

# **REMOLACHA AZUCARERA PARA LA OBTENCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES**

**ANDRÉS ROBLES, CARLOS QUINTERO**

Universidad Escuela Colombiana De Carreras Industriales

## **RESUMEN**

El artículo consiste en la revisión bibliográfica e investigación de porque a nivel mundial si hay producción de biocombustible con biomasa de remolacha azucarera y en Colombia no. Con ayuda de textos, trabajos, proyectos, libros y comunicándonos con personas que han desarrollado investigaciones recopilar la mayor cantidad de información y dar unas conclusiones del porque en Colombia no es bien vista la remolacha azucarera para biocombustible.

Palabras claves: biomasa, biocombustible, investigación, producción, remolacha azucarera.

## **ABSTRACT**

The article consists in the literature review and investigation because to the level global biofuel production if biomass of sugar beet and in Colombia not. Using texts, work, projects, books and communicating with people who have conducted research to gather as much information and give some conclusions because Colombia is frowned sugar beets for biofuel.

Keywords: biomass, biofuels, investigation, production, sugar beet.

## INTRODUCCIÓN

Los combustibles fósiles crean contaminación cuando se queman, pueden contribuir al cambio climático, y el suministro de combustibles fósiles es limitada (The Role of Renewable Energy Consumption, 2007).

Como resultado se está haciendo una investigación considerable para encontrar combustibles alternativos que se pueden utilizar como un sustituto de los combustibles fósiles tales como la caña de azúcar, la remolacha azucarera, el maíz entre otros. Muchos tipos de energía alternativa limpia se están investigando en la actualidad, como la solar, eólica y biocombustibles.<sup>1</sup>

La remolacha azucarera como la conocemos hoy en día se deriva de muchos años de reproducción de la remolacha casera (*Beta vulgaris* L.). Su nombre se debe a la letra griega

beta ( $\beta$ ) porque la raíz hinchada-nabo se asemeja a la misma.

La remolacha es un cultivo de raíz que prospera en climas templados, donde el tiempo de crecimiento es cerca de cinco meses de duración; las remolachas se plantan a finales de marzo, principios de abril y se cosechan a finales de septiembre y octubre. Cuando están bien desarrolladas, una remolacha es de aproximadamente un pie de largo, pesa de dos a cinco libras, y tiene un 18% de sacarosa.<sup>2</sup>

La remolacha requiere casi 4 veces la superficie de la cosecha de caña. Debido a que la remolacha la sacan de la tierra, es más sucia que la caña de azúcar y tiene que ser lavada y separada de cualquier resto de hojas de remolacha, piedras y otros materiales que también provengan de la tierra antes de su procesamiento.<sup>3</sup>

Las semillas se siembran en filas de 50 cm de ancho, a una distancia

---

<sup>1</sup> Ethanol from Sugar Beets:A Process and Economic Analysis, página 4, [https://www.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-042810-165653/unrestricted/Ethanol\\_from\\_Sugar\\_Beets\\_-\\_A\\_Process\\_and\\_Economic\\_Analysis.pdf](https://www.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-042810-165653/unrestricted/Ethanol_from_Sugar_Beets_-_A_Process_and_Economic_Analysis.pdf)

---

<sup>2</sup> AMERICAN SUGARBEET GROWERS ASSOCIATION.

<https://www.americansugarbeet.org/who-we-are/what-is-a-sugarbeet.html>

<sup>3</sup> SKIL, SUGAR KNOWLEDGE INTERNATIONAL.

<http://www.sucrose.com/lbeet.html>

típica de 18 cm y entre 2,5 y 3,0 cm de profundidad.<sup>4</sup> El fertilizante de nitrógeno se aplica para adaptarse a los requisitos de suelo, cultivos y herbicidas que se utilizan para controlar las malas hierbas durante las primeras etapas de crecimiento de la planta. Debido a que la remolacha es un cultivo pesado y voluminoso, la distancia de transporte se mantiene lo más corto posible para reducir los costos, por lo tanto las fabricas se construyen cerca de las zonas de los cultivos.<sup>5</sup>

## 1. TITULO DE LA INVESTIGACIÓN

Basándonos en investigación y revisión bibliográfica responderemos la pregunta inicial de la cual surgió esta idea de proyecto que es ¿Por qué la remolacha azucarera si tubo futuro en otros países del mundo y en Colombia no?

