



**Universidad del Azuay**

**Facultad de Ciencia y Tecnología**

**Escuela de Ingeniería Mecánica Automotriz**

*Producción de etanol para uso como combustible alternativo en  
motores de combustión interna de la provincia del Azuay*

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:  
Ingeniero Mecánico Automotriz**

**Autor:  
Jorge Enrique Narváez Bahamonde**

**Director:  
Dr. Juan Calderón**

**Cuenca, Ecuador**

**2011**

### **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación está dedicado a mis padres, quienes con todo su sacrificio, esfuerzo y amor, han guiado e impulsado mi iniciativa de triunfar en la vida, siempre con rectitud, honestidad y sinceridad.

Jorge Enrique

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento corresponde a todos los profesores quienes durante los cinco años, no solo fueron catedráticos que impartieron valiosos conocimientos, sino personalmente considero que llegaron a ser amigos. Un especial agradecimiento al Doctor Juan Calderón, y los Ingenieros Víctor Hugo Andrade, Fernando Muñoz y Hernán Viteri por todo el apoyo brindado y los conocimientos impartidos.

## **RESUMEN**

La producción de etanol a nivel mundial se ha venido desarrollando por varios años, siendo esta una alternativa energética para el futuro además de ser un combustible amable con el medio ambiente. El presente trabajo está orientado a determinar la factibilidad de producción de etanol en nuestra provincia, ya que la tecnología para fabricar los vehículos ya existe, pero de nada sirve un vehículo sin combustible.

Para determinar esta capacidad de producción, es necesario analizar varios factores, que involucran el aspecto físico, trabajo de campo, el ámbito económico y ambiental. Los resultados individuales determinarán que tan beneficioso sería comenzar con la industria de producción de etanol en la provincia del Azuay.

## **ABSTRACT**

Ethanol production worldwide has been developed for years up to now, becoming an energetic alternative for the future; especially for its environmental benefits. This project is focused on the ability to produce ethanol in our province. Now a days the automotive industry has been oriented to produce cars that uses ethanol but fuel production it is not guaranteed.

The ethanol production capacity in Azuay province (Ecuador) is analyzed in this project. The researching work was condensed in four main parts document: ethanol production and its use as fuel “state of the art”; the ethanol production process illustrated trough its different stages; an economic analysis and its comparison with petroleum based fuel industry and finally an environmental impact study. As a conclusion derived from this work was obtained the criteria “that ethanol could be produced in our media to be used as fuel, but costs will be too high to be supported by local economy”.

## INDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	vivi
Agradecimientos.....	vi
Resumen.....	ivi
Abstract.....	vi
Índice de contenidos.....	vi
<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO 1: ETANOL COMO COMBUSTIBLE</b>	
1.1 Antecedentes.....	3
1.1.1 Historia del etanol en Brasil.....	3
1.1.2 Producción de etanol en otros países.....	6
1.1.3 Análisis comparativo de producción.....	8
1.1.4 Producción en Brasil con base en caña de azúcar.....	10
1.2 Rendimiento del etanol como combustible.....	11
1.2.1 Perspectiva del balance energético.....	11
1.2.2 Propiedades del etanol.....	13
1.2.3 Resumen en tabla de propiedades.....	14
1.2.4 Etanol y mezclas con gasolinas.....	14
1.3 Etanol vs. Gasolina.....	15
1.3.1 Relación entre los poderes caloríficos.....	17

1.4 Conclusiones del capítulo.....	18
------------------------------------	----

## **CAPITULO 2: PRODUCCION DE ETANOL**

2.1 Zona de Producción.....	20
-----------------------------	----

2.2 Cultivos la caña de azúcar.....	21
-------------------------------------	----

2.2.1 Primera Etapa.....	22
--------------------------	----

2.2.2 Segunda Etapa.....	22
--------------------------	----

2.2.3 Condiciones óptimas para el cultivo de caña de azúcar.....	23
--	----

2.2.3.1 Clima.....	23
--------------------	----

2.2.3.2 Suelo.....	23
--------------------	----

2.2.3.3 Requerimientos Hídricos.....	24
--------------------------------------	----

2.2.3.4 Absorción de Nutrientes.....	24
--------------------------------------	----

2.2.3.5 Procesamiento de Materia Prima.....	25
---	----

2.2.3.5.1 Residuos.....	25
-------------------------	----

2.3 Camote Como Materia Prima.....	26
------------------------------------	----

2.3.1 Comparación con la Caña de Azúcar.....	27
--	----

2.3.2 Condiciones de Producción de Camote.....	27
--	----

2.3.3 La Siembra.....	29
-----------------------	----

2.3.4 Variedades de Camote.....	28
---------------------------------	----

2.3.5 Distanciamiento, Densidad y Arreglo Espacial.....	29
---	----

2.3.6 Fertilización.....	30
--------------------------	----

2.3.7 Barreras Rompe vientos.....	30
-----------------------------------	----

2.3.8 Residuos.....	31
---------------------	----

2.4 Producción.....	31
---------------------	----

2.4.1	Procesos de Obtención de Etanol.....	31
2.4.2	Sistemas de Fermentación Utilizados.....	32
2.4.3	Subproductos del Obtención de Etanol.....	36
2.4.4	Etapas del Proceso de Producción de Etanol.....	37
2.5	Limitaciones del Proceso.....	41
2.5.1	Concentración de Etanol Resultante.....	41
2.5.2	Acidez del sustrato.....	41
2.5.3	Concentración de Azúcares.....	42
2.5.4	Contacto con el Aire.....	42
2.5.5	La Temperatura.....	42
2.5.6	Ritmo de Crecimiento de las Cepas.....	43
2.6	Producción en Base de Camote vs. Caña.....	41
2.6.1	Extracción de Almidones.....	42
2.6.1.1	Según el Método Novelo-Cen y Betancour-Ancona.....	42
2.6.1.2	Hidrólisis del Almidón.....	43
2.6.1.2.1	Hidrólisis Ácida.....	43
2.6.1.2.2	Hidrólisis Enzimática.....	43
2.7	Producción de etanol a partir de la Melaza.....	44
2.8	Desarrollo Tecnológico.....	45
2.9	Conclusiones del Capítulo.....	45

### **CAPITULO 3: SOSTENIBILIDAD Y FACTIBILIDAD ECONOMICA**

3.2	Análisis de Costos.....	47
-----	-------------------------	----

3.3 Determinación de Costos con Caña de Azúcar.....	49
3.3.1 Costo de Materia Prima.....	49
3.3.2 Costos de Mano de Obra.....	50
3.3.3 Gastos de Fabricación o Producción.....	51
3.4 Determinación de Costos de Camote.....	53
3.4.1 Costo de la Materia Prima.....	53
3.4.2 Costo de la Mano de Obra.....	53
3.4.3 Gastos de Fabricación o Producción.....	53
3.5 Costo de distribución.....	54
3.6 Rentabilidad del Proyecto.....	54
3.7 Determinación del costo con melaza.....	55
3.8 Comparación con la Gasolina.....	56
3.7 Comparación con Otras Fuentes de Energía.....	56
3.8 Conclusiones del Capítulo.....	57

#### **CAPITULO 4: IMPACTO AMBIENTAL DE LA PRODUCCION Y USO DE ETANOL**

4.1 Estudio de Emisiones del Proceso.....	58
4.1.1 Problema Actual.....	58
4.1.2 Niveles de Contaminación.....	59
4.1.3 Etanol Como Solución Anticontaminante.....	59
4.2 Efecto Ambiental del Camote vs. Caña de Azúcar.....	60
4.3 Emisiones de Etanol.....	61

4.4 Ventajas Ambientales del Etanol Sobre la Gasolina.....	62
4.5 Desventajas del Etanol Para el Ambiente.....	62
4.6 Conclusiones del Capítulo.....	63
<b>CONCLUSIONES</b> .....	64
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	66
<b>ANEXOS</b> .....	70

Narváez Bahamonde Jorge Enrique

Trabajo de Graduación

Ing. Juan Calderón

Enero del 2011

## **PRODUCCION DE ETANOL PARA USO COMO COMBUSTIBLE ALTERNATIVO EN LA PROVINCIA DEL AZUAY**

### **INTRODUCCION**

El etanol es un compuesto químico que puede utilizarse como combustible, bien solo o mezclado en cantidades variadas con gasolina, y su uso se ha extendido principalmente para reemplazar el consumo de derivados del petróleo. El combustible resultante de la mezcla de etanol y gasolina se conoce como gasohol oalconafta. Dos mezclas comunes son E10 y E85, a nivel mundial marca una tendencia en biocombustibles y el desarrollo de motores de última generación regulables para los dos combustibles independientemente o su mezcla en cualquier proporción.

Actualmente se habla de agotamiento de los recursos energéticos, se buscan muchas alternativas que sustituyan a los derivados del petróleo, se investigan nuevas tecnologías para los denominados “Vehículos del futuro” buscando que funcionen con una fuente renovable de energía y apuntando al “combustible de CERO contaminación ambiental”. Las grandes compañías automotrices invierten miles de millones de dólares en investigación y pruebas con todo tipo de materiales y recursos en busca de mantener un predominio comercial a futuro.

Efectivamente la tecnología en el desarrollo automotriz crece a pasos agigantados, pero es muy importante determinar si todos aquellos nuevos vehículos que ingresarán al mercado tendrán el potencial para circular, es decir, hay que verificar y constatar que esas tecnologías se adapten al medio, es ahí donde surge un pregunta: ¿De qué sirve la tecnología de vehículos que funcionen con Etanol, si es que no hay la capacidad de producción de este combustible en nuestro medio?

Para determinar la factibilidad de la producción de este combustible en nuestra provincia es muy importante tratar cada uno de los factores que están en la mira de estudio con la mayor importancia y validez, haciendo un énfasis en la capacidad de producción, de manera que se puede así tratar el tema con la mayor veracidad posible, siendo este determinante para el futuro energético de nuestra zona y tal vez de todo nuestro país.

## **CAPITULO 1**

### **ETANOL COMO COMBUSTIBLE**

#### **1.1 Antecedentes**

Los principales productores de etanol a nivel mundial son Estados Unidos y Brasil, siendo el último el principal exportador del combustible, ya que el país norteamericano lo utiliza para consumo interno, incluso importa algo de este producto a Brasil, país que ha desarrollado en este tema muy alta tecnología a nivel mundial debido a la importancia que representa económica y socialmente el etanol en este país.

##### **1.1.1 Historia del etanol en Brasil.**

Con la crisis del petróleo en 1973 el gobierno Brasileiro que se veía en una desesperada situación creó el programa PRO-ALCOHOL, en donde se proyecta al etanol como combustible alternativo, tanto para sobrepasar la crisis, como para desarrollarlo potencialmente. En cuanto el gobierno promovía estudios económicos para producción de alcohol a gran escala, realizando transferencia de tecnología y hasta proporcionando subsidios a las plantas destiladoras de alcohol, la industria automovilística instalada en Brasil en aquella época - Volkswagen, Fiat, Ford y General Motors - adaptaron los motores de los vehículos para funcionar con alcohol como combustible. Así surgieron en el mercado dos versiones de vehículos: con motor 100% movido con alcohol y la versión convencional de gasolina. El primer automóvil a funcionar con 100% de alcohol fue el Fiat 147 en 1978. Desde entonces y hasta 1986, el automóvil de alcohol ganó popularidad entre los brasileños, al punto que la mayoría de los vehículos fabricados por la industria automovilística utilizaban

ese combustible. En 1986 la producción llegó a 619.854 automóviles, representando el 76% de todos los vehículos fabricados en ese año.<sup>1</sup>

El auge del etanol en el área automotriz llegó a un punto máximo en la década de los 80 cuando la industria alcanzó los mayores índices de producción y consumo interno en el país, pero no se tomó en cuenta una gran consecuencia negativa que afectaría el mercado internacional del consumo de azúcar, ya que Brasil hasta ese entonces aprovechaba sus cultivos de caña de azúcar para la producción en los ingenios azucareros, de donde partía para el mercado internacional, originado en una alza del precio del azúcar, a partir de esa época comenzó una caída en el consumo de alcohol, lo que gradualmente provocó la disminución en la venta de automóviles movidos con alcohol. El etanol como combustible comenzó a escasear en el mercado, al punto que en 1991 el Gobierno tuvo que importar etanol desde Estados Unidos, medida acompañada de una reducción progresiva de los subsidios a la producción, lo que provocó la casi extensión del programa PRO-ALCOHOL.<sup>2</sup> También contribuyó a la disminución de la demanda algunos problemas técnicos que presentaban los motores movidos por alcohol, ya que en épocas frías no funcionaban adecuadamente. Durante la década de los 90, y debido a las alzas inesperadas del precio del petróleo, el etanol pasó a ser mezclado con la gasolina, en una proporción de alrededor del 20%, como una forma de reducir el precio que debían pagar los consumidores por la gasolina. En 1999 se ensamblaron solo 1.188 automóviles movidos por etanol.

El resurgimiento del etanol se produjo en mayo de 2003, cuando la Volkswagen montó una línea de producción para automóviles de combustible flexible, con la ayuda de magneti marelli. Dos meses después Chevrolet y Fiat en consorcio empezaron a producir vehículos de igual tecnología. Pero que son automotores de combustible flexible o también llamados FLEX – FUEL. Son vehículos que pueden funcionar con los dos combustibles, tanto etanol como gasolina, y con la mezcla de ellos en cualquier proporción. Contienen un software en el sistema de control electrónico que determina la mezcla y hace los ajustes automáticamente.

---

<sup>1</sup> ROUGIER, Marcelo y FISZBEIN Martín. (2006) La Frustración de un Proyecto Económico: El Gobierno Pernista de 1973 – 1976. Editorial Manantial. Argentina.

<sup>2</sup> FISHLOW, Albert. 2007. Algumas Reflexões Sobre a Política Econômica Brasileira após 200. Documento: Estudos Cebrap 7. Universidad de Sao Paulo. Brasil.

**Fotografía 1.** Vehículo Flex - Fuel



Fuente: PORTAL de la Industria Automotriz. (2009). VW, Brasil: Dos millones de autos a biocombustible. Argentina. Web: <http://www.cars-magazine.com.ar/vw-brasil-2-millones-de-autos-a-biocombustible/>.

Brasil tuvo un resurgimiento y reimpulsó también la producción de etanol, actualmente casi el 90% de vehículos que se comercializan son FLEX, haciendo que la importancia del etanol como combustible en este país perdure.

En marzo del 2009 señaló el ministro brasileño de Minas y Energía, Edison Lobao que Brasil aumentará su producción de etanol en un 150% llegando a 64.000 millones de litros hacia 2017, y transformándose en el primer productor mundial de etanol, dejando a Estados Unidos en el segundo puesto.

**Tabla 1.** Producción de vehículos por tipo de combustible en el 2010 en Brasil

21/12/2010

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	TOTAL
<b>TOTAL GERAL</b>	<b>245.890</b>	<b>250.510</b>	<b>339.749</b>	<b>292.060</b>	<b>323.868</b>	<b>306.357</b>	<b>318.318</b>	<b>339.067</b>	<b>306.354</b>	<b>316.013</b>	<b>316.331</b>	<b>3.354.517</b>
<b>1. AUTOMÓVEIS</b>	<b>192.700</b>	<b>195.684</b>	<b>265.918</b>	<b>223.580</b>	<b>254.159</b>	<b>236.398</b>	<b>249.065</b>	<b>262.473</b>	<b>238.464</b>	<b>245.704</b>	<b>239.146</b>	<b>2.603.291</b>
GASOLINA	40.678	40.357	47.485	41.118	48.837	46.888	51.848	55.643	57.813	53.498	43.884	528.107
FLEX FUEL	151.230	154.232	217.161	181.264	204.492	188.821	196.398	205.528	179.878	191.749	195.173	2.065.926
DIESEL	792	1.095	1.272	1.198	830	909	819	1.002	773	459	109	9.258
<b>2. COMERCIAIS LEVES</b>	<b>38.124</b>	<b>38.264</b>	<b>52.528</b>	<b>48.783</b>	<b>49.636</b>	<b>49.453</b>	<b>47.732</b>	<b>54.079</b>	<b>47.340</b>	<b>49.486</b>	<b>56.719</b>	<b>532.144</b>
GASOLINA	5.986	5.694	7.773	7.930	7.359	8.861	8.137	9.035	9.274	9.488	10.475	90.012
FLEX FUEL	26.748	24.524	34.849	31.714	33.046	31.715	31.720	34.994	27.770	28.804	34.887	339.351
DIESEL	6.390	8.046	10.106	9.139	9.231	8.877	7.875	10.050	10.296	11.194	11.577	102.781
<b>3. CAMINHÕES</b>	<b>11.595</b>	<b>13.379</b>	<b>17.005</b>	<b>15.654</b>	<b>15.749</b>	<b>16.166</b>	<b>17.660</b>	<b>18.200</b>	<b>16.549</b>	<b>16.194</b>	<b>17.381</b>	<b>175.532</b>
DIESEL	11.595	13.379	17.005	15.654	15.749	16.166	17.660	18.200	16.549	16.194	17.381	175.532
<b>4. ÔNIBUS</b>	<b>3.471</b>	<b>3.183</b>	<b>4.298</b>	<b>4.043</b>	<b>4.324</b>	<b>4.340</b>	<b>3.861</b>	<b>4.315</b>	<b>4.001</b>	<b>4.629</b>	<b>3.085</b>	<b>43.550</b>
DIESEL	3.471	3.183	4.298	4.043	4.324	4.340	3.861	4.315	4.001	4.629	3.085	43.550

Fuente: ANFAVEA - Asociación Nacional de Fabricantes de Vehículos Automotores. (2010). Producción de vehículos por tipo de combustible en el 2010. Brasil. Web: [http://www.anfavea.com.br/tabelas/autoveiculos/tabela10\\_producao.pdf](http://www.anfavea.com.br/tabelas/autoveiculos/tabela10_producao.pdf)

### 1.1.2 Producción de etanol en otros países.

El etanol y la tecnología Flex-fuel trajo un cambio de orientación en algunos países sobre la consideración de utilizar este combustible y analizar su potencial a futuro. En 2006 la producción mundial total de etanol en todos sus grados fue de 51,06 mil millones de litros (13,49 mil millones de galones internacionales).<sup>3</sup> Los dos principales productores mundiales son Estados Unidos y Brasil, que juntos producen el 70% del total de etanol, seguidos por China, India y Francia. Incentivos del mercado han provocado el desarrollo de crecientes industrias en países como Tailandia, Filipinas, Guatemala, Colombia y República Dominicana. En Europa, tanto Alemania como España han incrementado considerablemente su producción de etanol. El siguiente cuadro muestra la producción de etanol entre 2004 y 2006 para los quince mayores productores mundiales, como se puede ver en la tabla N<sup>o</sup>2.

