

# CARTA INFORMATIVA



AÑO 12 | N° 2 | julio-Diciembre 2010

ISSN 13902962

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR DEL ECUADOR**

Una división de la Fundación para la Investigación Azucarera del Ecuador (FIADE)



## **EN ESTE NÚMERO...**

Presencia de corcho en algunas variedades de caña de azúcar y su influencia en el peso y contenido de sacarosa

Perspectivas del Bioetanol como combustible en Ecuador

## COMITÉ EDITORIAL

Raúl O. Castillo  
Jorge Mendoza  
Edison Silva  
Bolívar Aucatoma  
Mónica Salazar  
Esthela Vásquez

---

### DIRECCIÓN

CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA  
CAÑA DE AZÚCAR DEL ECUADOR (CINCAE)  
Estación Experimental:  
Km. 49.6 Vía Durán - El Triunfo  
Dirección Postal:  
Av. Constitución # 100 y Av. Joaquín Orrantía,  
Edificio Executive Center (Mezzanine)  
Guayaquil - Ecuador  
Celular.: 593 8 516 4222  
email: cincae@cincae.org  
www.cincae.com

CINCAE está certificado  
por el Sistema de Gestión  
de la Calidad ISO 9001:2008,  
Certificado # EC 121039

# CONTENIDO

**1** | Editorial

**2** | Presencia de corcho  
en algunas variedades de caña  
de azúcar y su influencia  
en el peso y contenido  
de sacarosa

**6** | Perspectivas del Bioetanol  
como combustible en Ecuador

**13** | Actividades





## EDITORIAL

**E**n esta Carta Informativa, se presentan dos temas importantes para la industria azucarera. El primero trata la presencia de una formación blanco-algodonosa en el parénquima con células muertas denominado corcho observada en algunas variedades comerciales de caña de azúcar que se cultivan en la zona azucarera de la costa ecuatoriana. Este es un carácter varietal, ligado generalmente a la floración y que puede expresarse con mayor severidad bajo ciertas condiciones ambientales. Desde el año 2007 se han hecho varias observaciones y en 2010 se hizo más evidente esta anomalía, especialmente en la variedad CC85-92, seguida de la CR74-250, EC-02, Ragnar y ECU-01, sin que estuviese relacionada directamente con la floración. Como resultado de estas observaciones se determinó que la presencia del corcho incide directamente en el peso y el contenido de jugo de los tallos. La mayor incidencia de corcho se observó en caña planta, excepto en la variedad ECU-01.

En otro artículo se hace un análisis sobre las perspectivas de usos y producción del bioetanol, como uno de los componentes

del grupo de biocombustibles. Actualmente existe un especial interés en el bioetanol como consecuencia de los incrementos del precio del petróleo y el compromiso de reducir la emisión de gases de efecto invernadero. El sector de transporte público es el que mayormente necesita de alternativas de sustitución del combustible fósil; este sector consume el 30% de la energía global y el 98% es suplido por combustibles fósiles. El bioetanol, puede ser obtenido a partir de sacarosa y lignocelulosa que se encuentran en materias primas fácilmente disponibles y accesibles en nuestro país, tales como caña de azúcar y residuos agroindustriales (bagazo, melaza, desechos madereros, tamo de arroz, etc.).

Finalmente, es muy grato informar que CINCAE ha logrado su tercera recertificación con el sistema de calidad ISO 9001:2008. Con ello esperamos seguir adelante con nuestro proceso de mejora continua, para obtener las variedades y tecnologías que requieren nuestros clientes y la industria azucarera ecuatoriana.

Raúl O. Castillo, Ph. D.  
DIRECTOR GENERAL



# Presencia de corcho en algunas variedades de caña de azúcar y su influencia en el peso y contenido de sacarosa

Jorge Mendoza<sup>1</sup>, Edison Silva<sup>2</sup>, Alfonso Ayora<sup>3</sup>

## INTRODUCCIÓN

Al observar el tallo en forma transversal - de afuera hacia adentro – se distingue la epidermis, la corteza y el parénquima. En este último se distribuyen los haces vasculares. Ocasionalmente, y en ciertas condiciones de desarrollo, se observa la formación de corcho o médula en la región central del tallo (Figura 1). Los haces fibrovasculares del xilema y del floema se encuentran rodeados de un alto número de células que constituyen la fibra. Los haces vasculares son pocos y de gran tamaño en la parte central del tallo; mientras que, en la periferia son abundantes y de menor tamaño. En el tallo la mayor concentración de azúcares ocurre de la corteza hacia el centro, siendo mayor en el intermedio entre estas dos partes (Fernández y Benda, 1985, citado por Amaya, et al., 1995). La mayoría de los fitomejoradores consideran el corcho y el tubo (hueco central del tallo) como uno de los principales criterios para eliminar clones en los estados iniciales de selección. Este carácter está ligado directamente con pérdida de peso, menor cantidad de

jugo, baja producción de sacarosa, mayor rapidez en el deterioro de la caña cortada y problemas en la molienda (Gravois, Milligan and Martín, 1990); relacionándose con la resistencia al barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*), (White et al., 2006).