## 2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

---

<sup>4</sup> UK AGRICULTURE.  
[http://www.ukagriculture.com/crops/sugar\\_beet\\_farming.cfm](http://www.ukagriculture.com/crops/sugar_beet_farming.cfm)

<sup>5</sup> UK AGRICULTURE.  
[http://www.ukagriculture.com/crops/sugar\\_beet\\_farming.cfm](http://www.ukagriculture.com/crops/sugar_beet_farming.cfm)

## 2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

A diferencia de los combustibles fósiles que provienen de la energía almacenada durante largos períodos en los restos fósiles, los biocombustibles provienen de la biomasa o materia orgánica que constituye todos los seres vivos del planeta. La biomasa es una fuente de energía renovable, pues su producción es mucho más rápida que la formación de los combustibles fósiles.<sup>6</sup>

Debido a la actual aplicación simultánea de tecnologías de componentes en los motores de los vehículos que se fabrican en la mayoría de los países, los biocombustibles son a menudo mezclados con los carburantes en pequeñas proporciones, que pueden ser de 5 a 10%<sup>7</sup>, proporcionando una reducción útil pero limitada de gases

---

<sup>6</sup> PORQUÉ BIOTECNOLOGÍA, PROGRAMA EDUCATIVO  
<http://www.porquebiotecnologia.com.ar/index.php?action=cuaderno&opt=5&tipo=1&note=58>

<sup>7</sup> BP ESPAÑA  
[http://www.bp.com/es\\_es/spain/medio-ambiente-y-sociedad/biocombustibles/que-son-los-biocombustibles.html](http://www.bp.com/es_es/spain/medio-ambiente-y-sociedad/biocombustibles/que-son-los-biocombustibles.html)

de efecto invernadero. En Europa y Estados Unidos, se ha implementado una legislación que exige a los proveedores mezclar biocombustibles hasta unos niveles determinados de 5 a 10% de bioetanol.<sup>8</sup> La dependencia casi total de un modelo energético basado en el carbón, el gas y el petróleo nos está conduciendo a unas alteraciones en el clima, con efectos desastrosos para la vida en el planeta.

Si seguimos con esta tendencia estaremos alentando una situación insostenible y cambios irreversibles sobre el clima. Debemos revisar nuestro modelo energético, apostar por las energías renovables y gestionar mejor nuestros recursos energéticos.<sup>9</sup>

Según varias publicaciones en el mundo (Ethanol from Sugar Beets: A Process and Economic Analysis<sup>10</sup>) es

---

<sup>8</sup> BP ESPAÑA  
[http://www.bp.com/es\\_es/spain/medio-ambiente-y-sociedad/biocombustibles/que-son-los-biocombustibles.html](http://www.bp.com/es_es/spain/medio-ambiente-y-sociedad/biocombustibles/que-son-los-biocombustibles.html)

<sup>9</sup> INSPIRACTION ORG  
<https://www.inspiration.org/cambio-climatico/efecto-invernadero>

<sup>10</sup> [https://www.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-042810-165653/unrestricted/Ethanol\\_from\\_Sugar\\_Beets\\_-\\_A\\_Process\\_and\\_Economic\\_Analysis.pdf](https://www.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-042810-165653/unrestricted/Ethanol_from_Sugar_Beets_-_A_Process_and_Economic_Analysis.pdf)

posible que la remolacha azucarera sea más rentable para la producción del biocombustible, además que no se utiliza para alimento como los otros.

## **FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Con base a la revisión bibliográfica llegar a las conclusiones de porqué la remolacha azucarera para la obtención de biocombustible a nivel Colombia no tuvo surgimiento e interés y a nivel mundial sí.

## **OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.2. OBJETIVO GENERAL**

Dar unas conclusiones con base a la documentación encontrada de porqué en Colombia no se utiliza la remolacha azucarera para la producción de biocombustible.

### **2.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Por medio de la revisión bibliográfica Informar las ventajas, desventajas, analizar y comparar los resultados de

---

ets\_-  
\_A\_Process\_and\_Economic\_Analysis.pdf

investigación como es el de la remolacha azucarera para la producción de biocombustibles.

### **3. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. JUSTIFICACIÓN**

Se escogió investigar la remolacha azucarera como biomasa para la obtención de biocombustible y dejar los otros alimentos para consumo, además de concluir si es posible que la remolacha desplace a éstos y se pueda posicionar adecuadamente. Esta idea surgió ya que en diferentes investigaciones encontramos que a nivel mundial la obtención de biocombustibles a base de remolacha azucarera funciona y cubrió las expectativas entonces nos preguntamos ¿porqué en Colombia no se dio de la misma manera?

#### **3.2. DELIMITACIÓN**

No disponer de tiempo suficiente para hacer una investigación más exhaustiva, incluyendo experimentación para tener datos realizados por nosotros y tener un veredicto personal.

Nos basaremos en revisiones bibliográficas y de acuerdo con la información encontrada, daremos unas conclusiones por las cuales en la actualidad no se usa la remolacha para la obtención de bioetanol en Colombia.

### **4. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **4.1. MARCO TEÓRICO**

- Remolacha azucarera: La Remolacha Azucarera o Beta vulgaris, es una planta herbácea, bienal, de la familia Chenopodioideaceae. Por la cantidad de azúcar que almacena se usa industrialmente para la extracción del azúcar y fabricación de alcohol.

