



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

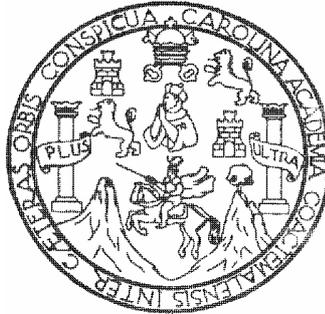
**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UNA
PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOETANOL, A PARTIR DE LOS TALLOS
DE SORGO DULCE EN EL MUNICIPIO DE CAMOTÁN, DEPARTAMENTO
DE CHIQUIMULA**

Marien Elaine Alvarado Franco

Asesorado por la Inga. Dinna Lisette Estrada Moreira Msc.

Guatemala, noviembre de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UNA
PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOETANOL, A PARTIR DE LOS TALLOS
DE SORGO DULCE EN EL MUNICIPIO DE CAMOTÁN, DEPARTAMENTO
DE CHIQUIMULA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

MARIEN ELAINE ALVARADO FRANCO

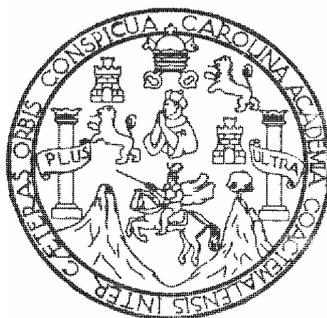
ASESORADO POR LA INGA. DINNA LISETTE ESTRADA MOREIRA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA QUÍMICA

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO: Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I: Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II: Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III: Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV: Br. Milton De León Bran
VOCAL V: Br. Isaac Sultán Mejia
SECRETARIA: Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO: Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR: Ing. Benjamín PiedraSanta
EXAMINADORA: Ing. Jose Manuel Tay Oroxom
EXAMINADOR: Dr. Antonio Adolfo Gramajo
SECRETARIA: Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UNA
PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOETANOL, A PARTIR DE LOS TALLOS
DE SORGO DULCE EN EL MUNICIPIO DE CAMOTÁN, DEPARTAMENTO
DE CHIQUIMULA**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, el 01 de agosto de 2008.

Marien Elaine Alvarado Franco

ACTO QUE DEDICO A:

Al ingeniero del universo cuya misericordia me ha puesto ante ustedes este día para darle gracias infinitas por su amor y por acompañarme durante mi vida, tu eres mi Padre Santo, mi Señor y mi alegría, la belleza de la creación te proclama como la única verdad. Dios Padre, Jesús y Espíritu Santo.

Mis padres:

Luzeli Franco Morales de Alvarado: usted sabe que toda la bondad, gracia y vida nos la da Dios como bendiciones y usted para mí ha sido la bendición más grande, el camino correcto la guía a tiempo, la corrección la que marca el camino con su luz, mi faro, mi pequeño e inmenso tesoro personal, la paciencia y el ánimo cuando las notas me disminuyan el paso, la esperanza cuando el desanimo amenazaba como tropiezo en mi camino, la mujer más bella del mundo, la amo.

Juan Francisco Alvarado Barahona: un viaje nos transformó la vida y un viaje nos da la bendición de transfórmala de nuevo en algo mejor, usted es el ejemplo de sacrificio por amor y la fortaleza en las horas de tristeza, las lagrimas de esperanza y las sonrisas de reencuentro, nada del mundo puede borrar esa huella.

Mis hermanas, Damaris, Débora y Nadia, mis mejores amigas, mis cómplices, mi luz y alegría, Dios me dio el privilegio de llamarme hermana suya, las amo y les doy gracias por toda la paciencia y el amor, sus sabios consejos este logro es de todas.

Mis abuelos. Alfredo Alvarado Villavicencio (D.E.P), Petrona Morales de Franco (D.E.P), ambos han sido dignos ejemplos de valor, perseverancia, fortaleza y confianza en Dios.

Mis amigos, durante mi vida he tenido el privilegio de conocer muchas personas que han pasado a formar parte de mi familia por elección y a todos ellos les quiero decir, gracias por dejarme formar parte de sus vidas por un lapso de tiempo y a los que permanecemos todavía, gracias por todo, las alegrías, por el ánimo, por el cariño, la comprensión y el amor. Especialmente a: Gladiz, Axel, Esther, Carol, Carola, Sergio.

AGRADECIMIENTOS A:

Inga. Dinna Lisette Estrada Moreira, por su apoyo en la realización de este trabajo, usted me ha enseñado más de lo que académicamente he podido aprender, me ha dado lecciones de vida, Dios le bendiga siempre.

La municipalidad de Camotán, especialmente al Ing. Agrónomo Juan Manuel Rodas, por su apoyo en la realización de este trabajo de graduación.

Ing. Williams Álvarez, Inga. Liseli de León, por el apoyo al seguimiento de mi trabajo de graduación, infinitas gracias.

Ing. Murphy Paiz Recinos, por su apoyo al seguimiento de mi trabajo de graduación muchas gracias.

Mi Alma Mater, la Universidad San Carlos de Guatemala, ser sancarlista es un privilegio y una bendición.

La Facultad de Ingeniería, por mi formación como profesional y por todos los recuerdos de mi época de estudiante, los cuales atesoro en mi corazón.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX.
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XV.
GLOSARIO.....	XVII.
RESUMEN.....	XXI.
OBJETIVOS	XXIII.
INTRODUCCIÓN	XXV.
1. SORGO	
1.1. Características morfológicas.....	1.
1.1.1. Tallos	2.
1.1.2. Raíces.....	2.
1.1.3. Hojas	2.
1.1.4. Flores	2.
1.1.5. Granos	2.
1.2. Valor nutricional.....	2.
1.3. Exigencias edafoclimáticas.....	3.
1.3.1. Exigencias del clima.....	3.
1.3.2. Exigencias del suelo.....	3.
1.4. Labores culturales.....	3.
1.4.1. Preparación de suelo	3.
1.4.2. Siembra.....	4.
1.4.3. Abonado.....	5.
1.4.4. Riego	6.
1.4.5. Herbicidas.....	7.
1.5. Sorgo dulce.....	7.
1.6. Recolección.....	8.
1.7. Almacenaje de grano	9.
1.8. Sorgo en Guatemala	10.

2. BIOCOMBUSTIBLES

- 2.1. Ventajas.....15.
- 2.2. Biocombustibles y productos obtenidos a partir del bioetanol.....16.

3. PROCESO DE PRODUCCIÓN

- 3.1. Diagrama.....17.
- 3.2. Cultivo y transporte.....17.
- 3.3. Molienda.....17.
- 3.4. Clarificación.....18.
- 3.5. Fermentación.....18.
- 3.6. Destilación.....18.
- 3.7. Desulfuración.....18.
- 3.8. Deshidratación.....19.
- 3.9. Desmetilización.....19.
- 3.10. Almacenamiento en depósitos.....19.
- 3.11. Subproductos.....19.
- 3.12. Balance energético de la producción de bioetanol.....19.
- 3.13. Proceso de producción de etanol usando el grano de sorgo.....22.
 - 3.13.1. Proceso de molido en húmedo.....22.
 - 3.13.2. Proceso de molido en seco.....23.
 - 3.13.3. Hidrólisis24.
 - 3.13.3.1. Hidrólisis con ácidos concentrados.....25.
 - 3.13.3.2. Hidrólisis con ácidos diluidos.....25.
 - 3.13.3.3. Hidrólisis enzimática.....25.
- 3.14. Fermentación del Azúcar.....26.
- 3.15. Destilación.....27.

4. ESTUDIO DE MERCADO

- 4.1. Definición del producto.....29.
 - 4.1.1. Industria Química.....29.
 - 4.1.2. Combustible.....29.

4.1.3. Toxicología.....	31.
4.2. Subproductos.....	32.
4.3. Presentación del producto.....	33.
4.4. Imagen del producto.....	33.
4.5. Análisis de la oferta.....	33.
4.6. Análisis de la demanda.....	36.
4.7. Análisis de los precios.....	37.
4.8. Programa de fabricación y presentación.....	38.
4.9. Materias primas.....	40.
4.10. Proveedores.....	41.
4.10.1. Proveedores de tallos de sorgo.....	41.
4.10.2. Proveedores de granos de sorgo.....	41.
4.10.3. Proveedores de energía eléctrica.....	41.
4.10.4. Levaduras.....	41.
4.10.5. Químicos utilizados en el proceso.....	41.
4.11. Métodos utilizados para comercializar el mercado.....	41.
4.11.1. Combinación de mercadeo comercial y mercadeo social.....	41.
4.12. Aspectos comerciales.....	41.
4.12.1. Legales.....	41.
4.12.2. Sociales.....	42.
4.12.2.1. Método de divulgación y vinculación del proyecto.....	42.
4.12.3. Económicos.....	42.
4.12.3.1. Ley de incentivos para el desarrollo de proyectos de energía renovable.....	42.
4.12.3.1.1. Objetivos.....	42.
4.13. Determinación del segmento de mercado o área de cobertura del proyecto.....	42.
4.13.1. Población.....	43.
4.13.1.1. Distribución espacial.....	44.

4.13.1.1.1. Ubicación geográfica.....	44.
4.13.1.1.2. Población.....	44.
4.13.1.2. Índices de Desarrollo Humano.....	45.
4.14. Determinación del segmento de mercado abarcado por el producto	
4.14.1. Mercado Industria Alimenticia.....	46.
4.14.2. Mercado Industria Farmacéutica.....	46.
4.15. Determinación de la aceptación del proyecto (Según encuesta)	
4.15.1. Resultados de encuesta.....	46.
4.15.1.1. Actividad económica según sector.....	47.
4.15.1.2. Escolaridad del sector.....	47.
4.15.1.3. Porcentaje de productores de Sorgo.....	48.
4.15.1.4. Uso del sorgo.....	48.
4.15.1.5. Conocimiento sobre las propiedades del sorgo como productor de etanol.....	49.
4.15.1.6. Porcentaje de aceptación de la ubicación de una planta de producción de etanol.....	49.
4.15.1.7. Porcentaje de disposición a trabajar en una planta de producción de etanol	49.
4.15.1.8. Porcentaje de población dispuesta a comprar gasolina mezclada con etanol.....	50.
4.15.1.8.1. Posición ocupacional.....	50.
4.16. Estudio de oferta y demanda proyectada.....	51.
4.16.1. Oferta.....	51.
4.16.2. Demanda.....	52.
4.17. Determinación o establecimiento de los canales de distribución.....	54.
4.17.1. Factores limitativos de comercialización.....	54.
4.17.2. Forma de comercialización.....	55.
4.18. Determinación de políticas de venta.....	55.
4.18.1. Precio.....	56.

5. TECNOLOGÍA E INGENIERÍA BÁSICA DEL PROYECTO

5.1. Aspectos de Proceso.....	57.
5.1. Aspectos y Variables relacionadas con el proceso.....	57.
5.1.1 Evaluación de materias primas.....	57.
5.1.2 Manipulación Inicial.....	57.
5.1.3 Molienda.....	58.
5.1.4 Cocina.....	58.
5.1.4.1. Procedimiento para la cocción de los granos de sorgo dulce.	
5.1.5 Separación de sólido líquido.....	60.
5.1.5.1. Factores de control de rendimiento de prensa.....	61.
5.1.5.1.1. Materia prima.....	61.
5.1.5.1.2. Cocina.....	62.
5.1.5.1.3. Velocidad de alimentación de sólidos.....	62.
5.1.5.1.4. Velocidad de alimentación de barrena.....	62.
5.1.5.1.5. Longitud del tubo.....	62.
5.1.5.1.6. La afinación de la compuerta de descarga por medio de presión.....	62.
5.1.6 Recipiente de Almacenamiento del triturado.....	63.
5.1.7 Fermentar.....	63.
5.1.8 Destilación.....	65.
5.1.8.1. Factores que influyen en el rendimiento del sistema de destilación.....	65.
5.1.8.1.1. Presión de funcionamiento.....	65.
5.1.8.1.2. Alimentación del fermento.....	65.
5.1.8.1.3. El flujo del reflujo.....	65.
5.1.8.1.4. Tasa de calor.....	66.
5.1.8.2 Condensador de rechazo de calor.....	66.
5.1.8.3 Calderas.....	68.
5.1.9. Dimensiones del equipo para el proceso.....	68.

