo, la concentración de potasio en la vinaza y en el promedio de extracción de ese elemento por la cultura.

Con eso se puede monitorear la cantidad aplicada y el tiempo en que se vuelve a aplicar en el mismo suelo.

La concentración máxima de potasio en lo suelo no podrá exceder al 5% de la Capacidad de Cambio Catiónico (CTC). Cuando llegar a ese limite la reposición del Potasio estará en función del promedio de extracción por la cultura o que en Sao Paulo, Brasil tiene un promedio de 186 kg de K<sub>2</sub>O por hectárea por corte.

El ferti-riego fue incrementado a partir de esa ley y entonces hubo una segunda etapa donde se hacían lagunas de contención o sacrificio para contener toda la vinaza producida en el ingenio, pero todavía con una baja utilización en los campos de caña.

Estudios mas detallados empezaran a ser realizados con la vinaza, y los principales problemas de ese desecho por la cantidad presentada eran el DQO (Demanda Química de Oxígeno), el DBO (Demanda Biológica de Oxígeno) y Conductividad Eléctrica, y quizás el olor que afectaba los circunvecinos. La vinaza por su pH al ser acido, se consideraba que fuese a acidificar los suelos, pero eso no se probo en la práctica debido a que la misma se neutraliza en lo suelo, y pasó a ser recomendada como abono para los cañaverales.

**9.1.2. – Caracterización de la vinaza**

Para hacer la caracterización de la vinaza deberá de ser hecho análisis por medio de dos muestras en mínimo en lo mismo sitio donde se hizo el plan de aplicación y serán para los siguientes parámetros:

pH	potasio
Desecho no filtrable total	magnesio
dureza	sulfato
Conductividad eléctrica	Fosfato total
Nitrógeno total por Kjeldhal	DBO
sodio	DQO
calcio	

Por otro lado el contenido de Potasio (K<sub>2</sub>O en kg/m<sup>3</sup>) de la vinaza se hará la determinación de la dosis a ser aplicada.

**9.1.3. - Composición de la viñaza**

La vinaza tiene materia orgánica y nutrientes minerales como el potasio (K), el calcio (Ca) y el azufre (S) y un pH que tiene de 3.7 al 5.0 de acidez.(Ludovico 1997, pag.5-6).

La composición química de la vinaza (Orlando Filho y Gloria, 1984) es variable de acuerdo con el tipo de vino que va ser destilado,

la naturaleza y composición de la materia prima, del sistema utilizado en el mosto, del método de fermentación adoptado, y del sistema de conducción de la fermentación alcohólica, de la cepa de la levadura, de los equipos de destilación, de la manera de destilación y los tipos de flegma.

Los autores arriba dicen que la vinaza es rica en Potasio, materia orgánica, y buenos contenidos de Nitrógeno, Azufre, Calcio y Magnesio. Puede reemplazar todo el fertilizante sólido Potasio y de Azufre, contribuyendo también con los micro nutrientes.

**Tabla 12 – Composición química mediana de la vinaza producida de jugo en el Ingenio Monte Alegre, MG – Brasil – 1996**

Nutrientes	Mat Org	N	P2O5	K2O	CaO	MgO
Kg/m3	2,70	0,69	0,15	4,92	2,08	0,49

Las vinazas tienen poca diferencia de una para otra con un porcentaje mayor de Potasio y una materia orgánica alrededor de 3 % del total. El cambio mayor va a ser con entre los distintos tipos de vinaza, o de la melaza, o del jugo mixto o del jugo, como sigue en la tabla 3.

**Tabla 13 – Distintos contenidos químicos de la vinaza en los estados de Sao Paulo (1), Río de Janeiro (2), Alagoas y Pernambuco (3) y Paraíba y Rio Grande do Norte (4).**

Composición química de la vinaza de distintos tipos de mosto en algunos autores

(kg/m3 de viñaza)

	Mosto de Melaza				Mosto mixto				Mosto del jugo			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
N	0,6	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3
P2O5	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1	0,6	0,2	0,09	0,1	0,5	0,2
K2O	4,0	5,5	7,6	5,1	3,3	2,6	2,6	2,2	1,3	1,2	1,7	1,9
CaO	1,9	2,3	2,4	2,1	1,3	1,5	0,6	0,8	0,3	0,8	0,2	0,6
MgO	1,0	1,0	1,4	0,8	0,6	0,5	0,5	0,3	0,2	0,3	0,4	0,3
M.O.	3,73	5,69	5,47	4,74	2,90	4,51	3,17	1,91	2,23	3,47	2,52	1,53
Fe	*	120	67	52	*	130	47	57	*	110	51	45
Cu	*	9,0	3,0	3,0	*	57,0	2,0	4,0	*	1,0		
Zn	*	3,0	3,0	4,0	*	50,0	3,0	4,0	*	2,0	2,0	2,0
Mn	*	11,0	6,0	7,0	*	5,0	6,0	6,0	*	10,0	6,0	5,0
pH	4,2	4,2	4,4	4,2	4,4	3,8	4,0	3,6	3,7	3,6	3,6	3,6

Fuente – Rodella et alii (SP), Bosanello & Vieira(RJ), Vasconcelos & Oliveira (AL/PE), Medeiros (PB/RN)



En sitios que tienen un contenido de potasio alto en los suelos, se piensa en como hacer para distribuir la vinaza sin dañar o saturar el suelo con mayor contenido. La ecuación es simple debido a que la caña de azúcar extrae potasio del suelo durante el proceso de crecimiento y eso surge con la caña cuando se la muele, y entonces por medio de la destilación del jugo, el potasio se queda en la vinaza. Luego, el potasio que hay en la vinaza no es adicional al que lo fue sacado de la planta. Lo más importante es que no se concentre en el mismo sitio para que no sature y si se haga una rotación con la aplicación de la vinaza en los diferentes lotes de los cañaverales.

#### **9.1.4. – La vinaza como fertilizante**

De acuerdo con Orlando Filho, 1980, la cana de azúcar es una planta exigente en Nitrógeno y Potasio extrayendo cerca de 130 al 150 kg de Nitrógeno y de 140 al 180 kg de Potasio para producción de 100 toneladas por hectárea y solamente 20 kg de Fósforo. La aplicación de la vinaza se procesa en los retoños es cuanto reemplaza el Potasio sólido, un poco de Nitrógeno y nada de Fósforo.

Mismo con el retraso de madurez, reducción de contenido de sacarosa y también anidó almidón y cenizas en el jugo, trabajos de Copersucar 1978 hacen recomendación de su utilización como abono porque repone al suelo los nutrientes que la planta saca, el uso de vinaza anidó una mejor productividad agrícola, una ascenso de pH y aumenta la disponibilidad de algunos nutrientes y inmoviliza otros, hace un aumento de la población microbiana, aumento de retención de agua y mejoría en la estructura física del suelo

El control y dosis de la vinaza aplicada en el ferti-riego es difícil de controlarse, pero en la práctica no puede ser excesiva o indiscriminada por la contaminación que puede ocasionar al medio ambiente principalmente en las aguas subterráneas debido a su percolación en el suelo por las altas concentraciones de amonio, magnesio, aluminio, hierro, manganeso y clorato.

Cuando se compara los costos de una hectárea fertilizado con vinaza vs. otra hectárea fertilizado con abono sólido, se ve que la producción con vinaza fue mayor y el costo por ha la vinaza fue mas cara pero se pago con la mayor productividad. (Tabla 14).

**Fig 3 – Aplicación de vinaza por canon viajero (hydro roll)**



**Tabla 14 – Costos medianos de fertilización de vinaza y abono sólido por hectárea**

Descripción	Costo US\$ por ha	
	vinaza (82,67 TCH)	sólido (68,12 TCH)
Abono 05-00-42	8,69	110,68
Aplicación tractor	21,83	29,09
Ferti-riego	127,18	-----
Costo intermedio / ha	157,70	139,77
Costo intermedio / ton	1,92	2,05

*9.1.5. - Aplicación y Distribución de la vinaza*

La vinaza sale de la destilería y pasa a un canal principal o maestro, donde el líquido es distribuido a otros canales secundarios. Inicialmente se utilizaba el riego por gravedad, pasando después a

aspersión. La frecuencia de aplicación de vinaza en los suelos puede contaminar el subsuelo y para eso debe de ser monitoreada.

Con el uso de la vinaza como fertilizante complementario para la caña de azúcar distintos métodos pasaran a ser estudiados, y con la evolución de las técnicas de riego se pasa a utilizar la aspersión convencional con la vinaza diluida en cañones hidráulicos que sacaban la misma de los canales y distribuyan en los cañaverales.



**Fig 04 – Canon viajero (Hydro roll) para ferti-riego**

Hoy hay sistemas de riego por vinaza en las areas mas alejadas del ingenio utilizando camiones tanques para transporte de cerca de 30,000 litros de vinaza en fincas marginales a la propiedad y con el canon viajero acoplado al tanque se distribuye la vinaza en los tablones.