Mediante múltiples cruzamientos en el pasado y manipulaciones genéticas en el presente se ha conseguido pasar de un contenido del 7 y 8% de azúcar

de las plantas primitivas a un 20% en la actualidad.<sup>11</sup>






- COMPARACIÓN DE CULTIVOS AGRÍCOLAS DESTINADOS A LA PRODUCCIÓN DE ETANOL, Adaptado de tesis de grado, Determinación y efecto del tiempo térmico sobre el comportamiento fisiológico de la remolacha azucarera (*beta vulgaris* l. spp. *vulgaris*) en la región del alto Chicamocha.<sup>12</sup>

---

<sup>11</sup> LA REMOLACHA AZUCARERA  
<http://www.florflores.com/la-remolacha-azucarera/>

<sup>12</sup> INFANTE POSADA PEDRO ALEXANDER, Tesis de grado, página 5, Determinación y efecto del tiempo térmico sobre el comportamiento fisiológico de la remolacha azucarera (*beta vulgaris* l. spp. *vulgaris*) en la región del alto Chicamocha.

TABLA 1

Cultivo/Metabolismo	Ventajas	Desventajas	Imagen
<b>Caña de Azúcar</b>	Alta productividad o potencial, flexibilidad del sistema agroindustrial y versatilidad para desplazarse entre productos en función de precios.	Oferta Inestable de etanol, con ciclo productivo costoso, ecología exigente, alto impacto ambiental y elevado consumo de agua	
<b>Maíz</b>	Alta productividad y Favorable por el manejo del cultivo.	Alta demanda para otros productos como dulcificantes y presenta competencia potencial con usos alimenticios.	
<b>Remolacha Azucarera</b>	Altas productividades, comparativamente bajos costos, ciclo productivo relativamente corto y empleo potencial de tierras marginales por la adaptabilidad del cultivo	Demanda grandes áreas agrícolas debido a que suele emplearse en rotación.	
<b>Sorgo dulce</b>	El cultivo produce tres cosechas al año, puede intercalarse con caña de azúcar, los residuos pueden aprovecharse como fuente energética y posee menor contenido de lignocelulosa.	Problemas de fermentación, el procesamiento requiere de un estudio energético, hay poca experiencia de su sistema productivo	
<b>Yuca</b>	Altas productividades, y empleo potencial en tierras marginales por la adaptabilidad del cultivo.	El procesamiento requiere de alto aporte energético ya que el tubérculo debe hidrolizarse a azúcares fermentables	

- **Biocombustibles:** Los biocombustibles contienen componentes derivados a partir de biomasa, es decir, organismos recientemente vivos o sus desechos metabólicos. Los biocomponentes actuales proceden habitualmente del azúcar, trigo, maíz o semillas oleaginosas.

Todos ellos reducen el volumen total de CO<sub>2</sub> que se emite en la atmósfera, ya que lo absorben a medida que crecen y emiten prácticamente la misma cantidad que los combustibles convencionales cuando se queman.

- **Biomasa:** Materia orgánica de origen vegetal o animal, incluyendo los residuos y desechos orgánicos, susceptible de ser aprovechada energéticamente, se considera biomasa a un grupo de productos energéticos y materia primas de tipo renovable que se

originan a partir de materia orgánica formada por vía biológica.<sup>13</sup>

- **Bioetanol:** Es un alcohol, producido por la fermentación por levaduras de los azúcares contenidos en los jugos extraídos de la caña de azúcar, el sorgo dulce, la remolacha azucarera y en los almidones contenidos en la yuca, el maíz y otros granos. Luego de la fermentación, el producto pasa por diversas etapas culminando con su destilación para retirar el exceso de agua y adecuarlo al uso como combustible motor.<sup>14</sup>

## **5. FUENTES PARA LA OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN**

### **5.1. FUENTES PRIMARIAS**

---

<sup>13</sup> ¿QUÉ ES LA BIOMASA?  
<http://www.plantasdebiomasa.net/index.php/que-es-la-biomasa>

<sup>14</sup> ¿QUÉ ES EL ETANOL COMBUSTIBLE?  
<http://www.fedebiocombustibles.com/nota-web-id-923.htm>



Contactar al ingeniero agrícola  
Quelbis Roman Quintero Bertel, ya  
que tiene conocimientos y ha  
desarrollado investigaciones con la  
remolacha azucarera para  
biocombustible.

## 5.2. FUENTES SECUNDARIAS

Artículos buscados en base de datos  
como SINAB (Sistema Nacional de  
Bibliotecas), la base de datos de la  
Universidad Nacional, repositorio  
institucional Universidad Nacional,  
repositorio DSPACE, Google  
académico, páginas electrónicas en  
inglés.