5.1.9.1	Equipo Inicial de manipulación.....	68.
5.1.9.2	Cocina.....	70.
5.1.9.3	Separador de sólido-líquido.....	71.
5.1.9.4	Almacenamiento del triturado.....	72.
5.1.9.5	Sección de fermentación.....	73.
5.1.9.6	Sección de destilación.....	73.
5.1.9.7	Calderas.....	75.
5.1.9.8	Recuperación de viñaza.....	75.
5.1.9.9	Almacenamiento del agua caliente.....	76.
5.2.	Procesos de producción.....	77.
5.2.1.	Diagrama de flujo –Proceso de requisición de materiales.....	77.
5.2.2	Diagrama de flujo –Proceso producción de bioetanol a partir de tallos de sorgo dulce.....	78.
5.2.3	Diagrama de flujo –Proceso de ventas.....	79.
5.3.	Tamaño de la planta.....	80.
5.3.1	Capacidad.....	80.
5.3.2	Factores condicionantes del tamaño.....	81.
5.4.	Aspectos técnicos.....	82.
5.5.	Localización de la planta.....	84.
5.5.1	Criterios de selección.....	84.
5.5.1.1	Clasificación industrial de las naciones unidas.....	84.
5.5.1.2	Niveles de ruido.....	84.
5.5.2	Localización industrial de la planta de producción.....	85.
5.5.2.1	Macro localización.....	85.
5.5.2.2	Micro localización.....	86.
5.6	Planos de la planta	86.
5.7	Materias primas.....	90.
5.8	Abastecimiento de la planta.....	91.
5.8.1	Maquinaria y equipo.....	91.

5.8.1.1	Listado de equipo.....	91.
5.2.2.	Proveedores de suministros y equipo.....	93.
5.11.1.1	Suministros para la producción.....	93.
5.11.1.2	Equipo.....	93.
5.11.1.3	Suministros en general.....	94.
5.9.	Servicios auxiliares.....	95.
5.9.1.	Transporte.....	95.
5.9.2.	Seguridad.....	95.
5.10.	Cuadros de producción e ingresos.....	95.
5.10.1.	Costos iniciales (Equipo de producción, costo de instalación, Costo total).....	95.
5.11.	Recursos humanos.....	98.
5.11.1.1	Personal.....	98.
5.11.1.2	Jornadas laborales	99.
5.11.1.3	Organigrama.....	99.
5.11.1.4	Perfil de puestos.....	100.
5.11.1.5	Planilla.....	108.
6.	ESTUDIO ECONÓMICO	
6.1.	Inversión.....	109.
6.2.	Proyección financiera.....	111.
6.2.1.	Flujo de caja proyectado.....	112.
6.2.2.	Estado de resultados.....	114.
6.2.3.	Punto de equilibrio.....	115.
6.3.	Indicadores financieros.....	115.
6.3.1	Valor actual neto (VAN), tasa interna de retorno (TIR) y análisis de sensibilidad.....	115.
6.3.2	TEP.....	115

7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	117.
CONCLUSIONES	119.
RECOMENDACIONES.....	121.
BIBLIOGRAFÍA.....	123.
ANEXOS.....	125.
Anexo I.....	125.
Anexo II.....	126.

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Plantación de sorgo	14
2. Diagrama del proceso de obtención de bioetanol a partir de Sorgo.	17
3. Ciclo energético de bioetanol	21
4. Diagrama de la producción de bioetanol utilizando el grano del sorgo	22
5. Diagrama de molido en seco	24
6. Reacción química de fermentación de sacarosa a fructosa	26
7. Reacción química fermentación sacarosa fructosa/glucosa a etanol	26
8. Forma de la molécula de etanol	29
9. Etiqueta del producto	33
10. Análisis de la oferta mundial de bioetanol para diferentes usos	33
11. Análisis de la oferta mundial de bioetanol para diferentes usos	33
12. Principales productores de etanol a nivel mundial	35
13. Producción de bioetanol 2006	35
14. Análisis del destino del etanol producido	36
15. Destino del etanol	36
16. Precio mundial del etanol	37
17. Diagrama de programa de fabricación de bioetanol de tallos de sorgo	39

18. Mapa de ubicación del municipio de Camotán en el departamento de Chiquimula.	43
19. Gráfica actividad económica	47
20. Gráfica de escolaridad del sector	47
21. Gráfica de porcentaje de productores de sorgo	48
22. Gráfica consumo de sorgo	48
23. Gráfica del conocimiento de las propiedades del sorgo por los habitantes	49
24. Gráfica de la aceptación del proyecto	49
25. Gráfica de la disposición a trabajar en una planta de producción de etanol	50
26. Gráfica de la población dispuesta a comprar gasolina mezclada con etanol	51
27. Gráfica de posición ocupacional de la población	52
28. Gráfica de la proyección a 6 años, con un incremento de un 20% en ventas anuales	52
29. Gráfica de la curva de la demanda	53
30. Gráfica de la inflación acumulada. IPC: Febrero 2008	54
31. Diagrama de comercialización del producto	55
32. Diagrama de flujo, proceso de compras	77
33. Diagrama de flujo, proceso de elaboración de bioetanol	79
34. Diagrama de flujo, proceso de ventas	80
35. Ubicación del proyecto	85
36. Fotografía de la ubicación	87

37. Plano de vista aérea 1	88
38. Plano de vista lateral 2	89
39. Organigrama	99
40. VAN y análisis de sensibilidad del proyecto	115

TABLAS

I.	Necesidad de fósforo y potasio del cultivo	5
II.	Maicillo, número de fincas, superficie utilizada y pronóstico en la República, por mes, según departamento y parámetros de la estimación	10
III.	Maicillo, destino de producción obtenida en el año agrícola 2005 / 2006, por semestre, en la república, según departamento y parámetros de la estimación (cifras en quintales)	12
IV.	Características específicas del sorgo dulce (bicolor L moench)	13
V.	Características fisicoquímicas del etanol	30
VI.	Presentación del producto	30
VII.	Precios del etanol	38
VIII.	Precios de nuestro producto	38
IX.	Distribución demográfica del municipio de Camotán, por aldea	44
X.	Indicadores Estadísticos del área de Guatemala, índices de desarrollo humano	45
XI.	Indicadores municipales del área de Guatemala	45
XII.	Actividad económica según sector	46
XIII.	Posición ocupacional	51
XIV.	Inflación mensual por divisiones y agrupaciones (ene-feb) 2008	53
XV.	Poder adquisitivo del quetzal, año 2007-2008. (Base dic. 2000=100.0)	54
XVI.	Precio	56
XVII.	Cantidad de materia prima requerida	80
XVIII.	Proyección en la producción, 5 años	80

XIX.	Factores condicionantes del tamaño	81
XX.	Matriz de Leopold	82
XXI.	Caracterización de impactos de Arboleda CI	83
XXII.	Caracterización de impactos de Arboleda EIYM	84
XXIII.	Clasificación del grupo industrial	84
XIV.	Niveles de ruido del proyecto	84
XV.	Camotán río arriba, criterios de evaluación por alternativa	86
XVI.	Criterios de importancia	86
XVII.	Camotán, criterios de evaluación por alternativa	86
XVIII.	Costo de materia prima	90
XXIX.	Tipos de enzimas usadas en el proceso	90
XXX.	Suministros para la producción	93
XXXI.	Equipo	93
XXXII.	Suministros en general	94
XXXIII.	Inversión inicial	95
XXXIV.	Gastos operativos	97
XXXV.	Recursos humanos	98
XXXVI.	Horario de trabajo según área	98
XXXVII.	Perfil de gerente general	100
XXXVIII.	Perfil de gerente administrativo	101
XXXIV	Perfil de gerente de producción	102
XL.	Perfil de contador	103
XLI.	Perfil del personal de limpieza	104
XLII.	Perfil de operador de planta	105
XLIII.	Perfil de empleado de ventas	106
XLIV.	Perfil de empleado de seguridad	107

XLV.	Planilla salarial	108
XLVI.	Activos fijos	109
XLVII.	Capital de trabajo	111
XLVIII.	Gastos costos e ingresos proyectados	111
XLIX.	Flujo de caja proyectado	112
L.	Flujo de caja del inversionista	113
LI.	Estado de resultados	114
LII.	TIR y VAN	115

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
°C	Centígrado
°F	Fahrenheit
g.	Gramos.
Ha.	Hectárea
Kg.	Kilogramos
Lb.	Libras
m.	Metro
Ph	Medición de acidez o basicidad
plg.	Pulgada
Ppm	Partes por millón
Ton.	Toneladas

Estudio de prefactibilidad para la implementación de una planta de producción de bioetanol, a partir de los tallos de sorgo dulce en el municipio de Camotán, departamento de Chiquimula.

GLOSARIO

Análisis de sensibilidad.	El análisis de sensibilidad es un cuadro resumen que muestra los valores de TIR para cualquier cambio previsible en cada una de las variables más relevantes de costos e ingresos del proyecto.
Biocombustibles:	Productos de la modificación fisicoquímica de la biomasa, para utilizar en motores de combustión interna como una alternativa de los combustibles fósiles.
Biodiesel:	Ester producido por la reacción de transterificación de una grasa con un alcohol cuyas propiedades fisicoquímicas son muy parecidas al diesel obtenido de petróleo.
Bioetanol.	Etanol producido a partir de la fermentación de azúcares provenientes de jugos, almidón o celulosa.
Deshidratación:	Eliminación de agua presente en el etanol como producto final.
Destilación:	Separación de dos líquidos miscibles, pero

que tienen diferentes puntos de ebullición, puede ser por medio de calor o por medio de arrastre.

Fermentación:

Proceso de obtención de alcoholes a partir de azúcares, las levaduras se alimentan de los azúcares, dejando como productos alcohol etílico en solución y CO₂.

Filtrado:

Proceso en el que se hace pasar una solución líquida por una membrana porosa con el fin de eliminar los sólidos presentes en la solución.

Molienda.

Proceso en el que se cambia de tamaño a una partícula ejerciendo sobre ella gran presión o fricción. La molienda de granos de sorgo puede ser en seco o en húmedo.

Sorgo:

Planta de la familia de las gramíneas, que produce un grano comestible, su tallo mide de 1.6-3.6 metros de altura dependiendo del tipo de sorgo.

TIR:

Tasa interna de retorno, es la tasa de rendimiento en tanto por cien anual y acumulativo que provoca la inversión

Trituración: Proceso en el que los tallos son reducidos de tamaño para extraer el jugo presente en ellos, se hace por medio de fricción.

VAN: Valor actual neto, compara la rentabilidad de la inversión y las alternativas de riesgo similar en los mercados financieros

Estudio de prefactibilidad para la implementación de una planta de producción de bioetanol, a partir de los tallos de sorgo dulce en el municipio de Camotán, departamento de Chiquimula.