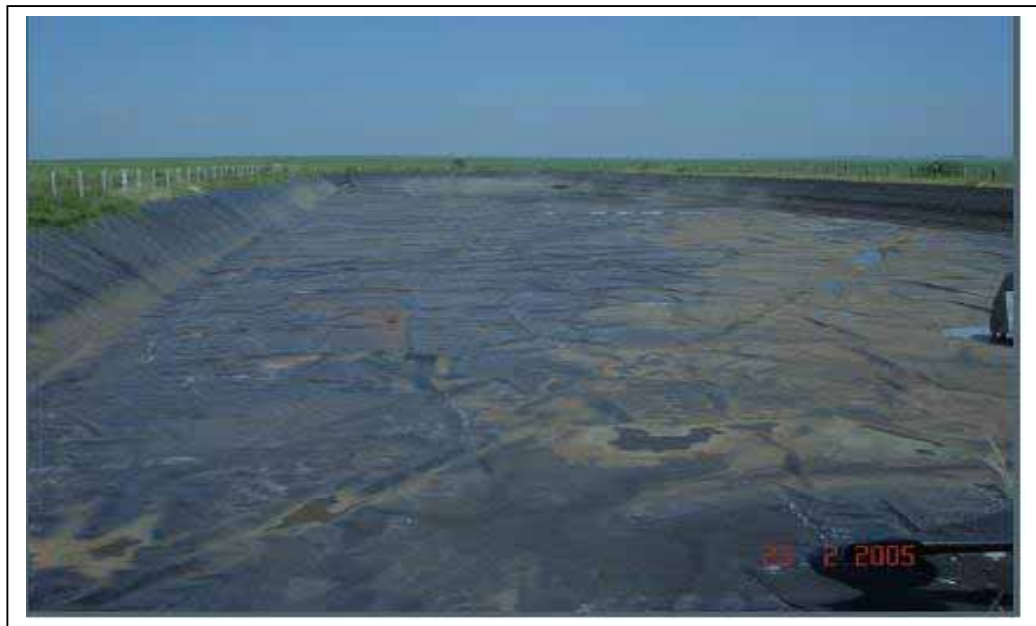
***Fig 05 – Utilización de cañon viajero acoplado al camión tanque.***

La caña de azúcar es una cultura que exige nitrógeno cerca de 130 a 150 kg de N por para producción de 100 toneladas de caña, así como el potasio extrae alrededor de 140 a 180 kg para esa producción de caña. Para esa misma productividad. el fósforo solamente es extraído en 20 kg en una producción de 100 toneladas por hectárea. Estudios hechos comprobaron que el flujo continuo de la vinaza en canales sin revestimiento pueden contaminar el suelo y las aguas venas. Por eso la ley brasileña hoy contempla que los canales de transporte de vinaza deben de ser revestidos. En las figuras abajo se ve los tipos de revestimiento utilizados con manta de asfalto, o de PEAD con 2,0 mm de grosor.

**Fig 06 – Reservorio de vinaza revestido con asfalto**



**Fig 07 – Reservorio para vinaza revestido con PEAD 2,0mm.**



Hay estudios que analizan las posibilidades de tratamientos físico-químicos en las vinazas con respecto a coagulación, floculación y sedimentación pero por la escala no fue posible hasta ahora llegar a buenos resultados.

Las empresas fabricantes de destilerías están involucradas en hacer búsquedas de cómo disminuir o terminar con la vinaza en el proceso de fabricación de alcohol. La empresa Prajh de India tiene un proceso que consiste en la redestilación de la viñaza agotando el producto final lo mas posible. Esta en proceso comercial experimental en las 5 destilerías que fueron construidas por ellos en Colombia. La empresa Dedini que también produce destilerías hace poco, logro empezar estudios conjuntos con la empresa alemana Vogel Bush para quitar o disminuir la vinaza en la fabricación de alcohol.

Otras investigaciones en curso en ingenios pilotos están en estudio para producir energía eléctrica a partir de la bio-digestión de la vinaza sin emitir metano en la atmósfera y transformando el liquido resultante de la fermentación del jugo de caña en fertilizante.

El proceso de digestión de la vinaza genera gas metano que es transformado en hidrogeno, donde sale una energía limpia. Ese proceso en investigación hace que termine la gran concentración de vinaza, obtener la producción de energía, fertilizante y obtención de créditos de carbono

La vinaza es corrosiva pero muy rica en potasio utilizado en la fertilización de los suelos. Las investigaciones demuestran que el suelo no debe de recibir mas de 400kg de potasio por hectárea, y arriba de eso es toxica.

Empresas ya desarrollaran tuberías de acero inoxidable revestidas con PVC o Polietileno para utilización en pivotes centrales para aplicación de vinaza sin daños para los equipos

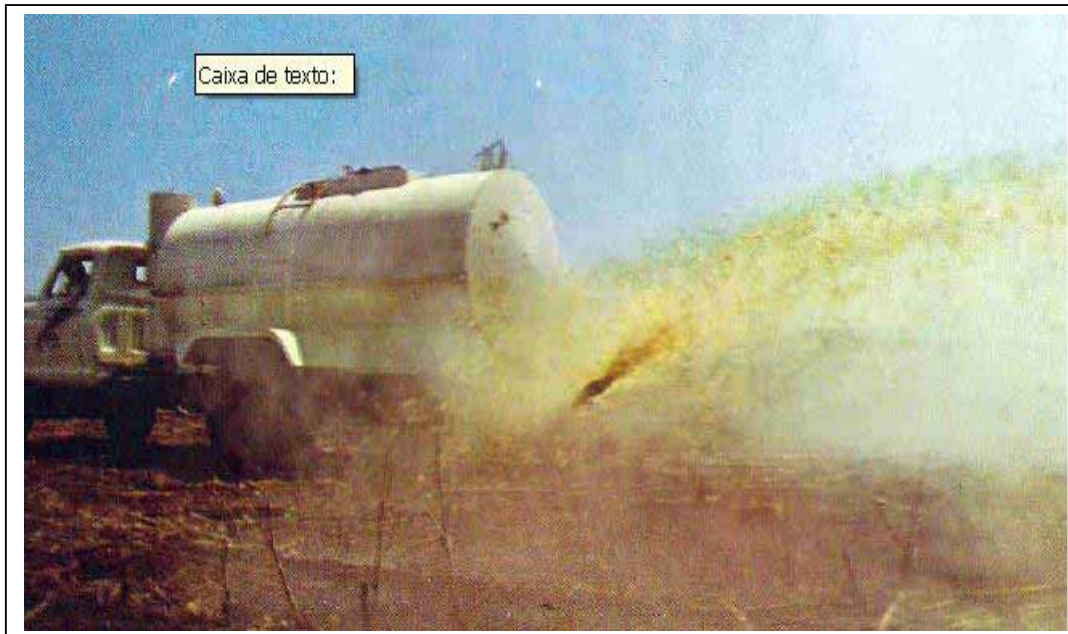
Hoy existen empresas trabajando fuerte y con soluciones para disminuir o terminar el olor de la vinaza, el tratamiento de las lagunas de decantación, el aumento de los niveles de NPK, y el aumento de los niveles de pH de la vinaza

La mejor respuesta en cuanto a suelos con el uso de la vinaza en estudios hechos por Freire W. J.Y Aguiar M. A. demostraran que



todos los suelos tuvieron respuestas aunque los arenos arcillosos tuvo la mejor respuesta.

La aplicación de vinaza por medio de camiones tanques donde la vinaza es aplicada en caída libre tiene problemas por la distribución y reflejos negativos en la productividad de cana de retoños, por que con el aumento de distancia hecha por el camión distribuidor, manteniendo la velocidad constante de dislocación, sigue una disminución en la dosis de vinaza aplicada por unidad de área (Furlani Neto et alli, 1985). En ensayos efectuados demostró que la dosis inicial de vinaza aplicada por medio de camión con tanque de vinaza con capacidad de 15,000 litros, moviéndose en primera marcha reducida con una rotación de 1950 rpm disminuyo de 141 m<sup>3</sup>/ha para 69m<sup>3</sup>/ha de vinaza después de recorrer 650 metros de ancho.



**Fig 08 – Transporte y aplicación de vinaza por camión tanque.**

Los camiones tanques de aplicación directa presentan como ventajas el aumento de la vida útil de los equipos de aspersion de 400 hasta 800 horas, con flujo de la banda de 5%, optimización del tiempo de aplicación, menor exposición del operador a contaminación química, aplicación en área total sin fallas, sin necesidad de limpiar

los aspersores de pulverización (obstrucción cada dos horas), reducción de costos y tiempo de operación. Los ensayos conducidos con vinaza concluyeran que la aplicación de vinaza influye en lo aumento de productividad de tallos, y no afecto la calidad tecnológica de la cana de azúcar como materia prima industrial.