## 6. REMOLACHA AZUCARERA A NIVEL MUNDIAL

### 6.1. NIVEL EUROPA



## GRÁFICA 1.<sup>15</sup>

La remolacha azucarera es la mayor cosecha de azúcar en el mundo después de la caña de azúcar. Se cultiva principalmente en las zonas templadas y secas del mundo. La remolacha azucarera requiere un suelo que no sea demasiado pedregoso o arcilloso. Tiene una alta tolerancia a las salinas y alcalinas del suelo y tiene un uso relativamente bajo de agua. La remolacha azucarera se cultiva un cultivo anual. Tiene una raíz engrosada donde acumula azúcar. En condiciones tropicales, el ciclo de crecimiento es de aproximadamente 6 meses, esto hace que sea posible el cultivo de cosechas por 2 años. En consecuencia, la remolacha azucarera se puede cultivar en la misma tierra sólo una vez en 3 años para evitar plagas y enfermedades.<sup>16</sup>

<sup>15</sup> The EU beet and sugar sector, página 13, [http://www.academia.edu/4006778/The\\_EU\\_Beet\\_and\\_Sugar\\_Sector\\_A\\_model\\_of\\_Environmental\\_Sustainability\\_2010\\_](http://www.academia.edu/4006778/The_EU_Beet_and_Sugar_Sector_A_model_of_Environmental_Sustainability_2010_)

<sup>16</sup> Tropical Sugar Beet, FACT Foundation, PDF, página 4, <https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&cad=rja&uact=8&ved=0CEsQFjAFahUKEwiequPHhfLHAhWLXR4KHfenC2c&url=http%3A%2F%2Fwww.biobased.nl%2Fdownloadattachment%2F1426%2F854%2FEIbersenandOyen2010Factsheet>

La remolacha azucarera tiene el rendimiento más alto de etanol en Europa: basado en el promedio de producción de remolacha obtenido en la UE en los últimos años, alrededor de 6 500 litros de etanol son producidos a partir de 1 hectárea de remolacha azucarera (en comparación con 2 800 para el trigo y 3 700 para maíz). Sin embargo, el aumento del rendimiento de la remolacha ha sido espectacular en la UE. Como consecuencia, el rendimiento de etanol de remolacha actual en los países de la UE productoras de etanol de remolacha es por encima de 8 500 litros por hectárea.<sup>17</sup>

En Europa 188,4 millones de toneladas de remolacha azucarera se produjeron en 2012 (FAO, 2014). En Europa, la remolacha azucarera se utiliza para producir combustible de etanol, pero está sujeta al límite propuesto del 7% en la producción

de biocombustibles a partir de cultivos alimentarios.<sup>18</sup>

British Sugar comenzó la producción de bioetanol en septiembre de 2007 por lo que es la primera empresa en fabricar bioetanol en el Reino Unido, es capaz de suministrar bioetanol con trazabilidad completa que incluye un análisis completo del ciclo de vida.<sup>19</sup>

British Sugar puede producir cada año 55.000 toneladas (70 millones de litros) de bioetanol, la refinería utiliza alrededor de 110.000 toneladas de azúcar. Esto es equivalente a 650.000 toneladas de remolacha azucarera.<sup>20</sup>

Según Alain Jean Roy, director ejecutivo de la asociación Growers de remolacha azucarera francesa (CGB), la remolacha azucarera para bioetanol es altamente sostenible porque el aumento en el rendimiento / Ha con menos entradas será de

---

tTropicalSugarbeet.pdf&usg=AFQjCNFMYR-rOtF3gdxl\_-okAt\_kHPA4WA&sig2=FapUQSKeNBRGAUjgVkkHqg&bvm=bv.102537793,d.dmo  
<sup>17</sup> The EU beet and sugar sector, [http://www.academia.edu/4006778/The\\_EU\\_Beet\\_and\\_Sugar\\_Sector\\_A\\_model\\_of\\_Environmental\\_Sustainability\\_2010\\_](http://www.academia.edu/4006778/The_EU_Beet_and_Sugar_Sector_A_model_of_Environmental_Sustainability_2010_)

---

<sup>18</sup> European Biofuels, [http://www.biofuelstp.eu/sugar\\_crops.html](http://www.biofuelstp.eu/sugar_crops.html)

<sup>19</sup> British Sugar, <http://www.britishsugar.co.uk/Bioethanol.aspx>

<sup>20</sup> British Sugar, <http://www.britishsugar.co.uk/Bioethanol.aspx>

100T/Ha para el año 2020, es decir 10000L/Ha<sup>21</sup>

En Alemania, la producción de etanol a partir de la remolacha azucarera se disparó en 2012 en un 54.4% a 253,866 toneladas métricas que se producen a partir de 2,7 millones de toneladas de remolacha. La producción total de etanol aumentó 7.4% a 613,381 toneladas como resultado de la mayor demanda de E10.<sup>22</sup>

Siguiendo en Alemania la remolacha azucarera en el año 2010 dio un rendimiento de bioetanol (6250L/Ha), adicional la producción de etanol por remolacha azucarera es de 1.7 - 3 veces mayor que otras materias primas como el maíz (3470L/Ha), trigo (2760L/Ha), centeno (2030L/Ha).<sup>23</sup>

---

<sup>21</sup> SugarAsia2013\_Presentations, página 11, [http://nexgenexhibitions.com/sugarasia/SugarAsia2013\\_Presentations\\_PDF/AJeanroy%20Sugar%20Asia%20may%202013%20Copy.pdf](http://nexgenexhibitions.com/sugarasia/SugarAsia2013_Presentations_PDF/AJeanroy%20Sugar%20Asia%20may%202013%20Copy.pdf)

