

BOSQUEJO PARA UN PROGRAMA  
DE ALCOHOL CARBURANTE  
EN COLOMBIA

333.8232

E558b

Ej.1



CUADERNOS  
TECNICOS  
ECOPETROL

No. 1 - Diciembre 1984

BOLETIN PARA UN PROGRAMA  
DE ALCOHOL CARBURANTE  
EN COLOMBIA



No. 1 - Diciembre 1964

**BOSQUEJO PARA UN PROGRAMA  
DE ALCOHOL CARBURANTE  
EN COLOMBIA**

Este estudio se realizó en la continuación de los estudios de carácter científico y tecnológico realizados con la industria del petróleo y el gas natural en el marco de la Empresa Colombiana de Petróleos pública por el Departamento de Cuadernos Técnicos Ecopetrol, con la frecuencia que corresponden a los trabajos especializados que se están adelantando en el momento.



## ESQUEJO PARA UN PROGRAMA DE ALCOHOL

Con el ánimo de contribuir a la divulgación de los estudios de carácter científico y tecnológico relacionados con la industria del petróleo y el sector energético en el país, la Empresa Colombiana de Petróleos publicará periódicamente los Cuadernos Técnicos Ecopetrol, con la frecuencia que demanden los diversos trabajos especializados que irán enriqueciendo esta colección.

EL EDITOR

Bogotá, Diciembre de 1984

## BOSQUEJO PARA UN PROGRAMA DE ALCOHOL CARBURANTE EN COLOMBIA

Presentación hecha ante el "Encuentro Interamericano sobre el Impacto Estratégico del Etanol", Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, Junio 12 a 15 de 1984, por el Ingeniero Alfredo Navarro, Jefe de la División de Desarrollo Tecnológico de la Empresa Colombiana de Petróleos, invitado por la Organización de los Estados Americanos, OEA.

# 1. PANORAMA DE LA UTILIZACION DE LOS RECURSOS ENERGETICOS PRIMARIOS EN COLOMBIA.

## 1.1 PETROLEO Y SUS DERIVADOS

Hasta los primeros años de la década de los años setenta, Colombia fue exportador de petróleo crudo y sus derivados. Desde entonces, se vio en la necesidad de importar estos productos dentro de un panorama de producción decreciente del petróleo nacional.

Como se observa en la Tabla 1A, a partir de 1977 se principió a frenar la declinación y posteriormente, desde 1980, se ha incrementado la producción debido a un aumento de las reservas de petróleo del país, la que ha sido posible gracias a una política adecuada y coherente en materia de exploración petrolera tanto por parte de Ecopetrol, directamente, como por parte de compañías extranjeras dentro de la modalidad de los llamados "contratos de asociación", por medio de los cuales la compañía extranjera asume todos los riesgos de la exploración, y sólo una vez encontrado un yacimiento productor, parte gastos con Ecopetrol recibiendo el 40 % del crudo para dejar al país el 60 %.

Los resultados de los contratos de asociación, además del incremento en las reservas y en la producción, se pueden juzgar por el siguiente hecho: a la fecha se encuentran vigentes 44 contratos de asociación y desde 1971, las compañías extranjeras han invertido cerca de US\$2.000 millones, recibiendo aproximadamente US\$450 millones (dólares a valor presente de 1984).

En la Tabla 1B, "Importación de Petróleo y sus Derivados", se observan las cifras correspondientes, dejándose ver por los volúmenes de importación de gasolinas y gasóleos, y por los datos de la Tabla 1C, "Consumo Nacional de Gasolina y de ACPM", que la estructura de refinación en Colombia está dirigida hacia la producción de gasolina motor.

Con respecto al consumo de gasolina motor, se hace una interesante anotación: el 95 % de la gasolina corresponde a la calidad llamada "regular", de No. de octano 85 - 89 RON; el 5 % de gasolina "extra" de 92 - 95 RON. Esta distribución tiene que ver, en buena

parte, con la altura sobre el nivel del mar a la cual opera el parque automotor colombiano, como se describe a continuación:

- el 75 % opera a alturas iguales o superiores a 1.000 metros
- el 50 % a más de 2.000 metros
- el 35 % a más de 2.500 metros

A la gasolina motor en Colombia no se le añade compuestos de plomo ni aromáticos: las especificaciones de octano se alcanzan por mezclas de naftas vírgenes con naftas provenientes de las unidades de "cracking" catalítico y de polimerización de olefinas.

**TABLA 1 A**

**PRODUCCION NACIONAL DE PETROLEO EN COLOMBIA**

	<b>BPDC</b>	<b>TASA VARIACION ANUAL %</b>
1970	218 064	
1971	213 991	- 1.8
1972	194 244	- 9.2
1973	182 400	- 6.1
1974	166 758	- 8.6
1975	155 456	- 6.8
1976	144 700	- 6.9
1977	136 300	- 5.8
1978	129 700	- 4.8
1979	123 400	- 4.8
1980	124 600	+ 1.0
1981	133 752	+ 7.3
1982	141 725	+ 5.96
1983	152 022	+ 7.27

**TABLA 1 B**

**IMPORTACIONES DE PETROLEO Y SUS DERIVADOS**

	<u>PETROLEO</u>			<u>GASOLINA</u>			<u>ACPM (DIESEL)</u>			<u>GASOLEO (GAS OIL)</u>			<u>OTROS (SLACK WAX parafina, etc.)</u>			<u>TOTAL</u>		
	K.BARRILES	BPDC	M US\$	K.BARRILES	BPDC	M US\$	K.BARRILES	BPDC	M US\$	K.BARRILES	BPDC	M US\$	K.BARRILES	BPDC	M US\$	K.BARRILES	BPDC	M US\$
1980	7 212	19 705	213.50	7 593	20 746	291.99	1 027	2 806	46.33	4 295	11 735	142.17	128	350	7.14	20 208	55 213	701.13
1981	7 627	20 896	262.03	5 546	15 195	223.35	-	-	-	5 467	14 978	194.56	87	238	5.49	18 727	51 307	685.43
1982	7 315	20 041	248.69	9 328	25 556	353.92	249	682	9.95	1 456	3 989	51.08	12	33	0.75	18 359	50 299	664.39
1983	13 819	37 860	380.83	6 441	17 647	210.65	-	-	-	958	2 625	28.59	50	137	3.97	21 267	58 266	624.05