*9.1.6. – Ubicación de las areas de ferti-riego*

Las areas que van recibir vinaza en lo suelo deberán contemplar los siguientes aspectos

- - No estar contenida en el dominio de la APP – Área de Preservación Permanente (Reserva Legal)
- - Estar alejada de no mínimo 15 metros del área de dominio de ferrocarriles, carreteras federales y estatales.
- - Estar alejada de en el mínimo de 1000 metros de centros poblacionales.
- - Estar alejada de una distancia mínima de 50 metros de las APP, y tener curvas de nivel protegiendo las como seguridad.
- - Las areas con pendientes más de 15%, deberán adoptar pláticas de conservación, para evitar erosiones, y deben de tener los suelos escarificados, para mejorar la capacidad de infiltración en los suelos. Si la aplicación de vinaza tiene una dosis superior a la capacidad de infiltración de los suelos, la aplicación debe de ser parcelada.

**9.1.7. - Almacenamiento**

Cuando al almacenamiento de la vinaza la plastica de poner vinaza en areas de sacrificio deben de ser terminadas.

**9.1.7.1.- Tanques o reservorios**

Los tanques de almacenamiento de vinaza tambien deberán de respetar el sitio donde se ubican como hablado anteriormente.

- - Los tanques deberán ser impermeabilizados con geomembrana impermeabilizante, u otra técnica igual o superior.



- Deberán de ser implantados a par con los tanques, cuatro (4) pozos de monitoreo, siendo uno arriba del reservorio y 3 abajo del reservorio, de acuerdo con el mapa potenciométrico y la norma 13.895 de Construcción de Pozos de Monitoreo y Muestras
- El agua de los pozos deberá de ser analizada en cada seis meses para los parámetros de la normativa P4.231.
- Los pozos de monitoreo podrán de ser dispensados cuando hay drenajes testigo.



*Fig 09 – Canal para transporte de vinaza revestido por asfalto.*

#### **9.1.7.2. – Canales**

- Los canales maestros o primarios de uso permanente para la distribución de vinaza durante la zafra, deberán de ser impermeabilizados como los tanques.
- Los canales deberán sufrir limpieza de la vinaza remanente o ponerlas al suelo de acuerdo con las recomendaciones de esa norma.

- El plazo para revestimiento de los canales y tanques deberá de ser acordada con el ingenio fijado en una reglamentación específica.



**Fig 10 – Canal para transporte de vinaza revestido por concreto**

#### **9.1.8. - Transporte de la vinaza**

El transporte de la vinaza hasta el campo es hecho por camiones, pero principalmente por canales. Hoy hay sistemas donde la vinaza sigue al campo por medio de tubos plásticos o conductos revestidos por manta asfáltica que cortan los cañaverales llevando el producto hasta áreas alejadas, y después la vinaza es bombeada todavía pura. Los técnicos lograran investigar que cuanto más concentrada la vinaza, mayor será la viabilidad de aplicación a larga distancia. Hay todavía cuidados para que la vinaza no contamine el suelo y manantiales. La tubería es presurizada desde la industria y pasa a veces por áreas aéreas sobre ríos o lagunas. Hay un sistema

de pre-filtro de impurezas, que consiste en un tamiz de disco normalmente usado en los sistemas de micro aspersión después de la bomba y compatible con el flujo.

Cuando es depositada en el suelo, la vinaza puede hacer una mejoría en la fertilidad, aunque cuando es utilizada para esos fines, las cantidades no deben sobrepasar su capacidad de retención de iones, o sea, las dosis deben de ser medidas de acuerdo con las características de cada suelo, una vez que ese posee cantidades desbalanceadas de elementos minerales y orgánicos, permitiendo que halla lixiviación de muchos iones, más los nitratos y el potasio.

En la actualidad, la visión ambiental esta contestando la vinaza por sus efectos en los suelos y contaminación de los mantos freáticos. Hay efectos benéficos y adversos de la vinaza sobre las propiedades químicas del suelo y el agua, pero bien conducida puede desecharla con logros económicos sin afectar el medio ambiente.

La vinaza se caracteriza por tener un alto poder de polución pero con alto valor como fertilizante. El poder de polución es 100 veces mayor al de las aguas negras. La concentración de sodio en la vinaza de caña de azúcar es menor que el de la remolacha y ese ion en alta cantidad es dañino al suelo y agua (Gemtos et al, 1999). La vinaza tiene elevada materia orgánica comparativamente (ácidos orgánicos), bajo pH, elevada condición de corrosión y altos índices de demanda bioquímica de Oxígeno (DBO). (Freire & Cortez, 2000).

Su temperatura de salida de los destiladores esta alrededor de 80-90°C.

La cantidad de materia orgánica y cationes como K, Ca y Mg son mayores cuando la vinaza es del mosto de la melaza, pero cuando se hace etanol directo del jugo, las concentraciones de los elementos arriba son menores. La carga de polución de la viñaza es cuando la DBO esta alrededor de 20,000 al 35,000 mg L1.

**9.1.9. - Plan de aplicación**

Deberá de ser realizado o actualizado todos los años el Plan de Aplicación de Vinaza, en lo cual deberá de ser hecho de acuerdo con las normas y firmado por un profesional habilitado y acreditado junto al órgano de clase.

**9.1.10. - Dosis**

Para hacer el cálculo de la dosis de vinaza por ser aplicado al suelo son necesarios saber de algunos parámetros para una rentable aplicación:

La vinaza es aplicada para:

Abonamiento del suelo, o sea mejorar la fertilidad de suelo agrícola

Considerar un volumen de suelo para manejo de aplicación de vinaza estableciendo una lamina de 0 al 0.8 m como meta

Conocer el estado actual de la fertilidad de suelo, poniendo como limite de aplicación de vinaza, cuando la concentración de K<sup>+</sup> en lo suelo sobrepasar el correspondiente al 5% de la ocupación por la Capacidad de Cambio Cationico.

La calidad de la vinaza cuanto a concentración de K<sup>+</sup> en kg de K<sub>2</sub>O/m<sup>3</sup>.

La capacidad de extracción de K<sup>+</sup> por la cultura de la cana de azúcar, teniendo como valor de referencia de 185 kg de K<sub>2</sub>O/ha por corte.

Basado en esos parámetros, la dosis de vinaza por ser aplicada en las areas agrícolas con cana de azúcar esta en la ecuación a seguir:

$$V = \frac{[(0,05 \times CTC - K_{solo}) \times 3744 + 185]}{K \text{ vinaza}}$$

Donde: V = Volumen en M3 de vinaza por ser aplicado por hectárea

CTC = Capacidad de Cambio Cationico, en cmolc/dm<sup>3</sup> al pH 7,0 obtenida de la análisis química del suelo hecha por laboratorio de análisis de suelo certificado por metodología aprobada por los órganos técnicos del país y firmada por técnico habilitado.

Ksolo o Ks = Concentración de Potasio - Potasio en lo suelo en  $\text{cmolc/dm}^3$  a una profundidad de 0,8 cm obtenida como arriba.

3744 = Constante de transformación de resultados en  $\text{cmolc/dm}^3$  para kg de Potasio correspondiente a un volumen de 1 hectárea para una profundidad de 0,8 m.

185 = Cantidad en Kg de  $\text{K}_2\text{O}$ /ha sacado por la cana de azúcar por cosecha.

O vinaza o Kv = Concentración de  $\text{K}^+$  en la vinaza, en kg de  $\text{K}_2\text{O/m}^3$ , obtenida por el boletín analítico de vinaza del ingenio, firmado por responsable.

#### **9.1.11.- Muestreo de suelo**

Para la caracterización del suelo deberá ser hecha una muestra compuesta de cuatro sub-muestras colectadas en una área homogénea de en máximo 100 hectáreas. Las sub-muestras deberán de ser colectadas, una en el centro de un círculo con radio de 10 metros y otras tres por el perímetro alejadas cerca de 120 grados de una a otra. Si posible hacer un geo referenciamiento de esos puntos.

El otro sistema es hacer una distribución del área en cuadras que compondrán el gris donde se sacaran las muestras compuestas.

Las muestras deberán ser colectadas con una saca muestras de suelo, de manera continua, hasta una profundidad de 0,80m. El suelo deberá de ser punido en containeres para esa utilidad.

Después de la colecta de las 4 sub-muestras, mezclar lo suelo lo máximo posible, sacar una muestra de 500 gramos, y enviar para el laboratorio de análisis de suelo.

#### ***9.1.12 – El uso de la vinaza para producción de metano y electricidad.***

La expansión y diversificación de nuevas fuentes de energía alternativas en una manera sostenible y eficiente son la mayor preocupación del mundo industrializado.

El etanol venido de fuentes renovables he traído una cadena de desafíos así como nuevas oportunidades en la industria azucarera. La provisión de sistemas de costos efectivos para tratamiento, conservación y reciclaje de recursos de agua y energía son definitivamente uno de esos desafíos.

De acuerdo con estudios la reducción de 90% de la Demanda Biológica de Oxígeno en la vinaza podría ser obtenida por digestión anaeróbica en una destilería de etanol produciendo 38,000,000 litros por año. Como subproducto de ese proceso de digestión son producidos por las bacterias termofilicas el metano y otros gases en cantidad necesaria para generar 3,6 al 10,6 megawats de electricidad (con un eficiencia termal de 90%). Con los datos calculados parecen indicar que el ratio de productividad del metano/vinaza tuvo un rango de 0.13 hasta 0.38 de metano por m<sup>3</sup> de vinaza digerida y que el ratio de metano/etanol fue de 1.55- 4.56 de metano por m<sup>3</sup> de etanol.