<sup>3</sup> SATOLO, L. F. (2004). Mercado Internacional do Alcool de Cana de Acucar: Vantagens Comparativas e Desafios . SÃO Paulo. Brasil. Web: <http://www.usp.br/siicusp>

**Tabla 2.** Producción anual de etanol por país

Producción anual de etanol por país (2004-2006) <sup>[10]</sup>				
Quince mayores países productores (millones de galones internacionales, todos los grados de etanol)				
Clasificación mundial	País	2006	2005	2004
1	 <u>Estados Unidos</u>	4.855	4.264	3.535
2	 <u>Brasil</u>	4.491	4.227	3.989
3	 <u>China</u>	1.017	1.004	964
4	 <u>India</u>	502	449	462
5	 <u>Francia</u>	251	240	219
6	 <u>Alemania</u>	202	114	71
7	 <u>Rusia</u>	171	198	198
8	 <u>Canadá</u>	153	61	61
9	 <u>España</u>	122	93	79
10	 <u>Sudáfrica</u>	102	103	110
11	 <u>Tailandia</u>	93	79	74
12	 <u>Reino Unido</u>	74	92	106
13	 <u>Ucrania</u>	71	65	66
14	 <u>Polonia</u>	66	58	53
15	 <u>Arabia Saudita</u>	52	32	79
Producción mundial total		13.489	12.150	10.770

Fuente: RFA. Renewable Fuel Association. (2008). Annual World Ethanol Production by Country. USA. Web: <http://www.ethanolrfa.org/industry/statistics/#E>

Si, como en Ecuador miramos a nuestro alrededor, varios países cercanos y con igualdad de condiciones que las nuestras están llevando a cabo varios proyectos para la producción de etanol, podrían ser analizados y una ayuda para determinar un plan piloto que sirva de guía para conseguir un desarrollo en nuestro medio principalmente aprovechando los pros y contras de los proyectos presentados en varios otros lugares

### 1.1.3 Análisis comparativo de producción.

Entre los dos principales productores a nivel mundial de etanol existe una gran diferencia: esta radica en la materia prima, ya que como se analizará posteriormente hay varias para llegar a etanol, sin embargo se puede determinar ahora algunas diferencias entre estas dos potencias en el tema.

La industria de etanol destilado a partir de caña de azúcar desarrollada en Brasil es mucho más eficiente que la industria estadounidense basada en insumos de maíz. En 2007, las plantas destiladoras brasileñas producían etanol a 0,22 USD<sup>4</sup> por litro, en comparación con los 0,30 USD por litro del etanol obtenido con maíz. <sup>[5]</sup> La exportación del etanol brasileño hacia Estados Unidos es gravado con un arancel de 0,54 USD por cada galón importado. Los países de la cuenca del Caribe están exentos del arancel gracias a los tratados de libre comercio vigentes. Este impuesto de importación, que fue implantado en 1980, se ha mantenido para compensar la deducción del impuesto sobre la renta de 0,51USD por galón de etanol mezclado en el país que fue otorgado por el Gobierno Federal hasta 2008, y que fue reducido a 0,45USD a partir de 2009. Esta deducción se aplica independientemente del origen del etanol. Otras variables importantes que diferencian la producción en los dos mayores productores de etanol del mundo se presentan en la tabla N° 3:

---

<sup>4</sup> USD. Dólares Americanos

<sup>5</sup> BRUSSTAR, M, y BAKENHUS M. (2009). Economical, High. efficiency Engine Technologies for alcohol fuels. Enviromental Protection Agency. USA. Web: <http://www.epa.gov/otaq/presentations/epa-fev-isaf-no55.pdf>

**Tabla 3.** Comparación industria de usa con la brasileña

Comparación de las principales características de la industria de etanol en los Estados Unidos y Brasil			
Característica	 Brasil	 Estados Unidos	Unidades/comentario
Principal materia prima (insumo agrícola)	<u>Caña de Maíz</u> <u>azúcar</u>		
Producción total de etanol en 2008 <sup>[10]</sup>	6.472	9.000	Millones de <u>galones líquidos EUA</u>
Total de tierras cultivables <sup>[33]</sup>	355	270 <sup>(1)</sup>	Millones <u>hectáreas</u> .
Área total plantada del cultivo para producir etanol <sup>[24] [22]</sup>	3,6 (1%)	10 (3,7%)	Millones <u>hectáreas</u> (% total arable) en el año 2006.
Productividad por hectárea plantada <sup>[24] [34] [22] [23]</sup>	6,800-8,000	3,800-4,000	<u>Litros</u> de etanol por <u>hectárea</u> producidos.
Balance energético (producto/insumos) <sup>[14] [22] [35]</sup>	8,3 a 10,2 veces	1,3-1,6 veces	Relación de la energía obtenida del etanol/energía gastada en su producción.
Reducción emisiones <u>gases de efecto invernadero</u> <sup>[36] [22] [37]</sup>	86-90% <sup>(2)</sup>	10-30% <sup>(2)</sup>	% de emisiones evitadas al sustituir gasolina, sin cambios en uso del suelo
Intensidad de <u>carbono (ciclo de vida completo)</u> <sup>[38] [39]</sup>	73,40	105,10 <sup>(3)</sup>	<u>Gramos</u> of <u>CO<sub>2</sub> equivalente</u> liberado por <u>mega julio</u> de energía producida, incluyendo <u>cambios en el uso de la tierra</u> . <sup>[37]</sup>
Tiempo de restitución de carbono por uso de tierras nuevas <sup>[40]</sup>	del 17 años <sup>(4)</sup>	93 años <sup>(4)</sup>	Suponiendo escenarios (Fargione et al. <sup>[41]</sup> ) con cambios en el uso del suelo
Flota de <u>vehículos flexibles</u> (autos y veh. carga liviana) <sup>[42] [43] [44] [45]</sup>	7,5 millones	8 millones	Brasil hasta abril de 2009 (flota usa <u>E25 a E100</u> ). EEUU hasta inicios 2009 (solo usa <u>E85</u> ).
Gasolineras con etanol disponible en el país	35.000 (100%)	1.963 (1%)	% del total de gasolineras en cada país. Brasil hasta octubre 2008 <sup>[46]</sup> y EEUU hasta marzo 2009 <sup>[47]</sup>
Participación de mercado de consumo de etanol <sup>[15] [16] [20] [48]</sup>	del 50% <sup>(5)</sup>	4%	% del consumo total en base volumétrica. Brasil hasta abril de 2008 y EEUU hasta diciembre de 2006
Costo de producción (USD/galón) <sup>[34]</sup>	0,83	1,14	2006/2007 para o Brasil (22¢/litro), 2004 para EEUU (35¢/litro)
Subsidio gubernamental (en USD) <sup>[31] [32]</sup>	0	0,45/galón	EEUU a partir de enero 2009. En Brasil la producción de etanol ya no es subsidiada. <sup>(6)</sup>
Aranceles de importación (en USD) <sup>[14] [30]</sup>	0	0,54/galón	Brasil no importa etanol, y la mayoría de las importaciones de etanol en EEUU provienen de Brasil
Notas: (1) Solamente <u>E.U.A.</u> contiguo, excluyendo <u>Alaska</u> . (2) Supone que no hay cambios en el uso del suelo. <sup>[37]</sup> (3) Según el <u>Estándar de Combustibles Bajos en Carbono de California</u> estimado para el etanol de maíz producido en el Medio Oeste estadounidense. La intensidad de carbono de la gasolina E10 de			

California es de 95,86. <sup>[38]</sup> <sup>[39]</sup> (4) Supone cambios en los usos del suelo con el cultivo caña de azúcar en el cerrado brasileño y del maíz en la pradera central estadounidense. <sup>[41]</sup> (5) Al considerar los vehículos de motor diesel, el uso de etanol en el sector vial fue cercano al 16,9% en 2007. <sup>[49]</sup> (6) Aunque el etanol brasileño ya no es subsidiado, el precio de la gasolina tiene altos impuestos para favorecer el consumo de etanol combustible (alrededor de 54%). Desde finales de julio de 2008, el precio promedio al consumidor de la gasolina era de USD 6.00 por galón, mientras que el precio medio en EEU era de USD 3.98 por galón. <sup>[50]</sup> En Brasil el último ajuste en el precio al consumidor de la gasolina ocurrió a finales de 2005, cuando el precio del petróleo estaba en el orden de USD 60 por barril.

Fuente: RFA. Renewable Fuel Association. (2008). Annual World Ethanol Production by Country. USA. Web: <http://www.ethanolrfa.org/industry/statistics/#E>

#### **1.1.4 Producción en Brasil con base en caña de azúcar**

La materia prima utilizada en Brasil es la adecuada para hacer un análisis correcto en nuestro medio, ya que en la provincia del Azuay también existe la factibilidad de cultivar caña y realizar el respectivo proceso para la producción de alcohol como ya se lo ha llevado a cabo aquí durante varios años, aunque el alcohol producido no ha sido utilizado precisamente en el área automotriz, sino para consumo humano. Por esta razón es necesario analizar brevemente la producción en Brasil.

El mayor productor y exportador mundial de azúcar y de etanol con base en caña de azúcar, recogerá en la cosecha que comienza este año un récord de 664,33 millones de toneladas de caña, según una previsión divulgada el 29 de abril del presente año por el estatal Compañía Nacional de Abastecimiento en Brasil. (CONAB). La cosecha prevista para el período 2010-2011 superará en un 9,9% la recogida en el período 2009-2010, hasta ahora la mayor del país, según los cálculos de este organismo vinculado al Ministerio de Agricultura.<sup>6</sup>

La primera previsión para la cosecha de caña de azúcar de este año indica que será récord tanto por el aumento de la productividad como por la expansión del área plantada. El área sembrada en Brasil con caña de azúcar aumentó un 9,2% con respecto a la cosecha 2009-2010 y alcanzó los 8,1 millones de hectáreas, de los cuales 4,4 millones están en Sao Paulo, el estado más rico y populoso de Brasil.

El secretario de Producción y Agroenergía del Ministerio de Agricultura, Manoel Bertone, aclaró que esa expansión se produjo pese a que los agricultores están cumpliendo la prohibición que impuso el Gobierno para que no se siembre caña de

---

<sup>6</sup> CONAB, Compañía Nacional de Abastecimiento de Brasil. (2010). Siembra de Caña de Azúcar. Brasil. Web: <http://www.conab.gov.br/>

azúcar ni en la Amazonía ni en el Pantanal. La productividad de los cañaverales brasileños alcanzará 82,1 toneladas por hectárea, un crecimiento del 0,6% con respecto al año pasado. La estatal explicó que el exceso de lluvias que llegó a perjudicar la producción el año pasado favoreció el desarrollo de las plantaciones para la cosecha de este año en las principales regiones productoras. Según la CONAB, el aumento de la producción refleja la entrada en operación de nuevas plantas para la producción de etanol de caña de azúcar, el combustible alternativo a la gasolina que abastece a la mayoría de los automóviles en el país y que Brasil quiere expandir a otras naciones.

Al menos diez plantas de producción de etanol entraron en operación en los últimos meses, según la estatal. Del total de caña de azúcar producida en la cosecha que comienza este año, un 54,6% (328,8 millones de toneladas) será destinada al etanol, cuya producción subirá un 10,6% y llegará al récord de 28.500 millones de litros. Otros 301,6 millones de toneladas de caña (el 45,4% de la cosecha) serán procesados en la forma de azúcar refinada, cuya producción se elevará a 38,7 millones de toneladas, con un crecimiento del 17% frente a los 33 millones de toneladas el año pasado. (CONAB. 2010)

## **1.2. Rendimiento del etanol como combustible**

El progresivo uso del etanol en motores de combustión interna ha llevado a crear y desarrollar tecnologías que aprovechen de la mejor manera todo el potencial que tiene este producto para utilizarlo y obtener energía.

### **1.2.1 Perspectiva del balance energético.**

Para que el etanol contribuya perceptiblemente a las necesidades de combustible para el transporte, necesitaría tener un balance energético neto positivo. Para evaluar la energía neta del etanol hay que considerar cuatro variables: (1) la cantidad de energía contenida en el producto final del etanol, (2) la cantidad de energía consumida directamente para hacer el etanol (tal como el diesel usado en tractores), (3) la calidad del etanol que resultaba comparado a la calidad de la gasolina refinada y (4) la energía consumida indirectamente (para hacer la planta de proceso de etanol, etc.). Aunque es un asunto que crea discusión, algunas investigaciones que hagan caso de la calidad de la energía sugieren que el proceso toma tanta o más energía

combustible fósil (en las formas de gas diesel, natural y de carbón) para crear una cantidad equivalente de energía bajo la forma de etanol. Es decir la energía necesitada para funcionar los tractores, para producir el fertilizante, para procesar el etanol, y la energía asociada al desgaste y al rasgón en todo el equipo usado en el proceso (conocido como amortización del activo por los economistas) puede ser mayor que la energía derivada del etanol al quemarse. Se suelen citar dos defectos de esta argumentación como respuesta: (1) no se hace caso la calidad de la energía, cuyos efectos económicos son importantes. Los efectos económicos principales de la comparación de la calidad de la energía son los costes de la limpieza de contaminación del suelo que provienen derrames de gasolina al ambiente y costes médicos de la contaminación atmosférica resultado de la refinación y de la gasolina quemada. Y (2) la inclusión del desarrollo de las plantas del etanol inculca un prejuicio contra ese producto basado estrictamente sobre la pre-existencia de la capacidad de refinación de la gasolina. La decisión última se debería fundar sobre razonamientos económicos y sociales a largo plazo. El primer argumento, sin embargo, sigue debatiéndose. No tiene sentido quemar 1 litro de etanol si requiere quemar 2 litros de gasolina (o incluso de etanol) para crear ese litro.

La mayor parte de la discusión científica actual en lo que al etanol se refiere gira actualmente alrededor de las aplicaciones en las fronteras del sistema. Esto se refiere a lo completo que pueda ser el esquema de entradas y salidas de energía. Se discute si se deben incluir temas como la energía requerida para alimentar a la gente que cuida y procesa el maíz, para levantar y reparar las cercas de la granja, incluso la cantidad de energía que consume un tractor. Además, no hay acuerdo en qué clase de valor dar para el resto del maíz (como el tallo por ejemplo), lo que se conoce comúnmente como coproducto. Algunos estudios propugnan que es mejor dejarlo en el campo para proteger el suelo contra la erosión y para agregar materia orgánica. Mientras que otros queman el coproducto para accionar la planta del etanol, pero no evitan la erosión del suelo que resulta (lo cual requeriría más energía en forma de fertilizante). Dependiendo del estudio, la energía neta varía de 0,7 a 1,5 unidades de etanol por unidad de energía de combustible fósil consumida. En comparación si el combustible fósil utilizado para extraer etanol se hubiese utilizado para extraer petróleo y gas se hubiesen llenado 15 unidades de gasolina, que es un orden de magnitud mayor.

La extracción no es igual que la producción. Cada litro de petróleo extraído es un litro de petróleo agotado. Para comparar el balance energético de la producción de la gasolina a la producción de etanol, debe calcularse también la energía requerida para producir el petróleo de la atmósfera y para meterlo nuevamente dentro de la tierra, un proceso que haría que la eficiencia de la producción de la gasolina fuese fraccionaria comparada a la del etanol. Se calcula que se necesita un balance energético de 200 %, o 2 unidades de etanol por unidad de combustible fósil invertida, antes de que la producción en masa del etanol llegue a ser económicamente factible.

### **1.2.2 Propiedades del etanol.**

Las propiedades del etanol marcan una remarcable importancia para determinar el factor comparativo en rendimiento eficaz energético con respecto a los combustibles fósiles.

Alcohol etílico o etanol, de fórmula  $C_2H_5OH$ , es un líquido transparente e incoloro, con sabor a quemado y un olor agradable característico. Es el alcohol que se encuentra en bebidas como la cerveza, el vino y el brandy. Debido a su bajo punto de congelación, ha sido empleado como fluido en termómetros para medir temperaturas inferiores al punto de congelación del mercurio,  $-40\text{ }^{\circ}C$ , y como anticongelante en radiadores de automóviles.

Normalmente el etanol se concentra por destilación de disoluciones diluidas. El de uso comercial contiene un 95% en volumen de etanol y un 5% de agua. Ciertos agentes deshidratantes extraen el agua residual y producen etanol absoluto. El etanol tiene un punto de fusión de  $-114,1\text{ }^{\circ}C$ , un punto de ebullición de  $78,5\text{ }^{\circ}C$  y una densidad relativa de 0,789 a  $20\text{ }^{\circ}C$ . (MARTINEZ 2002)

Desde la antigüedad, el etanol se ha obtenido por fermentación de azúcares. El almidón de papa, del maíz y de otros cereales, la caña, la remolacha y otros productos agrícolas constituye una excelente materia prima.

### 1.2.3 Resumen en tabla de propiedades

**Tabla 4.** Propiedades del Etanol

FORMULA	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH
PODER CALORIFICO	H <sub>c</sub> □ 19700 kJ/kg;
DENSIDAD	□ <sub>f</sub> = 0,79 kg/dm <sup>3</sup>
PUNTO DE FUSION	-114° C
PUNTO DE EBULLICION	78,5° C

Fuente: MARTINEZ, Isidro. (2006). Propiedades Térmicas de la Materia. España. Web: <http://webserver.dmt.upm.es/~isidoro/bk3/Appendices/Propiedades%20termicas%20de%20la%20materia.pdf>

Entre otras propiedades encontramos también que no es un buen conductor de la corriente eléctrica, es inflamable (altamente volátil) y se evapora fácilmente. El etanol es un líquido miscible en agua en todas las proporciones y también en la mayoría de los disolventes orgánicos. Se utiliza en numerosas síntesis, para la preparación de ésteres, éteres, cloroformo, etc., como disolvente de resinas, pinturas, gomas, etc., en perfumería y como combustible.

**Tabla 5.** Fórmula del etanol para uso como combustible

Compuesto	IUPAC	Carbinol	Común
CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -OH	Etanol	Metil-carbinol	Alcohol etílico

Fuente: MARTINEZ, Isidro. (2006). Propiedades Térmicas de la Materia. España. Web: <http://webserver.dmt.upm.es/~isidoro/bk3/Appendices/Propiedades%20termicas%20de%20la%20materia.pdf>

### 1.2.4 Etanol y mezclas con gasolinas

Los motores de encendido pueden funcionar con mezclas de hasta el 25% de alcohol deshidratado sin que sean necesarias modificaciones en el motor. No obstante su

rendimiento varía respecto al combustible convencional. Estas son algunas de las diferencias<sup>7</sup>:

- Reducción de la potencia y el par motor (aproximadamente un 2% para mezclas al 15%).
- Aumento del consumo (4% para mezclas del 15%)
- Aumento de la corrosión de las partes metálicas y componentes de caucho.

Sin embargo, si se ajusta el motor aumentando la relación de compresión, y adaptando la carburación a la nueva relación estequiométrica, se consigue una mayor potencia y par motor (9% con una mezcla del 20% de alcohol), mejora el rendimiento térmico y reduce el consumo (7% con respecto a lo que se obtendría solo con gasolina) y una combustión más perfecta, con menor índice de carbonización y emisión de gases contaminantes (reducción de CO y HC a medida que aumenta el porcentaje de alcohol en la mezcla) [Ballesteros I., 2002]

### **1.3 Etanol vs gasolina**

Para realizar una comparación entre los dos combustibles en mención, es necesario analizar el poder calorífico de cada uno de ellos, de manera que esta será la pauta para determinar si efectivamente el etanol puede o no reemplazar a la gasolina que utilizamos cotidianamente en los motores de combustión interna.