NOTA:

K = mil

M = millón

BPDC = Barriles por día calendario



**TABLA 1 C****CONSUMO NACIONAL DE GASOLINA Y DE ACPM**

AÑO	<u>GASOLINA</u>		<u>ACPM</u>	
	BPDC	TASA INCR. ANUAL%	BPDC	TASA INCR ANUAL%
1980	72 816	2.5	24 927	8.3
1981	74 027	1.7	25 551	2.5
1982	76 833	3.8	26 719	4.6
1983	80 125	4.3	27 727	3.8

**GAS NATURAL**

Colombia cuenta con abundantes reservas de gas natural, las que para 1983 contabilizan cerca de 12.6 T (tera,  $10^{12}$ ), BTU.; las posibilidades de aumentar estas reservas son promisorias. Además de la utilización del gas natural como combustible industrial y doméstico, en la generación de energía eléctrica, y como materia prima industrial, se principia a promover su utilización en la forma de combustible motor en la Costa Norte de Colombia, en donde ya se tiene una estación llenadora y una flota experimental de vehículos que utilizan el sistema dual gasolina-gas natural.

En la Tabla 1D, "Consumo de Gas Natural", se dan las cifras totalizadas correspondientes a los años 1980 - 1983.

**TABLA 1 D**  
**CONSUMO DE GAS NATURAL**

AÑO	GBTU/D	TASA INCREMENTO ANUAL%
1980	285.9	10.4
1981	315.1	10.2
1982	341.2	8.3
1983	372.2	9.1

$$t_m = \sqrt[3]{\frac{372,2}{285,9}} - 1$$

$$= 9,19\%$$

### 1.3. CARBON

Las reservas de carbón en Colombia son las mayores de la América Latina. Estimaciones globales las colocan entre 25 000 y 40 000 millones de toneladas. Actualmente se han estudiado seis cuencas carboníferas con unas reservas probadas de 16 500 millones de toneladas.

En la Tabla 1E, Carbón, se dan las cifras correspondientes a la producción, consumo interno y exportaciones de este recurso.

**TABLA 1 E**

**RESERVAS PROBADA EN 1983 EN COLOMBIA:**

16.5 G TONS. (16 500 MILLONES TONS.)

EN SEIS CUENCAS CARBONIFERAS

<u>AÑO</u>	<u>PRODUCCION</u>	<u>CONSUMO INTERNO</u>	<u>EXPORTACION</u>
	M. TON	M. TON	M. TON
1981	4.45	4.22	0.23
1985	7.38	5.83	1.54
1990	26.62	7.72	18.9 *
2000	31.71	13.51	18.2 *

\* DE ACUERDO CON LOS PROYECTOS EN MARCHA = CON OTROS PROYECTOS LA CIFRA OBJETIVO DE EXPORTACIONES LLEGARIA A 40 M. TON/AÑO

NOTA: M = MILLON

**1.4. ENERGIA ELECTRICA**

En la Tabla 1F se encuentran los datos sobre generación de energía eléctrica en el país, notándose la tendencia a tener cerca de un 75% en generación hidroeléctrica y un 25% en térmica (gas natural, carbón, combustóleo). El sistema se "balancea" mediante las líneas de interconexión nacional.

**TABLA 1 F**

**ENERGIA ELECTRICA**

CAPACIDAD INSTALADA EN 1983:

	<u>MW</u>	<u>%</u>
HIDRAULICA	3 500	66
TERMICA	1 800	34
TOTAL	5 300	100

EN 1983 EL POTENCIAL DE ENERGIA HIDROELECTRICA ERA DE 100 000 MW. EN 300 PROYECTOS ESTUDIADOS

SE ESTA ENTREGANDO, EN 1984 LA SIGUIENTE CAPACIDAD:

	<u>MW</u>	<u>%</u>
HIDRAULICA	1 500	88
TERMICA	200	12
TOTAL AUMENTO EN 1984	1 700	100

EN LOS AÑOS 1985 A 1992 SE ENTREGARAN LAS SIGUIENTES CAPACIDADES:

	<u>MW</u>	<u>%</u>
HIDRAULICA	5 000	92
TERMICA	450	8
TOTAL	5 450	100

PARA UN TOTAL, EN 1993 DE:

	<u>MW</u>	<u>%</u>
HIDRAULICA	10 000	80
TERMICA	2.450	20
TOTAL	12 450	100

### CONCLUSIONES CON RESPECTO A LAS FUENTES ENERGETICAS BASICAS

Como se ha visto, Colombia cuenta con recursos suficientes, diversificados y equilibrados de cuatro fuentes de energía primaria: petróleo, gas natural, carbón y energía hidroeléctrica.

Debido a la estructura de reservas, producción y demanda de estas fuentes, existe actualmente un faltante de petróleo dirigido hacia la demanda de gasolina motor. Por lo tanto, el problema energético colombiano actual, se refiere a la necesidad de importar petróleo y sus derivados para suplir la demanda de gasolina motor, dentro de una situación de aprovechamiento insuficiente de otras fuentes energéticas convencionales y no convencionales.