### **9.2. - Cachaza**

El desecho cachaza (húmedo) es un compuesto de la mezcla de lodo de decantación y el bagazo, en el proceso de clarificación de azúcar. Para cada tonelada de caña molida son producidos de 30 al 40 kg de cachaza. Es un compuesto orgánico (85% de su composición) con calcio, nitrógeno y potasio con composiciones variables que dependen de la variedad de caña y su madurez. Puede ser aplicada en un área total (80-100 toneladas por hectárea) en pre siembra, en surcos de siembra (15-30 toneladas por hectárea) o entre surcos (40-50 toneladas por hectárea) .Mitad del fósforo contenido en esa cachaza se puede descontar de la fertilización fosfatada de acuerdo con la recomendación de lo Instituto Agronómico de Campinas (Boletín Técnico #100, 1996).

La creciente utilización de la cachaza como abono tradicional se hace principalmente en la siembra donde es puesta en lo hondo de los surcos de la siembra de caña de azúcar. Existen carretas que aplican la cachaza en los surcos de siembra que actúa como fertilizante y añaden humedad a las variedades recién sembradas para garantizar la germinación

La literatura recomienda la utilización de la cachaza solamente en las áreas de siembra volviendo entonces a usarla en la otra siembra o sea 4 o 5 años después. El monitoreo es importante para que no halla crecimiento de niveles tóxicos de metales pesados en los suelos.

### **9.3. - Bagazo de la caña de azúcar**

El bagazo de la caña de azúcar es un subproducto en el proceso de extracción de jugo, para producción de azúcar o alcohol. La principal característica del bagazo de la caña es el contenido de fibra, una vez que la cantidad de bagazo que se obtiene por unidad de biomasa de caña depende de su contenido de fibra. De acuerdo con IDEA (2002- pag 48) el contenido mediano de los ingenios de Sao Paulo están alrededor de 12,8% y para el Noreste de Brasil, la fibra esta por 15,6%, aunque ese valor depende de la variedad de caña de azúcar y del número de cortes.

En comparación con otros desechos de la agro industria, el bagazo es considerado un subproducto que es utilizado históricamente en la generación de energía para los procesos de industrialización del azúcar y alcohol. Con el desarrollo de maquinas al vapor su uso creció y el concepto de cogeneración empezó con las innovaciones tecnológicas.

De acuerdo con CORTEZ *et. al.* (1992, Pág. 3) la cantidad de una tonelada de caña molida genera 250 kg de bagazo, que es el equivalente a 560,000 kcal de energía calórico. Esa misma cantidad de caña produce 75 litros de alcohol que tiene 420,000 kcal de

energía, o sea existe más energía en el bagazo comparado al alcohol producido.'

De acuerdo con otra fuente, RODRIGUES (2001), 240 kg de bagazo es retirado de una tonelada de caña, y con los nuevos equipos es posible cogenerar 70kw/h de energía. De ese total, 20kw/h son utilizados para generar vapor y movilizar las maquinas del ingenio, pero cerca de 10kw/h son perdidos, y el resto se vende a la red. Comparado la quema del bagazo con otros combustible fósiles, ella es mas limpia generando menor impacto ambiental una vez que prácticamente no libera compuestos basados en sofre como  $SO_2$  o  $SO_3$  muy común en la quema de aceites combustibles. Mientras que su quema es lenta con baja temperatura de llama haciendo la generación del acido nitroso.

La biomasa producida por la cana de azúcar tiene muchas utilidades como por la explotación del bagazo para hacer concentrados para alimentación animal, los tableros hechos en Cuba del bagazo, y principalmente como fuente calorífica para quema en las calderas y producción de energía eléctrica.

En el futuro cuando el bagazo celulósico por medio enzimático o químico estuviera generando mas alcohol la biomasa tendrá que ser estudiada por que hoy si usa esa materia prima para generar calor y en el futuro tendrá que ser decidido para cual fuente será utilizada la biomasa, aunque personalmente yo creo que el bagazo de la cana pueda ser utilizado para generar mas alcohol y el rastrojo del campo utilizado para las calderas. Las nuevas calderas con alta presión tienen una exigencia de bagazo menor que las tradicionales. Por medio de recoger el rastrojo algunos dias después de la cosecha, cuando las hojas del cogollo secan y disminuye la humedad, se hacen pacas que son transportadas para el ingenio para quemar en las calderas. Todavía hay dudas cuanto a esa tecnología por lo costo adicional de recogimiento y transporte de las pacas y la calidad de la paja seca como fuente de calor.



## ***10. Programa de investigación y capacitación cañera/alcoholera.***

Para que se haga un desarrollo sostenible es necesario tener personas habilitadas para hacer todas las labores de un ingenio y destilería y para eso algunas instituciones de Centro América tienen condiciones de entrenar jóvenes para esa nueva actividad que por supuesto podría empezar en Centro América y Caribe.

Los dos únicos países que detienen instituciones de I&D (Investigación y Desarrollo) son Costa Rica y Guatemala por medio de DIECA y CENGICANA, aunque haya universidades como Los Zamoranos en Honduras que podría estar involucrado en esos trabajos de capacitación.

Como cada país tiene sus propios intereses no tienen voluntad de desarrollar los vecinos, pero para que el bloc sea exitoso las fronteras de conocimiento tienen que ser compartidas.

Por medio de Institutos existentes se podría empezar un Programa de Investigación y Desarrollo de la Cana de Azúcar y Derivados por medio de proyectos prioritarios de ejecución en el corto plazo y otros cuyo horizonte es de mediano y largo plazo. Su finalidad será contribuir desde el área de la investigación a desarrollar una agroindustria de la cana de azúcar eficiente, competitiva y diversificada que tenga como fin la producción de azúcar, alcohol, energía, melaza, levadura, fibra, alcohol celulósico, y otros derivados factibles y viabilidad comercial prometedora.

Esos Institutos podrían tener algunos subprogramas como se sigue:

### **1. Mejoramiento de Variedades**

Con los nuevos desarrollos de alcohol, energía, azúcar y otros derivados la cana de azúcar está en el centro de las atenciones

de los países de clima tropical y semi-temperado. Los países productores que desarrollan variedades de cana están adhiriendo las leyes de protección de cultivares, tipo UPOV, y los proveedores de cana para los ingenios están pagando para tener nuevas variedades, que están en muchos países, bajo protección. El registro que hacen los centros de investigación

de sus variedades hace con que los colonos e ingenios tengan que pagar royalties por las nuevas variedades más productivas y resistentes a enfermedades y plagas. Así siempre se paso con cultivos de granos y otros que los productores tienen que comprar semillas para producir. Eso se pasa con la soya, maíz, algodón y muchos otros. La cana de azúcar no debería ser diferente para que la venta de semillas de variedades proporcione inversiones para nuevas investigaciones, o sea, siendo una actividad sostenible.

El ejemplo de los ingenios Taboga en Costa Rica y Santa Rosa en Panamá ya empezaran a germinar semillas y seleccionar sus propios híbridos, por que la entrada de material foráneo estará cada vez más difícil por problemas de pago y tambien por problemas de enfermedades que todavía no ocurren en sus países.

Lo agrupamiento de ingenios para conducir pequeños programas de desarrollo de variedades o simplemente un ingenio conduciendo sus propias selecciones, de semillas verdaderas obtenidas de programas que venden esos materiales o haciendo sus propias cruzas para obtener variedades con mas contenido de azúcar, mas tonelaje y resistencia a plagas y enfermedades locales.

Un programa de investigación podría tener 5 subprogramas que ayudasen el desarrollo de nuevas variedades y tambien el aumento de productividad. Eses subprogramas podrian ser:

## **1. Mejoramiento de Variedades**

Etapa 1 - importación de semillas desarrollo, selección y validación y liberación de nuevas variedades.

Etapa 2 - Mantener un banco de germoplasma y hacer cruza genéticas combinando los mejores híbridos seguido de selección, validación **y liberación de nuevas variedades.**

## **2. Protección Vegetal –**

Monitoreo de la área comercial cuanto a plagas y enfermedades, cuarentena y tratamiento térmico y laboratorio de *Metarhysium anisoplae* (para control de *Anaelomia* sp). Compartir con los fitomejoradores la selección de híbridos sanos.

## **3. Agronomía y Manejo Agronómico**

Investigar practicas agronómicas de fertilización, herbicidas, riego, maduradores, gerenciamiento agrícola con el uso de software específicos, siembra, cosecha, etc...

## **4. Extension y Capacitacion**

Utilizar logística para hacer la extension junto a los proveedores, elaborando cursos de capacitacion desde el corte de los cañaverales hasta apuntamentos via palm top.

## **5. Soporte**

Entrenar colaboradores operacionales para que la industria y el área agrícola Esteban basadas en técnicas modernas. Tener una administración bajo paquetes de gerenciamiento fiscal, contábil y económico.

Los objetivos de esos 5 subprogramas serán:

- a.)** Desarrollar de un programa de intercambio, importación, desarrollo y adaptación de variedades más productivas y resistentes a plagas, enfermedades y adversidades metereológicas.