<sup>22</sup> BiofuelsDigest, <http://www.biofuelsdigest.com/bdigest/2013/01/28/german-ethanol-production-from-sugarbeet-soars-54-4-in-2012/>

<sup>23</sup> Biokraftstoffe. Basisdaten Deutschland. Stand: June 2010, FNR, página 3, [http://www.biomassehof-achental.de/tl\\_files/images/bioenergie\\_region](http://www.biomassehof-achental.de/tl_files/images/bioenergie_region)

## 6.2. NIVEL ASIA

En la ciudad de Hokkaido, corazón agrícola de Japón y Niigata se encuentran dos refinerías, donde aproximadamente 180.000 toneladas métricas (tm) de la remolacha azucarera, 23.000 toneladas de trigo y 24 000 toneladas de arroz se utilizan para producir etanol.<sup>24</sup>

## 6.3. NIVEL AMÉRICA DEL NORTE

El USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos) realizó una simulación usando SuperPro Diseñador de maíz para el proceso del etanol a base de remolacha azucarera, dónde simuló equipos, materias primas, servicios públicos y los costos<sup>25</sup>, el resultado fue:

---

[/vortraege\\_infomaterial\\_sonstiges/Basisdaten\\_Biokraftstoffe.pdf](#)

<sup>24</sup> Japan Focuses on Next Generation Biofuels, página 5, [http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual\\_Tokyo\\_Japan\\_6-30-2014.pdf](http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_Tokyo_Japan_6-30-2014.pdf)

<sup>25</sup> Ethanol from Sugar Beets:A Process and Economic Analysis, página 5, <https://www.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-042810->

TABLA 2 COMPARATIVA ENTRE REMOLACHA AZUCARERA Y MAÍZ

REMOLACHA AZUCARERA		MAÍZ	
Equipo para producir etanol	\$ 16 millones	Equipo para producir etanol	\$ 18.5 millones
Servicios públicos anuales	\$ 23 millones	Servicios públicos anuales	\$ 15 millones
Materias primas	\$ 1,66 por galón	Materias primas	\$ 1,76 por galón
Levadura, cal, solventes	\$ 0,07 por galón	Levadura, cal, solventes	\$ 0,10 por galón
Agua de refrigeración, agua enfriada, vapor	\$ 0,57 por galón	Agua de refrigeración, agua enfriada, vapor	\$ 0,38 por galón
Costo total para producir un galón de etanol	\$ 2,30	Costo total para producir un galón de etanol	\$ 2,24

Esto no toma en cuenta los costos de los equipos más costosos para el maíz al proceso de etanol, y puede variar de forma significativa con la fluctuación de costos de materias primas si el precio de compra por kilogramo de maíz o remolacha fluctúa, sin embargo un acre de remolachas producirá alrededor de 1930 kg de etanol, mientras que un acre de maíz producirá sólo 1.000 kg<sup>26</sup>.

Según funcionarios de Green Vision muestran que la remolacha produce el doble de etanol por acre que el maíz y requieren un 40 por ciento

---

165653/unrestricted/Ethanol\_from\_Sugar\_Beets\_-\_A\_Process\_and\_Economic\_Analysis.pdf

<sup>26</sup> Ethanol from Sugar Beets:A Process and Economic Analysis, página 5, [https://www.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-042810-165653/unrestricted/Ethanol\\_from\\_Sugar\\_Beets\\_-\\_A\\_Process\\_and\\_Economic\\_Analysis.pdf](https://www.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-042810-165653/unrestricted/Ethanol_from_Sugar_Beets_-_A_Process_and_Economic_Analysis.pdf)

menos de agua por galón de etanol producido. El uso de la remolacha en vez de maíz también deja de lado la controversia asociada con el uso de un producto alimenticio para el biocombustible.<sup>27</sup>

Según Rick Whittaker, presidente de Heartland Renewable Energy of Muscatine, Iowa, quien trabajó durante 28 años en una planta de etanol de maíz, dijo que el mejor camino para producir etanol era la remolacha y no el maíz ya que la remolacha competiría contra el mercado del petróleo y no el mercado de los alimentos<sup>28</sup>

Siguiendo con los argumentos del señor Whittaker, los costos del agua son más baratos que los de procesamiento de maíz debido a que la remolacha contiene 70 por ciento

---

<sup>27</sup>Why Sugar Beets are Preferable to Corn for Ethanol Production, <http://oilprice.com/Alternative-Energy/Biofuels/Why-Sugar-Beets-Are-Preferable-To-Corn-For-Ethanol-Production.html>

<sup>28</sup> Why Sugar Beets are Preferable to Corn for Ethanol Production, <http://oilprice.com/Alternative-Energy/Biofuels/Why-Sugar-Beets-Are-Preferable-To-Corn-For-Ethanol-Production.html>

de agua. Se necesitarían 1,5 galones de agua para hacer 1 galón de etanol de remolacha, a diferencia de 2.5 galones de agua por galón de etanol de maíz.<sup>29</sup>

#### **6.4. NIVEL AMÉRICA DEL SUR**

##### **REMOLACHA AZUCARERA EN COLOMBIA**

En el año 2007 en el gobierno de Álvaro Uribe, implemento junto con la reina de Suecia un proyecto en el municipio de TUTA vereda San Nicolás (Boyacá) para la realización de una planta de producción de bioetanol a base de remolacha azucarera con unos cultivos aproximados de 15 mil hectáreas. Proyecto que a fin de cuentas quedo plasmado únicamente en archivos escritos y diseños que nunca se realizaron en físico y de los cuales nunca tuvimos dicha planta de producción.