A partir del siguiente cuadro se determinan ciertos parámetros que influyen directamente en el rendimiento de estos dos combustibles:

---

<sup>7</sup> BALLESTEROS I, OLIVIA J.M, NEGRO, M.J, MANZANALES, y BALLESTEROS, M. (2002). Departamento de Energías Renovables, Grasas y Aceites 282 Vol 53. España. Web: <http://grasasyaceites.revistas.csic.es/index.php/grasasyaceites/article/view/318/321>.

**Tabla 6:** Poder calorífico de combustibles líquidos

COMBUSTIBLE	PCI kJ/kg	PCS kJ/kg	COMBUSTIBLE	PCI kJ/kg	PCS kJ/kg
Aceite de esquistos	-----	38830	Fuel-oil nº1	40600	42695
Alcohol comercial	23860	26750	Fuel-oil nº2	39765	41860
Alquitrán de hulla	-----	37025	Gasóleo <sup>1)</sup>	42275	43115
Alquitrán de madera	36420	-----	Gasolina <sup>2)</sup>	43950	46885
Etanol puro <sup>4)</sup>	26790	29720	Petróleo bruto	40895	47970
Metanol <sup>4)</sup>	19250	-----	Queroseno <sup>3)</sup>	43400	46500

Fuente: GUTIERREZ Isidro. (2008). Poder calorífico de maderas y residuos. España. Web: <http://onsager.unex.es/Apuntes/Termo/Tablas-Tema-3.pdf>

1) Densidad a 15 °C, 850 kg/m<sup>3</sup>

2) Densidad a 20 °C, 730 kg/m<sup>3</sup>

3) Densidad a 15 °C, 780 kg/m<sup>3</sup>

4) Densidad a 20 °C, 790 kg/m<sup>3</sup>

Poder Calorífico es la cantidad de calor que entrega un kilogramo de combustible al oxidarse en forma completa.

El poder calorífico superior (PCS) se define suponiendo que todos los elementos de la combustión (combustible y aire) son tomados a 0°C y los productos (gases de combustión) son llevados también a 0°C después de la combustión, por lo que el vapor de agua se encontrará totalmente condensado.

El poder calorífico inferior (PCI) que evapora el agua, contenido en los gases de la combustión no condensa. Por tanto no hay aporte adicional de calor por condensación del vapor de agua. Solo se dispondrá del calor de oxidación del combustible.

### 1.3.1 Relación entre los poderes caloríficos.

$$PCI = PCS - 597 \times G$$

Donde:

PCI = Poder calorífico inferior (kcal / kg)

PCS = Poder calorífico superior (kcal / kg)

597 = Calor de condensación del agua a 0 °C kcal / kg

G = Porcentaje en peso del agua formada por la combustión del H<sub>2</sub> más la humedad propia del combustible (kg agua/ kg del

$$G = 9H + H_{20}$$

Siendo:

9: Son los kilos de agua que se forman al oxidar un kilo de hidrógeno.

H: Porcentaje de hidrógeno contenido en el combustible.

H<sub>20</sub>: Porcentaje de humedad del combustible

Por lo tanto la ecuación anterior queda:

$$PCI = PCS - 597 \times (9H + H_{20})$$

Entonces se asumen los valores en donde el poder calorífico de la gasolina es 1.64 veces mayor al del etanol, esto trae como conclusión:

Para conseguir la misma cantidad de calor quemando estos combustibles en términos generales, en volumen o peso aproximadamente un 30% más de combustible es necesario si se utiliza etanol.

A este análisis de transformación de calor general se considera otra gran propiedad que tienen los combustibles que son sujetos a compresión y altas temperaturas, el poder antidetonante o el tan nombrado “octanaje”, que es una propiedad que determina lo propenso del combustible de auto encenderse en presencia de calor, que se utiliza en este caso de forma puntual para determinar el rendimiento del combustible en motores de combustión interna.

El poder antidetonante de los dos combustibles influenciarán directamente sobre la relación de compresión con la que se puede trabajar en un motor, ya que mientras mayor sea su poder antidetonante más se puede aumentar la compresión para el ingreso de la mezcla combustible – aire y de esta manera también se puede conseguir mayor potencia con menor consumo de combustible, ya que la mezcla estequiométrica es diferente también.

En cifras el etanol supera a la gasolina que se encuentra entre 85 - 95 octanos en nuestro medio, comparado con el primero que es de entre 110 - 120 octanos, esto crea de cierto modo una forma de compensar el exceso en el consumo de combustible que se analizó con respecto al etanol, cuando se plasma estos datos en la fórmula que involucra a la relación de compresión directamente con la potencia y el consumo de combustible, ya que al tener esta diferencia de valores tan grande los dos combustibles, con el etanol se pueden alcanzar relaciones de compresión muchísimo mayores en relación a la gasolina sin el problema del autoencendido, reduciendo el consumo en un motor diseñado para trabajar solamente con etanol en un 7%.

#### **1.4 Conclusiones del capítulo.**

- Después de analizados los combustibles en cuestión tomando en cuenta los factores mencionados; es de vital importancia marcar un punto en común que hace que exista la posibilidad de que el etanol sea el reemplazante de la gasolina una vez que se termine con este combustible que es de carácter no renovable a diferencia del etanol.
- Si bien es cierto que la gasolina presenta mejores prestaciones para un motor de combustión interna hay que tomar en cuenta que los motores están diseñados para estos combustibles y que la tecnología de la cual se habló “Flex-Fuel” tiene la tendencia a ajustarse al combustible utilizado, lo que mejora notablemente las prestaciones del etanol convirtiéndolo en un potencial combustible a explotar.

- El rendimiento térmico del etanol ha sido probado al tener un gran desarrollo en la industria automotriz a nivel mundial. Ahora es imprescindible realizar un análisis del factor socio-económico y ambiental, para determinar su desarrollo en nuestro país.

## **CAPITULO 2**

### **PRODUCCION DE ETANOL**

EL Cultivo y producción de la caña de azúcar, constituyen un sector relevante de la economía de nuestro país, principalmente de algunas ciudades donde su ingreso son los ingenios azucareros, como es la ciudad de Milagro donde gran cantidad de personas trabajan en el Ingenio Valdez aportando con su mano de obra.

El objetivo de este estudio es determinar, e identificar las relaciones entre las diferentes variables que aparecen en el proceso de cultivo y producción de la caña de azúcar, además establecer grupos o asociaciones de estas variables para obtener nuevas variables ficticias o latentes que ayuden a entender cómo se está desarrollando el proceso mencionado para guiarlo hacia su cosecha y destilación para usar como combustible aprovechando los terrenos y el clima de los valles aledaños a la provincia del Azuay.

#### **2.1 Zona de Producción**

La provincia del Azuay contempla una zona amplia para cultivos de materia prima optima para la producción de etanol, si se acude al los alrededores y sectores rurales de la urbe se puede observar grandes plantaciones de caña de azúcar. Además Azuay es la tierra productora del licor mas consumido en Ecuador con base en caña de azúcar naturalmente, bebida alcohólica que bajo el nombre de “Zhumir” llega a todos los rincones del país entero.

Es de suma importancia determinar y ubicar la zona de cultivo de materia prima así como la zona de producción respectiva para la obtención de dicho combustible.

A 40 kilómetros al noroeste de la Capital Azuaya encontramos a Paute, pueblo famoso por sus cultivos de flores y de caña de azúcar, en donde se encuentra la fábrica principal de la destilería Zhumir, aquí existen plantaciones de caña sembrada que utilizan para la producción de alcohol etílico, en este proyecto se logró encuestar a personal que administra la destilería, así como propietarios de parcelas de terreno de características similares en la zona del Valle de Yunguilla, localizado a 70 kilómetros al sur de Cuenca, de esta manera las personas nos dan pautas para hacer el análisis correspondiente de la zona agrícola, cultivos y disposición de las tierras así como la capacidad potencial de los cultivos. Esto guiará el enfoque adecuado para determinar las óptimas condiciones de producción de etanol para abastecer a la provincia.

Para determinar la capacidad de producción de la caña de azúcar en el Valle de Yunguilla, se organizó una reunión con el Sr. Alejandro Ortiz, (Presidente de la sociedad de cañicultores del Valle de Yunguilla) el día 14 de diciembre del 2010, se analizó los factores, ventajas y desventajas remarcadas desde el punto de vista del cañicultor, quien a través del tiempo a dejado de producir caña debido a que anteriormente se utilizaba este producto para la obtención de alcohol etílico, pero con el crecimiento de los ingenios azucareros y su producción de alcohol por medio de melaza, que resulta bastante más económica, el alcohol de la caña decayó, así como lo hicieron todos los propietarios de cañaverales, quienes no tenían ya demanda del producto por lo que empezaron a bajar tanto el precio de la Tonelada de caña de azúcar, que ahora resulta más costoso sembrar y cosechar que comprar. Sin embargo esta sociedad cuenta con más de 200 cañicultores, quienes disponen de terrenos y recursos hídricos listos para producción, que sumarían entre 1200 a 1500 hectáreas. (Anexo 1)

## **2.2 Cultivos la caña de azúcar**

La caña dulce es una planta tropical. Requiere un clima húmedo y cálido favorecido con suficiente cantidad de lluvia. Los cultivadores prefieren tiempo seco en la época de la cosecha, pues así la caña da un zumo más concentrado. En cultivos de regadío, se puede dar a la caña la cantidad exactamente necesaria de agua para obtener un adecuado rendimiento.

Además es recomendable, preparar el suelo dos meses antes de la siembra en época seca. Durante la labor de preparación del suelo se recomienda aplicar 20 a 30 sacos de 110 libras cada uno de carbonato de calcio por hectárea.<sup>8</sup>

El material usado como semilla debe ser puro en cuanto a la variedad, vigoroso en su germinación y libre de plagas y enfermedades. Las etapas de la caña de azúcar durante su crecimiento son:

### **Fotografía 2.** Hileras de Sembríos de Caña de Azúcar



Fuente: LINAJE, Liga Nativa de Autonomía, Justicia y Ética. (2006). Producción Azucarera en Kuetuwyve. Paraguay. Web: [http://www.linaje.org/octubre\\_06.php](http://www.linaje.org/octubre_06.php)

#### **2.2.1 Primera Etapa.**

En la primera etapa se la denomina “caña planta” que alcanza una altura de 30 centímetros aproximadamente se la denomina así hasta que le realicen su primer corte, tiene un ciclo de vida de 14 – 18 meses, donde siempre se realiza la primera cosecha.

#### **2.2.2 Segunda Etapa.**

En la segunda etapa se la denomina “caña soca” después de haberle hecho su primer corte, en su primera cosecha. La cosecha se realiza en caña planta a los 21 meses, caña soca entre los 15 y 18 meses. (MERCHAN, 2007)

---

<sup>8</sup> MERCHAN Juan. 2007 La Caña de Azúcar. Editorial: Alin Editora. Honduras.

El cultivo de la caña de azúcar en el Ecuador se ha ido incrementando la superficie sembrada al transcurrir el tiempo, tiene un crecimiento sostenido en 2000 se sembraron 48.201 Has. , de las cuales se cosecharon 45.642 Has.<sup>9</sup>

### **2.2.3 Condiciones optimas para el cultivo de caña de azúcar**

#### **2.2.3.1 Clima.**

Adaptada a un amplio rango de climas tropicales y subtropicales

- Ø No tolera heladas < 0°C
- Ø El crecimiento cesa a temperaturas < 12°C
- Ø La máxima tasa fotosintética ocurre a 34°C
- Ø Las plantas pueden sobrevivir temperaturas > 52°C

Se requieren por lo menos 5 meses con temperaturas diurnas de 30 a 35°C

- Ø Temperaturas < 17°C entre 1.5 a 2 meses antes de la cosecha son muy deseables para promover formación de la sucosa.
- Ø Amplio rango de temperatura, radiación solar y condiciones de suelo
- Ø La temperatura y la radiación solar pueden ser utilizadas para predecir las tasas de crecimiento (Merchán, J, 2007)

#### **2.2.3.2 Suelos.**

Moderadamente profundos 0.7 – 1.5 m

Textura rango amplio, pero en los extremos texturales arena y arcilla se presentan problemas de disponibilidad de agua y nutrimentos.

- Ø pH rango entre 4 a 9, pero problemas nutricionales y fitotoxicidad de aluminio se presentan a pH bajos altos, principalmente micronutrientes.

---

<sup>9</sup> GUERRERO Karina y MEDINA María. (2009). Formulación de Gasolina Extra con Etanol Anhidrido. Tesis de Grado: Experimento de valoración contingente sobre la inclusión del plan piloto de la formulación de gasolina extra con etanol anhidro en el mercado de gasolina en la ciudad de Guayaquil. Facultad de Economía y Negocios. Escuela Politécnica del Litoral. Ecuador.

- Ø Drenaje: interno, bien drenado, externo bien drenado.
- Ø Estructura: granular y/o bloques medianos, finos y muy finos .

### **2.2.3.3 Requerimientos hídricos.**

Son altos para óptimos rendimientos

### **2.2.3.4 Absorción de nutrientes.**

Nitrógeno: muy importante en la etapa inicial y media del cultivo durante la producción de biomasa. Para estimular la acumulación de sucosa la aplicación de N se para antes de la cosecha. (MERCHAN, J, 2007)

El nitrógeno es un nutriente que puede producir muchos problemas en el crecimiento de la planta, ya que un uso exagerado de nitrógeno en el suelo trae como consecuencia una fitotoxicidad (1) la planta, es decir la planta puede alargarse y crecer muy aceleradamente sin desarrollarse totalmente.

#### **2.2.3.4.11 Fitotoxicidad química**

Se refiere a tóxicos que afectan a los vegetales. Efectos de toxicidad en especies vegetales sensibles, donde diversos factores edáficos pueden determinar la biodisponibilidad de un compuesto químico, y por lo tanto, la intensidad del efecto fitotóxico, tales como el contenido de materia orgánica y el pH del suelo, además del grado de solubilidad de la forma química.

Fósforo (P): la concentración de P decrece con la edad. Es muy importante tener niveles adecuados de P disponibles para la planta a la siembra y/o después de cada corte para generar nuevo tejido meristemático.

Potasio (K): el cultivo tiene gran demanda de K y su demanda incrementa con la edad. Este se almacena en los tallos, los cuales son removidos durante la cosecha.

Calcio (Ca): decrece con el tiempo

Silicio (Si): su carencia causa manchas en la hoja y decrece la capacidad fotosintética. (Merchán, 2007)

### 2.2.3.5 Procesamiento de materia prima y residuos.

#### 2.2.3.5.1 Los residuos.

Los residuos son parte de la materia prima que sobra después de utilizada la parte esencial o de importancia de la misma. Durante mucho tiempo se creyó que los residuos eran desechos, es importante no confundir estos dos términos, ya que los desechos son componentes que ya no sirven, que no tienen ningún valor y que no tienen utilidad alguna cuando en épocas actuales no hay como desperdiciar absolutamente nada y peor aun si esto tiene energía.

En la caña de azúcar para el caso analizado se pueden utilizar en dos diferentes aplicaciones de los residuos o sobrantes de la materia prima:

Dejar los residuos o el llamado “Bagazo” en el suelo (Fotografía N°3), de manera que este ayude como materia orgánica que tiene nutrientes que ayuden a los cultivos siguientes proporcionando componentes como los nombrados anteriormente.

**Fotografía 3.** Utilización del Bagazo en nuestro medio



Fuente: Autor

Utilizar los residuos para transformarlos en energía, esto implica usar la llamada “Biomasa” como materia prima para la obtención de calor, quemar los residuos y por consiguiente con la energía térmica generada mover las plantas destiladoras de etanol. Esta es la aplicación más viable con el fin de no utilizar fuentes de energías externas que encarezcan el producto final, ya que el suelo puede ser nutrido por productos adicionales que se reparten de forma homogénea para una cosecha más productiva, además que beneficiaría económicamente en todo el proceso de producción, como se verá posteriormente.

### **2.2.3.5.2 Materia Prima.**

Una vez analizado el proceso de preparación de suelos, siembra, condiciones, cultivos y cosecha de la caña de azúcar como materia prima para obtener etanol es muy importante realizar el mismo proceso con otro producto agrícola que puede según últimas investigaciones resultar mejor para la aplicación que se plantea en este proyecto:

El camote es un producto que posee como la caña glucosa, de donde se obtiene el azúcar que después se fermentara y destilara.

### **2.3 Camote como materia prima.**

Durante tres años, destacados investigadores del INIA (Instituto de investigaciones Agropecuarias del Perú) realizarán una evaluación cerca de 500 clones de camote procedentes del Centro Internacional de la Papa (CIP). (INIA, 2007)

Estos trabajos se realizarán de manera simultánea en campos experimentales ubicados en las localidades de Cañete, Huaral y Chiclayo. En el segundo año de ejecución se instalarán ensayos preliminares en campos de agricultores quienes participarán en las investigaciones y contribuirán a convalidar los resultados de las evaluaciones.

Al finalizar el proyecto, el INIA presentará los clones que mostraron condiciones promisorias los cuales permitirán iniciar las investigaciones para la obtención de dos variedades de camote con alto valor nutricional para consumo en fresco y exportación y dos variedades con alto contenido de materia seca y almidón para procesamiento industrial.

Estas dos últimas variedades apuntarían a convertirse en la materia prima esencial para la fabricación de etanol, almidón, harina y colorantes. También, tendrían un gran empleo en la fabricación de plásticos biodegradables que hoy cuentan con gran demanda en Europa y Asia.<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> INIA, Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Perú. (2007). Generación de Nuevas Variedades de Camote para Producción de Etanol. Perú. Web: <http://www.inia.gob.pe/notas/nota0148/>

### **2.3.1 Comparación con la caña de azúcar.**

El camote puede competir con la caña de azúcar como fuente de etanol. Por los siguientes motivos:

Una hectárea de camote puede rendir 5,000 litros de etanol/ha en cinco meses (con 6,500 m<sup>3</sup> de agua).

La caña de azúcar llega en promedio a 7,000 litros/ha.

Cada hectárea de camote puede ser cosechada 2 veces por año cuando la caña toma de doce a 18 meses.<sup>11</sup>

El etanol que se produce de los diferentes tipos de caña de azúcar es de similares características y procesos de fabricación, con el tubérculo por el contrario se requiere determinar el tipo de camote, para especificar el proceso de fermentación.

Otra desventaja del camote es que es mucho más susceptible a adquirir plagas que la caña de azúcar.

### **2.3.2 Condiciones de producción de camote.**

#### **2.3.2.1 Requerimientos del Cultivo**

##### **2.3.2.1.1 Factor Principal.**

La dedicación y realizar todas las labores a tiempo - Buenas Prácticas Agrícolas.

##### **2.3.2.1.2 Suelo.**

De preferencia suelos francos con buen contenido de materia orgánica pero produce muy bien en suelos pesados hasta suelos arenosos con materia orgánica baja. El pH del suelo es preferible en el rango de 6.0 a 6.5.<sup>12</sup>

##### **2.3.2.1.3 Clima.**

Temperaturas cálidas entre 20o y 30oC y entre 300 a 1,000 msnm. A elevaciones mayores la cosecha se retrasa hasta los 150 días.