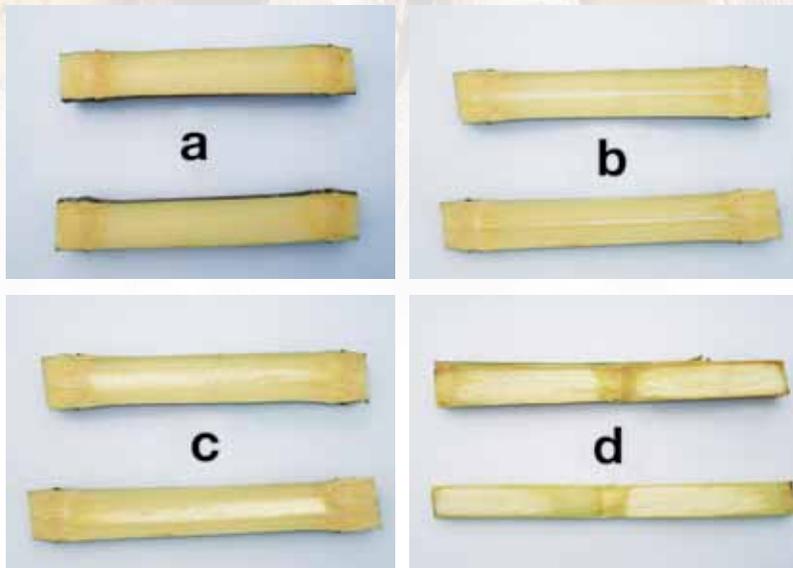
El corcho está compuesto de células muertas del parénquima, blancas o algodonosas, encontradas en el tallo y está usualmente asociado con baja producción de azúcar y problemas en la molienda. Algunos mejoradores de caña de azúcar concuerdan que la incidencia del corcho tiene influencia genética y ambiental. Dutt and Rao (1950) reportaron que el cruzamiento de progenitores con corcho siempre produjo

un alto porcentaje de plántulas con corcho; mientras que, al usar algún progenitor sin corcho disminuía el porcentaje de plántulas corchosas. La floración es otro factor fisiológico que tiende a incrementar el desarrollo de corcho en caña de azúcar. Imran (1986), reportó una correlación positiva entre corcho y porcentaje de floración, indicando una tendencia de los cultivares de floración temprana a tener niveles más altos de corcho. Por su parte, Lakshmikantham (1946), también manifiesta que las cañas socas presentaban mayor incidencia de corcho que las cañas plantas. El estrés hídrico y el incremento de la fertilización nitrogenada tienden a aumentar el desarrollo del corcho; mientras



Figura 1. Corcho en la zona basal del tallo de caña de azúcar.

1/Entomólogo, 2/Fitomejorador de CINCAE, 3/Responsable Sección Fitosanitaria del Ingenio San Carlos.



**Figura 2.** (a) Sin corcho. (b) Del 1 al 25 % de corcho. (c) Entre 26 a 50 % de zona corchosa. (d) Más de 50 % de corcho.

que, el incremento de fósforo tiende a disminuirlo.

Siendo el corcho un carácter ligado a la variedad y a ciertas condiciones ambientales, surgió el interés de conocer la expresión de este carácter en algunas variedades que actualmente se cultivan en los ingenios azucareros de la costa ecuatoriana.

## MATERIALES Y METODOS

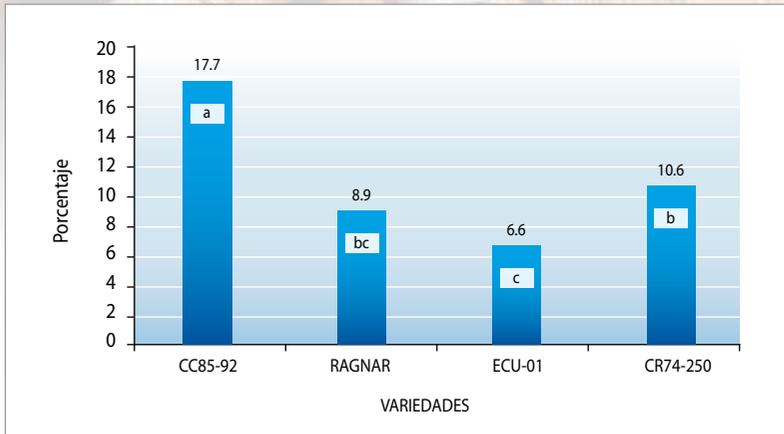
Desde el año 2007 se ha venido haciendo observaciones y evaluaciones para estimar la presencia de corcho en variedades comerciales de caña de azúcar; y, en el 2010 se establecieron dos metodologías para hacer una estimación de este carácter en estas variedades. La primera metodología consistió en usar una escala con cuatro niveles (Figura 2 a, b, c y d), en función del porcentaje del tallo con masa corchosa, así: a) sin corcho; b) de 1 a

25 % de corcho; c) de 26 a 50 % de corcho; y, d) más de 50 % de corcho. Esta escala se estableció para las evaluaciones de campo que se efectuaron al momento de la cosecha en el Ingenio San Carlos. En el campo se evaluaron 193 lotes o canteros, de los cuales 114 correspondieron a la variedad CC85-92; 26 a RAGNAR, 21 a ECU-01, 23 a CR74-250, 5 a ECSP98-149 y 3 a SP79-2233. Además, se clasificaron entre caña planta y caña soca. Esto permitió hacer un análisis estadístico entre las cuatro variedades comerciales, en caña planta y caña soca, utilizándose como un experimento factorial 4 x 2, en un Diseño Completamente al Azar, con repeticiones desiguales. En cada lote o cantero se tomaron 100 tallos al azar (10 tallos por sitio), se partieron longitudinalmente, se contaron los entrenudos totales y se clasificaron de acuerdo a la escala anterior. Con estos datos

se procedió a calcular la media ponderada para cada lote o variedad. La otra metodología consistió en tomar una muestra de 20 tallos no florecidos de las variedades CC85-92, EC-02 y RAGNAR. Para cada tallo se determinó el peso (kg), largo (cm) y diámetro (cm) en el entrenudo de la parte media. A su vez, de cada tallo se tomó una porción central de tres entrenudos completos registrándose los mismos datos, con lo cual se calculó la densidad del tallo y se estimó el porcentaje del área corchosa. Posteriormente se desfibraron los tallos y se tomó una muestra de igual volumen (4050 cc) de cada variedad para determinar el peso, fibra y volumen de jugo. Los resultados de estos estudios que se detallan en este resumen podría considerarse como preliminares o exploratorios.