RESUMEN

Dentro del presente estudio de prefactibilidad se puede verificar el estudio de mercado para la implementación de una planta de producción de bioetanol a partir de tallos de sorgo dulce en el municipio de Camotán, Chiquimula, para determinar el comportamiento del mercado mundial respecto a los biocombustibles para luego desglosarlo al mercado nacional en donde podemos observar una tendencia al alza de la oferta de bioetanol. Este es producido principalmente por parte de los ingenios, y además determinar el comportamiento de la demanda mundial de bioetanol, los principales consumidores de este y como se esta comportando la demanda a nivel nacional.

En el análisis técnico que se realizó para determinar si es factible la producción de bioetanol se tomaron en cuenta las diferentes variables asociadas a la instalación de una planta de producción, entre ellas las principales que son las producción anual para asegurar el abastecimiento de materia prima, la ubicación, las fuentes de agua potable y de energía eléctrica para así asociarlas con los costos pertinentes que se determinarían en el estudio financiero. Se analizó la capacidad que la planta tendría y los impactos que posiblemente afectarían la viabilidad del proyecto.

Para el análisis económico se tomó en cuenta la inversión inicial así como la proyección de los estados financieros para determinar si existía factibilidad económica, la sensibilidad que sufriría el proyecto modificando los valores de tasa interna de retorno y si se obtenía ganancia para poder implementar una planta de producción de bioetanol, a partir de la materia prima propuesta.

Estudio de prefactibilidad para la implementación de una planta de producción de bioetanol, a partir de los tallos de sorgo dulce en el municipio de Camotán, departamento de Chiquimula.

OBJETIVOS

General

Proponer una fuente de ingresos al municipio de Camotán, a través de la producción de bioetanol, a partir de los tallos de sorgo dulce.

Específicos:

1. Determinar la prefactibilidad de colocar una planta de bioetanol, a partir de tallos de sorgo dulce en el municipio de Camotán.
2. Aportar un estudio que proporcione una fuente de desarrollo sostenible al municipio de Camotán.
3. Proporcionar un proceso de producción de bioetanol, a partir del tallo de sorgo producido en la región de Camotán.
4. Analizar cuánto es el aumento de producción de bioetanol, si utilizamos el grano que se produciría en exceso para producir bioetanol.

Estudio de prefactibilidad para la implementación de una planta de producción de bioetanol, a partir de los tallos de sorgo dulce en el municipio de Camotán, departamento de Chiquimula.

INTRODUCCIÓN

Los biocombustibles son productos derivados de la transformación fisicoquímica de la biomasa en ésteres, éteres alcoholes, para utilizarlos en motores de combustión interna que sean accionados por combustibles fósiles.

Existen diferentes tipos de biocombustibles entre ellos tenemos: biodiesel, bioetanol y biogás, los primeros dos comparten la mayor cantidad del mercado económico actual de biocombustibles y ambos se producen en Guatemala, el biodiesel se produce utilizando el aceite de la planta llamada *Jatropha Guro* y el bioetanol por medio de la melaza y este proceso lo realizan ingenios azucareros.

Dentro del marco energético mundial los biocombustibles son comercializados en muchos países, principalmente en países desarrollados en los que la legislación permite el uso de biocombustibles mezclados con combustibles fósiles en proporciones específicas.

El proceso de producción de bioetanol varía dependiendo del tipo de materia prima que se utilice, puede utilizarse productos con alto contenido en azúcar, estos tienen un proceso de extracción de jugos y fermentación, pueden utilizarse productos con alto contenido en almidones, a estos se les tiene que realizar un proceso de transformación de almidones en azúcares y luego fermentarlos, para luego seguir un proceso de destilación y deshidratación que culmina con el proceso de producción de bioetanol.

El sorgo dulce es una planta de la familia de las gramíneas, siendo conocido en Guatemala en lenguaje coloquial como maicillo, se produce en pequeñas proporciones en la región oriente del país que es la que registra la mayor producción nacional. El sorgo es utilizado para consumo humano de la siguiente forma: mezclas con maíz para hacer tortillas, se utiliza en dulces como el alboroto o en la producción de panes.

Estudio de prefactibilidad para la implementación de una planta de producción de bioetanol, a partir de los tallos de sorgo dulce en el municipio de Camotán, departamento de Chiquimula.

1. SORGO

El sorgo es una planta muy antigua conocida ya por las tribus indias y desde aquí fue introducida por Asia.

Allá por le edad del cristianismo, el sorgo, era ya conocido por toda la zona mediterránea y por toda África. Desde África fue introducido a América donde apenas cuenta con mucho tiempo pero en donde día a día va progresando con la introducción de nuevas variedades que hace que se le preste mucho interés a este cultivo.

Hoy día el sorgo es muy empleado en países como China y África e India como dieta alimenticia pero en países industrializados es utilizada como planta forrajera.

1.1. Características Morfológicas, Botánica.

La planta de sorgo por sus características morfológicas es muy parecida a la planta del maíz. Es de porte vigoroso y de hojas alargadas lanceoladas. Es tan similar a la del maíz que se le puede confundir perfectamente. Se trata de una planta anual, herbácea y perenne. Llega a alcanzar una altura de 2.5 metros, en realidad su tamaño oscila entre 0.5 a 2.5 metros pero incluso se ha llegado a los 3.5 m. El sorgo es una especie que desarrolla mucho ahijamiento de esta forma, que tenga varios tallos por pie.

Nombre común: Sorgo

Familia: Gramíneas.

Subfamilia: Panicoidea.

1.1.1. Tallos

Los tallos de la planta del sorgo son de altura variable y van a depender del tipo de variedad que traten. La altura se ve también muy influenciada por el tamaño de los entrenudos. Se tratan de tallos erectos y delgados.

1.1.2. Raíces

El sistema radicular es muy profundo y potente. El número de raíces secundarias es el doble que las que presenta la planta de maíz.

1.1.3. Hojas

Las hojas del sorgo son asentadas y al igual que el maíz abrazadas al tallo, pero con menor superficie foliar. Las estomas, pequeñas aberturas situadas sobre la epidermis de las hojas y tallos, por donde circulan los gases, son más pequeños que los que presentan el maíz. La superficie de la hoja presenta cutícula y las vainas recubiertas por sustancias ceras de color blanquecino. Las hojas son lampiñas y ásperas en los bordes.

1.1.4. Flores

La inflorescencia del sorgo está formada por flores hermafroditas, unidas en una estructura llamada “*panoja*” de tamaño grande y erecta, o bien colgante y arracimada.

1.1.5. Granos

Los granos se forman en las panojas. Son de varios colores blancos, amarillos o rojizos. Su tamaño alrededor de 3 milímetros y de forma esférica y oblonda.

1.2. Valor nutricional

El grano de sorgo presenta el mismo contenido alimenticio que el grano de maíz. Sirve para engorde de ganado vacuno y cerdos, se suele mezclar con grano de maíz pero aumentando la cantidad de sorgo en un 5% sobre la cantidad de maíz. El grano de sorgo presenta alto contenido en proteínas bruta y bajo en grasas. En cuanto al grano de sorgo híbrido es

importante acentuar la inexistencia de endospermo amarillo (tejido de reserva de la semilla) por lo tanto, presentan menos caroteno.

1.3. Exigencias edafoclimáticas

1.3.1. Exigencias en el clima

La planta de sorgo es muy rústica, persiste a muchas anomalías tanto del clima como del terreno. Al igual que la planta de maíz el sorgo resiste las bajas temperaturas pero en tiempos de floración se puede ver marcado por un descenso de rendimiento en contenido de grano, resiste las altas temperaturas, llegando a soportar largo tiempo de sequía.

En cuanto al consumo en agua, se puede decir, que la plantación de sorgo en suelos inaprovechables y con presencia de inviernos lluviosos, se puede obtener rendimientos en granos muy satisfactorios.

Los riegos son similares a los aplicados en el maíz. Sobre todo vienen muy bien en la época de fecundación.

1.3.2. Exigencias del suelo

Las ventajas del cultivo del sorgo se acentúan, como se ha dicho anteriormente en que es una planta muy rústica que es capaz de adaptarse a los suelos salinos y resistir sequías sobre todo en aquellas variedades de sorgo dulce y en los híbridos de sorgo, prefiere suelos profundos y sanos.

Algunos suelos utilizados para el cultivo del sorgo han reunido una serie de características edafológicas propias de un suelo terregoso de difícil cultivo y con cierto porcentaje de contenido en sales. En definitiva el cultivo ha sobrevivido y los rendimientos han sido óptimos a los esperados.

1.4. Labores culturales

1.4.1. Preparación del suelo

Para el cultivo del sorgo se prefieren aplicar labores de cultivo que favorezcan un buen mullido del terreno. Para ello, se realizan labrados

profundos, dos pases de cultivador y una última labor de forma superficial, poco antes de la siembra para dejar limpio el terreno de malas hierbas y así poder igualmente enterrar los abonos de fondo que se vayan a aplicar.

1.4.2. Siembra

La siembra se realiza menos profunda que la realizada para el maíz, se considera una profundidad comprendida entre 3 a 5 cm. Se puede realizar el sembrado de forma manual o a máquina. Si se emplea la siembra mecanizada se utilizan sembradoras de maíz o algodón que van provistas de unos platos con orificios para que salga el grano, el número de orificios de cada plato se ajusta a la cantidad de grano que se quiera sembrar. Se requiere para la siembra que el terreno esté plenamente nivelado para que la sembradora o la cosechadora realicen un trabajo más eficaz y limpio.

En terrenos que formen costra en su superficie es mejor recomendar una sembradora por surcos que incorpora una reja y va abriendo una pequeña zanja donde va depositando a chorrillo los granos de sorgo.

Para la siembra se recomienda realizar una buena selección de las semillas y elegir aquellas que presenten mejores características. Se recomienda una cantidad de semilla para siembra de:

1. Zonas de secanos áridos.....de 3 a 5 Kg/ha.
2. Zonas de secanos más frescos.....de 5 a 7 Kg/ha.
3. Zonas de regadíos.....de 13 a 16 Kg/ha.

De forma que, para una siembra de 10 Kg/ha se recomienda una dosis de semilla de 30 por cada metro de surco. Y según la disponibilidad de agua existente en el terreno y la fertilidad del mismo se recomienda lo siguiente:

1. Zonas de secanos áridos.....de 20.000 a 30.000 plantas/ha.

2. Zonas de secanos más frescos...de 40.000 a 55.000 plantas/ha.
3. Zonas de regadíos.....de 100.000 a 200.000 plantas/ha.

La siembra puede hacerse como ya sea dicho a máquina, entonces la siembra resulta mejor efectuarla en líneas. Para la siembra realizada en forma manual se puede efectuar en chorrillo o a golpes. Conviene mejor realizarla de la última forma pues se guarda mejor la distribución de siembra y el grano queda sembrado de forma más homogénea y se evita gastar más semilla de la cuenta.

1.4.3. Abonado

El cultivo del sorgo demanda aplicación en cuanto a abonado nitrogenado que debe ir incrementándose a medida que el cultivo se va desarrollando. En cuanto al abonado en potasio y fósforo se considera similar al aplicado en el cultivo del maíz.

Tabla I. Necesidad de fósforo y potasio del cultivo.

Cultivo	Producción en Kg/ha	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Regadío	4.500-6.000	130-160	130-160	140-180
Secano	1.650-1.850	80-100	80-90	80-100

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería MAGA, Infoagro.