##### **2.3.2.1.4 Precipitación.**

---

<sup>11</sup>INSTITUTO de Agro gestión para Ecuador. (2008). El cultivo de camote como aliado del desarrollo comunitario. Ecuador. Web: [http://www.agrogestion.ec/camote\\_peninsula.pdf](http://www.agrogestion.ec/camote_peninsula.pdf)

<sup>12</sup> EDA, Entrenamiento y Desarrollo de Agriculturas. (2007). Boletín: Cuenta del desafío del Milenio. Frente Instituto Patria. Honduras

Se produce en zonas de precipitación anual de 400 a 1,400 mm/año. Pero de preferencia durante menor precipitación obtiene su mejor producción y en áreas de mucha precipitación hay bajas de producción por la falta de luminosidad, baja temperatura y exceso de agua. En zonas como Cortes, Atlántida y Yoro con más de 2,000 mm/año, no recomendamos sembrar para tener cosecha durante los meses de Septiembre a Diciembre. (EDA,2007)

#### **2.3.2.1.5 Fecha de Siembra.**

Es un cultivo que se siembra durante todo el año.

#### **2.3.3 La siembra.**

Los suelos que son ácidos, pH de 5.5 o menos deben de ser encalados. Pedir a su técnico de USAID-RED la recomendación para este trabajo o pedir al laboratorio de suelos que le dé su requerimiento de cal.

La preparación del terreno debe hacerse a por lo menos 30 cms de profundidad pero de preferencia a 40 cms. Primero arar y luego rastrear hasta dejar el suelo al mullido deseado

El suelo se debe preparar unos 45 días antes de la siembra. Esto nos ayuda a tener menos atrasos y realizar las siembras oportunamente. Ver Fintrac CDA Boletín Técnico # 66: “Pasos del Cultivo Ideal”. (EDA2007)

#### **2.3.4 Variedades de Camote.**

Hay muchas variedades de camote incluyendo variedades de piel naranja, morada y blanca con igual número y combinaciones de color de la pulpa interna. Los mercados que tenemos son el de Europa y Canadá y hay dos variedades recomendadas. Una es la de piel morada con pulpa blanca a un poco amarilla (“poco” solo un leve color amarillo) y con una forma cilíndrica alargada y lisa la cual es la variedad Bush Buck. Esta primera variedad es consumida por los grupos étnicos en Europa de origen africano, asiático, etc., y se ha posicionado en el mercado local y no solo en el étnico de Canadá.

La segunda variedad es la de piel y carne color naranja con forma cilíndrica alargada y lisa. La variedad que se importó para esto es la Beauregard que se desarrolló en Louisiana, EEUU. Esta variedad es para el mercado principal de Europa. De estas dos variedades se puede obtener la semilla a través de los técnicos de USAID-RED, productores en todo el país y los exportadores. Existen otras variedades que se

pueden usar pero se debe confirmar con los técnicos de USAID-RED o más importante con el exportador que le va comprar la fruta si esta otra variedad se puede usar. (EDA 2007)

Descripción de la variedad Beauregard

- Resistente a gallina ciega, pudrición del tallo (*Erwinia chrysanthemi*), internal cork y almacenamiento
- Susceptible: nematodos, Scurf (*Monilochaetes infuscans*), pudrición negra (*Ceratocystis fimbriata*), marchitez bacteriana (*Pseudomonas* sp).

### **2.3.5 Distanciamiento, Densidad y Arreglo Espacial.**

La densidad recomendada para la siembra de camote es de 44,444 plantas por hectárea (31,111 plantas por Manzana).

A. Distanciamiento de camas de 1.0 Mts. (Fotografía 4)

- Distancia entre plantas de 22.5 cm
- Una sola hilera sobre la cama

B. Distanciamiento de camas de 1.2 Mts.

- Distancia entre plantas de 18.5 cm
- Una sola hilera sobre la cama

C. Distanciamiento de camas de 1.5 Mts.

- Distancia entre plantas de 15 cm
- Una sola hilera sobre la cama
- O dos hileras sobre la cama separada 25 cm entre las hileras y 30 cm entre las plantas en las hileras individuales. (EDA 2007)

**Fotografía 4.** Sembríos de Camote

Fuente: EDA, Entrenamiento y Desarrollo de Agriculturas. (2007). Boletín: Cuenta del desafío del Milenio. Frente Instituto Patria. Honduras

### 2.3.6 Fertilización

Los requerimientos del Camote para 32,000 Kgs/hectárea o 22,500 Kg/Manzana (70,000 Lbs/Mz equivalente o 50,000Lbs/Manzana) como lo indica la tabla N°7:

**Tabla 7.** Requerimientos de Fertilización del Camote

Elemento	Kg/Ha	Lbs/Ha	Lbs/Mz
N	188	415	291
P2O5	98	217	152
K2O	304	673	471
Ca	181	401	281
Mg	65	144	101
S	49	109	76
B	3,2	7	4.9

Fuente: EDA, Entrenamiento y Desarrollo de Agriculturas. (2007). Boletín: Cuenta del desafío del Milenio. Frente Instituto Patria. Honduras

### 2.3.7 Barreras Rompe vientos.

El daño del viento es uno de los factores más perjudiciales en el rendimiento del cultivo, por lo cual es necesario tomar medidas para mitigar su efecto. Se estima que hasta un 35% del rendimiento se pierde por “daño de viento” cuando el cultivo no

tiene ninguna protección o barrera. Este efecto afecta directamente a la producción total anual. (EDA, 2007)

### **2.3.8 Residuos.**

Según Juan Merchán (Universidad Zamorano. Honduras. 2007) los residuos del camote llamados “materia seca” se generan en un aproximado de 25% a 30% en la cosecha del mismo que aproxima también entre 30 y 40 toneladas por hectárea, dependiendo de las condiciones y procesos seguidos.

El destino de estos residuos es muy similar al descrito anteriormente de la caña de azúcar, marcando también la tendencia de utilizar esta materia seca para fines energéticos.

## **2.4 Producción.**

Los cuadros y la descripción de procesos para conseguir el etanol en base de la materia prima que previamente ha sido obtenida y selecta de acuerdo a los criterios revisados anteriormente serán de ayuda para determinar el mejor

### **2.4.1 Procesos de obtención de etanol (Métodos)**

El etanol se obtiene mediante un proceso de fermentación y destilación. En España la producción industrial emplea principalmente cereal como materia prima básica, con posibilidad de utilizar los excedentes de la industria remolachera transformados en jugos azucarados de bajo costo. En general, se utilizan tres familias de productos para la obtención del alcohol:

- Azúcares, procedentes de la caña o la remolacha, por ejemplo.
- Cereales, mediante la fermentación de los azúcares del almidón.
- Biomasa, por la fermentación de los azúcares contenidos en la celulosa y hemicelulosa.

El esquema general de fabricación del etanol, muestra las siguientes fases en el proceso:

#### **2.4.1.1 Dilución.**

Es la adición del agua para ajustar la cantidad de azúcar en la mezcla o (en última instancia) la cantidad de alcohol en el producto. Es necesaria porque la levadura, usada más adelante en el proceso de fermentación, puede morir debido a una concentración demasiado grande del alcohol.

#### **2.4.1.2 Conversión.**

La conversión es el proceso de convertir el almidón/celulosa en azúcares fermentables. Puede ser lograda por el uso de la malta, extractos de enzimas contenidas en la malta, o por el tratamiento del almidón (o de la celulosa) con el ácido en un proceso de hidrólisis ácida.

#### **2.4.1.3 Fermentación.**

La fermentación alcohólica es un proceso anaeróbico realizado por las levaduras, básicamente. De la fermentación alcohólica se obtienen un gran número de productos, entre ellos el alcohol.

### **2.4.2 Sistemas de fermentación utilizados**

#### **2.4.2.1 Sistema discontinuo.**

Se inician aeróbicamente para obtener la máxima biomasa, ya que si las condiciones anaerobias comienzan demasiado pronto la densidad de población no será suficientemente alta para obtener una buena velocidad de conversión.

#### **2.4.2.2 Sistema continuo.**

El crecimiento óptimo de levaduras y producción de etanol se llevan a cabo con limitación de azúcar de 1 g/l y en un ambiente micro aeróbico de 0.2-5 mg O<sub>2</sub>/g materia seca.

### 2.4.2.3 Destilación o Deshidratación.

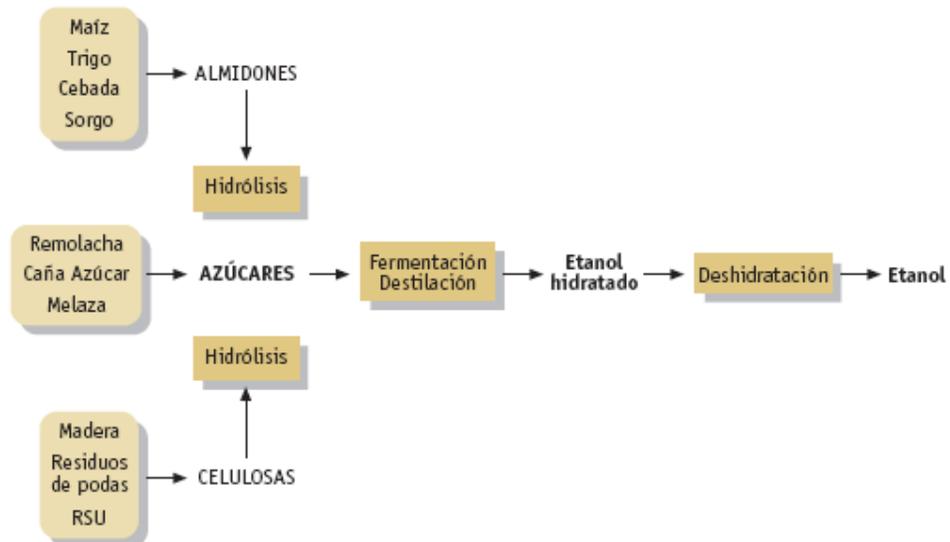
La destilación es la operación de separar, mediante calor, los diferentes componentes líquidos de una mezcla (etanol/agua). Una forma de destilación, conocida desde la antigüedad, es la obtención de alcohol aplicando calor a una mezcla fermentada.

**Fotografía 5.** Trapiche Artesanal para destilar



Fuente: Autor

**Gráfico 1.** Diagrama del Proceso de Obtención de Etanol



Fuente: CABRERA, Jorge A. (2008). Producción de Etanol en España. España. Web: [www.miliarium.com/monografias/Biocombustibles/Bioetanol/Bioetanol.asp](http://www.miliarium.com/monografias/Biocombustibles/Bioetanol/Bioetanol.asp)

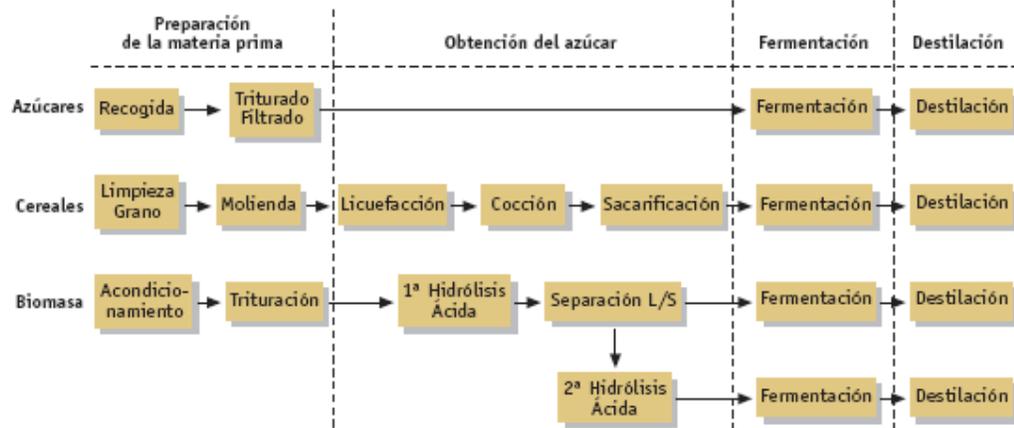
Otra alternativa a las cosechas dedicadas a fines energéticos, son los materiales lignocelulósicos son los que ofrecen un mayor potencial para la producción de etanol, el uso de residuos de procesos agrícolas, forestales o industriales, con alto contenido en biomasa. Estos residuos pueden ir desde la paja de cereal a las “limpias” forestales, pasando por los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) o las cáscaras de cereal o de arroz. Los residuos tienen la ventaja de su bajo coste, ya que son la parte no necesaria de otros productos o procesos, salvo cuando son utilizados en la alimentación del ganado. Los RSU tienen un alto contenido en materia orgánica, como papel o madera, que los hace una potencial fuente de materia prima, aunque debido a su diversa procedencia pueden contener otros materiales cuyo pre proceso de separación incrementa mucho el precio de la obtención del etanol.

También pueden utilizarse residuos generados en algunas industrias, como la papelera, la hortofrutícola o la fracción orgánica de residuos sólidos industriales. Muchos de estos residuos no sólo tienen valor económico en el contexto donde se generan sino que pueden ser causa de problemas ambientales durante su eliminación. [Cabrera, J. A., 2008].

Los residuos de biomasa contienen mezclas complejas de carbohidratos, llamados celulosa, hemicelulosa y lignina. Para obtener los azúcares de la biomasa, ésta es tratada con ácidos o enzimas que facilitan su obtención. La celulosa y hemicelulosa son hidrolizadas por enzimas o diluidas por ácidos para obtener sacarosa, que es entonces fermentada. Los principales métodos para extraer estos azúcares son tres: la hidrólisis con ácidos concentrados, la hidrólisis con ácidos diluidos y la hidrólisis enzimática.<sup>13</sup> En la gráfica siguiente se muestran las diferencias entre los procesos de obtención de etanol, según sea su materia prima de origen.

---

<sup>13</sup> ESCANDON A. 2007. Desarrollo de Tubérculos en la Provincia. Revista: EIA, Número 7. Escuela de Ingeniería de Antioquia de Medellín. Colombia

**Grafico 2.** Diagrama de las Diferencias en los Procesos de Obtención de etanol

Fuente: CABRERA, Jorge A. (2008). Produccion de Etanol en España. España. Web: [www.miliarium.com/monografias/Biocombustibles/Bioetanol/Bioetanol.asp](http://www.miliarium.com/monografias/Biocombustibles/Bioetanol/Bioetanol.asp)

Otro ejemplo de proceso de obtención de etanol a partir de alcohol vínico, lo lleva a cabo la empresa Acciona-Energía en la planta de Alcázar de Juan, donde se procede a la limpieza y deshidratación del alcohol bruto, adquirido en las licitaciones que realiza trimestralmente el Fondo Español de Garantía Agraria (FEGA), para elevar su pureza del 92 % al 99,9 % y comercializarlo, una vez desnaturalizado, como etanol. El proceso comprende las siguientes fases:

- Desulfuración: eliminación del anhídrido sulfuroso (SO<sub>2</sub>) presente en el alcohol bruto.
- Deshidratación: reducción del contenido en agua mediante su tamizado con zeolitas, sustancias que captan las moléculas de agua.
- Desmetilización: proceso en el que el alcohol ya deshidratado (99,9%) ve separado su contenido de metanol. Esta sustancia resulta corrosiva para los vehículos y puede ser comercializada como producto químico o combustible
- Almacenamiento en depósitos: desde ellos el producto se trasporta por tuberías a la cisterna de carga y en ese trayecto se le añade una sustancia que desnaturaliza el etanol para evitar así su derivación al consumo humano.

## **2.4.2 Subproductos de la obtención del etanol (Capacidad)**

Los subproductos generados en la producción de etanol, así como el volumen de los mismos, dependen en parte de la materia prima utilizada. En general se pueden agrupar en dos tipos:

### **2.4.2.1 Materiales lignocelulósicos.**

Tallos, bagazo, etc., correspondientes a las partes estructurales de la planta. En general se utilizan para valorización energética en cogeneración, especialmente para cubrir las necesidades energéticas de la fase de destilación del etanol, aunque también se puede vender el excedente a la red eléctrica (con precio primado).

### **2.4.2.2 Materiales alimenticios.**

Pulpa y granos de destilería de maíz desecados con solubles (DDGS), que son los restos energéticos de la planta después de la fermentación y destilación del etanol. Tienen interés para el mercado de piensos animales por su riqueza en proteína y valor energético.

La caña de azúcar es la planta más aprovechable por el bagazo generado para su combustión y generación energética. La remolacha azucarera genera, por su parte, unas 0,75 toneladas de pulpa por tonelada de etanol producido.

La producción de etanol a partir de trigo o maíz genera en torno a 1,2 ton de DDGS por tonelada de combustible producido. En general, existen dos filosofías alimenticias en cuanto al empleo del DDGS. Cuando el pienso está en el 15 % o menos de la dieta, el DDGS sirve como una fuente de proteína suplementaria. Cuando el pienso está en los niveles más altos (superior al 15 % de la dieta de la materia seca) su papel primario es como fuente de energía. El DDGS está compuesto de grasa en un 10-15 %, de fibra neutra detergente en un 40-55 %, de proteína de crudo (CP) en un 30-35 % y de ceniza en un 5%.<sup>14</sup>

---

<sup>14</sup> BLAS, C, de G.G, Mateos y REBOLLAR P.G... (2007). Producción e Industria. Universidad Politécnica de Madrid. España. Web: [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

### **2.4.3 Etapas del proceso de producción de etanol (Calidad)**

El proceso consta de tres etapas, cada una de las cuales debe ser optimizada:

#### **2.4.3.1 Preparación de la solución de nutrientes**

Se utilizan tres tipos de substratos:

Raíces que contienen almidón, tubérculos o granos:

En cuanto al almidón de raíces, la planta tropical más importante es Maniot esculenta, de la que se obtiene harina de yuca, mandioca o de tapioca. Debido a que *Saccharomyces cerevisiae* no tiene amilasas, el almidón debe ser hidrolizado. Las raíces primero se muelen, se exprimen y se desecan. El almidón se licua por ebullición a presión y luego se hidroliza enzimáticamente.

El grano que contiene almidón puede ser arroz, maíz, mijo y patatas entre otros. El grano puede ser utilizado entero o como en el caso del maíz triturado, el cual se empapa durante varias horas a 40-50 °C, luego se tritura y se licua.

En plantas modernas se utilizan procesos continuos de licuefacción y sacarificación en los que primero se realiza una inyección de vapor (durante 3 minutos a 150°C) y luego un vacío para refrigerar. Durante el proceso se añaden alfa amilasas:

- Antes del calentamiento para reducir la viscosidad que se produce después del proceso de remojo.
- Después del calentamiento y del enfriamiento para la producción de glucosa (también se le añaden glucoamilasas).

Melazas, jugo de caña de azúcar o de la remolacha:

Las melazas son un subproducto de la cristalización del azúcar. Sin embargo tiene mejor utilidad como alimento animal o en otras fermentaciones.

Las melazas se obtienen de la remolacha calentando en agua rodajas de la misma.