## RESULTADOS

El mayor porcentaje de corcho se presentó en la variedad CC85-92, con un promedio ponderado de 17.7 %, siendo estadísticamente diferente a las demás variedades. En segundo lugar se ubicó la variedad CR74-250, con 10.6 %, aunque estadísticamente igual a Ragnar, con 8.9 %. La variedad que presentó menos corcho fue ECU-01, con 6.6 %, aunque estadísticamente igual a Ragnar (Figuras 3 y 4). La variedad SP79-2233 y el clon ECSP98-149 no se incluyeron en el análisis estadístico por cuanto fueron pocos lotes evaluados; sin embargo, la media ponderada para estos materiales fue 6.1 y 5.6 % de corcho,



**Figura 3.** Promedio ponderado del porcentaje de corcho observado en cuatro variedades de caña de azúcar. Ingenio San Carlos, 2010.



**Figura 4.** Incidencia de corcho en tres variedades de caña de azúcar.

respectivamente. En cuanto al tipo de cultivo, se presentó una diferencia altamente significativa entre los dos tipos de cultivo, siendo mayor el porcentaje de corcho en caña planta, excepto en la variedad ECU-01 (Figura 5). Esto contrasta con lo manifestado por Lakshmikantham (1946). Por otra parte, la interacción entre variedades y tipo de cultivo no fue significativa, lo cual indica que el efecto de un factor es independiente del otro factor.

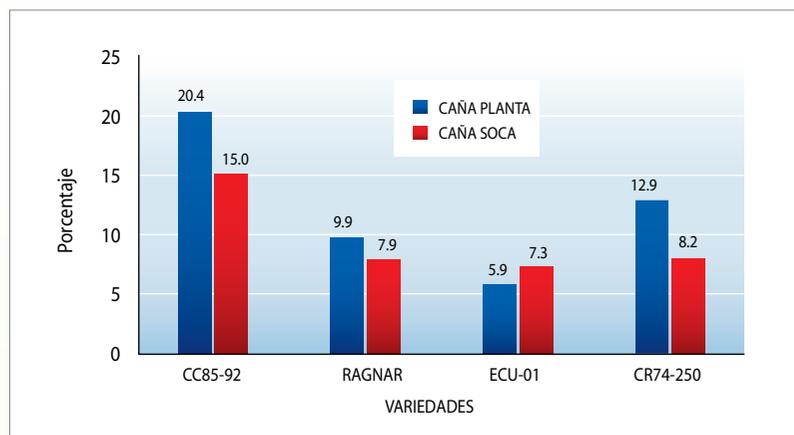
Con la segunda metodología se determinaron varios parámetros de peso y calidad de la caña, cuyos resultados se presentan en el Cuadro 1. El porcentaje de corcho que se estimó de la porción central de los tallos de las variedades CC85-92, EC-02 y Ragnar fue 35.7, 10.6 y 4.0 %, respectivamente. En cuanto al peso del volumen de caña desfibrada para las mismas variedades fue 2.2, 2.4 y 2.7 kg, respectivamente. Esto representa una diferencia de 18.5 % entre la CC85-92 y la Ragnar. Con relación a la fibra, los resultados para estas mismas variedades fueron: 800, 650 y 700 g,

respectivamente. Respecto al volumen de jugo obtenido de la muestra de caña desfibrada, a través de la prensa, se obtuvieron 1300, 1560 y 1800 ml para las variedades CC85-92, EC-02 y Ragnar, en su orden. Esto representa una diferencia de 27.8 entre CC85-92 y Ragnar; y, 16.7 % entre CC85-92 y EC-02. A su vez, la diferencia entre Ragnar y EC-02 fue de 8.7 %.

En cuanto a la densidad de los tallos, obtenida de la relación entre el peso y el volumen, la variedad CC85-92 presentó la menor densidad (0.99); mientras

que, la Ragnar y EC-02 tuvieron 1.05 y 1.08, respectivamente. Esto indica que a menor densidad menor peso, lo cual estaría directamente relacionado con el porcentaje de corcho que presentó la variedad.

En el 2007, los resultados de las evaluaciones efectuadas en las variedades CC85-92, CR74-250 y Ragnar mostraron un promedio de 31.1, 28.7 y 4.6 % de corcho, respectivamente. En las dos primeras variedades fue común observar también un ahuecamiento interno en los tallos que presentaban



**Figura 5.** Promedios ponderados del porcentaje de corcho observado en cuatro variedades de caña de azúcar (caña planta y soca). Ingenio San Carlos, 2010.



**Figura 6.** Corcho y ahuecamiento del tallo.



**Figura 7.** Pudrición seca de tejidos corchosos del tallo de la caña de azúcar.

abundante corcho y mostraban signos de deterioro (Figura 6). Adicionalmente, en esta ocasión se tomaron muestras de tallos que presentaban una zona corchosa oscura (Figura 7), las mismas que fueron enviadas al laboratorio de Fitopatología de la estación INIAP-Bolicho, cuyo diagnóstico reveló la presencia

de *Thielaviopsis* sp, que es el estado asexual de *Ceratocystis paradoxa* (agente causante del mal de piña). Esta situación abre la posibilidad de que la formación del corcho desde la parte basal de los tallos pueda favorecer la entrada de éste y otros microorganismos que deterioran la calidad de la caña.