Se debe de realizar un abonado de fondo, en forma nitrogenada antes de realizar la siembra concretamente cuando se efectúa la última labor del terreno con la grada, pues la tierra está más mullida y existe una mejor suela de labor.

La segunda aplicación de abonado nitrogenado se efectúa cuando las plantas ya hayan crecido y haya transcurrido un tiempo de 25 30 días después de la siembra.

Se efectuarán también abonados de magnesio en forma de sulfato magnésico, o sulfato potásico-magnésico, ya que el nutriente de magnesio juega un papel importante en el desarrollo del sorgo.

Según otros autores especifican las siguientes dosis de abonados dependiendo si tenemos un cultivo de sorgo en secano o regadío y son las siguientes.

En cultivos de regadío se debe de aplicar el N en un porcentaje de 150 a 180 (Unidades/ha) evitando añadirlo sobre suelos muy secos y repartirlo en dos veces una durante la siembra o antes y otra cuando las plantas tengan desarrolladas 8 o 10 hojas. Para los cultivos en secano se recomienda una dosis de N de 65 a 120 (Unidades/ha). Se añade de forma indiferente y cuando se efectúa la siembra. En cultivos de secano el P y K se aplican en las siguientes cantidades de 80 100 (Unidades/ha) antes de la siembra y de K entre 60 a 80 (Unidades/ha) y al igual que el fósforo añadirlo antes de la siembra.

1.4.4. Riegos

Aunque el sorgo se adapta muy bien a cultivos en secano, su producción en cultivos de regadío se incrementa mucho más y la calidad es más acentuada.

Debido a que su sistema radicular es bastante desarrollado no necesita de muchos aportes de agua. Los riegos realizados pueden ser 4 o 5 y los más importantes serían los efectuados antes de que se forme la panoja (cuando la planta alcance unos 30-40 cm de altura) y al comienzo de la formación del grano. Así que, la aplicación del agua de riego se puede realizar de dos maneras:

Cada 10 días con una dosis de 350 a 450 m³/ha.

Cada 30 días con unas dosis de 750 a 900 m³/ha.

En los cultivos de secano se deberán de realizar por lo menos 3 riegos con una cantidad próxima de 850 a 1000 m³/ha.

El primer riego irá cuando la planta alcanzase una altura de 30 a 40 cm, el segundo antes de la formación de la panícula o panoja y el tercer y último riego cuando se comience formar el grano.

1.4.5. Herbicidas

La utilización del cultivador para realizar pases por el terreno y eliminar así las malas hierbas resulta muy complicada pues se producirían daños en las raíces superficiales del sorgo. Para que no ocurra esto, se vienen utilizando algunos herbicidas pero de forma cuidadosa.

Los tratamientos se realizan después de la nascencia de las plantas y siempre que esté invadido el cultivo por malas hierbas pues los herbicidas si no son bien utilizados pueden llegar a dañar al cultivo.

No se recomiendan aquellos herbicidas con aceites en su formulación y si aquellos en forma de polvo o grano.

Se emplean los siguientes herbicidas:

-. 2,4D, Atrazina, Atrazina + 2,4D amina.

1.5. Sorgo dulce

Se emplea para la obtención de sacarosa con el fin de realizar jarabes. Se extrae la sacarosa de tallo del sorgo que posee sustancias jugosas dulces. También el sorgo dulce es muy empleado como planta forrajera. Algunas variedades de sorgo dulce son:

Séller, Wray, Dale

Existen otras variedades enanas de sorgo de grano que solo llegan a alcanzar un metro de altura y son muy aptos para su recolección en cosechadoras

1.6. Recolección

La recolección del sorgo se realiza de forma manual en las pequeñas explotaciones agrícolas. La herramienta utilizada es la hoz y se va cortando la panoja dejando el resto de la planta entera. Se utilizan variedades de sorgos enanos para que no dificulten la labor de las personas que realicen las tareas. Las partes de las plantas de sorgo que se dejan en el terreno sin cortar son utilizadas para pastos.

Las variedades enanas son las más indicadas para la recolección mecanizada empleándose aquellas cosechadoras utilizadas para la recolección del trigo o cebada.

La cosechadora realiza los cortes por la parte superior de la planta, concretamente la zona donde se encuentra la panoja, puesto que la cosechadora dispone de una barra de corte bien alta para ello, dejando la el resto de la planta entera. El cilindro desgranador de la cosechadora debe ajustarse a una velocidad de 990 revoluciones por minuto como máximo.

La humedad permisible para la recolección del sorgo puede ir comprendida hasta un máximo de humedad del 30%, pero con variedades que presenten granos con buenas características de secado. Pero el grado óptimo para la recolección del sorgo se realiza cuando presenta una humedad del 15 al 20% y las panojas presentan suficiente fijación para no desgranarse.

1.7. Almacenaje de grano

Para conservar el grano de sorgo debe de tener una humedad relativa inferior al 14%, si se recolecta con un grado superior de humedad se debe proceder al secado con aire caliente.

El secado del grano puede realizarse de dos maneras distintas con:

a). Corriente de aire caliente. Mediante secadores de columna por donde el grano es introducido en la parte superior de la columna y por gravedad desciende mientras el aire caliente asciende a través de la columna en sentido contrario, de forma que al salir el grano ya está desprovisto de humedad.

b). Corriente de aire sin calor. El secado se realiza en unos depósitos de 3 m de altura a una corriente de aire a temperatura ambiente.

El almacenamiento de grano, una vez que ya está seco se introduce en unos depósitos de grande dimensiones que se encuentren impermeabilizados.

Corresponden a acumulaciones de materiales conformados principalmente por cantos angulares con escasa matriz, ubicados normalmente hacia las zonas de transición entre la pendiente fuerte de las rocas resistentes y las llanuras aluviales. Se ubican fundamentalmente en el valle del río Camotán.

1.8. Sorgo en Guatemala

Los productores de sorgo son los siguientes: Zacapa, Cabañas, San Diego y Huité, cuya altura va de 200 a 700 metros sobre el nivel del mar.

Tabla II. Maicillo: Número de fincas, superficie utilizada y pronósticos de producción en la república, por mes, según departamento y parámetros de la estimación, período de mayo a octubre 2006- (Superficie en manzanas y producción en quintales)									
Departamento y parámetros de la estimación	Número de fincas	Superficie utilizada	Total pronósticos de producción	Pronósticos de producción por mes					
				Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Total república	572	1,050	62,369	-	54,021	1,200	1,058	2,091	4,000
Guatemala	-	-	-	-	-	-	-	-	-
El Progreso	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sacatepéquez	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chimaltenango	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Escuintla	84	84	2,091	-	-	-	-	2,091	-
Santa Rosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sololá	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Totonicapán	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quetzaltenango	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Suchitepéquez	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retalhuleu	1	80	4,000	-	-	-	-	-	4,000
San Marcos	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Huehuetenango	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quiché	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Baja Verapaz	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zacapa	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chiquimula	416	831	54,021	-	54,021	-	-	-	-
Jalapa	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jutiapa	72	55	2,258	-	-	1,200	1,058	-	-
Parámetros de la estimación :									
Estimación mínima	0	0	0	-	-	-	-	-	-
Estimación puntual	572	1,050	62,369	-	-	-	-	-	-
Estimación máxima	1,412	2,685	168,099	-	-	-	-	-	-
Coefficiente de variación %	74.9	79.4	86.5	-	-	-	-	-	-

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería MAGA Infoagro.

Los anteriores departamentos cuentan con dos tipos de terrenos:

- a) Terrenos planos y con riego
- b) Terrenos de ladera, pedregosos y donde la siembra sólo es posible en la época de lluvias.

Para los dos tipos de terreno, las variedades recomendadas son:

a) Icta Mitlán: variedad apta para consumo humano, por su bajo contenido de taninos, lo cual hace que el grano no tenga sabor amargo. El grano es color crema, especial para fabricación de tortillas. Florece a los 67 días y se cosecha entre 110 y 120 días después de la siembra. La planta alcanza una altura de 1.20 a 1.40 metros y rinde 80 quintales por manzana. Al cosechar el grano la planta queda verde todavía, lo cual hace que la prefiera el ganado en relación con otros materiales. Se adapta a las condiciones de Jutiapa, parte baja de Jalapa, Zacapa y parte baja de El Progreso.

b) Icta Jutiapa: variedad de sorgo criollo mejorada, para consumo humano. Grano blanco especial para tortillas. Altura de la planta 2.50 metros, florece a los 160 días y se cosecha entre los 200 y 210 días. Tiene alto rendimiento de rastrojo, porque posee mayor número de hojas, comparada con otras variedades. Al sembrarse asociado con maíz y frijón, los dos cultivos rinden bien. Adaptable a Jutiapa y Zacapa.

c) Icta Progreso: variedad de grano blanco. Puede cosecharse a los 100 días y cultivarse sola o asociada con maíz y frijón. Adecuada para fabricación de tortillas. Apta para la parte baja de El progreso.

d) Icta HR-300: Híbrido precoz que se cosecha a los 90 días. Altura de la planta 1.40 metros. Florea a los 55 días después de la siembra. Produce de 65 a 70 días.

Estudio de prefactibilidad para el establecimiento de una planta de producción de bioetanol, a partir de los tallos de sorgo dulce, en el municipio de Camotán, departamento de Chiquimula

Tabla III. Maicillo, destino de producción obtenida en el año agrícola 2005/ 2006, por semestre, en la República, según departamento y parámetros de estimación. (cifras en quintales)

Departamento y parámetros de la estimación	Año agrícola mayo 2005/abril 2006					Semestre mayo a octubre 2005			Semestre noviembre 2005 a abril 2006		
	Autoconsumo en la finca			Venta en el mercado interno	Otro destino	Autoconsumo en la finca		Venta en el mercado interno	Autoconsumo en la finca		Venta en el mercado interno
	Total	Humano	Animal			Humano	Animal		Humano	Animal	
Total República	341,923	88,017	253,906	719,743	10,234	-	2,091	1,200	88,017	251,815	718,543
Guatemala	11,098	11,098	-	11,098	-	-	-	-	11,098	-	11,098
El Progreso	3,033	846	2,187	-	-	-	-	-	846	2,187	-
Sacatepéquez	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chimaltenango	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Escuintla	2,091	-	2,091	-	-	-	2,091	-	-	-	-
Santa Rosa	14,618	-	14,618	256,044	3,604	-	-	-	-	14,618	256,044
Sololá	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quetzaltenango	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Suchitepéquez	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retalhuleu	17,575	-	17,575	9,945	-	-	-	-	-	17,575	9,945
Huehuetenango	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quiché	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Baja Verapaz	69,840	11,361	58,479	77,742	-	-	-	-	11,361	58,479	77,742
Zacapa	20,470	12,007	8,463	2,822	-	-	-	-	12,007	8,463	2,822
Chiquimula	12,919	3,693	9,225	-	-	-	-	-	3,693	9,225	-
Jalapa	45,078	3,339	41,739	-	-	-	-	-	3,339	41,739	-
Jutiapa	145,200	45,673	99,528	362,091	6,630	-	-	1,200	45,673	99,528	360,891
Parámetro											
Estimación mínima	220,060	49,600	140,106	507,975	0	-	0	1,200	49,618	138,133	507,319
Estimación puntual	341,923	88,017	253,906	719,743	10,234	-	2,091	1,200	88,017	251,815	718,543
Estimación máxima	463,785	126,434	367,706	931,511	24,140	-	6,159	1,200	126,415	365,498	929,767
Coefficiente de variación	18.0	22.0	23.0	15.0	69.0	-	99.0	-	22.0	23.0	15.0

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería MAGA Infoagro.