### **EL ALCOHOL ETILICO CARBURANTE**

Por lo anteriormente expuesto, convendría a Colombia tener un sustituto de la gasolina motor, que sea compatible con la estructura actual del transporte y con su parque automotor. El alcohol etílico, utilizado en mezclas de hasta un 20 vol<sup>o</sup>/o en gasolina, es un excelente sustituto parcial de este hidrocarburo por las siguientes razones:

- La mezcla descrita, con un límite de 20% de alcohol, no requiere cambio alguno en el motor.
- El alcohol etílico no presenta problemas de toxicidad aguda

- que resulte en muerte o en lesiones permanentes. Sus efectos son bien conocidos y, en general, adecuadamente controlados.
- c). El alcohol es compatible con el sistema de almacenamiento, transporte y manejo empleado para la gasolina.
  - d). La mezcla alcohol-gasolina es compatible con los sistemas de distribución al consumidor que se utilizan para la gasolina.
  - e). Se cuenta con experiencia extensa, masiva y muy bien documentada sobre el empleo de mezclas alcohol-gasolina especialmente en Brasil, Estados Unidos y Europa.
  - f). El consumo volumétrico de la mezcla alcohol-gasolina, es sensiblemente igual al de la gasolina para el mismo kilometraje.

Esto indica que la utilización de alcohol en mezcla con gasolina en Colombia, equivale a considerar al alcohol como una gasolina grado "extra", que reemplaza, volumen por volumen, a la gasolina motor.

Además, recientes trabajos indican que el alcohol etílico puede mezclarse en pequeñas proporciones con el combustible Diesel, sin dañar sus especificaciones, especialmente el No. de Cetano. Por esta razón, más adelante se tomará en consideración la posibilidad de mezclar un 4 vol.% de alcohol con el ACPM.

El reemplazo parcial de la gasolina por el alcohol, permitirá disminuir sus importaciones o, si Colombia puede llegar al autoabastecimiento de petróleo, la gasolina reemplazada por el alcohol se podría exportar a los mercados internacionales.

En la Tabla 2A, se muestran los volúmenes máximos de alcohol que se consumirían hacia el año de 1990, dentro del programa de mezclas anteriormente descrito.

### **3. LA MATERIA PRIMA PARA LA PRODUCCION DE ALCOHOL ETILICO**

#### **3.1. CAÑA DE AZUCAR**

Debido a las excepcionales condiciones con las que cuenta el país para el cultivo de la caña y a la experiencia en su producción tecnificada, se considera, al presente, como la materia prima básica para la producción de alcohol. En Colombia se diferencian, por razones geográficas, socio-económicas, de tecnificación agrícola y de producto final, dos tipos de caña de azúcar.

## TABLA 2 A

### CONSUMO POTENCIAL DE ALCOHOL

#### CARBURANTE HACIA EL AÑO 1990

PARA SER MEZCLADO CON GASOLINA MOTOR AL 20%(VOL.)

CONSUMO ESPERADO DE GASOLINA:

100 000 B/DC

20% ALCOHOL = 20 000 B/DC  $\equiv$  3 180 000 L/DC

PARA SER MEZCLADO CON ACPM (DIESEL) AL 4% VOL.

CONSUMO ESPERADO DE ACPM:

(DIESEL) = 34 000 B/DC

4% ALCOHOL = 1363 B/DC  $\equiv$  217 000 L/DC

TOTAL CONSUMO POTENCIAL DE ALCOHOL = 3 339 700 L/DC

3.4 ML/DC

### 1 Caña Azucarera.

Con la sola excepción de un pequeño ingenio azucarero, toda la producción de azúcar refinada se encuentra concentrada en la hoya geográfica del Río Cauca (el Valle del Cauca), con una superficie sembrada de unas 130 000 Has.

La caña azucarera se cosecha durante todo el año, con un rendimiento promedio de 130 tons/Ha. y corte cada 18 meses.

Un hecho interesante para un programa Nacional de Alcohol, es que, el estar concentrada toda la producción de azúcar en un solo sitio, permite independizar totalmente el precio del azúcar del correspondiente al alcohol carburante. Cualquier medida que se pudiera considerar conveniente en el futuro, en el sentido de dar

algún tipo de soporte a los precios del azúcar refinado por intermedio del plan de alcohol carburante, correspondería a una política del gobierno y no a una realidad de competencia entre el azúcar refinado y el alcohol.

### 3.1.2 La caña panelera

Como su nombre lo indica, la caña panelera tiene como producto principal la panela, aunque también se producen mieles de 70° Bx. Se cultiva desde el nivel del mar hasta los 1 600 metros de altura, aunque en el Sur del país (Nariño) se cultiva hasta los 2 000 metros debido a la posición ecuatorial.

Buena parte de la producción de caña panelera se hace en la zona cafetera, creándose una interesante interdependencia de tipo socio-económico entre los dos productos, pues en estas zonas el cañicultor también trabaja en las labores de siembra y recolección del café.

Una característica importante es que, con excepción de las áreas de cultivo de la Costa Atlántica y del Valle bajo del Magdalena, que actualmente corresponden a menos del diez por ciento del área total, la caña panelera se cosecha en Colombia durante la mayor parte del año y no por zafras.

El área cultivada en caña panelera es de unas 300 000 hectáreas, con rendimientos promedio de unas 35 toneladas por hectárea y corte cada 18 meses. La mayor parte de cultivo de caña es tradicional, con muy poca tecnología, empleo de abono nulo o muy pequeño y sin riego. El potencial para aumentar el rendimiento con mejores técnicas agrícolas es considerable, esperándose llegar a 60 tons/ha.

A pesar de la producción tan extendida de la caña panelera, los cañicultores se enfrentan a una situación económica cada vez más difícil debido, principalmente a los siguientes factores:

- Por razones culturales, (la panela se considera el "dulce del pobre"), su consumo disminuye continuamente en el país.

- La utilización de trapiches es muy ineficiente. Los mejores trapiches sólo extraen del 50 al 60 por ciento del azúcar.

- La producción de mieles y panelas es primitiva e ineficiente en todas sus etapas. Además, es intensiva en mano de obra, lo que



- agrava la situación en la zona cafetera donde los salarios aumentan rápidamente. Por ésto, pierde competitividad por precios.

- Por razones técnicas y culturales no es fácil cambiar a otro cultivo alternativo.

En la Tabla 3A se resumen las cifras mencionadas sobre la caña de azúcar.