En el caso de la caña de azúcar, el jugo se libera utilizando prensas. El residuo del prensado de los tallos de la caña se llama Bagazo, el 80% del cual puede ser quemado como fuente de energía en el proceso de destilación y el 20% restante pueden ser fermentados después de la hidrólisis química.

Madera o residuos desechables del procesamiento de la misma:

La madera no ha sido utilizada todavía en la producción comercial de etanol pero tiene una gran importancia debido a la gran cantidad de residuos de madera disponibles.

Durante la producción de papel a partir de coníferas, se obtiene el líquido sulfúrico residual que contiene hexosas fermentables. Sin embargo, este líquido cuando proviene de árboles de hoja caduca, no puede ser utilizado para procesos comerciales debido a la gran cantidad de azúcar en forma de pentosas.

#### **2.4.3.2 Fermentación**

En la investigación de laboratorio con microorganismos pueden utilizarse productos químicos puros para la obtención de medios de cultivo. Pero en las fermentaciones industriales se utilizan frecuentemente, por motivos económicos, substratos muy complejos. La consecuencia de esto para el desarrollo de las cepas y el control de la fermentación son los siguientes:

- Es obligatorio un medio de cultivo óptimamente equilibrado para conseguir la máxima producción.
- La composición de los medios de cultivo debe ser constantemente adaptada al proceso de fermentación.
- En las fermentaciones de prueba en el laboratorio, debe examinarse tanto el rendimiento del producto como la recuperación del mismo.
- Si la represión catabólica o la represión por fosfato no pueden ser eliminadas por optimización de los nutrientes del medio o por manejo adecuado de la fermentación, deben utilizarse como cepas de producción mutantes desreglados. [Cabrera, J. A. 2008].

### Fotografía 6. Alambiques artesanales



Fuente: Autor

#### 2.4.3.3 Balance de energía

Puesto que el etanol se produce como fuente de energía, el balance de energía del proceso total determina su viabilidad económica. La etapa de recuperación del producto, la destilación del etanol, es la que exige mayor energía de todo el proceso. Por ello, las mejoras en el proceso de destilación tendrán mayor influencia en el éxito del proceso total que las mejoras en la propia fermentación. Si el rendimiento de energía del etanol producido se relaciona con el aporte total de energía de las distintas etapas del proceso, existe un balance aproximado o una pérdida neta de energía. Esto demuestra la importancia de optimizar al máximo todas las etapas del proceso.<sup>15</sup>

#### 2.5 Limitaciones del Proceso

La determinación de los factores que limitan la glicólisis fermentativa del etanol son complejos debido a la interrelación existente y a la naturaleza de los parámetros intervinientes durante el proceso de fermentación. Algunos de ellos se deben tener en cuenta en la fermentación alcohólica industrial. En las limitaciones que surgen durante el proceso se pueden enumerar algunos de los más importantes como son:

---

<sup>15</sup> GUNASEKARAN, P y CHANDRA, Raj. (2006). Ethanol fermentation technology – *Zymomonas mobilis*. Department of Microbial Technology, School of Biological Sciences. Madurai Kamaraj University. India. Web: <http://www.ias.ac.in/currsci/jul10/articles14.htm>

### **2.5.1 Concentración de etanol resultante**

Una de las principales limitaciones del proceso, es la resistencia de las levaduras a las concentraciones de etanol (alcohol) que se llegan a producir durante la fermentación, algunos microorganismos como el *Saccharomyces cerevisiae* pueden llegar a soportar hasta el 20% de concentración en volumen.<sup>16</sup> En ingeniería bioquímica estos crecimientos se definen y se modelizan con las ecuaciones de crecimiento celular dadas por las ecuaciones de Tessier, Moser y de la ecuación de Monod<sup>17</sup>.

### **2.5.2 Acidez del sustrato.**

El pH es un factor limitante en el proceso de la fermentación ya que las levaduras se encuentran afectadas claramente por el ambiente, bien sea alcalino o ácido. Por regla general el funcionamiento de las levaduras está en un rango que va aproximadamente desde 3.5 a 5.5 pH. Los procesos industriales procuran mantener los niveles óptimos de acidez durante la fermentación usualmente mediante el empleo de disoluciones tampón<sup>18</sup>. Los ácidos de algunas frutas (ácido tartárico, málico) limitan a veces este proceso.

### **2.5.3 Concentración de azúcares.**

La concentración excesiva de hidratos de carbono en forma de monosacáridos y disacáridos puede frenar la actividad bacteriana. De la misma forma la baja concentración puede frenar el proceso. Las concentraciones límite dependen del tipo de azúcar así como de la levadura responsable de la fermentación. Las concentraciones de azúcares afectan a los procesos de osmosis dentro de la membrana celular. (RIEGEL, E. 2003)

---

<sup>16</sup> RIEGEL Emil Raymond, KENT James Albert Riegel's. (2003). Handbook of Industrial Chemistry. Editorial: Springer Verlag. ISBN. USA

<sup>17</sup> FOGLER, H. Scott, ESCALONA Roberto Luis, GARCIA Jorge Fernando. (2001) Elementos de Ingeniería de las Reacciones Químicas. Editorial Pearson. España.

<sup>18</sup> Un tampón, buffer o solución amortiguadora es la mezcla de un ácido débil y su base conjugada. Su función es la de mantener estable el pH de una disolución

#### **2.5.4 Contacto con el aire.**

Una intervención de oxígeno (por mínima que sea) en el proceso lo detiene por completo (es el denominado Efecto Pasteur). Esta es la razón por la que los recipientes fermentadores se cierran herméticamente.

#### **2.5.5 La temperatura.**

El proceso de fermentación es exotérmico, y las levaduras tienen un régimen de funcionamiento en unos rangos de temperatura óptimos, se debe entender además que las levaduras son seres mesófilos<sup>19</sup>. Si se expone cualquier levadura a una temperatura cercana o superior a 55 °C por un tiempo de 5 minutos se produce su muerte. La mayoría cumple su misión a temperaturas de 30 °C, cuando la óptima es de 37° C. (FOGLER, Scott, ESCALONA Roberto, GARCIA Jorge. 2001)

#### **2.5.6 Ritmo de crecimiento de las cepas.**

Durante la fermentación las cepas crecen en número debido a las condiciones favorables que se presentan en el medio, esto hace que se incremente la concentración de levaduras.

### **2.6 Producción en base de camote vs caña**

Si bien en temas anteriores se pudo determinar que es más factible tener como materia prima al camote mejor que etanol hay que determinar en la producción cual es menos demorado y costoso producir, y poner en la balanza todos los parámetros a comparar, de esta manera se puede analizar profundamente cada uno de los dos componentes y llegar a una conclusión acertada de las condiciones y viabilidad de la materia prima para la producción de etanol en la provincia del Azuay.

De acuerdo a la clasificación y la metodología de la producción de etanol, el camote necesita de un procedimiento adicional que consiste en realizar el proceso de hidrólisis del almidón del camote:

---

<sup>19</sup> Mesófilos.- temperatura óptima de crecimiento

El almidón es la principal fuente de almacenamiento de energía en los vegetales, ya que provee del 70 al 80% de las calorías consumidas por los humanos; se encuentra en grandes cantidades en las diversas variedades de plantas, (RIVERA, M. 2006)<sup>20</sup>. Para obtener almidones que presenten diversas características fisicoquímicas, estructurales y funcionales, que amplíen la gama de usos funcionales de almidones del camote (*Ipomea batata*).

### **2.6.1 Extracción de almidones.**

#### **2.6.1.1 Según el método Novelo-Cen y Betancour-Ancona:**

Para la extracción de los almidones se utiliza rizomas frescos de camote, los cuales son pelados y cortados por cubos de aproximadamente 3 centímetros por cada lado y son remojados durante 30 minutos en una solución de bisulfato de sodio con una concentración de 1500ppm. Los cubos se muelen en un procesador de alimentos, durante 2 minutos, para reducir de tamaño a la partícula. La masa resultante se pasa a unos recipientes que contiene una solución de bisulfito de sodio con concentración de 1500ppm de SO<sub>2</sub>, en una relación 1:1. La lechada de almidón se filtra en coladores de tela plástica para eliminar la fibra y el filtrado se deja sedimentar a 4°C durante 4 horas<sup>21</sup>.

Para realizar la obtención de almidones de manera industrial es necesario realizar un procedimiento más sencillo, pero que a su vez sea efectivo para dejar al producto listo para su fermentación, este proceso implica, sin pelar el camote, remojarlo y pasarlo una sola vez en solución de bisulfato de sodio con concentración de 1500ppm de SO<sub>2</sub> y luego se filtra por mallas hasta que esté lista para seguir con el proceso.

---

<sup>20</sup> RIVERA María, MENDEZ Guadalupe C, PEREZ Luis A... (2006). Oxidación del Almidón de Plátano. De la publicación: IX CONGRESO De Ciencia de los Alimentos y V Foro de Ciencia y Tecnología de Alimentos XXV Aniversario de la Carrera de Ingeniería en Alimentos en el Instituto de Ciencias Agrícolas. Universidad de Guanajuato. México

<sup>21</sup> BETANCOURT, A, NOVELO, C, Y TORRUCO J. (2005). Revista: Caracterización Fisicoquímica de Almidones de Tubérculos Cultivados en Yucatán. Facultad de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Autónoma de Yucatán. México.

## **2.6.1.2 Hidrólisis del almidón**

### **2.6.1.2.1 Hidrólisis acida.**

Agregar 20ml de almidón al 2% en una fiola, luego agregar 1ml de CIH , mezclar llevar a un baño María hirviendo, anotar el tiempo de inicio de la hidrólisis, luego cada 5 minutos hacer una reacción con lugol en la placa de porcelana. Hacer la reacción hasta que ya no haya el color negruzco sino que adquiera el color del lugol que es como café. Controlar el tiempo de hidrólisis acida y la fiola siempre debe estar en baño.

### **2.6.1.2.2 Hidrólisis enzimática.**

Tomar 4ml de almidón al 2%, se hace un baño a 37°C oír 5 minutos, luego agregar 200 ul de la enzima alfa amilasa, mezclar, desde el inicio de hidrólisis cada 5 minutos agregar lugol hasta completar los 15 minutos. A los 15 minutos sacar el recipiente 0,5 ml del hidrolizado. (FOGLER, Scott, ESCALONA Roberto, GARCIA Jorge. 2001)

En la hidrólisis acida se produce un rompimiento total de los enlaces que mantiene unido a los monómeros del almidón y se forma glucosa, maltosa e isomaltosa. En la hidrólisis enzimática se produce un rompimiento parcial de los enlaces que mantienen unido a las unidades del almidón y se formara maltosa, glucosa y dextrina limite, que es una cadena ramificada.

Por lo tanto para el proceso de fermentación cualquiera de los dos tipos de hidrólisis puede resultar positivo ya que los resultados son similares para el uso.

A nivel industrial estos dos procesos serán simplificados, de manera que la obtención del producto esté listo para ser al igual que la caña de azúcar fermentado y destilado como fue visto anteriormente. Una vez destilado el etanol está listo para ser utilizado como combustible, lo que viene de inmediato es pensar en su almacenamiento, transporte y distribución que será analizado posteriormente en este proyecto en un análisis económico y social.

La fermentación alcohólica se puede considerar (desde una perspectiva humana) como un proceso bioquímico para la obtención de etanol, que por otras vías se ha obtenido gracias a procedimientos químicos industriales, como por ejemplo mediante la hidratación de etileno. La finalidad de la fermentación etílica (desde una perspectiva microbiana) es la obtención de energía para la supervivencia de los organismos unicelulares anaeróbicos.

## **2.7 Producción de etanol a partir de la Melaza.**

Uno de los principales problemas de los cañicultores del Valle de Yunguilla, que anteriormente destinaban sus cultivos a la producción de alcohol, son los ingenios azucareros, ya que estos utilizan melaza con este fin, siendo este un subproducto considerado residuo o desecho de la producción de azúcar, utilizado en la actualidad para la producción de alcohol.

Materia Prima.

La melaza o miel final, es un producto líquido de color oscuro, dulce y viscoso, con un 50% a 55% de azúcares totales. Es la materia prima principal para la producción de alcohol etílico en los ingenios azucareros, que aprovechan a este componente. (MERCHAN. 2007)

Fermentación

En esta primera etapa del proceso, se disuelve la melaza con agua filtrada y se mezcla con una solución de levadura del tipo “*Saccharomyces cerevisiae*”. Esta levadura “fermenta” la melaza produciendo un vino el cual contiene de 7-10% de alcohol.<sup>22</sup>

Destilación

El vino de la etapa de fermentación entra a una columna de destilación al vacío (o quemadora) donde se separa la vinaza y un alcohol de bajo grado o flema. Esta flema es diluida con agua tratada y entra a una segunda columna rectificadora, donde se

---

<sup>22</sup> BRUGAL, C. (2002). Descripción de la producción de alcohol de la melaza de la Caña. Editorial Planeta. México

obtiene alcohol de 95<sup>0</sup> GL. Utilizando la columna quemadora con su respectiva columna rectificadora. (BRUGAL, 2002)

## **2.8 Desarrollo tecnológico**

El etanol es el producto de la fermentación de azúcares y su destilación, recientes investigaciones en la Universidad de Iowa demuestran que se están creando nuevos elementos que son capaces de disolver la celulosa de granos secos, incluso de la materia orgánica que se tira, para extraer de esta los azúcares y en los experimentos se obtiene entre el 85% y el 95% inclusive con soluciones en agua, lo que representa un gran avance científico que se intenta hacer más económico para poder extraer con mayor eficiencia lo necesario y así generar energía. Según el profesor John Verkade de la universidad de Iowa esta sustancia no está todavía patentada hasta ser eficaz en un 100%<sup>23</sup>.

## **2.9 Conclusiones del Capítulo.**

- Todas las experiencias documentadas con camote, papa y otras especies vegetales para la producción de biocombustibles, muestran la factibilidad de darle mayor valor agregado a los productos agrícolas. Ello puede dar mejores y más estables precios a los agricultores. Además, permite mejorar las condiciones de vida del medio rural (luz y energía en general). Asimismo, cada región tiene productos para evaluar como materia prima para producir etanol.
- La producción de etanol en la provincia del Azuay se basa en la caña de azúcar, no existe una agricultura desarrollada de camote como la hay en Cañete, Huaral y Chiclayo, (Perú) sin embargo al tener condiciones climáticas similares se puede pensar en un desarrollo sostenido de este tubérculo, ya que después de lo analizado se puede determinar que existe

---

<sup>23</sup> CENTRO de Estudios de Energía. (2010). Nuevos puntos de vista en la utilización de la energía. México. Web: [www.censolar.edu](http://www.censolar.edu)

mejor rendimiento con los cultivos de camote que los tradicionales de caña de azúcar aunque ello requiera de un mayor suministro de agua.

- Después de la investigación de campo realizada en el Valle de Yunguilla, se estableció las zonas de posibles cultivos comprendidas entre 1200 a 1500 hectáreas, así se determinó una buena capacidad de producción ya sea de caña de azúcar o camote para un futuro en la industria energética.
- Los procesos de destilación tienen pocas variantes en el sentido químico, lo que determina la mejor opción trabajar con el método tradicional, con alambiques grandes y largos y calderos potentes que puedan utilizar la misma materia orgánica como lo es el bagazo para producir calor y a su vez etanol de mejor calidad.
- Los cañicultores del Valle de Yunguilla tienen al momento los terrenos listos para la siembra, esto incluye el agua de riego, el inconveniente es que por el momento no tienen a quien vender el producto. Si se desarrollara un proyecto para la salida del producto, existiría mejores condiciones económicas, sociales y de servicios para todas aquellas personas que colaboren con esta actividad económica.
- La producción de etanol a partir de la melaza tiene gran influencia en el mercado del alcohol, ya que ha despojado a los productores de etanol de caña debido al precio, lo que en la industria es el factor primordial.

## CAPITULO 3

### SOSTENIBILIDAD Y FACTIBILIDAD ECONOMICA

#### **3.1 Sostenibilidad y factibilidad económica.**

El desarrollo tecnología nueva implica una inversión y estructura económica que lógicamente genere un crecimiento y utilidad, a partir de una estrategia de producción o el arte de crear y proyectar planes para alcanzar una meta concreta, en este sentido es importante determinar la meta, ya que en el caso de la utilización de etanol, la tecnología ya fue desarrollada. Ahora es necesario un plan piloto de producción y de análisis económico para justificar la viabilidad de producción de etanol para su consumo como combustible en la provincia del Azuay.

#### **3.2 Análisis de costos.**

Los detractores de las energías renovables, antepone siempre, no sin algo de razón, la inviabilidad económica de los proyectos; el etanol, no es la excepción, aunque merece hacerse algunas reflexiones sobre el tema.

Para hacer un análisis completo y real es necesario analizar recursos económicos desde la materia prima, es decir en caso de este proyecto incluyendo la siembra, cultivo y cosecha del producto que se utilice, así como la etapa de obtención de almidón, fermentación y destilación para obtener etanol puro netamente en proceso industrial. Esto implica que el manejo de los recursos debe ser muy cuidadoso al momento de determinar el precio final del producto, ya que dependerá de la dificultad y la inversión realizada para conseguir cada litro de combustible y determinar su precio en el mercado para su utilización en motores de combustión interna.

Se maneja los siguientes criterios en análisis de producción para apegarse a un esquema que ayude a ordenar los gastos y conseguir conclusiones objetivas:

- Materia prima
- Mano de obra
- Gastos de fabricación o producción y distribución

### **3.2.1 Materia prima.**

Es el elemento susceptible de transformación por yuxtaposición, ensamble, mezcla, etc.

### **3.2.2 Mano de obra.**

Es el esfuerzo humano indispensable para transformar esa materia prima.

### **3.2.3 Gastos de fabricación.**

Agrupar las erogaciones necesarias para lograr esa transformación, tales como: espacio, equipo, herramientas, fuerza motriz, etc.

### **3.2.4 Costo primo.**

Es la suma de materia prima y mano de obra.

### **3.2.5 Costo de producción.**

Es la suma del costo primo más los gastos de fabricación, que también se establece como: Materia prima + Mano de obra + Gastos indirectos.

Los cargos indirectos se dividen en tres clases:

#### **3.2.5.1 Materiales indirectos.**

Son aquellos que por su cantidad en la producción no es práctico precisarlos en cada unidad producida y que en términos generales los podemos considerar como accesorios de fabricación.

### **3.2.5.2 Mano de obra indirecta.**

Se consideran todos los salarios o sueldos que prácticamente es imposible aplicar a la unidad producida, como sueldos de superintendente, de ayudantes, de mozos de fábrica, etc.

### **3.2.5.3 Otros Gastos de fabricación Indirectos**

Agrupan todas las demás erogaciones que siendo derivadas de la producción no es posible aplicarlas con exactitud a una unidad producida, Ejemplo: Depreciaciones, Amortizaciones, Combustible, etc.

Las tres subdivisiones que se describen arriba se registran y acumulan en la contabilidad de costos a través de una cuenta que se puede denominar: gastos de producción, gastos de fabricación, gastos indirectos de Producción, etc.

### **3.2.6 Costo de distribución.**

Afecta los ingresos obtenidos en un periodo determinado, siendo establecido como: Gastos de venta + Gastos de administración + Gastos financieros de operación compra venta.