- b.) Gestionar la cooperación técnica y el intercambio de conocimientos con otros países, ingenios a los fines de fortalecer las capacidades nacionales para la investigación y el desarrollo tecnológico con aplicaciones en el campo canero.

Las necesidades de ese grupo de subprogramas necesitara de un espacio para desarrollar sus labores, tipo un estación experimental que tenga la infra-estructura para desarrollar esas tareas. Hay necesidad de un laboratorio para hacer análisis de cana y un laboratorio de meristemas para mantener los nuevos materiales en desarrollo dinámico.

Con la ayuda de un laboratorio de cultivo de tejidos se puede acelerar la liberación de variedades en hasta dos a tres años y de 5 a los 7 años se puede tener nuevos híbridos que competirán con las variedades comerciales.

Un plan completo de investigación tendrá que ser un tema específico que podrá ser hecho en el futuro para ingenios individuales o en grupos de ingenios.

La capacitación se puede empezar de pronto con temas que sean de interés de los ingenios pero una infra estructura tendrá que ser implantada, o con técnicos de otros países con charlas, cursos y enseñanzas prácticas. Hay que tener un liderazgo por parte de cada país o institución para que eso se empiece. En Brasil hoy, hay condiciones de se proponer cursos prácticos para que sean enseñados en los ingenios o asociaciones, ya que la barrera de lengua es pequeña.

## **11. Literatura**

**Freire, W.J., Cortez, L.A.B. – Vinhaça de cana de açúcar – Guaíba Agropecuária, 2000, 203p.**

**Mellissa A. S. da Silva, Nori P. Griebeler & Lino C. Borges – Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático - Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.11, n.1, p.108–114, 2007 Campina Grande, PB, DEAg/UFCG – Protocolo 153.05 – 25/10/2005 • Aprovado em 12/09/2006**

**Ludovico M. T. F, Vieira D.B., Guimarães J.R. 1977 - A aplicação de vinhaça na lavoura de cana de açúcar e pratica na infiltração de vinhaça em canal de terra: alteração no teor de matéria orgânica e sais no solo e na água. - FAPESP. Processo No 95/2180-8**

**World population prospects- the 2004 revision – NY – UN Population –Division 2005-  
<http://www.un.org/esa/population/publications/WPP2004/2004.Highlights-finalrevised.pdf>**

**GDP, at current prices – US dollars – In United Nations Statistic Division, National Accounts Main Aggregates – Data base 2005  
<http://unstats.un.org/unsd/snaama/downloads/GDPcurrentUS-countries.xls>**

**Vieira D.B. – Fertiirrigação sistemática da cana-de-açúcar com vinhaça. Álcool e Açúcar. Bv6, n.28, p26-30,1986**

**Gloria N.A., Orlando Filho J. – Aplicação de vinhaça: um resumo e discussões sobre o que foi pesquisado. Álcool e Açúcar, v.4, n.15, p.22-31, 1984.**

**Copersucar – Aproveitamento da vinhaça, viabilidade técnico-econômica. Boletim técnico Copersucar, p.1-66, 1978**

**Furlani Neto et ali, 1985 – Formas de cultivo da cana-soca, associação à utilização agrícola da vinhaça como adubação mineral, STAB, v.3, n.6, p.46-52, 1985**

**Rodella et alii (SP), Bosanello & Vieira(RJ), Vasconcelos & Oliveira (AL/PE), Medeiros (PB/RN) –Cultura da cana de açúcar – Potassa Co.**

**Baez-Smith C. – Anaerobic Digestion of Vinasse for the Production of Methane in the Sugar Cane Distillery – Smith Baez Consulting Inc.Report, Fla, USA 2006.**

Orlando Filho J. - Sistemas de aplicação de vinhaça em cana de açúcar. *Álcool e Açúcar*, v.1, n.1, p.28-36, 1981

W.J.Freire e M.A.Aguiar, *`Efeito do tratamento com vinhaça concentrada sobre a estabilidade estrutural dos agregados de um solo areno-argiloso"*, XXII Cong. Bras. de Engenharia Agrícola, 5, 3088-3095, (1993).

Gemtos et alli, 1999 – Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático – *Rev bras.eng agricola ambiental* – vol 11, n.1, Campina Grande – Jan/Fev 2007.

Cortez, L. A. B.; Bajay, S. V.; Braunbeck, O. Uso de resíduos agrícolas para fins energéticos: o caso da palha de cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Energia*, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p. 66-81, jan./ jun. 1999.

**12. - Contactos con BID – CEPAL**

Fernando Cuevas – gerente CEPAL  
[fernando.cuevas@iadb.org](mailto:fernando.cuevas@iadb.org)

Juan Ángel del Valle Cuellar – CEPAL  
[juanva@contractual.iadb.org](mailto:juanva@contractual.iadb.org)

Débora Ley – CEPAL MEXICO  
[debora.ley@cepal.org](mailto:debora.ley@cepal.org)

Maria Fernanda Mariel – BID – Washington – 1 203623 2773 /  
202623 1953  
[fernandam@iadb.org](mailto:fernandam@iadb.org)

Arnaldo Vieira de Carvalho – BID – Washington –  
[arnaldov@iadb.org](mailto:arnaldov@iadb.org)

**ANEXO I**

**Normalización brasileña del uso de la vinaza  
en cuanto al medio ambiente**



**Compañía de Tecnología de Saneamiento Ambiental –  
CETESB – Norma Técnica P4.231 – Jan/2005  
Brasil**

**Anexo I – Ley brasileña acerca de los criterios e  
procedimientos para aplicación de vinaza en los suelos**

**DECISION DE LA DIRECTORIA, #5, DE 09 MARZO, 2005**

*Dispone acerca de la homologación de la Regla Técnica P4, 231 – Vinaza – Criterios y procedimientos acerca de la Aplicación en Suelo Agrícola – Ene/2005*

La Total Directoria de la CETESB - Compañía de Tecnología de Saneamiento Ambiental, en relación de todo que hay en el proceso No. E/052/05 y considerando el contenido en el Reporte a la Directoria no. 008/2005/E. que rige, Decide:

**Artículo 1º** - Homologar la Norma Técnica P4.231 - Vinaza - Criterios y Procedimientos para Aplicación en Suelo Agrícola – Ene./2005 – contenido en el Anexo Único que hace parte de esa Decisión de la Directoria.

**Artículo 2º** - Esa Decisión de la Directoria empieza vigorar en la fecha de su publicación.

**ANEXO ÚNICO AL QUE SE REFIERE EL ARTICULO 1º DE LA DECISION DE LA DIRECTORIA**

**Nº. 035/2005/E, DE 9-3-2005.**

**NORMA TÉCNICA CETESB - P4.231**

**(Versión Enero/2005)**

**Viñaza - Criterios y Procedimientos para la Aplicación en el Suelo Agrícola**

**Sumario:**

- 1. Objetivo**
- 2. Documentos Complementarios**
- 3. Definiciones**
- 4. Consideraciones Específicas**
- 5. Criterios y Procedimientos para el Almacenamiento, Transporte e Aplicación en el Suelo.**
- 6. Plano de Aplicación de Vinaza: Instrucciones**
- 7. Caracterización del Suelo**
- 8. Bibliografía**

**Objetivo**

Esa norma tiene como objetivo disponer acerca de los criterios y procedimientos para la aplicación de la vinaza, generada por la actividad azúcar-alcoholera en el procesamiento de la caña de azúcar, en suelos del Estado de Sao Paulo.

Documentos complementarios

En la aplicación de esa regla es necesario consultar:

**2.1. Legislación Federal**

Ley nº 4.771, de 15 de septiembre de 1965 - Código Forestal.

Portaría del Ministerio de Interior nº 158, de 03 de Noviembre de 1980 – Dispone acerca del lanzamiento de la vinaza en conductos hídricos y sobre los desechos de destilerías y ingenios de azúcar.

## DIAGNOSTICO DE LA PRODUCCION DE ETANOL POR MEDIO DE LA CANA DE AZUCAR

Portaría del Ministerio de Interior n° 124, de 20 de Agosto de 1980 – Normas (reglas) para la localización y construcción de instalaciones que almacenan sustancia que puedan ocasionar polución hídrica.

Portaría del Ministerio del Interior n° 323, de 29 de Noviembre de 1978 – Prohíbe el lanzamiento de vinaza en conductos de agua.

Resolución del CNRH n° 15, de 01 de Junio de 2001- Directrices para la gestión integrada de las aguas superficiales, subterráneas y meteóricas.

Portaría del Ministerio de la Salud n° 518/04, de 25 de Marzo de 2004 – Establece procedimientos y responsabilidades relativas al control y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano y su padrón de potabilidad, y provee otras providencias.

### 2.2. Legislación Estadual

Constitución del Estado de Sao Paulo de 05 de Octubre de 1989 (Dispositivos constitucionales de interés para la área ambiental).

Ley n° 997, de 31 de Mayo de 1976 – Dispone acerca del control de polución del medio ambiente. Ley n° 7.641, de 19 de Diciembre de 1991 - Dispone acerca de la protección ambiental de las cuencas de los Ríos Pardo, Mogi-Guaçú y Grande Intermedio y establece criterios para el uso y ocupación del suelo.