---

<sup>29</sup> Why Sugar Beets are Preferable to Corn for Ethanol Production, <http://oilprice.com/Alternative-Energy/Biofuels/Why-Sugar-Beets-Are-Preferable-To-Corn-For-Ethanol-Production.html>

El consumo anual de gasolina para las ciudades en Colombia, con más de 500 mil habitantes y sus áreas metropolitanas (Bogotá, Medellín, Cali, barranquilla, Cartagena, Pereira, Bucaramanga) es del orden de 76,7 KBD (12 MILLONES DE LITROS POR DÍA) por tanto, teniendo en cuenta lo establecido por la ley 693 del 2001 (a partir de septiembre del año 2005 las ciudades con más de 500 mil habitantes deben tener mezcladas sus gasolinas con un 10% de alcohol "ETANOL"). Se requerirán 7,67 KBD de bioetanol carburante por día para oxigenar las gasolinas con el 10% de alcohol anhidro, es decir 1.2 millones de alcohol anhidro por día.(ASOCAÑA, 2003)<sup>30</sup>

Gracias al trabajo de investigación del señor QUELBIS ROMAN QUINTERO BERTEL. Sobre la viabilidad de la producción de Remolacha forrajera o azucarera (Beta Vulgaris). Pudimos obtener la siguiente información referente a cultivos experimentales de

---

<sup>30</sup> ASOCIACIÓN DE CULTIVADORES DE CAÑA DE AZÚCAR DE COLOMBIA ASOCAÑA. Proyecto de oxigenación de las gasolinas a escala nacional. 2003

producción de remolacha azucarera en la sabana de Bogotá, como cultivo energético para la obtención de bioetanol carburante.

La sabana de Bogotá esta sobre l cordillera oriental, en la parte sur del altiplano cundí boyacense en los andes colombianos, haciendo parte de una de las altiplanicies más grandes en esta zona del país, con unas altura en promedio de 2.600 MSNM. La temperatura promedio es de 15°C, que puede oscilar entre los 0°C y los 24°C.

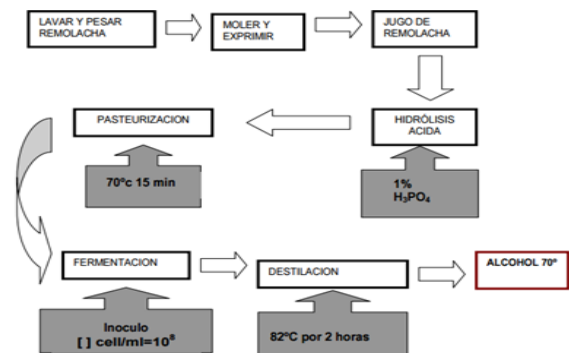
Las parcelas experimentales fueron ubicadas en dos sectores de la sabana de Bogotá, Sesquilé y chíá. Las condiciones en cada sector difieren en características de suelos, brillo solar, precipitación, temperatura y velocidad del viento.

El cultivo fue plantado al campo, luego de hacer la debida germinación en semillero durante 30 días. Los sistemas de siembra fueron diferentes, en el sector de Sesquilé fue a ras del suelo, previa preparación con 2 pases de arado rotativo y un pase de rastrillo. En el sector de Chíá, se sembró sobre

Heras de 1.2m de ancho por 0.5m de altura y 40m de largo, la preparación de terrenos se hizo mediante dos pases de arado rotativo y un pase de rastrillo. Se hizo observación diaria con el fin de identificar los insectos, plagas que pudieran afectar la productividad del cultivo.

En el laboratorio, luego de la cosecha de la remolacha, se procedió a la extracción del jugo de remolacha, fermentación y destilación, previa caracterización del jugo de remolacha, para luego caracterizar el alcohol obtenido.

GRAFICA 2



Proceso de obtención de alcohol a partir de remolacha (fase experimental)

Fuente: HANSSEN, H y QUINTERO, Q 2006

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

La remolacha se considera exigente en cuanto a condiciones Ambientales para su germinación, como son: las húmedas, temperatura y aireación. En suelos muy secos (puntos de marchitez permanente o inferior) y excesivamente húmedos (superior a capacidad de campo), no es un medio apropiado para la germinación. La temperatura optima de germinación es de 25°C, aunque el fenómeno se de entre 5 y 30 °C.