### **3.2.7 Costo total.**

Será igual a la suma del costo de distribución más el costo de producción.

De lo anterior deducimos que:

Precio de venta: es la suma del costo total más un margen de utilidad.

## **3.3 Determinación de costos con caña de azúcar:**

### **3.3.1 Costo de materia prima.**

El etanol según lo analizado anteriormente se puede obtener de muchas fuentes en el caso de análisis de este proyecto: Caña de Azúcar y Camote.

Normalmente en los sembríos de estos productos de la cosecha sacada se escoge la “semilla” para la siguiente siembra.

Las condiciones de suelo y climáticas para el desarrollo de estos dos productos son muy similares así que se parte por saber que pueden ser utilizados los terrenos aledaños a la zona de la capital azuaya , (Cuenca) tal como los valles de Yunguilla, Paute, Gualaceo, Santa Isabel, El Pan, entre otros sectores rurales que poseen grandes espacios de terrenos deshabitados que pueden ser habilitados para siembra de cualquiera de los productos, así como se lo ha venido haciendo en algunas de estas tierras en donde se encuentran grandes sembríos de caña de azúcar.

El precio de la caña de azúcar en nuestro país está fijado mediante una regla general que consta en los estatutos del Ministerio de Agricultura y Ganadería, con el reconocimiento de la sociedad de cañicultores del Valle de Yunguilla, esta regla general que se utiliza para dar el precio a la tonelada métrica de caña es el siguiente: “ El precio de la tonelada métrica de caña de azúcar será el equivalente al 75% del costo del saco de 50 kilogramos de azúcar al precio de distribución”<sup>24</sup>, es decir, en este momento el precio de distribución de azúcar ha sido muy especulado y a sufrido muchas variantes en nuestro país pero se tomará el valor con el que cerró en 2010, el precio es de \$25 por quintal, lo que indicaría un precio de la tonelada Métrica de caña de azúcar en un valor de \$18.75 dólares americanos.

### **3.3.2 Costos de mano de obra.**

La mano de obra disponible para la cosecha se hace cada vez más escasa y cara, debido a la migración de los operarios a otras actividades remunerativas, como la industria, construcción, negocios, etc. El cese del funcionamiento de los ingenios debido a la ausencia de cosechadores en el campo, no es tan inusual. Muchos de los ingenios tienen una alta capacidad de molienda y muchas plantas están expandiendo su capacidad. Por lo tanto, el requerimiento diario de caña está aumentando y existe una mayor demanda por mano de obra. Adicionalmente, la mayoría de los operarios agrícolas no quieren realizar labores demasiado pesadas. De este modo, en los próximos años la colocación de la mano de obra empeorará aún más. Por esta razón, la adopción de mecanización en la cosecha de caña de azúcar será inevitable.

---

<sup>24</sup> SICA, Servicio de Información de Censo Agropecuario. (2007) Acuerdo ministerial N° 251. Ecuador. Web: [www.sica.gov.ec](http://www.sica.gov.ec)

Un costo de mano de obra aproximado es el presentado en la tabla general de gastos de producción, este ha sido obtenido de manera real en el campo, ya que se realizaron dos visitas a los cañaverales y a los productores de alcohol del valle. Se entrevistó al Sr. Luciano Hurtado propietario de dos molineras artesanales que produce en cada una aproximadamente 800 litros a la semana con una pureza de 60-65%, y al Sr. Santiago Vicuña (+) productor de etanol para la empresa Zhumir, aproximadamente 3000 litros semanales de alcohol con pureza de 80%.

Luego de entrevistados las dos personas mencionadas se pudo obtener las siguientes conclusiones, ya que los dos concordaban mucho en sus palabras:

Una hectárea de buena caña tiene un costo de entre (\$1200 y \$1500 dólares americanos), para producir una cantidad de alcohol de entre 4000 a 6000 litros de una pureza aproximada 70%, si volvemos a destilar el alcohol o lo realizamos con alambiques de mejores características entonces obtendríamos entre 2800 a 3600 litros de alcohol de una pureza superior a 95% que es la necesaria para nuestro fin.

Según se indica por el presidente de la Sociedad de Cañicultores y los propios productores el pago del jornal al trabajador está en un rango de entre 12 y 15 dólares el día en cualquier actividad para el proceso lo que nos guía a una conclusión final.

Para producción un litro de alcohol el productor invierte entre 50 y 55 centavos por litro, que incluye todos los costos de materia prima, mantenimiento y producción. En vista que se requiere un alcohol más puro para el uso automotriz tomaría una nueva destilación lo que subiría el precio de producción, (con los calderos y alambiques adecuados) el valor del litro ascendería a 65 centavos aproximadamente<sup>25</sup>.

### **3.3.3 Gastos de fabricación o producción.**

Estos gastos indirectos reflejados a continuación en la tabla son los valores más cambiantes de todos por la dependencia de factores como: época del año, tipo de químicos utilizados, clima y habilidad para riego, fertilizantes, políticas, etc.

---

<sup>25</sup> Valores tomados de acuerdo a la recopilación de datos tomada en el Valle de Yunguilla el día 14/12/10 en varios centros de producción de alcohol )

De acuerdo con un estudio realizado por la Universidad de Cuenca en el Valle de Yunguilla a cerca de la factibilidad de la construcción de una planta de ingenio azucarero, se recogieron los siguientes datos:

La planta tendrá una capacidad para procesar 300 toneladas diarias de caña de azúcar.

Se trabajarán 150 a 200 días al año, lo que indica una producción de 45000 a 60000 toneladas por año.

Se necesitarán 809 hectáreas con un rendimiento de 74 ton/ ha.

En conclusión podríamos decir que si estos datos los utilizamos para una planta de producción de etanol, sumando llegan a las 1200 hectáreas indicadas por el Sr. Ortiz que están listas para sembrar y obtener un alcohol casi puro, el resultado sería obtener al año un aproximado de: 3360000 a 4320000 litros de alcohol dependiendo el tipo de caña. Es decir lo correspondiente al aproximado de 40000 tanques o barriles<sup>26</sup>.

Lo que indica que por galón de etanol puro producido en base de caña se tiene un gasto neto de: \$ 2.08 a \$ 2.35 dólares americanos.

**Fotografía 7.** Entrevista a productores de alcohol en el Valle de Yunguilla



Fuente: Autor

---

<sup>26</sup> PYDLOS, Proyecto de Ingenio Azucarero. (2010). Proyecto de Ingenio en el Valle de Yunguilla provincia del Azuay. Ecuador. Web: <http://pydlos.ucuenca.edu.ec>.

### **3.4 Determinación de costos con camote.**

El auge del camote se ha dado en otros países (Honduras, Brasil, Perú, Costa Rica) analizando el caso puntual de Perú en donde se producen cantidades similares a 120 mil toneladas métricas anuales de camote para consumo interno y externo. Analizando la situación que atraviesa Perú con este producto y tomando en cuenta las semejanzas en clima y condiciones de suelos y población, se puede realizar un análisis muy similar al utilizado en este vecino país, con pequeñas variantes.

En diferencia con la caña de azúcar el camote no es un producto que está desarrollado en nuestro país, así que se hará la referencia en comparación con la producción en otros países como Perú que es el más semejante al nuestro.

#### **3.4.1 Costo de la materia prima.**

Al igual que en la caña de azúcar normalmente las “semillas” del camote son escogidas después de la cosecha con los mejores y más tiernos tubérculos.

Un agricultor invierte alrededor de los \$ 0,12 por kilo de camote para suministrarlos en el área indicada con cultivos separados entre 30 y 40 centímetros hacia todos lados. Es la cantidad adecuada para la producción de etanol que está en cuestión<sup>27</sup>.

#### **3.4.2 Costo de la mano de obra.**

Analizando con los avances científicos, mucho se ha desarrollado para la agricultura, sin embargo, en esta área será menor y se requerirá mayor cantidad de mano de obra que en la caña de azúcar. El precio aproximado de la mano de obra en la provincia del Azuay se toma como referencia de entre 12 y 15 dólares por jornal de trabajo. En Perú la situación es más o menos similar, el camote tiene bajos costos de producción. Un agricultor invierte alrededor de los \$ 0,12 por kilo producido, y el costo de la mano de obra (\$ 15 dólares americanos por jornal). (INIA)

#### **3.4.3 Gastos de fabricación o producción.**

Para obtener etanol es necesario seguir los procesos químicos indicados en el capítulo anterior, por lo que adicional al proceso de fermentación y de destilación del

---

<sup>27</sup> INIA, Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Perú. (2007). Generación de Nuevas Variedades de Camote para Producción de Etanol. Perú. Web: <http://www.inia.gob.pe/notas/nota0148/>

etanol utilizado así como los productos que son básicamente iguales hay que agregar el proceso de obtención de almidón que lógicamente tiende a subir el costo del producto final.

En los valles costeros de Ancash en Perú, se cultiva aproximadamente 1500 hectáreas que aportan al mercado 24 mil toneladas anuales (INIA).

Debido al proceso y al costo de riego, ya que el camote requiere de mucho riego, el costo de el litro de etanol tiene así un valor aproximado de 73 centavos de dólar litro con un promedio de consumo de 0.2 litros de combustible de petróleo por litro de etanol en base de camote.

Lo que indica que por galón de etanol puro producido en base de caña se tiene un gasto neto de: \$ 2.76 dólares americanos<sup>28</sup>.

### **3.5 Costo de distribución.**

Una vez obtenido el etanol puro, el proceso de almacenamiento y distribución será igual para los casos comparados, por lo que se comparte el siguiente valor:

El costo de almacenamiento y distribución de etanol tomando en cuenta salarios promedios de almacenadores y transportistas, así como propiedades de almacenamiento tiene un costo aproximado de 0.48 dólares por galón. (ORTIZ, 2010) Ver Anexo 2

### **3.6 Rentabilidad del proyecto.**

#### **3.6.1 Costos de venta**

Según lo analizado los costos de venta resultan de la suma de los costos de producción analizados más los costos de distribución y almacenamiento, y más la utilidad que en este caso se la usa de un 15%, quedando así el resultado final en los dos casos como lo indica la tabla N° 8:

---

<sup>28</sup> CPP. Cadenas Productivas de Perú. (2008) Tesis sobre uso y producción de camote en Perú. Perú. Web: [www.cadenasproductivas.org.pe](http://www.cadenasproductivas.org.pe)

**Tabla 8.** Comparación de precios de producción Caña de Azúcar - Camote

Etanol E100 de caña de azúcar:	
Precio de producción por galón	\$ 2.350
Coste de distribución/almacenamiento	\$ 0.48
Utilidad del 15%	\$ 0.42
Precio de Venta al Público	\$ 3.25
Etanol E100 de camote:	
Precio de producción por galón	\$ 2.76
Coste de distribución/almacenamiento	\$ 0.48
Utilidad del 15%	\$ 0.48
Precio de Venta al Público	\$ 3.72

Fuente: Autor

### 3.7 Determinación del costo con melaza

Según PRODUCARGO, 2010, se establece la producción diaria nominal de azúcar en los ingenios azucareros de nuestro país en 2.10 sacos de 50 kilos por cada tonelada, obteniendo un promedio de entre 65 y 74 ton/ha y determina la producción de 430 litros de etanol en base a melaza por cada 2 hectáreas que utilizan caña para obtención de azúcar, o sea, con los datos que maneja la empresa, regula el costo de producción de cada litro de alcohol a 44 centavos de dólar, lo que da un precio al galón de \$1.62 dólares americanos.<sup>29</sup>

<sup>29</sup> PRODUCARGO. Productora de Alcoholes de Ecuador. (2010). Características de los productos. Web: <http://www.producargo.com/>

### 3.8 Comparación con la Gasolina

La diferencia del precio indicado de la gasolina varía bruscamente con el etanol debido a los subsidios además que , como se dijo anteriormente, es necesario desarrollar toda su producción y comercialización, lo que implica también una gran inversión.

En la tabla siguiente se puede realizar una comparación de acuerdo con los datos obtenidos:

TABLA 9. Cuadro comparativo

	Etanol de caña	Etanol de camote	Etanol de melaza	Gasolina Extra	Gasolina Super
Valor de producción	2.83	3.24	1.63	?	?
Subsidio	26%	26%	26%	26%	30%
PVP sin subsidio	3.25	3.78	2.14	1.875	2.85
Valor con subsidio	2.57	3.024	1.712	1.50	2.19

Fuente: CARRILLO Fabián. (2009). Revista Líderes. Informe semanal de Políticas.

### 3.9 Comparación con otras fuentes de energía.

El análisis económico de etanol en base de estas dos materias primas no asume toda una infraestructura para el desarrollo de la producción así como varios factores adicionales, como es la preparación de suelos para la primera siembra, adaptación de sistemas de riego, maquinaria y adaptación de procesos industriales para la adaptación al medio, entre otros puntos. La comparativa de esta fuente económica radica en el precio final del producto al consumidor en una producción en bruto de este producto.

En el factor económico se puede analizar desde varios puntos de vista objetivos:

La utilización de materia prima ligada a la agricultura genera un desarrollo económico en un país ya que genera fuentes de trabajo, recursos, investigación, lo que contribuye esencialmente a la búsqueda de nuevas tecnologías, ser más competitivos en el mercado y porque no pensar que incluso a nivel internacional.

Para otras fuentes de energía la tecnología no está desarrollada aún en el área automotriz, hablese de energía eólica, solar, eléctrica, al no tener el desarrollo que tiene el etanol en motores de combustión interna que no varía su funcionamiento con el de nafta, esto hace que estas energías se encuentren todavía muy lejanas y surrealistas.

### **3.10 Conclusiones del Capítulo.**

- El proyecto económicamente es factible, si bien es cierto que los precios suben y que se presentarán mas factores que dificulten la producción es también cierto que se puede realizar y que esto también contribuye con el desarrollo del país, ya que genera empleo y producción nacional que si se sabe explotar podría llegar a ser producto de exportación.
- Para llevar a cabo el presente proyecto es necesario que el gobierno realice una inversión bastante grande colaborando con las personas que están dispuestas a realizar inversiones para generar la producción del combustible. La acción del gobierno tiene que ir desde facilidades para la siembra, hasta subsidios en diferentes productos así como el almacenamiento y distribución, apoyar el ingreso de vehículos aptos para esta tecnología y la instalación de bombas propias para suministrar etanol.
- La materia prima en base de camote es más costosa de producir pero también es de saber que se produce hasta dos veces y medio más rápido que la caña de azúcar lo que para motivos de recursos energéticos disminuye el tiempo de cosecha y por tanto más etanol y más energía que es un margen más positivo comparado con la directa diferencia de precio.

## **CAPITULO 4**

### **IMPACTO AMBIENTAL DE LA PRODUCCION Y USO DE ETANOL**

#### **4.1 Estudio de emisiones en el proceso**

##### **4.1.1 Problema actual.**

La principal fuente de energía de la sociedad moderna proviene de la combustión de la gasolina, petróleo, carbón y/o gas natural. Estos compuestos, llamados combustibles fósiles, tienen su origen en las plantas y los animales prehistóricos y derivan de procesos geológicos. Los hidrocarburos consisten en cientos de diferentes compuestos, cuya estructura base corresponde a enlaces C-C y más aún la mayoría de éstos, contienen exclusivamente carbono e hidrógeno

El impacto ambiental del planeta está estrechamente relacionado con un problema social surgido por la utilización creciente del petróleo: la reducción de los niveles de emisión de sustancias tóxicas y de los llamados "gases de invernadero", y la reducción de los niveles de ruido.

Las discusiones internacionales acerca de las causas e implicaciones para la humanidad del llamado "efecto invernadero", provocado por las crecientes emisiones a la atmósfera de gases tales como: CO<sub>2</sub>, metano, óxido nitroso y los cloro-fluorocarbonatos, reflejan la necesidad de un enfoque integral en el tratamiento de los problemas ambientales y del desarrollo, así como la necesidad de una acción concertada de la comunidad internacional para mitigar los efectos del calentamiento global.

#### **4.1.2 Niveles de contaminación.**

La contaminación a nivel mundial incrementa notable y muy aceleradamente, ya que todos los días se emiten cantidades gigantes de contaminantes al ambiente que provienen de muchas fuentes, sean estas industrias, fabricas, vehículos, entre otros.

Los vehículos que son el centro de este estudio o los motores de combustión interna emanan tres grandes contaminantes que son los más perjudiciales:

- óxidos y dióxidos nitrosos
- monóxido de carbono (hidrocarburos no combustionados)
- dióxido de carbono

En algunos lugares la contaminación llega a tal punto que se ha llegado a medir 367 microgramos/m<sup>3</sup> de dióxido de nitrógeno en una hora, es algo que amenaza gravemente la salud<sup>30</sup>.

Se han tomado medidas en nuestra ciudad para hacer que los vehículos cumplan con la normativa anti polución, ya que para el proceso de matriculación es de carácter obligatorio que el vehículo cumpla parámetros importantes que no demuestren un excesivo consumo y emisión del que es permitido y ya de hecho es dañino.

#### **4.1.3 Etanol como solución anticontaminante**

Se planteó hace algunos años al etanol como una alternativa anti polución por lo que es proveniente de la naturaleza y es una fuente de energía renovable ya que proviene de materia prima de la agricultura que se representa en un ciclo, pero actualmente se han realizado estudios determinando parámetros reales que no indican dicha nobleza de este combustible con la atmosfera.

Según se puede leer en El Dictamen, uno de los medios que reprodujo la noticia difundida por El Universal de México, “el uso del etanol como fuente de energía alternativa a la gasolina podría resultar peor para el medio ambiente del Valle de México”.

---

<sup>30</sup> GARCIA, A. EL Universal. (2009). Escenario Mundial. México. Web: [www.eluniversal.com.mx/nacion](http://www.eluniversal.com.mx/nacion)

La advertencia fue realizada por el Premio Nobel de Química Mario Molina quien, al explicar a senadores los efectos del cambio climático sobre el país y las alternativas para enfrentarlos, destacó que la renovación del parque vehicular sería más beneficioso para el medio ambiente que el uso de etanol como combustible en sustitución de la gasolina.

Para darle sustento a su afirmación, expuso que la producción de etanol en Estados Unidos implica el uso de grandes cantidades de combustibles fósiles cuyas emanaciones contaminantes nulifican o incluso empeoran la calidad de la atmósfera. En cambio, dijo Molina, la tecnología que emplea Brasil para extraer el etanol de la caña de azúcar, y que emplea incluso el bagazo, es mucho más amigable con el medio ambiente. Según su opinión, ésa sería la que convendría usar en México<sup>31</sup>.

El estudio de emisiones en el proceso de producción de etanol es sumamente importante para determinar la capacidad contaminante del producto final.

Como se analizó anteriormente, para producir alcohol puro es necesario combustionar gasolina o diesel, esto está representado en términos generales de utilizar la gasolina o diesel para movilización de tractores, maquinaria, distribución, almacenamiento bombas para riego, entre otros.

Todos los contaminantes se van generando de manera indirecta para recaer sobre el producto final.