Ley n° 6.134, de 02 de Junio de 1988 – Dispone acerca de la preservación de los depósitos naturales de aguas subterráneas.

Ley n° 6.171, de 04 de Julio de 1988 - Dispone acerca del uso, conservación y preservación del suelo agrícola.

Decreto n° 8.468, de 08 de Septiembre de 1976 - Aprobó el reglamento de la Ley n° 997 de 31 de Mayo de 1976 - Control de la polución de las aguas, aire, desechos padrones, exigencias, licenciamiento, penalidades.

Decreto n° 32.955, de 07 de Junio de 1991- Regla la Ley n° 6.134, de 02 Junio de 1988 que dispone acerca de la preservación de los depósitos naturales de aguas subterráneas.

Decreto n° 41.719, de 16 de Abril de 1997 - Regla la Ley n° 6.171, de 04 de Julio de 1988 que dispone acerca del uso, conservación y preservación del suelo agrícola.

Decisión de la Directoría de la CETESB n° 023/00/C/E, de 15 de Junio de 2000 - Aproba la implantación de procedimiento para la acción en áreas contaminadas, teniendo como base el documento llamado "Procedimientos para el Gerenciamiento de las Áreas Contaminadas".

Decisión de la Directoría de CETESB n° 014/01/E, de 26 de Julio de 2001 - Aprobó el Reporte acerca del Establecimiento de Valores Orientadores para Suelos y Aguas

Subterráneas en lo Estado de Sao Paulo y la aplicación de los valores orientadores pela CETESB.

### 2.3. Normas (Reglas) Técnicas

#### 2.3.1. ABNT- Asociación Brasileña de Normas Técnicas:

NBR 7229 - Proyecto, construcción y operación de sistemas de tanques sépticos.

NBR 13969 - Tanques Sépticos / unidad de tratamiento complementario y disposición final de desechos líquidos - Proyecto, construcción y Operación.

NBR 13.895 - Construcción de pozos de monitoreo y muestreo / Procedimiento.

#### 2.3.2. CETESB:

O6.010: - Construcción de Pozos de Monitoreo de acuífero freático: Procedimiento.

Guía de Conducción y Preservación de Muestras de Agua.

#### Definiciones

Para efecto de esa norma (regla) fueron adoptadas las siguientes definiciones:

## DIAGNOSTICO DE LA PRODUCCION DE ETANOL POR MEDIO DE LA CANA DE AZUCAR

Vinaza: líquido derivado de la destilación del vino, que es resuelto de la fermentación del jugo de caña de azúcar o melaza.

Suelo: material que ocurre partiendo de la superficie del terreno, constituido por horizontes generados por la alteración del material original (roca, sedimento o otro suelo) por acción del intemperismo. Son partes que integran el suelo las partículas minerales, el aire, el agua intersticial de las zonas no saturadas y saturadas, la fracción orgánica y la biota.

Suelo agrícola: superficie de tierra utilizada para la explotación agro-forestal-pastura.

Acuífero: toda la formación geológica que almacena y transmite agua subterránea natural o artificialmente colectada.

Aguas subterráneas: aguas que ocurren natural o artificialmente en el subsuelo, de forma susceptible de extracción y utilización por lo hombre (Decreto Estadual nº 32.955, de 7 de Junio de 1991); o las aguas que ocurren naturalmente o artificialmente en el subsuelo (Resolución CNRH nº 15, de 1º de Junio de 2001).

Nivel de agua: altura en determinado tiempo y local, de la superficie freática o Potenciométrica de un acuífero.

Superficie potenciométrica libre o manto freático: superficie superior de la zona saturada, en la cual la presión es igual a la presión atmosférica.

### Consideraciones Específicas

Para efecto de elaboración y cumplimiento de esa norma, considerase:

La necesidad de establecer normas para el almacenamiento transporte y disposición en lo suelo de la vinaza generada en el procesamiento de la caña de azúcar en lo Estado de Sao Paulo para evitar que ocurra polución.

La aplicación de vinaza en lo suelo no se constituye en actividad pasible de licenciamiento en ámbito de la CETESB en los términos del Artículo 57 del Reglamento de la Ley 997, de 31 de Mayo de 1976, aprobado por el Decreto 8.468, de 08 de Septiembre de 1976.

Las portarías del extinto Ministerio del Interior nº 323, de 29 de Noviembre de 1978 y nº 158 de 03 Noviembre de 1980 que prohíben el lanzamiento directo o indirecto de la vinaza en cualquier colección hídrica y nº 124, de 30 de Agosto de 1980 que dispone acerca del almacenamiento de sustancias capaces de causar polución hídrica.

El establecido en lo artículo 193 de la Constitución del Estado de Sao Paulo, que determina a necesidad de se adoptar mensuraciones, en distintas áreas de atracción de la acción pública o junto al sector privado, para mantener y promocionar el equilibrio ecológico y la mejora de calidad ambiental, prevenido la degradación en todas sus formas y impidiendo o disminuyendo impactos ambientales negativos.

El artículo 3º del Reglamento de la Ley Estadual nº 997, de 31 de Mayo 1976, aprobado por el Decreto nº 8468, de 08 de Septiembre de 1976, que considera polución toda y cualquier forma de materia o energía lanzada o liberada en las aguas, en lo aire o en el suelo, con intensidad, en cantidad y concentración, en desacuerdo con los padrones de emisión establecidos en ese Reglamento o normas anteriores de el artículo 17 del Reglamento de la Ley Estadual nº 997, de 31 de Mayo, 1976, aprobado por el Decreto nº 8468, de 08 de Septiembre de 1976, que establece que los desechos de cualquier naturaleza solamente podrán ser lanzados en las aguas interiores o costaneras, superficiales o subterráneas, ubicadas en el territorio del Estado, desde que no sean consideradas de polución.

El dispuesto en la Ley Estadual nº 6.134, de 02 de Junio de 1988, que dispone acerca de la preservación de los depósitos naturales de aguas subterráneas del Estado.

La Ley Estadual nº 6.171, de 04 de Julio de 1988, regla por el Decreto nº 41.719, de 16 de Abril de 1997, que dispone acerca del uso, conservación y preservación del suelo agrícola.

## DIAGNOSTICO DE LA PRODUCCION DE ETANOL POR MEDIO DE LA CANA DE AZUCAR

La Ley Estadual nº 7.641, de 19 de Diciembre de 1991, que dispone acerca de la protección ambiental de las cuencas de los Ríos Pardo, Mogi Guaçu y Grande Intermedio, estableciendo criterios para el uso y ocupación del suelo.

### **Criterios y Procedimientos para el Almacenamiento, Transporte y Aplicación en el suelo.**

**5.1.** El área por ser utilizada para la aplicación de la viñaza en lo suelo deberá atender las siguientes condiciones:

**5.1.1.** No estar contenida en el dominio de las Áreas de Preservación Permanente - APP o de reservación legal, definidas en el Código Forestal - Ley Federal nº 4.771, de 15 de Septiembre de 1965, modificada por la Ley Federal nº 7.803, de Julio de 1989, ni en los límites de la zona de amortiguamiento definidos para las unidades de conservación de protección integral.

**5.1.2.** Cuando la área ubicarse en el dominio de la Área de Protección Ambiental - APA, la aplicación de vinaza no podrá estar en desacuerdo con sus reglamentos.

**5.1.3.** Cuando ubicarse en el dominio de la APA estadual no reglamentada, la aplicación de vinaza deberá ser aprobada por su órgano gestor.

**5.1.4.** No estar contenida en el dominio de área de protección de pozos.

**5.1.5.** Estar alejada, en lo mínimo, 15 (quince) metros de la área de dominio de los ferrocarriles y carreteras federales o estatales.

**5.1.6.** Estar alejada, en lo mínimo, 1.000 (uno mil) metros de los centros poblacionales dentro de la área de contorno urbano. Esa distancia de alejamiento podrá, por criterio de la CETESB, tener su área ampliada cuando las condiciones ambientales, incluyendo las climáticas, se requieren esa ampliación.

**5.1.7.** Este alejadas, en lo mínimo, 50 (cincuenta) metros de las Áreas de Protección Permanente – APP, y con protección por terrazas de seguridad

**5.1.8.** La profundidad del nivel de agua del acuífero libre, en el momento de la aplicación de la viñaza, debe de ser, en mínimo, de 1,50m (un metro y cincuenta centímetros de acuerdo con la Norma NBR 7229 - Proyecto, Construcción y Operación de Sistemas de Tanques Sépticos (aguas negras), de la ABNT – Asociación Brasileña de Normas Técnicas

**5.1.9.** En casos de áreas con pendientes superiores al 15%, deberán de ser adoptadas medidas de seguridad adecuadas a la preservación de erosión.

**5.1.10.** En las áreas con declividad superior al 15%, además de las prácticas de conservación, deberá de ser efectuadas una escarificación en el suelo. Si, después de la escarificación, la dosis de aplicación de vinaza sea superior a la capacidad de infiltración de lo suelo, la aplicación debe de ser parcelada.