Tabla IV. Características específicas del sorgo dulce (bicolor L moench)

Tipo de cultivo	Sorgo dulce
Parámetro	Valor
Días para florecer	75 – 85 días
Días para madurar	100 – 115 días
Altura de la planta	280 – 340 cm.
Promedio del peso del tallo	380 – 528 g/planta
Rendimiento de la caña	35 – 50 t/ha
Rendimiento del grano	17 – 28 q/ha
Extractibilidad del jugo	40 – 50 %
°Brix	16° – 19°
Sólidos totales solubles	13 – 15.2%
Azucares reducidos	1.3 – 2.1 %
Sacarosa	9.6 – 13.6 %
Rendimiento de alcohol	2500 – 4000 lit / ha

Fuente: <http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/ganaderia/bovinos/nutricion/sorgo.JPG>

Figura 1. Plantación de sorgo



Fuente: <http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/ganaderia/bovinos/nutricion/sorgo.JPG>

2. BIOCOMBUSTIBLES

Esto todo combustible que se produce a través de la transformación fisicoquímica de biomasa, la biomasa puede ser cualquier material de origen, vegetal o animal, los biocombustibles mas comunes son: biodiesel, bioetanol y biogás estos tres son los que tienen mayor mercado mundial y han tomado auge económico actual, para poder utilizarlos se necesita realizar mezclas pues los motores no están adaptados a el uso de biocombustibles puros. Su uso genera una menor contaminación ambiental y son una alternativa viable al agotamiento ya sensible de energías fósiles, como el gas y el petróleo, donde ya se observa incremento sostenible en sus precios.

Es importante destacar que los biocombustibles son una alternativa más, en vistas a buscar fuentes de energías sustitutivas, que sirvan de transición hacia una nueva tecnología (ej. Hidrógeno).

2.1. Ventajas

La producción de Biocombustibles traerá consigo:

- a) “La creación de nuevos puestos de trabajo, el incremento de la actividad económica, la reducción de la dependencia del petróleo, proveer al desarrollo de energías alternativas y posible cuidado del medio ambiente, dependiendo directamente del control de terrenos utilizados para su producción”.
- b) Una potencial solución al problema energético del país, y el futuro del sector agrícola no exportador, al darle un nuevo impulso a una gran superficie de hectáreas.
- c) Los biocombustibles emiten casi la misma cantidad de dióxido de carbono que los combustibles fósiles, pero a diferencia de estos últimos, el mismo es vuelto a fijar por la masa vegetal a través del proceso de la fotosíntesis. De esta forma se

produce un “ciclo de carbono”, que hace que el CO₂ quemado y liberado a la atmósfera, vuelva a ser fijado y el ciclo tenga como resultado un balance cero, en lo que a emisiones se refiere, no habiendo acumulación de gases. El ciclo descrito contrasta notoriamente con lo que sucede con la emisión de CO₂ producido por la quema de los combustibles fósiles en el cual el carbono liberado, fijado hace miles de millones de años, es quemado y vuelto a liberar, causando la acumulación de los mismos en la atmósfera lo cual provoca el efecto invernadero y el calentamiento global.

- d) También cabe destacar, para su conocimiento, la producción de biocombustibles puede originar nuevos productos y un crecimiento potencial de negocios.

2.2. Biocombustibles y productos obtenidos, a partir del bioetanol:

El bioetanol ofrece diversas posibilidades de mezclas para la obtención de biocombustibles con los siguientes nombres y propiedades:

- E5: El biocombustible E5 significa una mezcla del 5% de bioetanol y el 95% de gasolina normal. Esta es la mezcla habitual y mezcla máxima autorizada en la actualidad por la regulación europea, sin embargo, es previsible una modificación de la normativa europea que aumentará este límite al 10% (E10) ya que diferentes estudios constatan que los vehículos actuales toleran sin problemas mezclas hasta el 10% de bioetanol y los beneficios para el medioambiente son significativos.
- E10: El biocombustible E10 significa una mezcla del 10% de bioetanol y el 90% de gasolina normal. Esta mezcla es la más utilizada en EUA ya que hasta esta proporción de mezcla los motores de los vehículos no requieren ninguna modificación e incluso produce la elevación del un octano en la gasolina mejorando su resultado y obteniendo una notable reducción en la emisión de gases contaminantes.

3. PROCESO DE PRODUCCIÓN DE BIOETANOL

3.1. Diagrama

El proceso de producción de bioetanol a partir de los tallos de sorgo dulce es muy similar al diagrama de producción de etanol por medio de caña de azúcar,

Figura 2. Diagrama del proceso de obtención de bioetanol a partir de sorgo.



Fuente: (<http://www.miliarium.com/Monografias/Biocombustibles/Bioetanol/Bioetanol.asp>)

3.2. Cultivo y transporte

La sacarosa se forma en los tallos del sorgo dulce. Al recibir el tallo se toma una muestra para analizar y determinar su contenido de azúcar y calcular su valor. Luego los tallos son pesados y descargados en el patio para molerla.

3.3. Molienda

Los tallos son desmenuzados con cuchillas rotatorias y una desfibradora antes de molerla para facilitar la extracción del jugo que se hace pasándolo en serie, entre los filtros, o mazas de seis molinos. Se utiliza agua en contracorriente para ayudar a la extracción que llega a 94 o 95% del azúcar contenida en los tallos. El remanente queda en el bagazo residual que es utilizado como combustible en las calderas, así como materia prima para la fabricación de tableros de bagazo.

3.4. Clarificación

La clarificación consiste en calentar el jugo y decantarlo. La decantación se lleva a cabo en dos grandes clarificadores en los cuales las impurezas, en forma de barro, van al fondo y el jugo clarificado se extrae por la parte superior.

El barro es igual a la cachaza, contiene todavía azúcar y requiere ser pasada por filtros rotativos al vacío de los cuales se recuperan una cantidad de jugo, que retorna al proceso y se retira una torta de cachaza que es devuelta al campo.

3.5. 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.

3.6. Destilación

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.

Para obtener etanol libre de agua se aplica la destilación azeotrópica en una mezcla con benceno o ciclohexano. De estas mezclas se destila a temperaturas más bajas el azeótropo, formado por el disolvente auxiliar con el agua, mientras que el etanol se queda retenido. Otro método de purificación muy utilizado actualmente es la absorción física mediante tamices moleculares. A escala de laboratorio también se pueden utilizar desecantes como el magnesio, que reacciona con el agua formando hidrógeno y óxido de magnesio.

3.7. Desulfuración

Eliminación del anhídrido sulfuroso –SO₂– presente en el alcohol bruto.

3.8. Deshidratación

Reducción del contenido en agua mediante su tamizado con zeolitas, sustancias que captan las moléculas de agua.

3.9. 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.

3.10. 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 bioetanol para evitar así su derivación al consumo humano.

3.11. Subproductos

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

- a) Materiales Lignocelulósicos
- b) Materiales Alimenticios

3.12. Balance energético de la producción de bioetanol

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:

- a) la cantidad de energía contenida en el producto final del etanol,
- b) la cantidad de energía consumida directamente para hacer el etanol,
- c) la calidad del etanol resultante comparado con la calidad de la gasolina refinada y
- d) la energía consumida indirectamente para hacer la planta de proceso de etanol.

Aunque es un asunto que crea discusión, algunas investigaciones que hablan sobre la calidad de la energía sugieren que el proceso toma tanta o más

energía combustible fósil (en las formas de gas natural, diesel 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, en primer lugar el no dar importancia a la calidad de la energía del bioetanol, cuyos efectos económicos son importantes. Si se compara la calidad de la energía con los costos de descontaminación del suelo que provocan los derrames de gasolina al ambiente y los costos “médicos” de la contaminación atmosférica (porque no se puede descontaminar la atmósfera), resultado de la refinación y de la gasolina quemada. Por otro lado, el desarrollo de las plantas de etanol implica un prejuicio contra este producto basado estrictamente sobre la preexistencia de la capacidad de refinación de la gasolina. La última decisión 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.

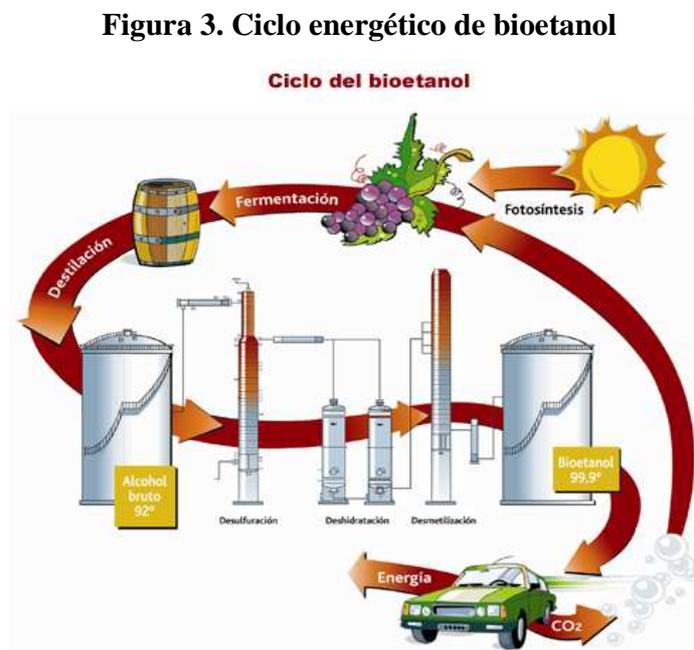
Esto se refiere a lo completo que pueda ser el esquema de entradas y salidas de energía. Se discute si se deben incluir temas como la energía requerida para alimentar a la gente que cuida y procesa el maíz, para levantar y reparar las cercas de la granja, incluso la cantidad de energía que consume un tractor.

Además, no hay acuerdo en qué clase de valor dar para el resto del producto, como el bagazo por ejemplo, lo que se conoce comúnmente como coproducto.

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. Pero la extracción no es igual que la producción, cada litro de petróleo extraído es un litro de petróleo agotado.

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.

En la figura de abajo se muestra el ciclo completo del bioetanol.

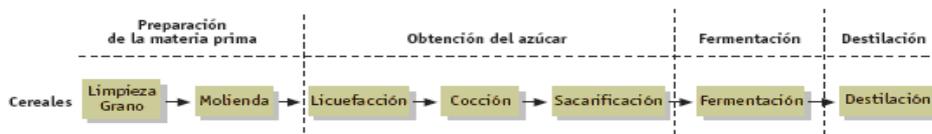


Fuente: http://fjarabo.quimica.ull.es/BioMaster/Actividades/Archivos/Informe_11.pdf

3.13. Proceso de producción de etanol utilizando el grano de sorgo.

En el diagrama inferior se esquematizan las etapas que componen el proceso de obtención de bioetanol, que serán detalladas más abajo.

Figura 4. Diagrama de la producción de bioetanol utilizando el grano del sorgo



Fuente: (<http://www.miliarium.com/Monografias/Biocombustibles/Bioetanol/Bioetanol.asp>)

Los cereales son la principal fuente para la producción de bioetanol, destacando el uso del maíz en EUA y la cebada y el trigo en las plantas instaladas en España, la planta de Rusni en India. En el caso de los cereales, para los procesos de preparación de la materia prima y la obtención de los azúcares que contienen, se utilizan principalmente dos tecnologías: Wet milling y Dry milling.