#### **4.2 Efecto ambiental del Camote vs Caña de azúcar**

El etanol fabricado a partir de caña de azúcar no deja residuos ya que todo es reciclado y los productos derivados de su producción son utilizados para enriquecer al suelo. Otro dato igualmente importante es que la caña de azúcar secuestra el carbono de la atmósfera, lo que ayuda a reducir los gases "efecto invernadero".

El bagazo o material de residuo que queda de la caña de azúcar es utilizado también como fuente de energía, ya que al quemarlo se produce calor, que puede servir como un complemento de energía en el proceso de destilación en el mismo producto, se

---

<sup>31</sup> ERENOVABLE/Noticias. (2007). Efectos Sobre el Etanol en el Medio Ambiente. México Web: [www.erenovable.com/noticias](http://erenovable.com/noticias) en <http://erenovable.com/2007/02/18/alerta-sobre-los-efectos-del-etanol-en-el-medio-ambiente/>

estaría utilizando el concepto de energía basada en la biomasa, que es la combustión de residuos de origen vegetal.

El camote por el contrario no genera tantos residuos, por lo que es necesario aplicar otras fuentes de energía para mover toda la maquinaria y para el proceso de industrialización lo que lleva nuevamente a la utilización de un combustible fósil. La solución para este sería la utilización del mismo etanol para el proceso industrial de manera que cierre un círculo y no se necesario utilizar otro combustible.

#### 4.3 Emisiones del Etanol.

El que sea un combustible más limpio y orgánico no quiere decir que sea “cero contaminación” como es el caso del hidrogeno. El etanol después de ser combustionado emite también a la atmosfera contaminantes que pueden ser identificados en la tabla N°9:

**Tabla 9.** Tabla de contaminantes por vehiculos ligeros en Brasil

<b>AÑO</b>	<b>COMBUSTIBLE</b>	<b>CONTAMINANTE (g/km)</b>			
		<b>CO</b>	<b>HC</b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>Aldehidos</b>
<b>Antes de 1990</b>	<b>Gasolina</b>	<b>54</b>	<b>4,7</b>	<b>1,2</b>	<b>0,05</b>
<b>1995</b>	<b>Gasolina/Etanol</b>	<b>22</b>	<b>2</b>	<b>1,9</b>	<b>0,04</b>
	<b>Etanol</b>	<b>6</b>	<b>1,6</b>	<b>1,8</b>	<b>0,11</b>
<b>2000</b>	<b>Gasolina/Etanol</b>	<b>3,3</b>	<b>1,4</b>	<b>1,4</b>	<b>0,04</b>
	<b>Etanol</b>	<b>3,08</b>	<b>1,3</b>	<b>1,2</b>	<b>0,11</b>
<b>2005</b>	<b>Gasolina/Etanol</b>	<b>1,7</b>	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>	<b>0,015</b>
	<b>Etanol</b>	<b>1,6</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,022</b>

Fuente: JOSMAR D, Pagliuso. (2009). Núcleo de Energía Térmica y Fluidos. Editorial Lumel. Brasil

Estudios técnicos realizados en Brasil demostraron que la sustitución de un litro de gasolina por alcohol evita la emisión de 0,17 kg de CO<sub>2</sub><sup>32</sup>.

Debido a que la molécula de etanol contiene oxígeno, este compuesto se utiliza también como oxigenante. Cuando se mezcla con la gasolina, permite una combustión más limpia y mejor, con menores emisiones a la atmósfera y la reducción de las emisiones de CO de 17 – 33%, en dependencia del vehículo.

<sup>32</sup> JOSMAR D, Pagliuso. (2009). Núcleo de Energía Térmica y Fluidos. Editorial Lumel. Brasil

#### **4.4 Ventajas Ambientales del etanol sobre la gasolina.**

Requiere menos aire para la combustión por su contenido de oxígeno.

Produce menos emisiones de CO, por una mejor combustión y posibilita una reducción de los óxidos de nitrógeno.

Disminuye las emisiones de hidrocarburos, de SO<sub>2</sub> y de partículas, por ser un compuesto de bajo peso molecular y de unión sencilla carbono – carbono. Menor formación de hollín durante su combustión.

Menor presión de vapor, por lo que se obtienen menores emisiones evaporativas que permiten reducir el smog urbano.

Modifica la composición de la emisión de los compuestos orgánicos disminuyendo su toxicidad y su reactividad fotoquímica.

En los motores de gasohol el etanol disminuye la emisión de formaldehído, sustancia casi dos veces más reactiva en la generación de oxidantes fotoquímicas que el acetaldehído y, también más tóxica.

Tiene un índice de octano 15% más elevado, lo que permite a los motores especializados que funcionan con alcohol transformar una mayor cantidad de carburante en energía.

#### **4.5 Desventajas del etanol para el ambiente**

La obtención de etanol como se analiza a lo largo de este estudio necesita varios procesos industriales que tomando de un análisis completo “pozo – rueda” demuestra que para la producción requiere de mucho uso de energía en relación a la cantidad obtenida para su uso en un motor.

Adicional a este criterio se tiene que hay que tratar al suelo con mucho cuidado ya que si se nitrogena mucho el suelo y la planta crece demasiado, también el extracto de esta tendrá concentraciones de nitrógeno muy elevadas, que al ser combustionado puede resultar trescientas veces más perjudicial que el CO<sub>2</sub> ya que emana una

cantidad muy grande de óxidos y dióxidos nitrosos que pueden ocasionar un efecto invernadero catastrófico.

#### **4.6 Conclusiones del Capítulo.**

- La tecnología automotriz a desarrollado mucho y las normativas impuestas en los países ha sido la causa, ya que no es la preferencia como antes los motores gigantes que alcancen velocidades extremas sino por el contrario motores eficientes que plazcan las necesidades del cliente y que sean amables con el ambiente.
- Si el proceso de producción de etanol está bien desarrollado y estructurado la contaminación va a ser menor que con la gasolina, ya que a lo largo del tiempo se han desarrollado las condiciones necesarias para en los vehículos para que esto suceda.
- Es necesario indicar que este combustible no es un combustible que cause “cero contaminación”, ya que sigue generando los gases de efecto invernadero pero en menos cantidad.
- Se debe aprovechar todos los recursos necesarios para garantizar un bajo consumo energético y de esta manera un bajo grado de contaminación total en el proceso industrial de producción de etanol.
- Combustible recomendable para el medio ambiente.

## CONCLUSIONES

- El etanol es un combustible amigable para el medio ambiente si es tratado y trabajado de la mejor manera, esto implica no utilizar demasiados fertilizantes ni químicos en el momento de preparar el suelo para la siembra de la materia prima, ni durante el proceso de crecimiento.
- La implantación de una destilería de alcohol puro al igual que el ingenio de azúcar que se está llevando a cabo en el Valle de Yunguilla requiere de una gran inversión, pero impulsa al desarrollo económico del sector, tanto en el aspecto productivo y de situación laboral, como en el aspecto de desarrollo socio cultural con mayor ayuda a las comunidades cercanas o tierras de difícil acceso y servicios básicos.
- Los cañicultores de la zona tienen una gran organización reconocida a nivel ministerial que permite ver que tienen un potencial escondido dentro del valle, ya que muchas de estas personas están dispuestas a realizar una inversión en pro del desarrollo del sector.
- Un aspecto muy delicado a tratar después del análisis en todo este documento, es el precio al que se fijaría para la venta un galón de etanol, ya que efectivamente es mayor al precio de la gasolina, pero no hay que olvidar que en nuestro país la gasolina está subsidiada, lo que nos lleva a la conclusión de pensar que si el etanol es un combustible más amigable, promueve un mejor desarrollo socio-económico y no enriquece a un solo sector millonario que monopoliza la fuente energética, como lo es la gasolina, entonces debería tener un subsidio mayor al del combustible fósil.

- El camote es una buena opción para la producción de etanol pero en nuestro medio resulta más difícil y a la vez más costoso la utilización de esta materia prima, debido a la escases de agua para riego que tiene el sector.
- En países de Europa (Alemania, Francia, Bélgica, entre otros) es obligatorio utilizar un porcentaje de biocombustible mezclado con la gasolina regular. La contaminación ambiental a causado grandes desastres naturales estos últimos años, siempre hay que buscar alternativas que contribuyan a mitigar el daño causado por los gases nocivos.
- La necesidad hizo que en Brasil se produzca un gran desarrollo de esta fuente de energía, llegando a ser una de las principales actividades económicas en este país; porque no pensar en una alternativa energética y planificar proyectos de investigación grandes que pensando en el mañana aprovechen los recursos que tenemos ante nuestros ojos. La inversión a realizar es muy grande, implica empezar de cero esto es un punto negativo para quienes pensamos que se puede trabajar con fuentes alternativas y generar una economía local sin dependencia de otros países ni precios fijados por las políticas económicas extranjeras.

## BIBLIOGRAFIA

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BETANCOURT, A, NOVELO, C, Y TORRUCO J. 2005. Revista: Caracterización Físicoquímica de Almidones de Tubérculos Cultivados en Yucatán. Facultad de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Autónoma de Yucatán. México.

EDA, Entrenamiento y Desarrollo de Agriculturas. 2007. Boletín: Cuenta del desafío del Milenio. Frente Instituto Patria. Honduras

EDMAR L. Bacha, 2006 “Issues and Evidence on Brazilian Recent Economic Growth”. Development Discussion Paper n 12. Harvard Institute of International Development. Unites States.

ESCANDON A. 2007. Desarrollo de Tubérculos en la Provincia. Revista: EIA, Número 7. Escuela de Ingeniería de Antioquia de Medellín. Colombia

FISHLOW, Albert. 2007. Algumas Reflexões Sobre a Política Econômica Brasileira após 200. Documento: Estudos Cebrap 7. Universidad de Sao Paulo. Brasil.

FOGLER, H. Scott, ESCALONA Roberto Luis, GARCIA Jorge Fernando. 2001 Elementos de Ingeniería de las Reacciones Químicas. Editorial Pearson. España.

GUERRERO Karina y MEDINA María. 2009. Formulación de Gasolina Extra con Etanol Anhídrido. Tesis de Grado: Experimento de valoración contingente sobre la inclusión del plan piloto de la formulación de gasolina extra con etanol anhidro en el mercado de gasolina en la ciudad de Guayaquil. Faculta de Economía y Negocios. Escuela Politécnica del Litoral. Ecuador.

JOSMAR D, Pagliuso. 2009. Núcleo de Energía Térmica y Fluidos. Editorial Lumel. Brasil

MERCHAN Juan. 2007 La Caña de Azúcar. Editorial: Alin Editora. Honduras.

ORTIZ, Marcos, Susana. 2003. Buscando Combustibles Alternativos: El Bioetanol. Artículo de Revista: Canales de Mecánica y Electricidad. Organización Industrial de Ingenieros Industriales de Madrid. España.

RIEGEL Emil Raymond, KENT James Albert Riegel's. 2003 . Handbook of Industrial Chemistry. Editorial: Springer Verlag. ISBN. USA

RIVERA María, MENDEZ Guadalupe C, PEREZ Luis A... 2006. Oxidación del Almidón de Plátano. De la publicación: IX CONGRESO De Ciencia de los Alimentos y V Foro de Ciencia y Tecnología de Alimentos XXV Aniversario de la Carrera de Ingeniería en Alimentos en el Instituto de Ciencias Agrícolas. Universidad de Guanajuato. México

RODRIGUEZ, Juan. 2002. La Ingeniería Ambiental. Editorial Síntesis. España.

ROUGIER, Marcelo y FISZBEIN Martín. 2006 La Frustración de un Proyecto Económico: El Gobierno Pernista de 1973 – 1976. Editorial Manantial. Argentina.

VELEZ, Santiago. 2009. El Vehículo Automotor y su Impacto en el Medio Ambiente. Tesis de Grado: Universidad Politécnica de Madrid. España.

#### REFERENCIAS ELECTRONICAS

ANFAVEA - Asociación Nacional de Fabricantes de Vehículos Automotores. 2010. Producción de vehículos por tipo de combustible en el 2010. Brasil. Web: [http://www.anfavea.com.br/tabelas/autoveiculos/tabela10\\_producao.pdf](http://www.anfavea.com.br/tabelas/autoveiculos/tabela10_producao.pdf)

BALLESTEROS I, OLIVIA J.M, NEGRO, M.J, MANZANALES, y BALLESTEROS, M. (2002). Departamento de Energías Renovables, Grasas y Aceites 282 Vol 53. España. Web: <http://grasasyaceites.revistas.csic.es/index.php/grasasyaceites/article/view/318/321>.

BLAS, C, de G.G, Mateos y REBOLLAR P.G... 2007 .Producción e Industria. Universidad Politécnica de Madrid. España. Web: [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

BRUSSTAR, M, y BAKENHUS M. 2009. Economical, High. efficiency Engine Technologies for alcohol fuels. Enviromental Protection Agency. USA. Web: <http://www.epa.gov/otaq/presentations/epa-fev-isaf-no55.pdf>

CABRERA, Jorge A. 2008. Produccion de Etanol en España. España. Web: [www.miliarium.com/monografias/Biocombustibles/Bioetanol/Bioetanol.asp](http://www.miliarium.com/monografias/Biocombustibles/Bioetanol/Bioetanol.asp)

CENTRO de Estudios de Energía. 2010. Nuevos puntos de vista en la utilización de la energía. México. Web: [www.censolar.edu](http://www.censolar.edu)

CONAB, Compañía Nacional de Abastecimiento. 2010. Siembra de Caña de Azúcar. Brasil. Web: <http://www.conab.gov.br/>

CPP. Cadenas Productivas de Perú. 2008. Tesis sobre uso y producción de camote en Perú. Peru. Web: [www.cadenasproductivas.org.pe](http://www.cadenasproductivas.org.pe)

ERENOVABLE/Noticias. 2007. Efectos Sobre el Etanol en el Medio Ambiente. México Web: [www.erenovable.com/noticias](http://www.erenovable.com/noticias) en <http://erenovable.com/2007/02/18/alerta-sobre-los-efectos-del-etanol-en-el-medio-ambiente/>

GARCIA, A, EL Universal. 2009. Esenario Mundial. México. Web: [www.eluniversal.com.mx/nacion](http://www.eluniversal.com.mx/nacion)

GUNASEKARAN, P y CHANDRA, Raj. 2006. Ethanol fermentation technology – *Zymomonas mobilis*. Department of Microbial Technology, School of Biological Sciences. Madurai Kamaraj University. India. Web: <http://www.ias.ac.in/currsci/jul10/articles14.htm>

GUTIERREZ Isidro. (2008). Poder calorífico de maderas y residuos. España. Web: <http://onsager.unex.es/Apuntes/Termo/Tablas-Tema-3.pdf>

INIA, Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Perú. 2007. Generación de Nuevas Variedades de Camote para Producción de Etanol. Perú. Web: <http://www.inia.gob.pe/notas/nota0148/>

INSTITUTO de Agro gestión para Ecuador. 2008. El cultivo de camote como aliado del desarrollo comunitario. Ecuador. Web: [http://www.agrogestion.ec/camote\\_peninsula.pdf](http://www.agrogestion.ec/camote_peninsula.pdf),

INSTITUTO Nacional de Investigación Agraria, INIA. 2010. Promueve Camote de Exportación. Perú. Web: <http://www.inia.gob.pe/notas/nota035/>.

LINAJE, Liga Nativa de Autonomía, Justicia y Ética. 2006. Producción Azucarera en Kuetuwyve. Paraguay. Web: [http://www.linaje.org/octubre\\_06.php](http://www.linaje.org/octubre_06.php)

MARTINEZ, Isidro. 2006. Propiedades Térmicas de la Materia. España. Web: <http://webserver.dmt.upm.es/~isidoro/bk3/Appendices/Propiedades%20termicas%20de%20la%20materia.pdf>

PORTAL de la Industria Automotriz. 2009.VW. Brasil: Dos millones de autos a biocombustible. Argentina. Web: <http://www.cars-magazine.com.ar/vw-brasil-2-millones-de-autos-a-biocombustible/>.

PYDLOS, Proyecto de Ingenio Azucarero. 2010. Proyecto de Ingenio en el Valle de Yunguilla provincia del Azuay. Ecuador. Web: <http://pydlos.ucuenca.edu.ec>.

RFA. Renewable Fuel Association. 2008. Annual World Ethanol Production by Country. USA. Web: <http://www.ethanolrfa.org/industry/statistics/#E>.

SATOLO, L. F. 2004. Mercado Internacional do Alcool de Cana de Acucar: Vantagens Comparativas e Desafios . SÃO Paulo. Brasil. Web: <http://www.usp.br/siicusp>

SICA, Servicio de Información de Censo Agropecuario. 2007 Acuerdo ministerial N° 251. Ecuador. Web: [www.sica.gov.ec](http://www.sica.gov.ec)

ANEXO 1. Lista de Socios para Siembra de Caña de Azúcar

LISTA DE LOS SOCIOS PARA SEMBRAR CAÑA DE AZÚCAR. "INGENIO AZÚCARERO" O "ETANOL"

NRO.	NOMBRES Y APELLIDOS	NRO. CEDULA	FIRMA	TELEFONO	LUGAR O CANAL	CANTIDAD HCTS.
1	JAIKE LEONARDO VINTIMILLA V	0106839802	<i>[Firma]</i>	09997988	PATA PATA	4
2	DANIEL CEMERO FIGUEROA	01005389-6	<i>[Firma]</i>	2270620	PATA PATA	4
3	JOSE A. BARRAZO C.	010051000-7	<i>[Firma]</i>		PATA PATA	4
4	PENI VINTIMILLA OCHOA	010109500-3	<i>[Firma]</i>	2270741	PATA PATA	5
5	OLENISI VINTIMILLA OCHOA	010130222-2	<i>[Firma]</i>	2270280	PATA PATA	4
6	ESTRELLA GUERRERO	010250003-0	<i>[Firma]</i>	9833402	PATA PATA	6
7	HERNAN DELE PACHECO		<i>[Firma]</i>	3014182	PATA PATA	2
8	RALF DELE PACHECO	010024498	<i>[Firma]</i>	3014182	PATA PATA	2
9	JOSE ANWARCE GUISAR		<i>[Firma]</i>	2270334	PATA PATA	2
10	VICENTE CORONEL U.		<i>[Firma]</i>	837291	PATA PATA	8
11	NANCY GUERRERO PERO	0100554328	<i>[Firma]</i>	097487760	PATA PATA	13
12	JANILETH HOGROVEZA A.	0102167863	<i>[Firma]</i>	2270683	PATA PATA	1
13	HOLIER MOGROVEDO	010170810	<i>[Firma]</i>	2270244	PATA PATA	2 1/2
14	Rep Pedro Monsalve V	0300209708	<i>[Firma]</i>	2270468	PATA PATA	6
15	Dulce María Vega	010240548-7	<i>[Firma]</i>	2270725	PATA PATA	4
16	Elie Magrova	0102051156	<i>[Firma]</i>	2270730	PATA PATA	4
17	Ruben Polvora	5101143015	<i>[Firma]</i>	082567898	Molinos	2
18	Carlos Vintimilla		<i>[Firma]</i>	09997988	PATA PATA	2