**5.2.** Deberá de ser inmediatamente interrumpida la práctica de almacenamiento y/o la disposición de vinaza o lodo en las áreas de sacrificio, eliminándose las que todavía estén utilizadas en las unidades productoras, y cualquier aplicación en suelo agrícola estará bajo observación de esa Norma.

**5.2.1.** Esas áreas deberán de ser evaluadas por el responsable cuanto a una posible contaminación del suelo y de la aguas subterráneas, de acuerdo con los procedimientos establecidos en la Decisión de Directoria de la CETESB no.023/00/C/E, de 15/06/2000. Los resultados analíticos deberán de ser comparados con los valores orientadores establecidos en la Decisión de Directoria de la CETESB nº 014/01/E, de 26/07/2001 y con los estándares de potabilidad establecidos en la Portaria del Ministerio de la Salud nº 518/04, de 25/03/2004.

**5.3.** Los tanques de almacenamiento de vinaza deberán ser instalados en áreas que sean de acuerdo al lo establecido en el ítem 5.1 de esa Norma y deberán de ser impermeabilizados con geo-membrana impermeabilizante o otra técnica de igual o

## DIAGNOSTICO DE LA PRODUCCION DE ETANOL POR MEDIO DE LA CANA DE AZUCAR

superior efecto. Los plazos para impermeabilización en los tanques de almacenamiento ya instalados serán fijados en reglamento específico.

**5.4** Deberán de ser instalados en las áreas de los tanques, una cantidad mínima de 04 (cuatro) pozos de monitoreo, sendo 01 (uno) a monta de la represa y 03 (tres) debajo de la represa, ubicados de acuerdo con el mapa potenciométrico y construidos de acuerdo a las Normas NBR 13.895 – Construcción de Pozos de Monitoreo y Muestreo de la ABNT.

**5.4.1** La agua colectada en los pozos de monitoreo, deberán de ser determinados los siguientes parámetros, debiendo los mismos atender los estándares de la legislación actual.: pH; dureza; sulfato; manganeso; aluminio; yerro; nitrógeno nitrato; nitrógeno nitrito; nitrógeno amoniacal; nitrógeno Kjeldhal total; potasio; calcio; clorato; sólidos disueltos totales; conductividad eléctrica y fenoles.

Observaciones:

a) La frecuencia del muestreo para análisis deberá de ser cada seis meses.

b) Las metodologías de análisis, para los parámetros marcados arriba, son aquellos contenidos en Normas y/o procedimientos consagrados para tal, en sus versiones vigentes.

c) Los resultados analíticos deberán de ser comparados con los valores de orientación establecidos en la Decisión de Directoria de la CETESB nº 014/01/E, de 26/07/2001 y con los estándares de potabilidad establecidos en la Portaria del Ministerio de la Salud nº 518/04, de 25/03/2004.

**5.4.2.** La instalación de pozos de monitoreo podrá ser dispensada si hubieren implantados drenajes testigo.

**5.5.** Los canales maestros o primarios de uso permanente para la distribución de la vinaza durante el período de zafra deberán de ser impermeabilizados con geomembrana impermeabilizante u otra técnica de igual o superior efecto. Los plazos para impermeabilización de los canales maestros o primarios ya implantados serán fijados en reglamento específico.

**5.6.** Al término de cada zafra, deberá ser promovida la limpieza de la vinaza en los tanques y en los canales maestros, y la viñaza remanente deberá de ser neutralizada.

**5.6.1.** La vinaza remanente en los tanques y canales maestros o primarios deberá de ser aplicada, de acuerdo con los procedimientos establecidos para los canales maestros o primarios deberá de ser aplicada, de acuerdo con los procedimientos establecidos en esa, en suelos agrícolas para uso de la cultura de la caña de azúcar.

**5.7.** Todos los anos deberá de ser realizado o actualizado el "Plan de Aplicación de Vinaza", lo cual deberá de ser elaborado de acuerdo con las instrucciones contenidas en lo ítem 6 y firmado por un profesional con habilitación junto al CREA – Consejo Regional de Ingeniería, Arquitectura y Agronomía, que deberá pagar la ART (Anotación de responsabilidad técnica) específica.

**5.7.1.** Hasta la fecha de 2 (dos) de Abril de cada ano, lo emprendimiento deberá enviar a la CETESB el Plan de Aplicación de Vinaza, observadas las instrucciones contenidas en el ítem 6 de esa Norma.

**5.7.2** El Plan de Aplicación de Vinaza deberá de ser utilizado por la CETESB para fines de acompañamiento y fiscalización.

**5.8. La dosis para la aplicación de vinaza para mejoramiento del suelo agrícola, deberá de ser calculada, considerando la profundidad y la fertilidad del suelo, la concentración de potasio en la viñaza y en la extracción intermedia de ese elemento por la cultura, de acuerdo con formula en lo ítem 6 de esa Norma.**

**5.8.1. La concentración máxima de potasio en lo suelo no podrá exceder al 5% de Capacidad de Cambio Cationica - CTC. Cuando ese límite sea llegado, la aplicación de vinaza será limitada a la reposición de ese nutriente en función**

de la extracción intermedia hecha por la cultura, que es de 186Kg de K<sub>2</sub>O por hectárea por corte.

**5.8.2.** En los casos donde hubiere necesidad de expansión en la área de aplicación de vinaza, para atender el dispuesto en ese artículo, el Plan de Aplicación de Vinaza deberá de ser actualizado y re presentado a la CETESB.

**5.9.** La caracterización, para fines de fertilidad del suelo agrícola, de las áreas que recibirán la aplicación de viñaza, deberá ser realizada antes del inicio de la zafra y de acuerdo con los procedimientos descriptos en el ítem 7 de esa Norma.

**5.10.** A partir de la primera zafra, después de la publicación de esa Norma, las agroindustrias del sector de azúcar y alcohol en lo Estado de Sao Paulo deberán por medio de sus entidades representativas y con participación de las entidades de investigación científicas promocionar estudios para evaluación de la calidad de las aguas subterráneas en las áreas de aplicación de la viñaza y que deberán ser indicada por la CETESB

**5.10.1.** La indicación de las áreas de evaluación, las instalaciones de pozos de monitoreo, los métodos de muestreo serán establecidos, observando las normas técnicas respectivas:

Norma Técnica da ABNT, NBR 13895 - Construcción de pozos de monitoreo y muestreo / Procedimiento.

Norma Técnica CETESB O6.010 – Construcción de Pozos de Monitoreo de acuífero freático: Procedimiento.

Guión de Colección y Preservación de Muestras de Agua. CETESB.

**5.10.2.** Los resultados analíticos deberán de ser comparados con los valores de orientación establecidos en la Decisión de Directoría de la CETESB n° 014/01/E, de 26/07/2001 y con los estándares de potabilidad establecidos en la Portaria Del Ministerio de la Salud n° 518/04, de 25/03/2004.

**5.11.** Si ocurrir alteraciones perjudiciales al suelo agrícola, deberá de ser interrumpida la aplicación de vinaza y la CETESB deberá comunicar a la Coordinación de Defensa Agropecuaria, de la Secretaria de Agricultura y Abastecimiento, de acuerdo con la Ley Estadual n° 6.171, de 04 de julio de 1988, sin perjuicio de sus atribuciones legales.

**5.12.** Si ocurrir la contaminación de lo manto freático, deberá de ser interrumpida la aplicación de viñaza y la CETESB deberá de comunicar a la Vigilancia Sanitaria, si existen pozos de provisión en la área, en atención a la Ley Estadual n° 6.171, de 04 de Julio de 1988, sin perjuicio de sus atribuciones legales.

## **6. Plan de Aplicación de la Vinaza: Instrucciones**

El Plan de Aplicación de Vinaza en lo suelo será constituido de memorial descriptivo de la practica de aplicación pretensa, acompañado de mapa en la escala de 1:20.000, o superior, conteniendo las tajas indicativas de dosis por aplicar, en m<sup>3</sup>/ha, diferenciadas en colores, con intervalos de aplicación en cada 150m<sup>3</sup>.

Esa planta o relación complementaria deberá también, por lo mínimo, indicar:

La ubicación de los tanques de almacenamiento y de los canales maestros o primarios de uso permanente de distribución; ubicación de los cursos de agua; pozos utilizados para provisión; datos de geología y hidrogeología local; resultados analíticos de los suelos; las áreas de interés ambiental, y la forma y dosis de aplicación de vinaza.

### **6.1 Caracterización de la viñaza por ser utilizada en las aplicaciones en lo suelo.**

#### **6.1.1 Caracterización:**

La vinaza deberá ser caracterizada cuanto a los siguientes parámetros: pH; desecho no filtrable total; dureza; conductividad eléctrica; nitrógeno nitrato;

nitrógeno nitrito; nitrógeno amoniacal; nitrógeno Kjeldhal total; sódium; calcio;

## DIAGNOSTICO DE LA PRODUCCION DE ETANOL POR MEDIO DE LA CANA DE AZUCAR

potásio; magnésio; sulfato; fosfato total; DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) y DQO (Demanda Química de Oxigênio).