## **YUCA**

La yuca se cultiva como alimento en todo el país, dentro del nivel del mar y los 1 200 metros de altura, aproximadamente. Es un producto tan extendido, que prácticamente no falta en la mesa de ningún colombiano. El área cultivada se calcula en 200 000 hectáreas con una producción anual estimada en algo más de 2 millones de toneladas. Se cosecha durante todo el año, con períodos vegetativos de 12 meses. Los rendimientos van desde 8 toneladas por hectárea en cultivos tradicionales, hasta 40 ton/Ha. en cultivos comerciales bien tecnificados.

Dentro de un programa de alcohol para Colombia, se espera que la caña de azúcar sea la principal materia prima con aportes pequeños de yuca. Posiblemente, para producciones de alcohol en la Costa Atlántica y en los Llanos Orientales, sitios en donde la caña se cosecharía por zafras, sería muy conveniente emplear cultivos masivos de yuca para suplir la materia prima fuera de los 180 días de la zafra.

## **ARROZ**

Se principia a estudiar el potencial de la Orinoquía Colombiana para este producto, ya que en las vegas aluviales de esta región se podrían obtener excelentes cultivos en sumergencia. Más específicamente, se están evaluando las vegas aluviales del Río Guaviare en donde se podría contar con unas 400 000 Has. para este cultivo.

La utilización del arroz daría lugar a una agroindustria integrada, en la cual se aprovecharía el gluten para criar cerdos, el almidón para obtener alcohol y la cascarilla del arroz como materia prima para producir furfural y como combustible.

## **OTRAS MATERIAS PRIMAS**

Una vez establecidas las bases para un programa nacional de

### TABLA 3 A

#### CIFRAS REDONDEADAS SOBRE LAS INDUSTRIAS AZUCARERA Y PANELERA EN COLOMBIA

<u>AZUCAR:</u>	PRODUCCION TOTAL:	1.2 M. <u>TON</u> AÑO
	CONSUMO INTERNO:	1 M. <u>TON</u> AÑO
	EXPORTACION:	0.2 M. <u>TON</u> AÑO

ZONA DE CAÑA AZUCARERA:

130 000 Has. CONCENTRADAS EN EL VALLE DEL CAUCA

RENDIMIENTO:  $130 \frac{\text{TONS.CAÑA}}{\text{Ha.}}$  , CORTE CADA 18 MESES, CONTINUO

PANELA: =

CAÑA PANELERA: SE CULTIVA EN 300 000 Has. EN TODG EL PAIS HASTA LOS 1 600 METROS DE ALTURA

RENDIMIENTOS: PROMEDIO ACTUAL: 35 TON  
Ha.  
PROMEDIO ESPERADO: 60 TON. CAÑA  
Ha.

CORTE CADA 18 MESES, CONTINUO

alcohol, se podría contar con una o varias de las siguientes materias primas:

- . Sorgo dulce
- . Excedentes periódicos de papa
- . Tubérculos ricos en almidón como el ñame, cultivado en la costa norte y el bore que se obtiene en Santander.

## EL POTENCIAL AGRICOLA COLOMBIANO

### Realidades y posibilidades en la producción agrícola colombiana:

El país está situado en plena franja ecuatorial con una radiación solar cuyo promedio anual se ha estimado en 430 calorías por centímetro cuadrado por día, lo que se traduce en condiciones ideales para "cosechar energía solar".

Colombia es un exportador neto de productos agrícolas, especialmente de café. Su economía tiene como base la explotación agropecuaria y de una manera social, económica y cultural, el colombiano piensa siempre en la "vocación agrícola" del país. Por este motivo un desarrollo como el que propone el Programa de Alcohol, sigue la trayectoria lógica del aprovechamiento de los recursos básicos colombianos.

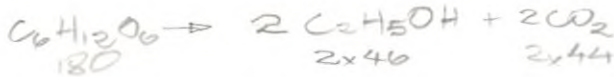
Además de su extensión superficial, las tres cordilleras en las que se dividen los Andes al entrar al sur del país, crean toda una serie de valle interandinos, altillanuras planas, vertientes, terrazas y laderas, que se suman a las llanuras del Caribe y a los bancos de la orinoquía. De esta manera, se cuenta con toda la gama de pisos térmicos, desde el nivel del mar hasta los dos mil metros aproximadamente para la caña de azúcar y hasta 1.200 metros para la yuca: esta distribución de tierras en tres dimensiones, crea especiales condiciones para optimizar la producción agrícola de los diferentes cultivos.

De las 114 millones de hectáreas que constituyen la superficie total del país, 20 millones son aptas para la agricultura. La extensión de suelos dedicados en la actualidad a los cultivos es de solo 6 millones de Has: (incluyendo la zona cafetera).

De esta manera quedan alrededor de 14 millones de Has. de suelos aptos para la agricultura, actualmente ociosos o dedicados a la ganadería extensiva.

### REQUERIMIENTOS DE TIERRA PARA EL PLAN DE ALCOHOL CARBURANTE.

De acuerdo con los datos señalados en la Tabla 2A, "Consumo potencial de Alcohol Carburante hacia el año 1900", la cantidad de alcohol necesaria para ser mezclado con gasolina al 20% y con ACPM al 4 vol% es del orden de los 3.4 millones de litros por día.



$$\frac{70 \times 60}{1,5} = 2800$$

$$\frac{3'400 \times 365}{2,8} = 443214$$

$$\begin{array}{r} 72 \\ 12 \\ 96 \\ \hline 180 \end{array} \quad \begin{array}{r} 24 \\ 15 \\ 17 \\ \hline 46 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 180 \\ 63 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 92 \\ \times \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 63 \times 92 \\ \hline 180 \end{array}$$

$$123,26 \text{ (Azúcar)}$$

Con rendimientos esperados de 60 ton. de caña/Ha., en promedio, una producción de 70 litros de alcohol por tonelada de caña y corte cada 18 meses, se tiene un rendimiento anual de 2 800 litros de alcohol por Ha. y por año. Para los 3.4 millones de litros por día, se requerirían 450 000 Has. sembradas en caña.