## CONCLUSIONES

- El corcho es un carácter que está ligado con la variedad. De las variedades evaluadas la CC85-92 presentó la mayor incidencia de corcho, seguida de la CR74-250, EC-02, Ragnar y ECU-01.
- En el presente caso, el corcho no estuvo relacionado directamente con la floración en estas variedades.
- El peso de la caña y el contenido de jugo estuvo directamente relacionado con la incidencia de corcho en las variedades evaluadas.
- La mayor incidencia de corcho se presentó en caña planta, excepto en la variedad ECU-01.

**Cuadro 1.** Variables de peso y calidad de los tallos de tres variedades de caña de azúcar. Ingenio San Carlos, 2010.

VARIABLES	CC85-92	EC-02	RAGNAR
Peso de caña desfibrada (kg) <sup>1</sup>	2.20	2.40	2.70
Peso de fibra (kg) <sup>1</sup>	0.80	0.65	0.70
Volumen de jugo <sup>1</sup> (cm <sup>3</sup> )	1300	1560	1800
Densidad de los tallos (g/cm <sup>3</sup> )	0.99	1.08	1.05
Estimación de corcho <sup>2</sup> (%)	35.7	10.6	4.0

<sup>1</sup> Tamaño de la muestra de caña desfibrada = recipiente de 4050 cc de capacidad.

<sup>2</sup> Estimación de corcho efectuada en la porción central del tallo con tres entrenudos completos.

## BIBLIOGRAFIA

- Amaya, A.; Cock, J.; Hernández, A.; Irvine, J. 1995. Biología. En. El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Cassalet, C.; Torres, J.; Issacs C.(eds.). Cali Colombia. CENICAÑA. pp 31 – 62.
- Dutt, N. L.; Rao, J. T. 1950. Progeny tests and inheritance of pith in sugarcane seedlings. Proc 1st Biennial Conf. Sugar Res, India. Part I.
- Gravois, K. A.; Milligan, S. B.; Martin, F. A. 1990. The role of pith, tube, and stalk density in determining sugarcane sucrose content and stalk weight. Theor Appl. Genet 79: 273-277.
- Imran, M. 1986. Heritability of flowering. PhD dissertation Louisiana State University, Baton Rouge/LA. 180 p.
- Lakshmikantham, M. 1946. Pith in sugarcane. Curr. Sci. 15:284-285.
- White, W. H.; Tew, T.L.; Richard, E.P. 2006. Association of sugarcane pith, rind hardness, and fiber with resistance to the sugar cane borer. J. American Society Sugar Cane Tech. 26:87-100.



en presencia de la energía solar que ayuda a la reacción química conocida como fotosíntesis, se producen 180 Kg de glucosa y 192 kg de oxígeno.

En primera instancia se podría decir que el uso de biocombustibles disminuye la cantidad de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, por la formación de un ciclo de absorción y emisión.

## **BIOCOMBUSTIBLES: ECONOMÍA Y AMBIENTE**

El Convenio Mundial de Kyoto, acordado en Kyoto, Japón, en 1997, y puesto en vigor el 16 de febrero de 2005, fue firmado por 34 países industrializados y rubricado por 123 naciones en vías de desarrollo. Este protocolo es un acuerdo internacional que tiene como objetivo reducir las emisiones de seis gases provocadores del calentamiento global: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), gas metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), además de tres gases industriales fluorados: Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC) y Hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), en un porcentaje aproximado al 5%, dentro del periodo que va desde el año 2008 al 2012, en comparación a las emisiones del año 1990.

Esto no significa que cada país deba reducir sus emisiones de gases en un 5%, sino que este es un porcentaje a nivel global y, por el contrario, cada país tiene sus propios porcentajes para reducir la emisión de estos gases. Según un estudio difundido por la Revista Science, el actual calentamiento

del planeta es considerado el más largo y fuerte desde el siglo XIX. Los científicos aseguran que el continuo incremento en las temperaturas estimularán un clima caótico con problemas graves de sequías, periodos de intenso calor, lluvias, ciclones, huracanes y el incremento del nivel del mar en al menos un metro para el 2100 por el acelerado deshielo de la Antártica. Todo esto debido a la contaminación producida por las fábricas, industrias y, principalmente, por los gases de vehículos automotores que consumen combustibles fósiles (petróleo).

Las condiciones de los acuerdos internacionales, la previsión de las consecuencias del calentamiento global y los precios del petróleo, una mayor preocupación por el medio ambiente y un mayor énfasis en la sostenibilidad de los sistemas de producción, han hecho crecer significativamente la demanda mundial, actual y proyectada, por biocombustibles líquidos en los últimos años. Actualmente, la gran mayoría de los países en América Latina y el Caribe han implementado, o están en proceso de implementar políticas o programas que incentiven la producción de etanol y biodiesel.

Dentro de las fuentes alternativas de energía, el etanol y el biodiesel reciben la mayor atención ya que estos son una posibilidad viable para sustituir los combustibles fósiles, sin necesidad de hacer mayores cambios en los motores de los vehículos. El sector transporte

demandará aproximadamente el 50% del consumo mundial actual de petróleo. América Latina tiene el potencial para satisfacer una parte importante de la demanda mundial por biocombustibles (CEPAL, 2007). Sin embargo, es importante considerar que la producción de biocombustibles podría implicar una expansión de la frontera agrícola, lo cual impone un serio reto para este sector y el medio ambiente de los países de la región. Más aún, un rápido incremento en la producción de cultivos energéticos puede traer otros impactos en el sector, tales como cambios en la estructura de mercado, desplazamiento de cultivos tradicionales, aumentos en los precios de los productos agrícolas, entre otros.