715

Venir fotos de

NRO.	NOMBRES Y APELLIDOS	NRO. CEDULA	FIRMA	TELEFONO	LUGAR O CANAL	CANTIDAD HCTS.
1	Angel Olmedo Carchi	010121601-8	<i>[Firma]</i>	099569821	La Cria	2
2	Silvino Antonio Muzha	070044909-3	<i>[Firma]</i>	086145545	La Cria	1
3	Julia Virginia Muzha	010163238-8	no Firma		La Cria	1 1/2
4	Segundo Teodoro Pindo	010080793-2	<i>[Firma]</i>	099261599	La Cria	1 1/2
5	Enrique Bahamonde	010015416-0	<i>[Firma]</i>	099569821	La Cria	1 1/2
6	Manuel Isaias Salazar	010163236-2	<i>[Firma]</i>	092495965	La Cria	1
7	Jorge Anibal Moracho	010613448-9	<i>[Firma]</i>		La Cria	1 1/2
8	Victor Manuel Roldan	070427699-7	<i>[Firma]</i>	059735536	La Cria	1
9	Jose Rodrigo Salazar	010169350-5	<i>[Firma]</i>	088928308	La Cria	1 1/2
10	Maria Ines Carchi	070322751-2	<i>[Firma]</i>	041961645	La Cria	1
11	Luis Clever Vasquez	070314923-7	<i>[Firma]</i>		La Cria	1 1/2
12	Juan Maria Arpi	0101405579	<i>[Firma]</i>		La Cria	1 1/2
13	Luis Antonio Muzha M.	070137921-6	<i>[Firma]</i>		La Cria	1
14	Manuel Walter Pindo	070360680-6	<i>[Firma]</i>		La Cria	1
15	Bla. Ca Catalina Roldan	070299422	<i>[Firma]</i>		La Cria	1 1/2
16	Carlos Virgilio Muzha	070067558-0	<i>[Firma]</i>		La Cria	12
17	Manuel Mecias Carchi	010243553-4	<i>[Firma]</i>	094388090	La Cria	3 1/2

535

Venir fotos de

NRO	NOMBRES Y APELLIDOS	NRO CEDULA	FIRMA	TELEFONO	LUGAR O CANAL	CANTIDAD HCTS.
1	Pau. Leonardo Wilches Coronel	01072801-7		099251453	Andatalla, etc.	7
2	Eugenio Coronel				Andatalla, etc.	7
3	Segundo Manuel Espinoza Coronel	010720176-5		081657903	Sulupali Grande	7 1/2
4	Elvino Sanchez	010080548-0	Elvino Sanchez	090626950	Solaco de Cuba	3
5	Marina de Jesus Serrano Billa	010728242-8	Marina de Jesus Serrano	090893586	Sulupali Grande	7
6	Miguel Angel Buezada Coronel	010015074-3	Miguel Coronel	3074123	Sulupali Grande	7
7	Melvin Estaim Buzato Coronel	070766405-3			Sulupali Grande	2
8	Rene Orlando Delgado Lopez	010266020-6	Rene Delgado	083088124	San Salvador	4
9	Miguel Roberto Zúñiga Salway	010798574	Miguel Salway	2271205	Guayo	2
10	Marcos Sionardo Lozon M.	0107274413-4	Marcos Lozon	083058079	Comuna Sulupali	4
11	Maria Rosa Buezada Armi	010308399-4		094076672	Sulupali Grande	7
12	Juan Vicente Pituma Serrano	010233826-6	Juan Vicente	082085669	Comuna Sulupali	2
13	Agustina Estalin Focá Focá	070244397-9	Agustina Focá	290953	Julo Volcanes	8
14	Alcibiades Aguirre Mendoza		Alcibiades		Comuna Sulupali	4
15		010059409-2	Alcibiades	097701068	Sulupali Grande	5
16						
17						
18						

38

Cente 1980 24

NRO	NOMBRES Y APELLIDOS	NRO CEDULA	FIRMA	TELEFONO	LUGAR O CANAL	CANTIDAD HCTS.
1	SALOMON AUBAS HUNTER CEDINO	010182464-7	Salomón	082553626	ASOSA Cien.	15 HECTARIAS
2	AUBAS R. RINDO CAESPO MERTAN	010268947-8	Rindó		SAN ANTONIO DE NUBRO	1 HCTS.
3	LUIS M. ACELINO NIEVES ACEAO	070114215-7	Luis Nieves		SAN ANTONIO DE NUBRO	1 HCTS.
4	JORGE ENRIQUE CAESPO CAESPO	070176022-5	Jorge Caespo		SAN ANTONIO DE NUBRO	4 HCTS.
5	ANDRAE E ORELIANA LACIDO F.	010233827-4	Andrae	3014111	SAN ANTONIO DE NUBRO	8 HCTS.
6	BARBARITA ROSA CHAVES B.	010201985-8	Barbara	3014124	SAN ANTONIO DE NUBRO	8 HCTS.
7	MARIA FERNANDA ANDRADE CHAVES	010537309-6	Maria	3014124	SAN ANTONIO DE NUBRO	8 HCTS.
8	María Susana Chivi Machán	070347037-7	Susana Chivi	093272735	San Antonio de Nubro	7 1/2 HCTS.
9	Julio Cesar Crespo Benizante	070675998-8	Julio Crespo		San Antonio de Nubro	2 HCTS.
10	FRANC ABELARDO NIEVES NIEVES	070414634-9	Francisco	088186240	SAN ANTONIO DE NUBRO	2 HCTS.
11	María Luisa Tami Tamney	070483653-5	María Luisa		San Antonio de Nubro	2 HCTS.
12	Segundo Angel Teneola Mier	010022112-1	Segundo Teneola		St. Pingullo.	1 HCTS.
13						
14						
15						
16						
17						
18						

63

Cente 1980 25

NRO	NOMBRES Y APELLUDOS	NRO. CEDULA	FIRMA	TELEFONO	LUGAR O CANAL	CANTI DAD HCTS.
1	SOLIVAR TATIA CALLE	010091911-9	<i>[Firma]</i>	094872947	Sulupali chico	3 HAS.
2	LUIS TAPIA CALLE	090115191-0	<i>[Firma]</i>	080980746	Sulupali chico	3 HAS.
3	YANUEB YONKA YOLKA			089944221	Sulupali chico	1 HAS.
4	JOSE SANCHEZ PARRA	010054798-3	<i>[Firma]</i>		Sulupali chico	3 HAS.
5	Manuel Palacios Durán	010167431-5	<i>[Firma]</i>	098160820	Sulupali chico	15 HAS.
6	Patricio Palacios Durán	010189208-1	<i>[Firma]</i>	099366767	Sulupali chico	15 HAS.
7	Guido Palacios Durán	010264546-2	<i>[Firma]</i>	095354762	Sulupali chico	15 HAS.
8	Graciela Palacios Durán	010153247-1	<i>[Firma]</i>	090153422	Sulupali chico	15 HAS.
9	Lidia Palacios Durán	010189207-3	<i>[Firma]</i>	087355064	Sulupali chico	15 HAS.
10	Manuel Palacios Serrano	010026520-6	<i>[Firma]</i>	099754325	Sulupali chico	15 HAS.
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						

NRO	NOMBRES Y APELLUDOS	NRO. CEDULA	FIRMA	TELEFONO	LUGAR O CANAL	CANTI DAD HCTS.
1	Maria Virginia Jara Gamán	010313347-6	<i>[Firma]</i>	3362-085	Portovelo Grande	2 1/2
2	Zola Brigida Terrera León	010204215-7	<i>[Firma]</i>	3262-703 2841899	Portovelo Grande	3
3	ERNESTO TORAL AMBROSIO	010002148-2	<i>[Firma]</i>	099753325	PORTOVELO GRANDE	3 has
4	Pablo GORRAL Guevara	01901626800-1			Pilcocaja	2:0
5	Gustavo Landivar Heredia	01903456100-1			Pilcocaja	2:0
6	Mario Salamea Cordoba	010097038-7	<i>[Firma]</i>	4095715 086852384	Pilcocaja	7 has.
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						

NRO	NOMBRES Y APELLIDOS	NRO. CEDULA	FIRMA	TELEFONO	LUGAR O CANAL	CANTIDAD HCTS
1	Jose E. Segobia Junga.	010058129-7	<i>Jose E. Segobia Junga</i>	2270-413	Tugula	6 hectareas
2	Jose R. Jarrin Ochoa.	010008456-5	<i>Jose R. Jarrin Ochoa</i>	084880238	Tugula	6 hectareas
3	M. Isaías Sánchez Barreto.	010057031-6	<i>M. Isaías Sánchez Barreto</i>		Tugula	2 hectareas
4	Juan E. Longasca	080746858	<i>Juan E. Longasca</i>	080746858	Tugula	2 hectareas
5	Jose Arias				Tugula	
6	Hedini Jose Remigio	010058039-0	<i>Hedini Jose Remigio</i>		Tugula	1 hectarea
7	Juan J. Sanchez Dazeto	030755674-4	<i>Juan J. Sanchez Dazeto</i>	041917900	Tugula	2 hectareas
8	AUTO NIO TERRAN	010249617-3	<i>AUTO NIO TERRAN</i>	091917900	TUGULA.	5 Ha.
9	Vice ite Panama Valdivia	070098342-2	<i>Vice ite Panama Valdivia</i>	082951724	TUGULA	6 Hts.
10	Barreto URIEVEN BETHA	070019224-8	<i>Barreto URIEVEN BETHA</i>		TUGULA	4 Hts.
11	EUSTAVO ORTIZ ARMIGOS	010344295-0	<i>EUSTAVO ORTIZ ARMIGOS</i>	2270288	Peña Blanca	3 Hts.
12	Carla Daniela Terán Campoverde	010246647-3	<i>Carla Daniela Terán Campoverde</i>	3013908	Tugula	5 Hts.
13						
14						
15						
16						
17						
18						

Tugula y Uruera 34

47

PARROQUIA MUNICIPAL GRANALOTE: 30/05/2010 BENEFICIARIOS.

NRO	NOMBRES Y APELLIDOS	NRO. CEDULA	FIRMA	TELEFONO	LUGAR O CANAL	CANTIDAD HCTS
1	Luis Enrique Guatulesca Novales	070214897-3	<i>Luis Enrique Guatulesca Novales</i>		Rio Blanco	1.3
2	Guillermo Chavez Reyes	070249508-6	<i>Guillermo Chavez Reyes</i>	2964579	Mollepango	3
3	Luis Chavez Reyes	1719608828	<i>Luis Chavez Reyes</i>	2964575	Mollepango	3
4	Legundo Chinchikens	0701222580	<i>Legundo Chinchikens</i>	093235920	Granalote	1.12
5	Raúl Antonio Carmona	070095962-9	<i>Raúl Antonio Carmona</i>	081335877	Granalote	1
6	Luis Salvador Chavez	070259847-5	<i>Luis Salvador Chavez</i>		Rio Blanco	5
7	Flavio Durán Aleman				Mollepango	20
8	Benato Durán Piedra				Mollepango	10
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						

51.9

canal y suelo 2

NRO	NOMBRES Y APELLIDOS	NRO. CEDULA	FIRMA	TELEFONO	LUGAR O CANAL	CANTI DAD HCTS
1	Miguel Benito Barrios G.	010080487-3	Miguel Benito G.	2262034	Pastovelo (canal tipo)	6
2	José Samicanto León	010125327-5	José León	08648705 270819	Masqueval	20 hcts
3	Serafin Guerrero	010305180-3	WB	2262034	La Unión	3 hcts
4	Hernel Barrios Calle		WB	2262025	La Unión	12 hcts
5	Rodrigo Adán Arce	010201722-4	Rodrigo	3271206	Sta Isabel	4 hcts
6	Leonar Vanegas	0		262 403	La Unión	4 hcts
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						

49

NRO	NOMBRES Y APELLIDOS	NRO. CEDULA	FIRMA	TELEFONO	LUGAR O CANAL	CANTIDAD HCTS
1	Angel Olmedo Coronel Guanga	070219363-2	Angel Coronel		San Antonio Negro	04
2	Hector Manuel Benzeveta Cirpa	070120618-7	Hector Benzeveta		San Antonio Negro	01
3	David Marcelino Toral Cedillo	070315304-9	David Toral		San Antonio Negro	03
4	Angel Clivio Nieves Tigre	070225949-0	Angel Nieves	081458928	San Antonio Negro	01
5	Alfonso María Coronel Guanga		Alfonso Coronel	085783927	San Antonio Negro	01
6	Segundo Herminio Torres Dután	070106554-2	Segundo Torres		San Antonio Negro	02
7	José Melchor Nieves Nieves		José Melchor		San Antonio Negro	01
8	José Ignacio Guerrero Aguirre	140011306-2	José Guerrero	098910571	San Antonio Negro	10
9	Ruperto Benzeveta	070350840-5	Ruperto Benzeveta		San Antonio Negro	02
10	Filiberto Nieves	010213453-6	Filiberto Nieves		San Antonio Negro	01
11	Segundo Torres Dután	070106554-2	Segundo Torres		San Antonio Negro	02
12	José Nieves Nieves	070130487-5	José Nieves		San Antonio Negro	02
13	Antonio Nieves Nieves	01035034-1	José Antonio Nieves		San Antonio Negro	02
14	Melchor Nieves Nieves	010107410-2	Melchor Nieves		San Antonio Negro	02
15	Nieves Ruedas Barreto	010504178-5	Nieves Ruedas	010537178-5	San Antonio Negro	02
16	María Manuela Nieves Nieves	070233337-4	Manuela Nieves	070233337-4	San Antonio Negro	02
17						
18						

38

Treinta

NRO.	NOMBRES Y APELLIDOS	NRO. CEDULA	FIRMA	TELEFONO	LUGAR O CANAL	CANTIDAD HCTS.
1	Ector Pintado Pucha	010 448167-6	<i>Ector Pintado Pucha</i>	092383338	Dandan	3 Hrs.
2	Leonidas Sanmartin Mena		<i>Leonidas Sanmartin Mena</i>		Dandan	3 Hrs.
3	Franklin Siguenza Ordóñez	030213394-7	<i>Franklin Siguenza Ordóñez</i>	091764103	Dandan	8 Hrs.
4	Segundo Sanmartin Ventimilla		<i>Segundo Sanmartin Ventimilla</i>		Dandan	2 Hrs.
5	ROSA SANMARTIN MENA	0102852753	<i>Rosa Sanmartin Mena</i>	9270088	GRAMA	5 Hrs.
6	Blanca Sanchez Leon	010245981-5	<i>Blanca Sanchez Leon</i>		Dandan	6 YTS.
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						

16

Pág. 14

NRO.	NOMBRES Y APELLIDOS	NRO. CEDULA	FIRMA	TELEFONO	LUGAR O CANAL	CANTIDAD HCTS.
1	Pedro Abad Duran	01033192-5	<i>Pedro Abad Duran</i>	2270385	Lacay - S	6
2	Bertha Abad Duran		<i>Bertha Abad Duran</i>	2270385	Lacay - S	6
3	Fernando Abad Duran	01034587-4	<i>Fernando Abad Duran</i>	2270106	Lacay - S	10
4	Ruth Villavieja Osamis		<i>Ruth Villavieja Osamis</i>	2270120	Lacay - S	15
5	Ruth Villavieja Osamis		<i>Ruth Villavieja Osamis</i>	2270312	Lacay - S	15
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						

Cinco y 10

52

Ciento Cero 105

NRO	NOMBRES Y APELLIDOS	NRO CEDULA	FIRMA	TELEFONO	LUGAR O CANAL	CANTIDAD HCTS.
1	Daniel Izquierdo	010037008-5	<i>[Signature]</i>	430 511/312 611	San Pedro	2.0
2	Largo Jarrin.		<i>[Signature]</i>	262 444	San Pedro	2.0
3	Samuel Astudillo Cantares			2270 118	San Pedro	1.5
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						

Pag. 26

NRO	NOMBRES Y APELLIDOS	NRO CEDULA	FIRMA	TELEFONO	LUGAR O CANAL	CANTIDAD HCTS.
1	Elvio Moreno	0101055802	<i>[Signature]</i>	2271182	Chalcalo	4 Hectarias
2	Miguel Moreno	01010316944	<i>[Signature]</i>		Chalcalo	2 Hectarias
3	E. Benito Moreno Bellan	010152968-4	<i>[Signature]</i>		Chalcalo	3 Hectarias
4	Austin Moreno		<i>[Signature]</i>		Chalcalo	4 Hectarias
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						

Ciento Diez 107

**ANEXO 2.** Estatuto de la Sociedad de Cañicultores del Valle de Yunguilla**Ministerio de Agricultura y Ganadería**

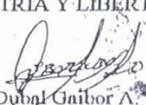
DIRECCIÓN PROVINCIAL DEL AZUAY

VEGA MUÑOZ 2-40 Y TOMAS ORDÓÑEZ  
Telfs.: 2842139 - 2840385 \* Fax: 2843550  
CUENCA - ECUADOROficio N° 1205-DPAA  
Cuenca, 7 de diciembre de 2005Señor  
Alejandro Ortiz  
PRESIDENTE DE LA ASOCIACION DE  
CAÑICULTORES DEL VALLE DE YUNGUILLA  
**Presente**

De mis consideraciones:

Mediante el presente, tengo a bien entregar copia certificada del Acuerdo Ministerial N° 203 de fecha 1 de noviembre del 2005 mediante el cual se otorga la personería jurídica a la Asociación de Cañicultores del Valle de Yunguilla, domiciliada en Santa Isabel, provincia del Azuay.

Formulo mis mejores votos para que se cumplan los objetivos estatutarios en beneficio de sus miembros y la comunidad en general.

Afentamente,  
DIOS, PÁTRIA Y LIBERTAD  
Ing. Agr. Duval Gaibor A.  
DIRECTOR TÉCNICO DE AREA  
MAG AZUAY

anexo: lo indicado

DGA/jdep.

DIRECCIÓN GENERAL DE FOMENTO AGROPRODUCTIVO
Tronco y Cao 31

  
**MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA**  
**SUBSECRETARÍA DE FOMENTO AGROPRODUCTIVO**  
 Dirección de Organizaciones Agroproductivas  
 Quito - Ecuador

Oficio N° 1749 SF.MDO.AGALIG

RECIBIDO  
 Fecha: 18/11/05.

Quito,

Señor  
 Director Técnico de Área de Azuay  
 Ministerio de Agricultura y Ganadería  
 Cuenca.

De mi consideración:

Para su conocimiento y a fin de que se entregue a los interesados, adjunto encontrara  
 compulsa certificada del Acuerdo Ministerial N° 203, en el cual se aprueba el Estatuto  
 y Otorga Personería Jurídica a la Asociación de Cañicultores del Valle de Yunguilla,  
 domiciliada en el cantón Santa Isabel, inscrita con el número 4517, folio 1341, en el  
 Registro General de Asociaciones que mantiene la Dirección de Desarrollo de  
 Organizaciones Agroproductivas, de esta Subsecretaría

Atentamente,  
**DIOS, PATRIA Y LIBERTAD**



Ing. Agr. Ramiro Oviedo C.  
**SUBSECRETARIO DE FOMENTO AGROPRODUCTIVO**

Anexo Lo indicado



"UN NUEVO AMANECER PARA LA AGRICULTURA"