Estas 450 000 Has. representan el 3.2% de las tierras aptas pero no utilizadas en agricultura.

Además, se estima que la infraestructura vial, de tecnificación agrícola, de centros con servicios de salud, educación, recreación, cooperativismo, etc., generados por el plan de alcohol, puede impulsar la actividad agropecuaria en áreas circundantes en un total de 200 000 Has.

Con unidades típicas de producción de 100 000 litros/día cada una en 13 000 Has., se podrían generar unos 35 proyectos repartidos en diferentes partes del territorio nacional.

Estas apreciaciones, que se basan en el conocimiento y estudios de especialistas en la evaluación de los suelos del país y de su potencial agrícola, hacen ver que no debe existir competencia alguna entre el producto agrícola alimenticio y el producto agrícola energético para iniciar un plan nacional de alcohol en la presente década.

Todos los datos expuestos en este Aparte 4, se encuentran resumidos en la Tabla 4A, "Recursos de Tierra de Colombia" y en la Tabla 4B, "Rendimientos promedios de la Caña de Azúcar".

## 4.2 POSIBILIDADES DE OPTIMIZAR LA ZONA PANELERA.

Si en la zona panelera, que tiene alrededor de 300 000 Has. de extensión, se elevara el actual rendimiento promedio de 35 tons de caña por Ha. hasta 60 ton/Ha., con el empleo de mejores técnicas agrícolas, y al mismo tiempo se utilizaran trenes de molienda con con 95% de extracción de azúcar en lugar del actual rendimiento de 55% empleando trapiches, un ejercicio de aritmética demuestra que en esta zona se podría producir toda la panela que actualmente se obtiene, más 1.6 millones de litros de alcohol por día, es decir, casi el cincuenta por ciento de todo el alcohol requerido.

## TABLA 4 A

### RECURSOS DE TIERRA EN COLOMBIA

	M. Has.
PERFICIE TOTAL	114
TIERRAS APTOS PARA LA AGRICULTURA	20
TIERRAS EXTENSION ACTUALMENTE CULTIVADA (INCLUYENDO ZONA CAFETERA)	6
TIERRAS APTOS PARA UNA FUTURA PRODUCCION AGRICOLA ACTUALMENTE OCIOSOS O DEDICADOS A LA GANADERIA EXTENSIVA	14
TIERRAS 450 000 Has. QUE REQUIERE TODO EL PROYECTO DE ALCOHOL REPRESENTAN EL 2% DE ESTAS 14M Has.	

SE CALCULA QUE LA INFRAESTRUCTURA AGRICOLA, VIAL, SALUD, EDUCACION Y RECREACION, COOPERATIVISMO, ETC. GENERADA POR EL PROGRAMA DE ALCOHOL, PUEDE IMPULSAR LA ACTIVIDAD AGROPECUARIA EN AREAS CIRCUNDANTES EN UN TOTAL DE APROXIMADAMENTE 200 000 Has.

### **GENERACION DE EMPLEO**

Colombia no ha escapado al flagelo social del desempleo que afecta no solo a los países pobres sino que está causando serios problemas en los industrializados.

El Plan de Alcohol Carburante puede generar unos 100 000 empleos directos en áreas rurales repartidas en todo el territorio nacional. Adicionalmente, las obras de construcción de equipos industriales, (se calcula que el 80% del equipo de las destilerías de alcohol puede ser construído en Colombia), más las labores de construcción y montaje de las plantas y la manufactura de equipos agrícolas, generarán más empleo y desarrollo en sectores claves de la economía nacional como son el metal-mecánico y el de la Ingeniería de construcción y de servicios.

## TABLA 4 B

### RENDIMIENTOS PROMEDIOS DE CAÑA DE AZUCAR EN COLOMBIA PARA LA PRODUCCION DE ALCOHOL CARBURANTE

60 TON.CAÑA  
Ha.

4 200 LITROS ALCOHOL  
Ha.

70 LITROS ALCOHOL  
TON. CAÑA

COSECHA CADA 18 MESES:

RENDIMIENTO ANUAL : 2 800 LITROS ALCOHOL  
Ha. x AÑO

TIERRA REQUERIDA PARA  
PRODUCIR 3.4 ML/D DE  
ALCOHOL 450.000 Has.

TIERRA REQUERIDA PARA  
UN PROYECTO DE 100 000 L/D  
DE ALCOHOL 13 000 Has.

## 6. EL MINIMO RIESGO EN EL DESARROLLO DE UN PLAN DE ALCOHOL.

Para hacer más atractivo el plan de alcohol, se presentan las siguientes consideraciones sobre la manera de desarrollarlo con un mínimo riesgo para la inversión que se vaya haciendo en cada etapa.

El precio final del alcohol depende en un porcentaje alto, del orden del 70 al 80 % , del costo de la materia prima agrícola. Por este motivo, la participación de los costos de la producción industrial en el precio final del alcohol no es tan determinante. La ven-

taja de este hecho es que el concepto de "tamaño mínimo económico de planta" es menos importante que el de la producción confiable y a precio adecuado de la materia prima agrícola, y está subordinado a este último.

Además, ya que la mezcla alcohol-gasolina funciona adecuadamente a tenores del 8 al 20 vol.% de alcohol, el programa de alcohol carburante se puede iniciar en cualquier parte, con cualquier tamaño de producción, y se puede incrementar a cualquier ritmo.

Por este motivo se pueden iniciar uno o dos proyectos, que permitan hacer una evaluación total y a fondo de la inversión requerida en la parte agrícola e industrial, de todos los factores que inciden en la producción de la materia prima agrícola, del costo del alcohol producido, etc. etc.

Si el proyecto indica buenos resultados, se puede continuar con otras instalaciones en diferentes regiones del país. En caso contrario, si la primera instalación ya indica serios inconvenientes, no se ha perdido nada: el alcohol producido se utilizará en la industria de los licores, atendiendo a la relativa ineficiencia que ocurre actualmente en la producción de alcohol calidad licorería, y no se continuaría con la ejecución de nuevos proyectos.