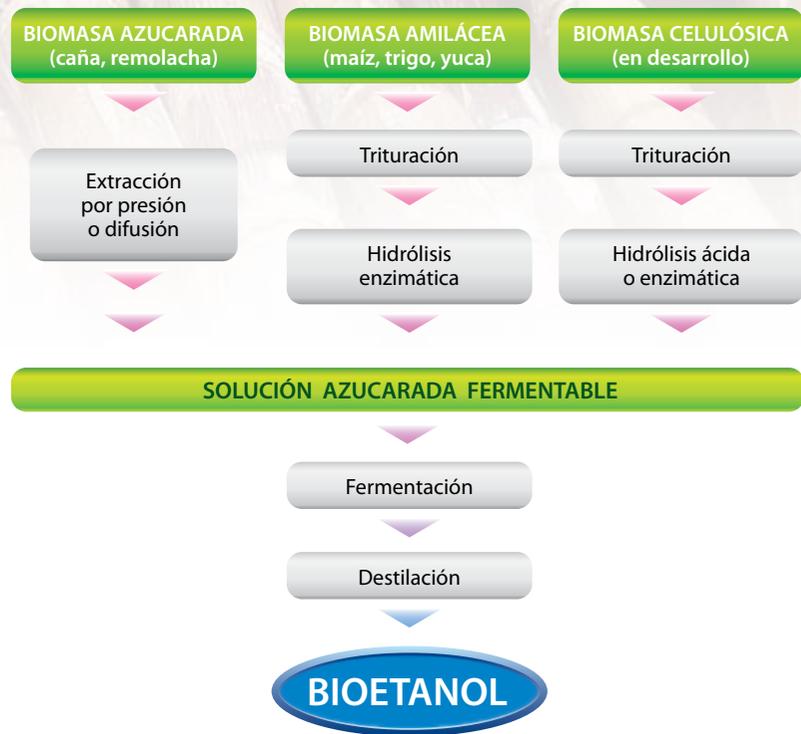
Los costos de oportunidad para producir etanol pueden estar basados en diferentes alternativas que tiene una industria entre la utilización de cultivos energéticos para la producción de bioenergía o para su uso como alimentos y forrajes. Se asume que el objetivo de una industria es maximizar su ganancia, por lo que ésta trata de elegir la actividad que genere mayor margen bruto (i.e. precio menos costo). El proceso de decisión de la industria depende de: precio internacional del petróleo, costo de transformación del cultivo en biocombustible, usos y cultivos alternativos, entre otras cosas. La industria ecuatoriana del azúcar puede producir en promedio 90 Kg de azúcar por tonelada de caña, con un precio de venta aproximado de USD

0.65 cada Kg. Al mismo tiempo una industria con plantas instaladas en funcionamiento, pueden producir alrededor de 80 litros de alcohol potable por cada tonelada de caña, con un precio de USD 0.80 cada litro, aproximadamente.

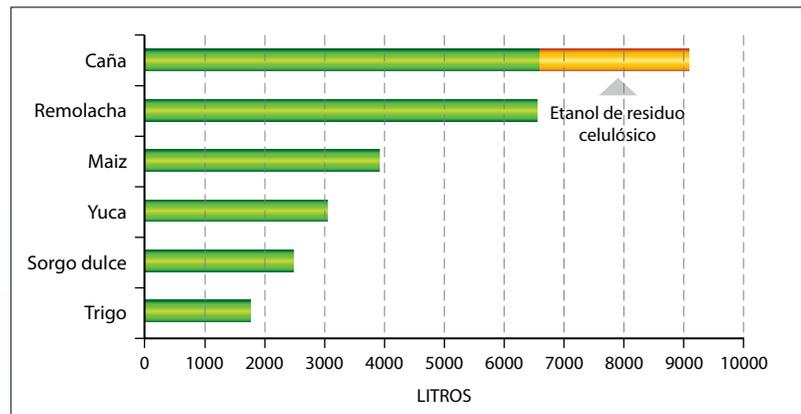
## MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS EN LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL

El bioetanol puede producirse de cualquier biomasa que contenga cantidades significativas de almidones o azúcares. Entre las fuentes de almidón se encuentran: maíz, trigo y otros cereales y granos. El almidón se convierte en azúcares mediante un proceso enzimático. Los azúcares liberados o los obtenidos de la caña de azúcar y la remolacha son fermentados con levaduras y, el mosto o vino resultante es purificado mediante destilación fraccionada para obtener el bioetanol. En la Figura 1 se señalan las fuentes de materia prima y los principios tecnológicos para la obtención de bioetanol. La producción a partir de celulosa aún no se ha industrializado y sus estudios están a nivel de laboratorio y de plantas piloto.

En la planta de caña de azúcar las hojas secas y verdes más los cogollos representan alrededor de 140 Kg de materia seca por tonelada de caña. Los tallos están constituidos entre un 65 a 75% de agua, 8 a 14% de fibra, 10 a 17% de sacarosa y 0.5 a 1% de azúcares reductores. De esta manera, con una producción de 70 TCH se



**Figura 1.** Rutas tecnológicas para la producción de bioetanol (Horta, citado en BNDES y CGEE, 2008).



**Figura 2.** Productividad promedio de etanol por hectárea de diferentes cultivos (GPC. [www.globalpetroleumculb.com](http://www.globalpetroleumculb.com), 2008).

podrían obtener 25 toneladas de materia seca por hectárea, las cuales pueden ser aprovechadas como biocombustibles.

Una comparación entre distintos cultivos muestra que la caña produce la mayor cantidad de etanol por unidad de superficie (Figura 2). De

la producción mundial de bioetanol, aproximadamente el 70% lo generan entre Estados Unidos (de maíz) y Brasil (de caña de azúcar).