Los porcentajes de germinación encontrados en las parcelas experimentales fueron de 78.9% para Sesquilé y 82.7% en chíá. Los resultados difieren en un 3.8%, obteniéndose en Chía el mayor porcentaje de germinación, atribuyéndose a la calidad de los suelos y la humedad, teniendo en cuenta que en Sesquilé el suelo es de textura arcillosa y en chis es franca.

Una cosecha media de remolacha de 60 a 90 ton/ha, con el 16% de riqueza, puede extraer del suelo los nutrientes en kg/ha.

TABLA 3. Requerimientos nutricionales de la remolacha azucarera

N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Na	Mg	Ca
120-170	70-110	235-180	90-125	20-45	85-90

FUENTE: VILLARIAS, 1999.<sup>31</sup>

En las parcelas cultivadas no se presentaron ataques importantes en cuanto a malas hierbas invasoras, lo que indica que el manejo es relativamente fácil. En la parcela ubicada en Sesquilé, el manejo de las malas hierbas consistió en un control manual a los 30 días después del trasplante, con el fin de no utilizar productos químicos, debido a la época de lluvia prolongada, no se puso realizar un segundo control.

Las enfermedades más comunes en los países productores de remolacha son causadas en su mayoría por hongos, aunque un importante número son por bacterias, que atacan al cultivo de la remolacha en las plántulas, hojas y raíces. Muchos de los hongos patógenos son endémicos de cada zona productora, pero

<sup>31</sup> VILLARIAS MORADILLO, JOSE LUIS. *Compendio practico para el cultivo de la Remolacha Azucarera*. Ediciones Atécnicas. 1999. 330Pag

algunos son comunes en todos los cultivos de remolacha

## DIFICULTADES ENCONTRADAS EN LA INVESTIGACIÓN

Las dificultades encontradas en esta investigación, se puede plantear en tres componentes importantes, dentro de los cuales se mencionan, las agronómicas, que radica principalmente en culturales, pues la gente no está adaptada o acostumbrada a cultivar remolacha, por ser un cultivo nuevo en condiciones de trópicos, sumado al desconocimiento de los enemigos en términos de insectos plagas y enfermedades.

Dentro de las dificultades de orden técnico o tecnológico, podemos mencionar la estandarización de procesos de fermentación más adecuados, la deshidratación del alcohol, un plan para utilización óptima de residuos.

Otro aspecto bien importante, es el uso de la tierra y el agua, pues la demanda por los biocombustibles es bastante alta, lo que implica alta demanda de estos recursos, por lo

que existe la necesidad de genera una tecnología adecuada para la optimización de los mismos en la búsqueda de la máxima productividad compatibilizado con la sostenibilidad de los suelos y el agua.<sup>32</sup>

### .Materias primas para producir biocombustibles

TABLA 4. Algunas materias primas para la producción de biocombustible y combustible, rendimiento y costo.

Cultivo	Rendimiento (l/ha/año)	Rendimiento (ton/ ha)	Costo estimado del barril (US \$)
Caña de azúcar	9.000	100	45
Yuca	4.500	25	
Remolacha	5.000		100
Sorgo dulce	1.189		
Celulosa			305
Maíz	3.200	10	83
Palma	5.550		
Cocotero	4.200		
Higuerilla	2.600		
Aguacate	2.460		
Jatropha	1.559		43
Colza	1.100		
Mani	990		
Soya	840		122
colza			125
Trigo			125
Girasol	890		
Petróleo			70-80

FUENTE: MADR; portafolio: Goldman Sachs, 2007

## COMPARACIÓN ENTRE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LOS CULTIVADORES

<sup>32</sup> HANSEN, H y QUINTERO, Q. Obtención de bioetanol carburante a partir de Remolacha Azucarera (beta Vulgaris). (Informe técnico). Universidad Autónoma de Colombia. Bogotá, 2006



TRADICIONALES Y  
CULTIVADORES DE REMOLACHA<sup>33</sup>

TABLA 5. Comparación de algunas características de la finca, semillas, fertilización

Características	Cultivadores tradicionales	Cultivadores de remolacha
Tamaño de las fincas	Minifundistas	Minifundistas
Forma de tenencia de la finca	Propietarios	Propietarios
Adquisición de semilla	Uchuva: se entrega por las exportadoras y se descuenta a inicios de producción cada 4 meses. El resto de productos ellos producen la semilla.	La remolacha se la entrega la planta y se descuenta semestralmente, cultivos como papa, maíz, cebolla producen la semilla.
Tipos de fertilización, manejo de plagas y enfermedades	Aplicación alta de químicos para la papa y baja para los demás cultivos	Aplicación media de químicos
Forma de trabajo de la tierra	Familiar	Familiar, jornaleros y mecanizada
Espacios de conservación en la finca	Area boscosas	Ninguno
Fugas de energía	Excremento de los animales y residuos vegetales	Riego inadecuado
Entorno económico	Los cultivos de papa, maíz, cebolla y demás son inestables en diferentes épocas del año y los precios son variables	El precio de la remolacha no es muy alto pero es estable debido a la poca exigencia de calidad

## 7. CONCLUSIÓN

De acuerdo a la revisión bibliográfica realizada llegamos a la conclusión que en Colombia obtener bioetanol a base de remolacha azucarera no es viable por diferentes factores tales como:

La gente no está acostumbrada a cultivar la remolacha, por una parte por el desconocimiento de las

posibles plagas y enfermedades y por ser un cultivo “nuevo” para nosotros.