## **OTROS ASPECTOS DE LA PRODUCCION DE ALCOHOL EN COLOMBIA.**

Se citarán brevemente tres aspectos que tienen una marcada influencia en la forma que tendría un plan de alcohol carburante en Colombia:

### **PRODUCCION ACTUAL DE ALCOHOL Y MONOPOLIO ESTATAL.**

En las Tablas 7A y 7B se muestra la producción actual de alcohol etílico en Colombia, que es de calidad licorería al punto azeotrópico. La capacidad instalada en las fábricas de licores de propiedad de los gobiernos departamentales, es de 274 000 litros por día, a la cual se suma la capacidad instalada de propiedad privada que opera bajo licencia de los gobiernos departamentales y que suma 46 000 litros/día.

**TABLA 7 A**

**DESTILERIAS PARA ALCOHOL DE LAS INDUSTRIAS  
LICORERAS DEPARTAMENTALES**

ALCOHOL PURO, RECTIFICADO, NEUTRO, CALIDAD PERFUMERIA AL 96 VOL. %

PARA BEBIDAS ALCOHOLICAS, PERFUMERIA E INDUSTRIA FARMACEUTICA:

<u>DEPARTAMENTO</u>	<u>CAPACIDAD INSTALADA - LITROS / DIA</u>
ANTIOQUIA	40 000
MAGDALENA	7 000
ATLANTICO	5 000
BOLIVAR	10 000
CALDAS	90 000
VALLE	15 000
CAUCA	5 000
NARIÑO	5 000
HUILA	7 000
CUNDINAMARCA	20 000
BOYACA	20 000
SANTANDER	30 000
NORTE DE SANTANDER	20 000
	<u>274 000</u>



TABLA 7 B

DESTILERIAS PRIVADAS QUE PRODUCEN ALCOHOL DE 96  
OL% POR LICENCIA DE LOS GOBIERNOS DEPARTAMENTALES

	CAPACIDAD INSTALADA <u>LITROS/DIA</u>
INGENIO RIO PAILA - VALLE	10 000
INGENIO MANUELITA - VALLE	9 000
INGENIO CASTILLA - VALLE	2 000
SUCROMILES - VALLE	20 000
RESAR (VALLEDUPAR)	<u>5 000</u>
	46 000

=

CONSUMO ACTUAL DE ALCOHOL

ALREDEDOR DE 200 000 LITROS/DIA

La producción de alcohol se sitúa por los lados de los 200 000 litros por día, que se consume en la producción de licores, perfumes, industria farmacéutica y otras pequeñas industrias, con excepción de los 20 000 lts./día de Sucromiles que son materia prima industrial para la producción de ácido acético, acetatos, etc. La materia prima en las anteriores instalaciones es principalmente melaza, miel vírgen de 70° Bx y panela. Estas materias primas, por su costo, no se podrán utilizar en un programa de alcohol carburante, el cual debe estar basado en el jugo de la caña, obtenido en trenes de molienda de alta eficiencia de extracción, más almidón de yuca en algunas instalaciones.

En Colombia, el Estado tiene el monopolio de la producción de alcohol etílico. En la actualidad se estudia una ley sustitutiva, que exceptuaría del monopolio estatal al alcohol carburante. También se establecería la intervención del estado, por medio de sus organismos de producción del alcohol, (Empresas Licoreras), en sociedades de economía mixta, (capital privado y capital estatal), para la producción de alcohol carburante.

## **7.2. SUMINISTRO DE LA MATERIA PRIMA AGRICOLA**

Debe planearse un equilibrio entre los extremos de la gran explotación agrícola, por un lado, muy tecnificada y eficiente, que podría eliminar el minifundio y sacar al campesino de su propiedad con el peligro de convertirlo en un asalariado a sueldo mínimo, situación que tendería a lanzarlo con el tiempo a los cinturones urbanos de pobreza, y los contratos de compra del producto o de arriendo de la tierra, por otro lado, con las muchas variantes de crédito, asistencia técnica, cooperativismo, etc., que aunque son menos eficientes, estimulan la pequeña y mediana tenencia de la tierra, fortalecen la riqueza del trabajo familiar y estabilizan una clase campesina más próspera y con mejor acceso a servicios de consumo, educación, salud y recreación. Lógicamente dentro de estos extremos cabe toda la gama de disposiciones que impediría los efectos negativos de cada modalidad.

## **7.3. PRECIO DEL ALCOHOL**

No se puede predecir el precio del alcohol, con respecto al de la gasolina, hacia los últimos años de la presente década, por las siguientes razones:

El precio de la gasolina al consumidor depende de muchos factores de compleja inter-relación, entre los cuales se cuenta el costo de producción del petróleo de propiedad nacional, lo que se paga por su parte propia al productor extranjero asociado, los costos de refinación y transporte, el precio de la gasolina de importación, los impuestos, las ganancias de los distribuidores mayoristas y minoristas, los criterios sobre el peso del costo de la gasolina dentro de los índices de nivel de costo de vida, etc. etc. Es difícil precisar, dentro de las incertidumbres energéticas y sociales nacionales e internacionales, cuánto será el precio de una gasolina dentro de 5 o más años.

El costo del alcohol dependerá de variables tan complejas como las que afectan a la producción agrícola del país, incluyendo los costos de adecuación de tierras, políticas gubernamentales para ampliar la frontera agrícola, estructura de la tenencia de la tierra, etc., etc. En este momento, sin una producción de alcohol carburante, es imposible decir con exactitud cuáles serán estos costos. Por esta razón se ha dicho, anteriormente, que el programa se debe cumplir por etapas, paso a paso, como una manera de minimizar riesgos.

Las aproximaciones económicas que se han hecho, indican que, al menos en la presente década, el alcohol será más costoso que la gasolina en Colombia, sin poder precisar cuánto más costoso. Por este motivo, la decisión de avanzar con un plan nacional de alcohol carburante, no es una cuestión de tipo económico sino una DETERMINACION POLITICA que se debe evaluar de acuerdo con los resultados globales de beneficio social y de desarrollo de los recursos naturales del país.