Dependiendo de la materia prima a utilizarse en la producción de los biocombustibles, estos se

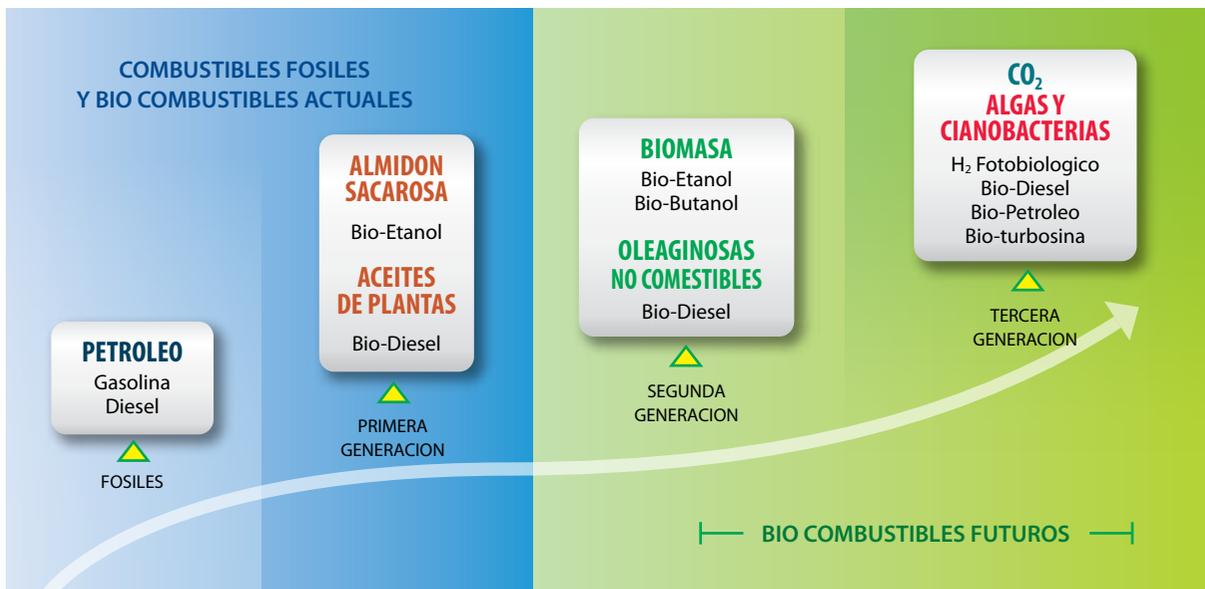
clasifican en tres categorías, a más de los carburantes producidos del petróleo (Figura 3). Los biocombustibles de primera generación, como el bioetanol (etanol carburante o etanol anhidro) y el biodiesel, basan su producción en granos y semillas, respectivamente, que son con frecuencia materias primas usadas como alimentos de consumo humano o animal. Los de segunda generación se obtienen a partir de la lignocelulosa proveniente de la biomasa leñosa y de los residuos agroindustriales; y, los de tercera generación, a partir de una captura y almacenamiento directo de dióxido de carbono y energía solar.

Los procesos de conversión de la **primera generación** han sido probados a escala comercial y son tecnologías maduras. Para el etanol se tienen dos grandes sectores: el proveniente de la sacarosa, azúcar obtenida de

la caña de azúcar, sorgo dulce y de la remolacha; así como, la glucosa, azúcar obtenida principalmente de almidones de maíz, trigo, arroz y yuca, entre otros. La sacarosa es fermentada por levaduras en procesos continuos, en los cuales la corriente de fermentación rica en etanol es destilada para obtener alcohol con una pureza de 96 %. Posteriormente, se elimina una mayor cantidad de agua, hasta llegar a un grado alcohólico de más de 99 %, para que pueda ser considerado carburante. Brasil es el mayor productor de etanol a partir de la caña de azúcar, actualmente produce más de 70 millones de litros diarios de bioetanol, con precios de venta 37 % menores que los de la gasolina, y esperan triplicar su producción en diez años. El costo de producción de bioetanol en Brasil en 2010 fue de 24 centavos de dólar por cada litro. En el

caso de los almidones, éstos son convertidos en glucosa con la ayuda de un proceso de dos etapas, con enzimas degradantes hasta obtener glucosa, la cual es fermentada por levaduras para convertirse en etanol. Estados Unidos es el principal productor de etanol a partir de maíz, con un costo de producción de 39 centavos de dólar por litro. Actualmente produce más de 100 millones de litros diarios de bioetanol.

Los combustibles de **segunda generación**, provienen principalmente del aprovechamiento de la lignocelulosa, provenientes de los desechos de bosques y de residuos agroindustriales. Estos podrían ser una buena alternativa para la producción de etanol, ya que dichos materiales son relativamente baratos y abundantes. Estos en ocasiones representan un problema para ser eliminados,



**Figura 3.** Categorías de combustibles líquidos y evolución de los biocombustibles. Palabras en mayúsculas describen la materia prima o fuente de carbono y debajo el combustible que produce. (Islas Sampeiro, J.y Martínez Jiménez, A. 2010).

pero sobre todo porque no compiten con la cadena de producción de alimentos. La lignocelulosa es un polímero natural que representa cerca del 50 por ciento de la biomasa del planeta, y se encuentra en residuos agrícolas (bagazo de caña, rastrojo de maíz, paja de trigo, olores de maíz, residuos de soya, cascarilla de arroz, entre otros), en desperdicios industriales (papel, viruta, aserrín, etcétera), en desechos forestales y municipales, así como en muchos pastos de crecimiento rápido, que en ocasiones representan un problema como malezas. Al contrario de la producción de etanol a partir de sacarosa o almidón, la complejidad y el grado de estructuración molecular de la lignocelulosa hacen más difícil su degradación a azúcares, ya sea por acción enzimática o química; además, los microorganismos etanológicos silvestres, como las levaduras, no tienen la capacidad de metabolizar todos los azúcares obtenidos de la biomasa. Estas complejidades han impulsado el desarrollo de tecnologías más sofisticadas para obtener azúcares fermentables y para diseñar y construir microorganismos por métodos biotecnológicos, que puedan convertir todos estos azúcares en etanol. A la fecha no existen tecnologías maduras ni económicamente viables para convertir la biomasa lignocelulósica en bioetanol. Sin embargo, se espera, que los avances biotecnológicos logren romper las barreras que limitan la introducción del etanol

de segunda generación en el mercado en los próximos cinco años.