Observacion: Los otros parámetros podran ser solicitados al critério de la CETESB.

Esa caracterizacion debera ser resultado de, por lo mínimo, dos muestreos realizados en lo sitio de generacion de la viñaza, durante la zafra anterior con la presentacion del plan de aplicación.

### 6.1.2 Determinacion del contenido de K<sub>2</sub>O en vinaza:

Todas las semanas será determinado el contenido de K<sub>2</sub>O en la vinaza, expresado en kg/m<sup>3</sup>.

Esa determinacion determinara la dosis de vinaza por aplicar en lo suelo.

### 6.1.3 Dosis:

La dosis máxima de vinza por aplicar en lo tratamiento de suelos agricolas em la cultura de cana de azucar debera ser determinada por la ecuacion:

$$\text{m}^3 \text{ de vinaza/ha} = [(0,05 \times \text{CTC} - \text{ks}) \times 3744 + 185] / \text{kvi}$$

donde:

0,05 = 5% de la CCC

CTC = Capacidad de Cambio Cationico, expresa en cmolc /dm<sup>3</sup> con pH 7,0, provida por la analisis de fertilidad de suelo hecha en laboratorio de analisis de suelo y utilizando la metodologia del Instituto Agronômico de Campinas con la aprobaci3n firmada por lo tecnico responsable.

ks = concentracion de potasio em lo suelo, expreso en cmolc /dm<sup>3</sup> , a la profundidad de 0,80 metros, provida por la analisis de fertilidad de suelo hecha por laboratorio de analisis de suelo utilizando la metodologia de Analisis de Suelo del Instituto Agronômico de Campinas, firmada por su responsable tecnico.

3744 = constante para transformacion de los resultados de la analisis de fertilidad, expresos en cmolc/dm<sup>3</sup> o meq /100cm<sup>3</sup> , para kg de potasio en uno volumen de una hectárea por 0,80 metros de profundidad.

185 = kg de K<sub>2</sub>O extraído por la cultura por hectarea, por corte.

kvi = concentracion de potasio na viñaza, expresa em kg de K<sub>2</sub>O /m<sup>3</sup>, presentada en reporte de resultado analítico, firmado por el técnico responsable.

## 7. Caracterizacion de lo Suelo

### 7.1 Caracterizacion de la calidad del suelo que recibirá la aplicaion de la vinza.

#### 7.1.1 Muestreo de suelo:

Será utilizada una muestra compuesta, de cuatro sub-muestras, colectadas en area homogênea de, en lo máximo, 100 (cien) hectareas. Las sub-muestras deberan de ser colectadas, una en lo centro de un círculo con radio de 10 metros y las otras tres siguiendo el perímetro, con distancia de cerca de 120 grados una de la otra. Ese muestreo debera estar geo-referenciado con sus coordenadas.

Las muestras deberan de ser colectadas con trado, de manera continúa, hasta la profundidad de 0,80 metros. El suelo debera de ser colocado en uno contenedor limpio,especifico para esa finalidad. Después de la colecta de la cuatro sub-muestras hacer la homogenización y sacar una muestra de 500 gramos, que seran encaminadas para analisis en laboratorio integrado al Sistema del Instituto Agronomico de Campinas de analisis de suelo.

#### 7.1.2 Caracterizacion de la calidad de suelo:

## DIAGNOSTICO DE LA PRODUCCION DE ETANOL POR MEDIO DE LA CANA DE AZUCAR

Deberan de ser determinadas las muestras compuestas , de acuerdo con lo descripto arriba, los siguientes parámetros:

Al - alumínio total;  
Ca - cálcio ;  
Mg - magnésio;  
SO<sub>4</sub>- sulfato;  
Hidrogeno dissociable;  
K - potásio;  
Matéria organica  
CTC - capacidade de cambio ionico;  
pH - potencial hidrogenionico;  
V% - saturacion de bases.

### 8. Bibliografía

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Microbiological examination, In: \_\_\_\_\_. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20th Washington : APHA: AWWA: WEF, 1998.
- BOHN, H.; O'CONNOR, G. Soil Chemistry. A Wiley - Interscience Publication. John Wiley Sons. Toronto. 1979.
- CAMARGO, O.A.; VALADARES J.M.S., GERALDI, R.N. Características físicas e químicas de solo que recebeu vinhaça por longo tempo. Boletim técnico do IAC, n.76, p.1-30. 1983.
- COMISSÃO DE SOLOS. Levantamento de solos do Estado de São Paulo. Boletim 12. Embrapa. Rio de Janeiro . 1960.
- DYNIA, J.F. Nitrate retention and leaching in variable change soils of a watershed in São Paulo State , Brazil . Embrapa Meio Ambiente, Commun. Soil SCI, Plant Anal, 31(5&6), p. 777-791.2000.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Mapa de Solos do Brasil. Rio de Janeiro. Ministério da Agricultura. 1981.
- KLAR, A. E. A água no sistema solo - planta- atmosfera. Ed. Nobel. São Paulo. 1988.
- KOFLER, N.E. A profundidade do sistema radicular e o suprimento de água das plantas no cerrado. Piracicaba. POTAFOS, Info rmação agronômica, 33.1986.
- MORELLI, J.L; NELLI. E.J.; DEMATTE. J.L.I.; DALBEN, A.E. Efeito do gesso e do calcário nas propriedades químicas de solos arenosos álicos e na produção de cana-de-açúcar. STAB - Açúcar e Álcool e Subprodutos, v.6, p. 24-31, 1987.
- MORELLI, J.L; DALBEN,A.E.; ALMEIDA, J.O.C; DEMATTE, J.L.I. Calcário e gesso na produtividade da canade- açúcar e nas características químicas de um latossolo de textura média álicos. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.6, p. 187-194, 1992.
- ORLANDO FILHO, J.; ROSSETOR, R.; GERALDI, R.N. Adubação potássica em cana-de-açúcar: II Análise química do solo e diagnose folia. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 5., Águas de São Pedro, 1993. Anais, Piracicaba: Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil, p. 50-54. 1994.
- ORLANDO FILHO, J.; BITTENCOURT, V.C DE; CARMELLO, Q.A.C.; BEAUCLAIR, E.G. Relações K, Ca, Mg de solo areia quartzosa e produtividade da cana-de-açúcar. STAB - Açúcar e Álcool e Subprodutos, vol. 14; p.13 -17; 199.
- ORLANDO FILHO, J. BITTENCOURT, V.C DE, ALVES, M.C. Aplicação de vinhaça em solo arenoso do Brasil e poluição do lençol freático com nitrogênio. STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos, v. 13, n.6, p.14-16, 1995.
- PENATTI, C.P. Doses de vinhaça versus doses de nitrogênio em cana-soca durante quatro safras. Relatório Interno Copersucar, Usina São Luiz S.A. 1999.
- PENATTI, C.P. E FORTI, J.A. Doses de vinhaça versus doses de nitrogênio em cana-soca In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 7., Piracicaba, 1997. Anais. Piracicaba: Centro de Tecnologia Copersucar, p. 328-339.1997.
- PRIMAVESI, O.; KORNDORFER, G.H.; DEUBER, R. Extração de minerais por colmos de cinco variedades de cana-de-açúcar em três solos In; REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 10., Piracicaba, 1992. Anais, Piracicaba, p. 338-339. 1992.
- RAIJ, B. Van. Gesso agrícola na melhoria do ambiente radícula no sub solo. São Paulo, Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas - ANDA, São Paulo, 1988, 88p.
- REICHARDT, K. Processos de tranferência no sistema solo - planta - atmofera. Fundação Cargill. 1985. 44 p.
- RITCHEY, K. D.; SILVA, J. E.; SOUZA, D.M.G. Relação entre teor de cálcio no solo e desenvolvimento de raízes avaliado por um método biológico. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 7: 269 - 275, 1983.



## **DIAGNOSTICO DE LA PRODUCCION DE ETANOL POR MEDIO DE LA CANA DE AZUCAR**

RITCHEY, K.D.; SOUZA, D.M.G.; LOBATO, E. C. Calcium leaching to increase rootingdepth in Brazilian savannah Oxisol.. Agron.J. 72 :40-44. 1980.

SOUZA, D.M.G. e RITCKEY, K.D. Correção de acidez subsuperficial: uso de gesso no solo de cerrado. In: SIMPÓSIO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, Campinas, Fundação Cargill, p. 91-113. 198 6.

SPOSITO, G. Electrochemistry of colloidal particles and its relationship with the mineralogy of highly weathered soils. Scientia Agricola. V. 58. 2001.

TISDALE, S.; NELSON, W.; BEATON, J. Soil Fertility and Fertilizers. Macmillan Publishing Company. N.Y. 1985.

UEHARA, G. e GILLMAN, G. The mineralogy, chemistry and physycs of tropical soils with variable charge clays. Westview Press, Colorado. 1981.

### **Atentamente**

**GUILHERME ROSSI MACHADO JUNIOR**

**INFORME FINAL PRELIMINAR.**

[rossisugar@yahoo.com.br](mailto:rossisugar@yahoo.com.br)