## ASPECTOS INSTITUCIONALES.

De una manera muy resumida, se presenta a continuación la participación de las entidades que han estudiado la posibilidad de establecer un programa nacional de alcohol en Colombia:

El Presidente de la República, por medio del Decreto No.2153 de 1979, estableció las bases de un Programa Nacional de Alcohol y creó un comité Nacional Asesor, conformado por los Ministros de Minas y Energía, de Desarrollo Económico y de Agricultura, el Jefe del Departamento Nacional de Planeación, el Presidente de la Empresa Colombiana de Petróleos (ECOPETROL), el Director del Instituto de Investigaciones Tecnológicas, los Presidentes de la Asociación Nacional de Industriales (ANDI), de la Sociedad de Agricultores de Colombia (SAC) y de la Asociación Colombiana de Cultivadores de la Caña de Azúcar (ASOCAÑA), dos representantes de las Empresas Licoreras Departamentales y un representante por la Unidad de Estudios de Alcohol de Ecopetrol.

Además, a partir de los primeros meses de 1979, se agrupó un "Comité Informal", que reunió a representantes de las diferentes instituciones gubernamentales, privadas y científicas del país interesadas en la realización de un programa nacional de alcohol. Este Comité ha prestado su apoyo técnico al Comité Nacional Asesor, ha impulsado el estudio de los diferentes aspectos del programa y organizó el Primer Simposio Colombiano sobre Alcohol Carburante en Palmira, en Mayo de 1980. Está conformado por representantes de las siguientes entidades:

### Organismos Gubernamentales:

Departamento Nacional de Planeación.  
Oficina de Planeación del Sector Agropecuario.  
Fábrica de Licores de Antioquia.  
Empresa Colombiana de Petróleos - ECOPETROL.  
Universidad Industrial de Santander.  
Universidad del Valle del Cauca.

Entidades Privadas:

Asociación Nacional de Industriales (ANDI)  
Asociación Colombiana de Cultivadores de Caña (ASOCAÑA)  
Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)  
Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (FEDERACAFE)  
SUCROMILES

## **LOS ASPECTOS CAMBIARIOS Y DE RESERVAS DE UN PAÍS.**

Mucho se ha escrito y dicho sobre los beneficios que reporta un plan nacional de alcohol carburante a un país con los recursos agrícolas adecuados, que está importando parte de sus combustibles.

Las reservas monetarias internacionales que un país posee, le permiten adquirir los instrumentos necesarios para generar desarrollo (bienes de capital, "know how", materias primas, recursos educativos, elementos y sustancias para los servicios de salud, etc.)

Cuando estas reservas se gastan en importar algo que pudiera producirse en el país, se debe considerar muy cuidadosamente la aproximación simplista del puro costo del bien producido, que se "traduce" a moneda internacional y se compara con el costo internacional del bien. Este simplismo reduciría efectivamente a nuestros países al de productores gregarios de materias primas elementales.

Para no repetir los mismos argumentos, los que por elementales no dejan de ser válidos (y frecuentemente no son asimilados por los lectores de listados sobre análisis de factibilidad en computadores), se completará este aparte con una comparación de un sistema físico y de un sistema económico, a un nivel muy elemental, que tiene más de "divertimento" para matizar un poco esta presentación.

## **1 EL SISTEMA FÍSICO Y LA GENERACION DE TRABAJO UTIL.**

Si se cuenta con un sistema físico que posee energía con respecto a un estado de referencia, un ingeniero tratará de obtener la máxima cantidad de trabajo útil de este sistema; se demuestra en Termodinámica aplicada que la máxima cantidad de trabajo útil que idealmente se podría obtener del sistema, está dada por la variación en la propiedad "energía disponible" del mismo sistema cuando sufre un proceso ideal.

$$\text{Así, } W_{\text{disponible}}^{\text{ideal}} = \Delta B = B_1 - B_2$$

en donde B es la función "energía disponible" o función de Darrius (para un sistema en flujo continuo, régimen estacionario).

$$B = (H - T_0 S)$$

En donde H = entalpía y S = entropía del sistema.  $T_0$  = temperatura de referencia (generalmente, la temperatura del ambiente).

Bajo condiciones en las cuales existe degradación de la energía, se obtiene menos trabajo útil; se "pierde" la oportunidad de hacer trabajo.

$$W_{\text{"perdido"}} = W_{\text{disponible}}^{\text{ideal}} - W_{\text{obtenido}}$$

$$W_{\text{"perdido"}} = T_0 \Delta S_{\text{univ.}}$$

$\Delta S_{\text{univ.}}$  representa el cambio en la entropía total (del universo), causada por la ineficiencia de un proceso en el cual se degradó parte de la energía. Es una medida de la pérdida en la capacidad de obtener trabajo útil de un sistema. El cambio en la entropía del universo representa la degradación de parte de la energía que se deseaba utilizar. Es la huella que dejan en el tiempo los procesos ineficientes, degradantes de energía.

## EL SISTEMA ECONOMICO Y LA GENERACION DE DESARROLLO ECONOMICO Y SOCIAL.

De una manera análoga, si se dispone de un sistema económico caracterizado por disponer de  $N$  unidades de reservas monetarias internacionales, se puede llamar  $D_{\text{ideal}}$  al desarrollo, medido en estas unidades, que se generaría al invertir con toda eficiencia, idealmente, una de las mismas.

Bajo condiciones no ideales, en las cuales exista ineficiencia, desperdicio, se "pierde" oportunidad en generar desarrollo. Se obtiene menos desarrollo,  $D_{obt}$ .

$$D_{\text{"perdido"}} = D_{\text{ideal}} - D_{\text{obt.}} = K_{pp} \cdot \Delta S_{\text{econ.}}$$

En donde  $K_{pp}$  es una constante de proporcionalidad, y  $\Delta S_{\text{econ.}}$  es una medida directa de la ineficiencia, de la degradación del potencial de generar desarrollo cuando las reservas monetarias de un país se invierten inadecuadamente.