Los combustibles de **tercera generación** basan su producción en sistemas no convencionales de producción de biomasa. Es conocido que el petróleo se formó hace cientos de millones de años por medio de la transformación de una inmensa cantidad de materia orgánica proveniente de animales y principalmente de plantas y algas (macro o microalgas). Las microalgas presentan una amplia variedad, y pueden crecer en aguas salobres, dulces y de desecho, con alta cantidad de materia orgánica. Presentan propiedades muy variadas y existen algunas que acumulan una alta cantidad de carbohidratos. Otras acumulan proteínas, algunas aceites y otras hasta hidrocarburos lineales, como alcanos y alquenos, o aromáticos, que pueden ser usados para obtener materias primas para la manufactura de etanol o butanol, alimento para ganado, biodiesel y hasta los denominados bioturbosina y biopetróleo, respectivamente. Algunas microalgas acumulan grandes cantidades de compuestos similares a los que constituyen el petróleo; por ello se ha propuesto usar estas algas para que a través de un proceso químico “rompan” las moléculas de un compuesto complejo hacia unos más simples, para obtener productos similares a los que actualmente se procesan en las refinerías. Algunas variedades de microalgas están siendo

estudiadas para producir hidrógeno por medio de procesos fotobiológicos. Esto muestra el amplio potencial que tienen las microalgas para obtener biocombustibles. Las microalgas presentan una capacidad fotosintética distinta a la de las plantas; por su crecimiento en medio acuoso, son más eficaces para asimilar dióxido de carbono y otros nutrientes. Ofrecen beneficios, como el elevado contenido lipídico de algunas especies (más del 40 por ciento), periodos cortos de producción en días y menor superficie equivalente de cultivo requerida. La “tecnología” con microalgas puede participar en el reciclaje del dióxido de carbono liberado por las industrias.

### **FACTIBILIDAD DE LA SUSTITUCIÓN DE ETANOL ANHIDRO EN LOS COMBUSTIBLES.**

Una de las consideraciones más importantes para optar por los biocombustibles es la disponibilidad de suelos cultivables que existen en todo el planeta, teniéndose aproximadamente 13.2 mil millones de hectáreas, de las cuales se utilizan 1.5 mil millones para agricultura, lo que equivale al 11% del total. Esto representa un área importante de suelo que puede ser utilizada con fines de bioenergía.

Además es importante determinar cuáles son las plantas más eficientes para la generación de biocombustible. Los vegetales tipo C4 son los

mejores para la producción bioenergética ya que presentan una elevada tasa fotosintética de saturación (absorben más energía solar), ausencias de pérdidas por fotorespiración, alta eficiencia en la utilización de agua, mayor tolerancia salina, bajo punto de compensación para el CO<sub>2</sub> y responde mejor bajo concentraciones menores de este gas. Algunos ejemplos de este tipo de vegetales son maíz, caña de azúcar, sorgo, etc.

El uso del etanol anhidro como sustituto parcial de la gasolina ha sido utilizado desde varias décadas atrás. Se considera que puede sustituirse el 10% de gasolina por etanol, sin tener que realizar ningún cambio en los motores de los automóviles; por lo que, países como Estados Unidos, China, Tailandia, Australia y Colombia empezaron por esta sustitución como punto de partida. Además, se ha comprobado

que en estas concentraciones el etanol actúa como aditivo que mejora la calidad de la gasolina y disminuye las emisiones contaminantes. Se puede sustituir en mayor cantidad el etanol con motores flexibles (20 a 25%), existiendo actualmente automotores que pueden trabajar exclusivamente con etanol, como ocurre en Brasil. Países como Canadá y Suecia comercializan otro tipo de motores flexibles que van desde gasolina pura sin etanol hasta una mezcla con 85% de etanol anhidro y 15% de gasolina, que se expenden en gasolineras con la sigla E15.

#### ¿CÓMO SE VEN AFECTADOS LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE LA GASOLINA AL SER MEZCLADAS CON ETANOL?

El octanaje de la gasolina, que es la resistencia de un

combustible a la autoignición y a la detonación evaluadas por los métodos Motor (MON) y research (RON), se ve mejorado con el uso del etanol, que es un excelente aditivo antidetonante. Dependiendo de la calidad de la gasolina base pueden existir incrementos desde 0.7 hasta 10.6 % en el RON y de 0.1 hasta 8.8 % en MON, para sustituciones entre 5 al 20 % de bioetanol. La temperatura de vaporización y la volatilidad no se afecta en la fracción inicial ni final, sino en la fracción media cuando está el 50 % de masa evaporada, por lo que no se afectan condiciones del motor como arranque en frío o en caliente, aceleración, economía del combustible y dilución del aceite lubricante. Se ve afectado la presión de vapor, la cual puede corregirse al ajustar la composición de la gasolina base. En una gasolina con 10 % de etanol necesita 16.5 % más de calor para vaporizarse totalmente. En temperaturas muy bajas es una dificultad, pero por otro lado el mayor calor de vaporización de la gasolina mezclada con etanol hace que aumente la eficiencia del motor en alrededor de 2 %.