Por más de que la remolacha tenga muchas ventajas con respecto a la caña de azúcar, sigue sin ser una buena opción en Colombia para la obtención del biocombustible, ya que es un cultivo que a pesar de utilizar más espacio entre mata, da más porcentaje de azúcar que la caña en comparación con el mismo espacio, pero es un cultivo que no se permite cultivar de seguido por más de 1 cosecha porque se dañaría el suelo en el cual se está cultivando. Por ejemplo en tema de producción por cosecha la remolacha tiene una ventaja de 400 ton/ha/año versus 150 ton/ha/año, pero el problema radica en el mantenimiento y clima al cual se somete la cosecha, ya que la remolacha es más “sensible” con el tema de la tierra en la que se cultiva y requiere de 4 veces más litros de agua que lo que necesita una hectárea de caña de azúcar. Esta es una de las razones por la cuales las personas prefieren seguir cultivando caña de azúcar y no remolacha azucarera.

<sup>33</sup> Trabajo de campo DANNY CUBILLOS P. repository, Universidad Javeriana. 2010.

Otro factor por el cual llegamos a esta conclusión, es que la remolacha es una planta de mucho cuidado al momento de su germinación en cuanto a condiciones ambientales, como la humedad, temperatura y aireación. No se comporta siempre de igual forma en las mismas partes donde se cultivó anteriormente si hay variación de temperatura durante su germinación y cultivación.

Un aspecto bien importante es el uso de la tierra y el agua, pues el uso de biocombustibles es bastante alta, lo que implica alta demanda de estos recursos, entonces existe la necesidad de generar una tecnología adecuada para la optimización de los mismos.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Ethanol from Sugar Beets: A Process and Economic Analysis, página 4, [https://www.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-042810-165653/unrestricted/Ethanol\\_from\\_Sugar\\_Beets\\_-\\_A\\_Process\\_and\\_Economic\\_Analysis.pdf](https://www.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-042810-165653/unrestricted/Ethanol_from_Sugar_Beets_-_A_Process_and_Economic_Analysis.pdf)

AMERICAN SUGARBEET GROWERS ASSOCIATION.

<https://www.americansugarbeet.org/who-we-are/what-is-a-sugarbeet.html>

SKIL, SUGAR KNOWLEDGE INTERNATIONAL.

<http://www.sucrose.com/lbeet.html>

UK AGRICULTURE.

[http://www.ukagriculture.com/crops/sugar\\_beet\\_farming.cfm](http://www.ukagriculture.com/crops/sugar_beet_farming.cfm)

PORQUÉ BIOTECNOLOGÍA, PROGRAMA EDUCATIVO,

<http://www.porquebiotecnologia.com.ar/index.php?action=cuaderno&opt=5&tipo=1&note=58>

BP ESPAÑA

[http://www.bp.com/es\\_es/spain/medio-ambiente-y-sociedad/biocombustibles/que-son-los-biocombustibles.html](http://www.bp.com/es_es/spain/medio-ambiente-y-sociedad/biocombustibles/que-son-los-biocombustibles.html)

INSPIRATION

ORG

<https://www.inspiration.org/cambio-climatico/efecto-invernadero>

LA REMOLACHA AZUCARERA

<http://www.florflores.com/la-remolacha-azucarera/>

INFANTE POSADA PEDRO ALEXANDER, Tesis de grado, página 5, Determinación y efecto del tiempo térmico sobre el comportamiento fisiológico de la remolacha azucarera (*beta vulgaris* l. spp. *vulgaris*) en la región del alto Chicamocha.

The EU beet and sugar sector, [http://www.academia.edu/4006778/The\\_EU\\_Beet\\_and\\_Sugar\\_Sector\\_A\\_model\\_of\\_Environmental\\_Sustainability\\_2010\\_](http://www.academia.edu/4006778/The_EU_Beet_and_Sugar_Sector_A_model_of_Environmental_Sustainability_2010_)

European

Biofuels,

[http://www.biofuelstp.eu/sugar\\_crops.html](http://www.biofuelstp.eu/sugar_crops.html)

Trabajo de campo DANNY CUBILLOS P.  
repository, Universidad Javeriana. 2010.

VILLARIAS MORADILLO, JOSE LUIS.  
*Compendio practico para el cultivo de la  
Remolacha Azucarera*. Ediciones Atécnicas.  
1999. 330Pag

HANSSEN, H y QUINTERO, Q.  
Obtención de bioetanol carburante a  
partir de Remolacha Azucarera (beta  
Vulgaris). (Informe técnico). Universidad  
Autónoma de Colombia. Bogotá, 2006