3.13.1. Proceso de molido húmedo

Esta tecnología se aplica normalmente en plantas con grandes producciones de alcohol y es utilizada por aproximadamente dos tercios de los productores en EUA. Este sistema es elegido cuando se quieren obtener otros subproductos, tales como el sirope, fructosa, dextrosa, etc. Además de la producción del alcohol.

Es un proceso complejo, dado el elevado número de pasos a seguir en el pretratamiento del cereal y su separación en sus diferentes componentes. En este proceso, el cereal es “escaldado” en agua caliente, lo que ayuda a romper las proteínas, liberar el almidón presente en el maíz y ablandar el grano para el proceso de molido.

El cereal es molido para obtener el germen, la fibra y la fécula. Con el germen se obtiene aceite y la fécula se centrifuga y sacarifica para producir una pasta de gluten húmeda.

El proceso comienza con el secado de los granos, posteriormente se inspeccionan automáticamente y se limpian de piedras, trozos de caña o paja y cualquier otra impureza. El cereal se remoja en grandes tanques en una solución que contiene pequeñas cantidades de dióxido de azufre y ácido láctico.

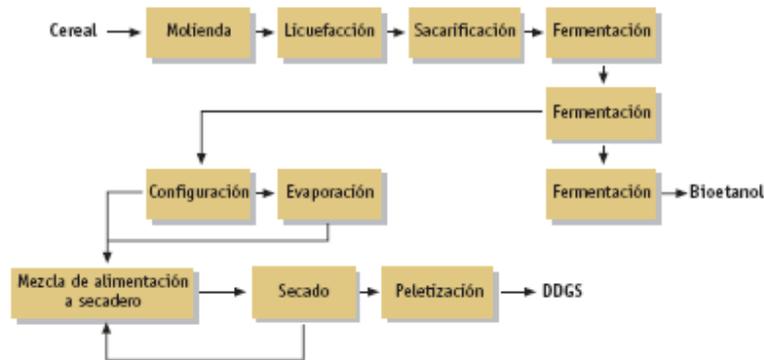
Estos dos productos químicos, en agua a una temperatura de unos 50 °C, ayudan a ablandar los granos, en un proceso que puede durar entre uno y dos días. Durante este tiempo el cereal se hincha, luego se ablanda y debido a las condiciones ligeramente ácidas de la disolución se libera el almidón. La siguiente parte del proceso es pasarlo a través de un separador que, principalmente, hace que el germen de los granos flote en la parte superior de la mezcla y sea posible recogerlos fácilmente (debido al contenido de aceite de estos). A partir de ahí primeramente se obtiene la parte fibrosa y posteriormente se separa el almidón de las proteínas por un proceso de centrifugación.

3.13.2. Proceso de molido en seco

Este proceso consiste en limpiar y moler los granos de cereal hasta reducirlos a finas partículas por un sistema mecánico. Se produce una harina con el germen, la fibra y la fécula del cereal. Para producir una solución ‘azucarada’ la harina es hidrolizada o convertida en sacarosa usando enzimas o una disolución ácida.

La mezcla es enfriada y se le añade la levadura para que comience a fermentar. En la figura 5 se puede ver el proceso detallado.

Figura 5. Diagrama de molido en seco.



Fuente: (<http://www.miliarium.com/Monografias/Biocombustibles/Bioetanol/Bioetanol.asp>)

De la masa resultante, una vez obtenido el alcohol, se obtiene un subproducto (DDGS, en inglés Dried Distiller Grains of Solubles, granos secos solubles de destilería, que se distribuyen en forma de pellets) que se puede utilizar como alimentación para ganado. Esta tecnología es usada en plantas de pequeño y medio tamaño.

3.13.3. Hidrólisis

Las celulosas no pueden ser fermentadas directamente, es necesario convertirla en azúcares más sencillos para su conversión en alcohol. La hidrólisis es un proceso químico que divide la molécula de celulosa por la acción de la molécula de agua. Las complejas estructuras de la celulosa (celulosa, hemicelulosa y lignina) son divididas en diferentes procesos para conseguir una solución azucarada, y eliminar productos de descomposición de los azúcares que pueden inhibir o, al menos, dificultar el proceso de fermentación. Principalmente se realizan procesos de hidrólisis de ácidos concentrados y bajas temperaturas, de ácidos diluidos y altas temperaturas y enzimáticos.

3.13.3.1. Hidrólisis con ácidos concentrados

En este proceso se añade entre 70-77% de ácido sulfúrico a la biomasa, que ha sido secada previamente hasta obtener una humedad menor del 10%. La proporción de ácido es de 1:25 por cada parte de biomasa y se mantiene a una temperatura controlada de 50°C. Entonces se añade agua, para diluir el ácido a un 20-30% de la mezcla, aumentando su temperatura hasta los 100° C. El gel producido en este proceso es prensado para obtener la mezcla de ácido y azúcar, que finalmente son separados. Este es un proceso del que se obtiene rendimientos muy elevados pero a un costo igualmente muy elevado, por lo que industrialmente no se realiza.

3.13.3.2. Hidrólisis con ácidos diluidos

Es uno de los procesos de hidrólisis más antiguos, simples y eficientes para la producción del alcohol. El primer paso es mezclar una proporción de 0,7% de ácido sulfúrico con la hemicelulosa presente en la biomasa, para que se hidrolice a 190°C. La segunda parte consiste en optimizar el rendimiento de la reacción con la parte de la celulosa más resistente, para ello se usa un 0,4% de ácido sulfúrico a 215°C. Finalmente los líquidos hidrolizados son neutralizados y recuperados, normalmente mediante percolación.

3.13.3.3. Hidrólisis enzimática

Consiste en “romper” (hidrolizar) la celulosa por la adición de determinadas enzimas. La celulosa es degradada por las celulasas a azúcares, que pueden ser fermentados por levaduras o bacterias para producir etanol. En síntesis, el proceso consiste en descomponer la celulosa y la hemicelulosa del residuo en azúcares sencillos y transformarlos en etanol por fermentación.

En primer lugar se lleva a cabo un pre tratamiento del residuo cuyo objetivo es alcanzar los mejores resultados en las etapas siguientes (hidrólisis y fermentación). Desde el punto de vista económico, esta etapa es crítica, puesto que gran parte del costo total del proceso estaría en esta primera etapa.

Como resultado del pretratamiento se obtiene una disolución de azúcares provenientes de la ruptura de la hemicelulosa y un residuo sólido (constituido principalmente por la celulosa del residuo original).

La hidrólisis enzimática presenta ventajas frente a la hidrólisis química, como menores costes de equipamiento (debido a que se realiza a presión atmosférica y a temperatura próxima a la ambiental), mayores rendimientos y no necesita utilizar agentes químicos

3.14. Fermentación del azúcar

La última etapa del proceso consiste en la fermentación por levaduras de la glucosa liberada a partir de la celulosa, así como la de los azúcares procedentes de la hemicelulosa que se han liberado durante los pre-tratamientos anteriores. La levadura contiene una enzima llamada invertasa, que actúa como catalizador ayudando a convertir los azúcares en glucosa y fructosa (ambos C₆H₁₂O₆). La reacción química se muestra en la figura de abajo:

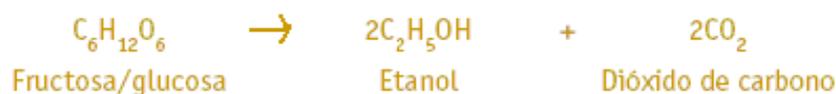
Figura 6. Reacción química de fermentación de sacarosa a fructosa



Fuente: <http://www.biocombustibles.cl/bioetanol.html>

La fructosa y la glucosa reaccionan con otra enzima llamada Zimasa, que también está presente en la levadura para producir el etanol y dióxido de carbono. Como se muestra en la figura 7.

Figura 7. Reacción química fermentación sacarosa fructosa/glucosa a etanol



Fuente: <http://www.biocombustibles.cl/bioetanol.html>

3.15. Destilación

La destilación es la operación de separar, mediante calor, los diferentes componentes líquidos de una mezcla. Una forma de destilación, conocida desde la antigüedad, es la obtención de alcohol aplicando calor a una mezcla fermentada. El alcohol producido por fermentación contiene una parte significativa de agua, que debe ser eliminada para su uso como combustible. Para ello se utiliza un proceso de destilación, aprovechando que el etanol tiene un punto de ebullición menor (78,3°C) que el agua (100°C), la mezcla se calienta hasta que el alcohol se evapore y se pueda separar por condensación del mismo.

Estudio de prefactibilidad para el establecimiento de una planta de producción de bioetanol, a partir de los tallos de sorgo dulce, en el municipio de Camotán, departamento de Chiquimula

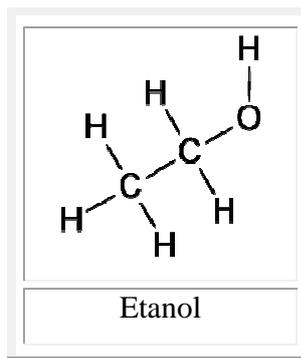
4. ESTUDIO DE MERCADO

4.1. Definición del producto

El producto obtenido es etanol a un 96% de pureza, que tiene las siguientes características químicas y físicas.

El compuesto químico etanol, o alcohol etílico, es un alcohol que se presenta como un líquido incoloro e inflamable con un punto de ebullición de 78 °C. Al mezclarse con agua en cualquier proporción, da una mezcla azeotrópica. Su fórmula química es CH₃-CH₂-OH, principal producto de las bebidas alcohólicas.

Figura 8. Forma de la molécula de etanol



Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Alcohol_et%C3%ADlico

Otras constantes

Concentración máxima permitida en los lugares de trabajo: 1.000 ppm

El alcohol es un líquido incoloro y volátil que está presente en diversas bebidas fermentadas. Desde la antigüedad se obtenía el etanol por fermentación anaeróbica de una disolución con contenido en azúcares con levadura y posterior destilación. Además de usarse con fines culinarios (Bebida alcohólica), el etanol se utiliza ampliamente en muchos sectores industriales y en el sector farmacéutico, como principio activo de algunos medicamentos y cosméticos (es el caso de el alcohol antiséptico 70° GL y en la elaboración de ambientadores y perfumes). Es un buen disolvente, y puede utilizarse como anticongelante.

Tabla V. Características fisicoquímicas del etanol

Etanol	
Fórmula semidesarrollada	CH ₃ -CH ₂ -OH
Fórmula estructural	Ver imagen
Fórmula molecular	C ₂ H ₅ OH
Propiedades físicas	
Estado de agregación	Líquido
Apariencia	Incoloro
Densidad	810 kg/m ³ ; 0,810 g/cm ³
Masa	46,07 u
Punto de fusión	158,9 K (-114,3 °C)
Punto de ebullición	351,6 K (78,4 °C)
Temperatura crítica	514 K (°C)
Propiedades químicas	
Acidez (P _{k_a})	15,9
Solubilidad en agua	Miscible
Termoquímica	
$\Delta_f H^0_{\text{gas}}$	-235,3 kJ/mol
$\Delta_f H^0_{\text{líquido}}$	-277,6 K _j /mol
$S^0_{\text{líquido, 1 bar}}$	161,21 J·mol ⁻¹ ·K ⁻¹
Valores en el SI y en condiciones normales	

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Alcohol_et%C3%ADlico

4.1.1. Industria química: la industria química lo utiliza como compuesto de partida en la síntesis de diversos productos, como el acetato de etilo (un disolvente para pegamentos, pinturas, etc.), el éter dietílico, etc. También se aprovechan sus propiedades desinfectantes.