El uso de motores con etanol puro o en mezcla con gasolina disminuye las emisiones de monóxido de carbono (CO), óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>), hidrocarburos y otros compuestos contaminantes. Por otro lado, se elevan los aldehídos (R-CHO) y los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), pero normalmente se cumplen con los límites legales de emisión de éstos compuestos.



**Figura 4.** Planta productora de etanol. SODERAL.

En general, son mayores los beneficios del uso de etanol en la parte ambiental.

### **SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS DEL USO DE BIOETANOL EN ECUADOR**

En Ecuador existe un proyecto de ley para sustituir el 5% de la gasolina por etanol anhidro y en una primera etapa empezar en la ciudad de Guayaquil. La capacidad instalada de las tres principales alcoholeras del Ecuador SODERAL (Figura 4), CODANA Y PRODUCARGO es de 25 millones de litros por año. Con esta producción apenas

se podría incorporar el 0.8 % de etanol al consumo total de gasolina, que en 2010 fue 3.058.280.000 litros; además, este alcohol también es utilizado en otro tipo de industrias como pinturas, diluyentes (tiñer), resinas, etc. Hay que considerar que no existe suficiente materia prima (melaza o jugo de caña) para incrementar la producción de etanol, siendo necesario incrementar la superficie del cultivo de caña en alrededor de 30.000 a 50.000 ha, así como también implantar nuevas industrias alcoholeras que obtengan directamente alcohol del jugo de caña

exclusivamente. Sin embargo, esta expansión de áreas de producción e industrias, tendrán consecuencias positivas y negativas. Por un lado los agricultores tendrán oportunidades de mercado para mejorar su economía, así como crear fuentes de trabajo en campo y fábricas. Por otro lado, existe el riesgo de utilizar áreas agrícolas de producción de alimentos, reducción de áreas de pastoreo, reglas sobre uso de suelo, acceso a mercados y la distribución de los biocombustibles. Ecuador tendrá que hacer un análisis sobre sus perspectivas en esta materia (Peskett et al., 2007).

### **BIBLIOGRAFÍA**

- BNDES (Banco Nacional de Desarrollo y Social) y CGEE (Centro de Gestión de Estudios Estratégicos). 2008. Bioetanol de Caña de Azúcar, Energía para el Desarrollo Sostenible. Río de Janeiro, Brasil: Senac Rio. 320 p.
- El Comercio. (05 de 01 de 2011). <http://www4.elcomercio.com/2011-01-05/Noticias/Negocios/Noticia-Principal/EC110105P7GASOLINAS.aspx>. Recuperado el 17 de 01 de 2011
- Islas Sampeiro, J.; Martínez Jiménez, A. 2010. Bioenergía. Revista Ciencia y Tecnología Mexicana. Abril-Junio. Pp. 30-39.
- Peskett, L.; Slater, R.; Stevens, C.; Dufey, A. 2007. Biofuels, Agriculture and Poverty Reduction. Overseas Development Institute: Natural Resources Perspective 107: 1-5.
- Razo, C.; Astete-Miller, S.; Saucedo, A.; Ludeña, C. 2007. Biocombustibles y su impacto potencial en la estructura agraria, precios y empleo en América Latina. Publicación de las Naciones Unidas y CEPAL. Serie Desarrollo Productivo 178. 37 p.
- WIKIPEDIA. (3 de Enero de 2011). <http://es.wikipedia.org/wiki/Biomasa>. Recuperado el 13 de Enero de 2011.
- Zuurbier, P.; van de Vooren, J. 2008. Sugar Cane Ethanol, Contributions to Climate Change Mitigation and the Environment The Netherlands: Wageningen Academic. 255 p.

# Actividades

## Recertificación bajo la Norma de Gestión de la Calidad ISO 9001:2008

Los días 26 de agosto y 9 de septiembre de 2010 se realizaron las auditorías externas para la recertificación de CINCAE, en las que se verificó el funcionamiento del Sistema de Gestión de la Calidad (SGC). Esta es la segunda recertificación realizada por parte de la empresa auditora Bureau Veritas, la que ha hecho un seguimiento por seis años de funcionamiento del sistema. Este consta de los procesos para el desarrollo de variedades ecuatorianas y tecnologías en Fitopatología, Entomología, Suelos y Fertilizantes (Figura1).



**Figura 1.** Esquema general de los procesos en CINCAE basado en los requisitos de los clientes.

## Revisión del Programa de Variedades

El Dr. Nils Berding, Fitomejorador australiano, efectuó una evaluación del Programa de Variedades de CINCAE, del 26 de noviembre al 4 de diciembre de 2010. Se realizaron varios recorridos por los ensayos, laboratorios y campos experimentales de CINCAE. Los resultados de la revisión y sugerencias serán analizados por la Junta Directiva de FIADE. Esta visita fue muy provechosa ya que se pudo analizar varios aspectos del programa de selección y las alternativas de manejo.



## ¡SEÑOR CAÑICULTOR

REVISE SUS CULTIVOS  
Y SI DETECTA INDICIOS DE LA  
**ROYA ANARANJADA**  
COMUNIQUE DE INMEDIATO  
AL CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
DE LA CAÑA DE AZÚCAR DEL ECUADOR (CINCAE)  
O AL DEPARTAMENTO TÉCNICO  
DEL INGENIO MÁS CERCANO!

Para mayor información contáctese con CINCAE

**Celular: 08 516 4222**

email:

[jmendoza@cincae.org](mailto:jmendoza@cincae.org)  
[cincae@cincae.org](mailto:cincae@cincae.org)  
[www.cincae.com](http://www.cincae.com)