Ejemplo: - si se gastan las reservas en importar un combustible que se puede producir internamente en un país,

$D_{\text{ideal}}$  se degrada hasta que, para el caso,  $D_{\text{"perdido"}}$  es casi igual al  $D_{\text{ideal}}$ .

De esta manera,  $\Delta S_{\text{econ.}}$  es muy grande. La entropía de las reservas gastadas en importar el combustible (que se podría haber producido en el país), es muy alta con respecto a la entropía que tendrían esas mismas reservas conservadas dentro del sistema económico nacional y esperando su óptima utilización.

La huella que deja en el tiempo la ineficiente aplicación de las reservas, es apreciable.

## 10. CONCLUSION

Un plan de alcohol carburante proyectado entre 1988 y 2015, ayudará a solucionar la anterior situación, y servirá, fundamentalmente para:

- 1) Que cerca de US \$250 Millones/año, en vez de ser gastados en importar combustibles, se inviertan en el desarrollo interno del país, o, en el caso de plena autosuficiencia petrolera, para exportar los combustibles reemplazados por el alcohol ganando dicha cantidad de divisas.
- 2) Incorporar a la economía nacional 450 000 Has. requeridas por el plan más 200 000 Has. en actividades agropecuarias.
- 3) Generar 100 000 empleos directos en la actividad agrícola y pecuaria.

- 4) Vitalizar el sector metal-mecánico en la producción de maquinaria agrícola y equipo industrial.
- 5) Hacer sentir la presencia de los planes de producción nacional en zonas agrícolas deprimidas económicamente.
- 6) Entregar a la producción de alimentos del país, al final del proyecto, 650 000 Has. en pleno desarrollo agrícola y pecuario.

#### - REFERENCIAS -

Ahern, John E., *The Exergy Method of Energy Systems Analysis*, John Wiley & Sons, 1980.

Cortés, Abdón, *Factores que Limitan el Desarrollo del Recurso Tierra en Colombia*, Presentación en la Universidad Jorge Tadeo Lozano, Mayo de 1984.

Cortés, Abdón, *Geografía de los Suelos de Colombia*, Publicación de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 1984.

Department of Energy, Energy Research Advisory Board, Panel on Biomass Energy, Washington, D.C., 1981.

Empresa Colombiana de Petróleos, ECOPETROL, *Estadísticas de la Industria Petrolera*, 1970 - 1983.

Hira, Ayub U., Mulloney Jr. Joseph A. and D'Alessio, Gregory, J.; *Alcohol Fuels from Biomass*, Environ. Sci. Technol., Vol.17, No.5 1983.

Instituto Centro Americano de Investigación y Tecnología Industrial, ICAITI, *Memorias del Tercer Simposio Panamericano de Combustibles y Productos Químicos Vía Fermentación*, Avances en la Producción de Etanol, Guatemala, 1983.

Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, *Curso sobre industrialización de la Caña*, Medellín, 1981.

Instituto Colombiano de Energía Eléctrica, ICEL, *Informe Anual*, 1983.

10. Memorias, Primer Simposio Colombiano sobre Alcohol Carburante, Mayo, 1980.
11. Mitchell, T.E., Schroer, B.J., Ziemke, M.C. and Peters, J.F., Biomass fuels: a National Plan, Chemtec, April, 1983.
12. Navarro, Alfredo, Bases Agrícola, Socio-económica y Energética para un Programa de Alcohol Etílico en Colombia, Revista de Mares, No. 112, Abril - Mayo, 1982.
13. Navarro, Alfredo, El Alcohol Etílico Carburante. ¿Un programa Energético de Conveniencia Nacional? , Revista De Mares, No.120 Nov. - Dic. 1983.
14. Navarro, Alfredo, Métodos de Cálculo para un Programa de Ahorro de Energía en los Procesos Industriales, Revista De Mares, No.113, Agosto - Sept. 1982.
15. National Academy of Sciences, National Research Council, Alcohol Fuels, Options for Developing Countries, Washington, D.C. 1983.
16. Organización de los Estados Americanos, OEA, Diagnóstico y Recomendaciones sobre el Potencial de Alcohol Carburante en Colombia, 1981.
17. Segovia, Rodolfo, Los Cuatro Niveles de la Autosuficiencia Petrolera, Revista De Mares, No. 121, Enero-Marzo, 1984
18. Sociedad Colombiana de Técnicas de la Caña de Azúcar, Técnicaña, Manual Azucarero de Colombia, 1981.
19. Smith, J.M., and Van Ness, H.C., Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, Mc Graw-Hill, 1975.
20. Taylor, Frank, Brazil's Alcohol-for-oil Program Moves into High Gear, Chemical Engineering, October, 1983.
21. Universidad Industrial de Santander, Memorias del I Taller de investigaciones sobre Carbón y Carboquímica, Bucaramanga, Abril, 1983.
22. Valdés, Hugo y Aguirre, Gustavo, Presentación sobre el Ingenio Panelero del Río Suárez y su Potencial para Alcohol Carburante, Ministerio de Minas y Energía, Mayo de 1983.
23. Van der Pluijm Theodore, ¿Energía vs. Alimentos? El Programa de Etanol en el Brasil, Comercio Exterior, Vol. 33, No.7, Mayo de 1983.



**PUBLICACIONES ECOPETROL**

**Editor:**

**Oficina Coordinadora de Medios de Comunicación**

**Impresor:**

**Reproducciones Ecopetrol Bogotá**

Bosquejo para un programa de alcohol  
carburante/Empresa Colombiana de Petróleos.  
Ecopetrol

333.8232 E558b Ej.1

CATALOGADO POR: HELP FILE LTDA

FECHA  
PEDIDO

PRESTADO A

FECHA  
DEVUELTO

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA



01006630

BIBLIOTECA