4.1.2. Combustible: se emplea como combustible industrial y doméstico. En el uso doméstico, se emplea el alcohol de quemar. Éste además contiene compuestos como la piridina o el metanol u otras sustancias denominadas desnaturalizantes, que impiden su uso como alimento, ya que el alcohol para consumo suele llevar impuestos especiales.

4.1.3. Toxicología: *el etanol puede afectar al sistema nervioso central, provocando estados de euforia, desinhibición, mareos, somnolencia, confusión, alucinaciones (como lo sean ver doble o que todo se mueve de forma espontánea). Al mismo tiempo, baja los reflejos. Con concentraciones más altas ralentiza los movimientos, impide la coordinación correcta de los miembros, pérdida temporal de la visión, etc. En ciertos casos se produce un incremento en la irritabilidad del sujeto intoxicado como también en la agresividad; en otra cierta cantidad de individuos se ve afectada la zona que controla los impulsos, volviéndose impulsivamente descontrolados y frenéticos. Finalmente, conduce al coma y puede provocar la muerte. La resistencia al alcohol parece aumentar en las personas adultas, de mayor peso y de menor altura, mientras que los niños son especialmente vulnerables. Se han comunicado casos de bebés que murieron por intoxicación debida a la inhalación de vapores de etanol tras haberles aplicado trapos impregnados de alcohol. La ingesta en niños puede conducir a un retardo mental agravado o a un subdesarrollo físico y mental. También se han realizado estudios que demuestran que si las madres ingerían alcohol durante el embarazo, sus hijos podían ser más propensos a tener el síndrome de alcohólico fetal. También es un*

desinfectante. Su mayor potencial bactericida se obtiene a una concentración de aproximadamente el 70 %.

4.2. Subproductos

4.2.1. Materiales lignocelulósicos: tallos, bagazo y otros, 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 bioetanol, aunque también se puede vender el excedente a la red eléctrica (con precio primado).

4.2.2. Materiales alimenticios: pulpa y granos de destilería desecados con solubles –DDGS–, que son los restos energéticos de la planta después de la fermentación y destilación del bioetanol. Tienen interés para el mercado de piensos animales por su riqueza en proteína y valor energético.

4.3. Presentación del producto

Tabla VI. Presentación del producto

Presentaciones	Dimensiones	
	Tipo de envase	Capacidad (ml)
Alcohol 96%	Plástico	1 Galón
Alcohol 96%	Plástico	1000
Alcohol 96%	Plástico	500
Alcohol 96%	Platico	250

Fuente: Determinación de acuerdo a las necesidades de mercado

4.4. Imagen del producto

Figura 9. Etiqueta del producto



Fuente: Estudio de mercado

4.5. Análisis de la oferta

La oferta mundial del bioetanol esta en escalada y crece en aproximadamente un 20% anual especialmente porque existen muchos países en los que la legislación esta apoyando la industria de biocombustibles por lo cual se están implementando mas plantas de producción de biocombustibles, bioetanol y biodiesel.

Figura 10. Análisis de la oferta mundial de bioetanol para diferentes usos



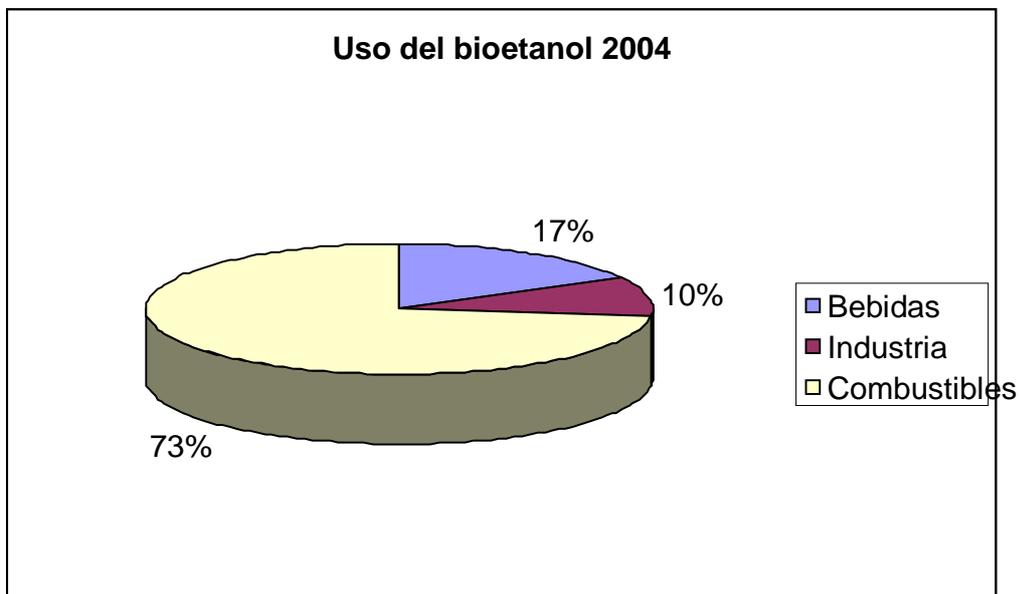
Fuente: http://fjarabo.quimica.uil.es/BioMaster/Actividades/Archivos/Informe_11.pdf

Se puede observar que a nivel mundial los usos mas comunes para el etanol son los combustibles, el uso industria y para uso de la industria de bebidas alcohólicas

En Guatemala la mayor cantidad de bioetanol producido también se emplea para fines de biocombustibles a pesar que no se utiliza en el país, se tiene un potencial enorme para la producción de bioetanol aproximadamente 200 millones de galones de bioetanol a partir de caña de azúcar de los ingenios, los ingenios están invirtiendo millones de dólares para implementar plantas de destilación y así poder exportar bioetanol a los países que lo utilizan como biocombustibles.

Podemos observar que la gráfica siguiente el uso de bioetanol mundial en dos años ha ido en incremento para el rubro de biocombustibles, cada año su uso ha ido incrementándose.

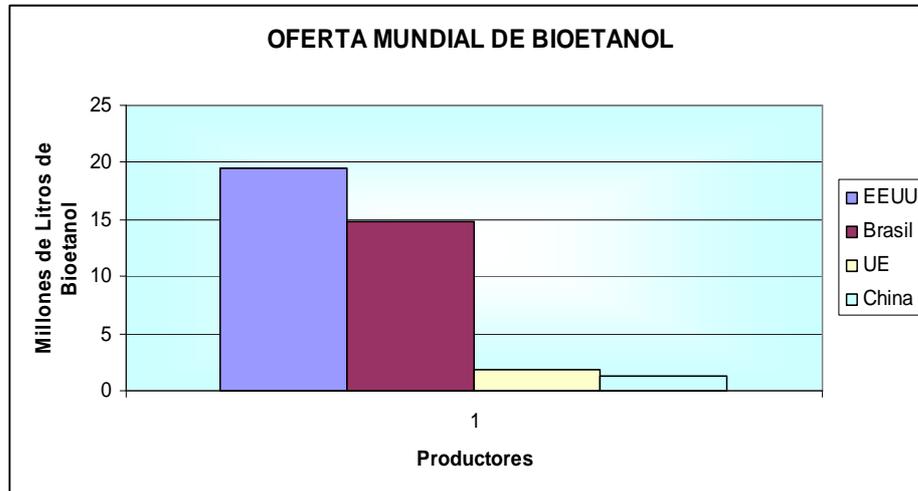
Figura 11. Análisis de la oferta mundial de bioetanol para diferentes usos



Fuente: http://fjarabo.quimica.ull.es/BioMaster/Actividades/Archivos/Informe_11.pdf

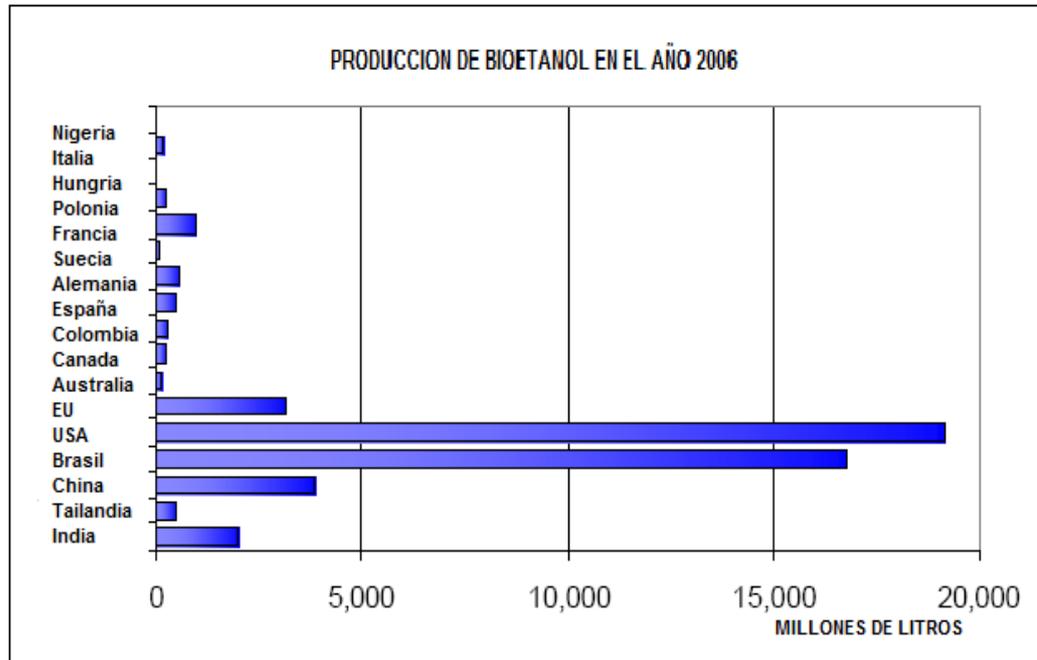
Los principales productores de etanol a nivel mundial son de hecho unos de los principales consumidores de estos, en la gráfica se muestra los cuatro primeros a nivel mundial

Figura 12. Principales productores de etanol a nivel mundial



Fuente: http://fjarabo.quimica.ull.es/BioMaster/Actividades/Archivos/Informe_11.pdf

Figura 13. Producción de bioetanol 2006

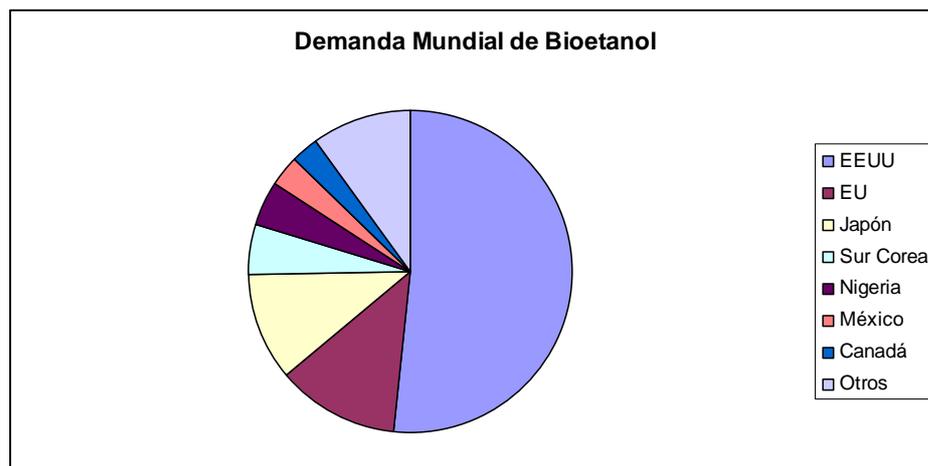


Fuente: http://fjarabo.quimica.ull.es/BioMaster/Actividades/Archivos/Informe_11.pdf

4.6. Análisis de la demanda

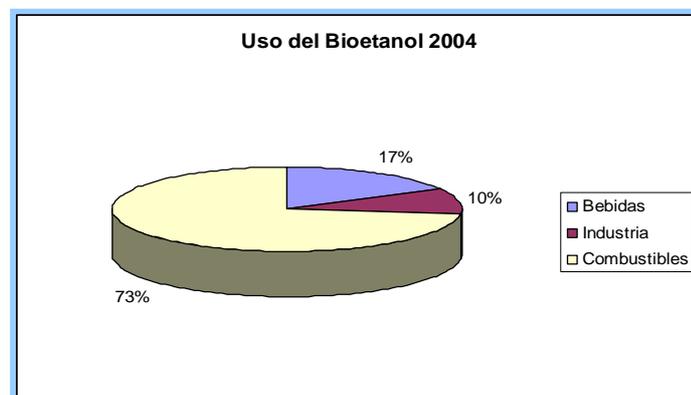
Dentro de la demanda de bioetanol tenemos que a nivel mundial toda la producción se reparte en los países mas desarrollados pues estos se han puesto a la cabeza en la transición a nuevas formas de energía alterna, principalmente los Estados Unidos y China han sido los principales consumidores de estos, hace pocos años la demanda se hacia para satisfacer necesidades de la industria alimenticia y farmacéutica mientras que actualmente crece a pasos agigantados la demanda para el uso como combustibles en la figura que se muestra a continuación se pueden observar los principales países consumidores de bioetanol en el mundo

Figura 14. Análisis del destino del etanol producido



http://www.nodo50.org/cubasigloXXI/economia/novag_310707.pdf

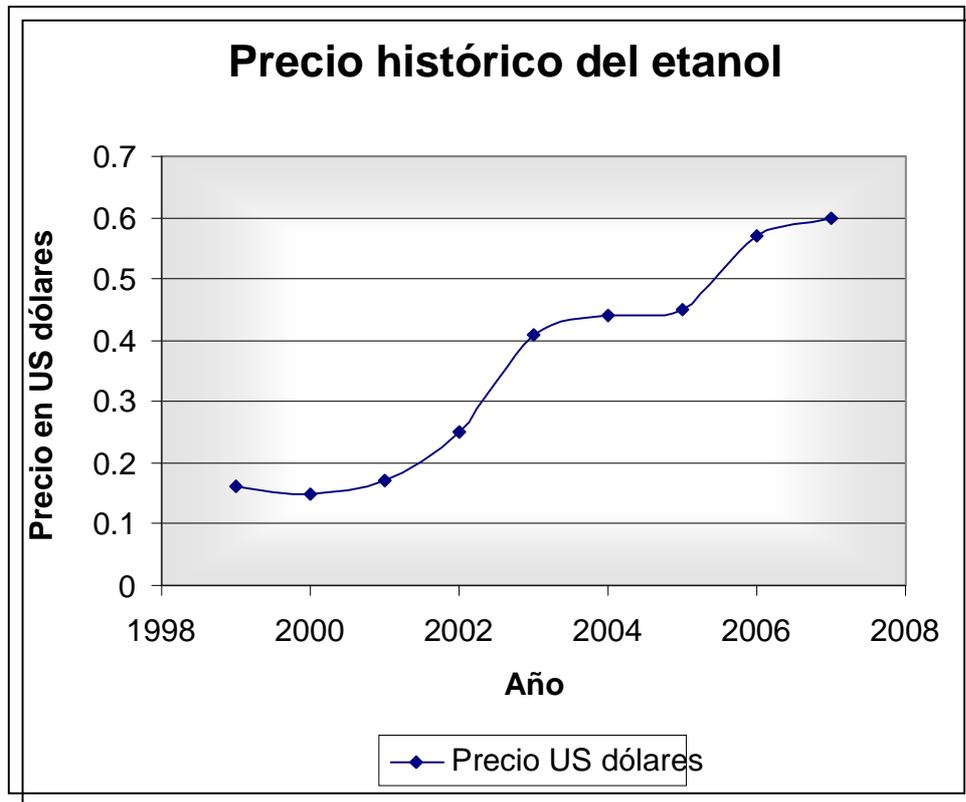
Figura 15. Destino del etanol



Fuente: http://fjarabo.quimica.uil.es/BioMaster/Actividades/Archivos/Informe_11.pdf

4.7. Análisis de los precios

Figura 16. Precio mundial del etanol



Precios del etanol en Guatemala

En Guatemala los precios del etanol varían considerablemente dependiendo del uso que este tenga, si el etanol es de uso comercial la tabla a continuación nos muestra los precios que en promedio se manejan en la industria, si es etanol para uso de reactivo los precios se incrementan considerablemente, incluso si hablamos de etanol de uso de biocombustibles la tendencia es que sea mas barato que el que se usa en la industria farmacéutica. Por lo cual nos centraremos en el bioetanol de tipo comercial.

Tabla VII. Precios de etanol

Competencia	Presentación	Precio
Laboratorios Formulas Farmacéuticas S.A.	1 litro	Q.30.00
Laboratorios Formulas Farmacéuticas S.A.	½ litro	Q.15.00
Laboratorios Lorava S.A.	1 litro	Q.28.40
Laboratorios Lorava S.A.	½ litro	Q.10.75

Fuente: Precios determinados a través de entrevista telefónica

Precio mínimo al cual se puede vender el producto. Haciendo una comparación con la competencia el precio sobre el cual podríamos vender nuestro producto esta en el rango siguiente en la tabla descrita a continuación.

Tabla VIII. Precios de nuestro producto

Presentación	Precio
1 galón	Q.18.00
1 litro	Q. 4.55
½ litro	Q.2.30

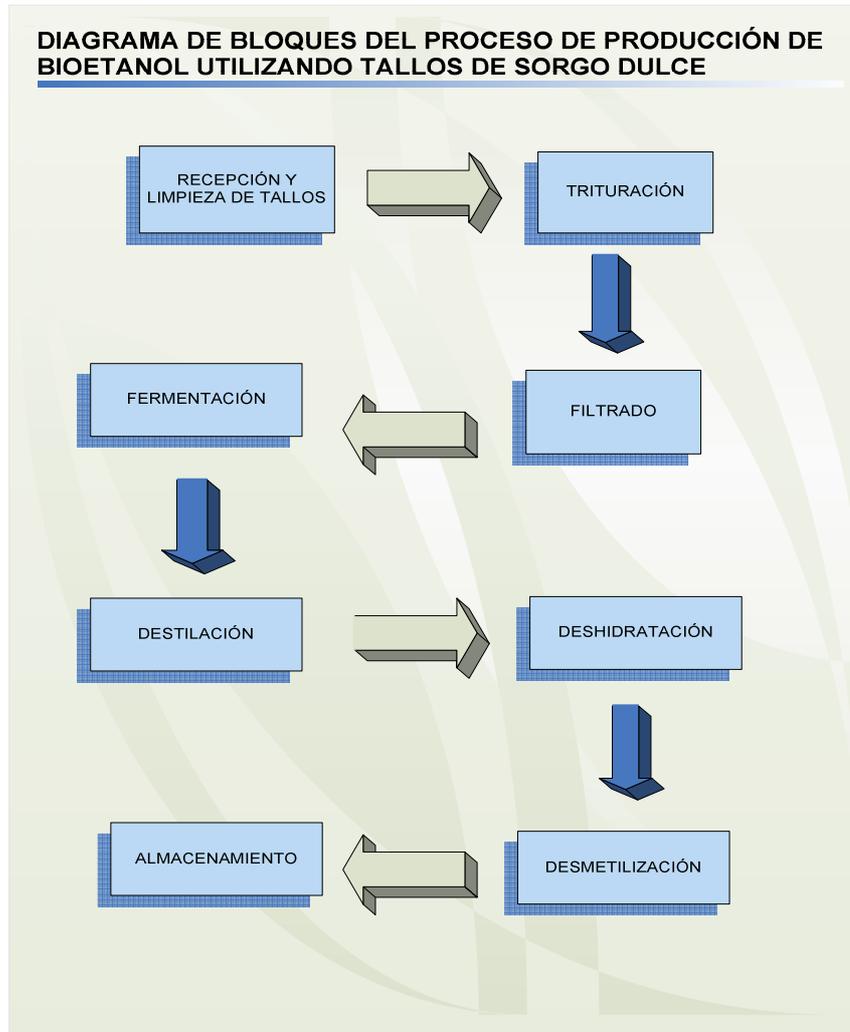
Fuente: Elaboración propia de acuerdo a precios del mercado comercial

El precio puede variar dependiendo de los usos del bioetanol. Para los efectos de biocombustibles tiende a ser un poco mas barato, mientras que para los efectos de la industria farmacéutica tiende a ser un poco mas caro.

4.8. Programa de fabricación

El programa de fabricación será descrito en pasos a partir del diagrama de bloques descrito a continuación

Figura 17. Diagrama de programa de fabricación de bioetanol de tallos de sorgo



Fuente: <http://www.biocombustibles.cl/bioetanol.html>

a) Recepción y limpieza de materia prima.

La materia prima en este caso, de los tallos se lavan con agua tibia para poder eliminar toda serie de impurezas, suciedad y lodos antes de ser puestos a trituración, mientras que en los granos es diferente, estos se agregan a una pila y por flotación se eliminan cualquier tipo de residuos que afecten el proceso. En este paso se necesita una persona encargada de recepción y otra encargada de la limpieza de estos.

b) La Trituración y filtrado.

La trituración de los tallos se lleva a cabo en la trituradora que para luego pasar a un filtro prensa que elimina toda tipo de residuos sólidos del jugo de los tallos, debe de existir un encargado de esta parte del proceso.

c) Fermentación

Se tendrá en los tanques de almacenamiento, en los cuales llegara el jugo mezclado con levaduras para que el proceso de fermentación sea más eficiente y que tenga menor duración.

d) Destilación.

Cuando el fermento se encuentre listo se procederá a destilarlo en la columna de destilación hasta llegar a un nivel de 96%.

e) Deshidratación.

Esta parte se agregara al momento de comercializar bioetanol para la industria automotriz.

f) Desmetilizacion

Se desmetalizara para uso farmacéutico, como alcohol desinfectante.

g) Almacenamiento.

Se almacenara en la bodega ya envasado en sus diferentes presentaciones.

4.9. Materias primas

Las materias primas utilizadas para la producción de bioetanol depende del tipo de pureza que se requiera para el bioetanol son las siguientes:

a) Tallos de sorgo dulce.

b) Granos de sorgo dulce, los granos utilizados son los que se producen en exceso.

c) Agua y energía eléctrica

d) Levaduras (Cervisae)

e) Enzimas

f) Químicos utilizados en proceso (Hidróxido de Sodio, Acido Clorhídrico, Cloro)

4.10. Proveedores

4.10.1. Tallos de sorgo dulce

Comunidades del área Chortí, Camotán, Jocotán y San Juan la Ermita

4.10.2. Granos de sorgo dulce

Comunidades del área Chortí, Camotán, Jocotán y San Juan la Ermita

4.10.3. Agua y energía eléctrica

La municipalidad de Camotán

4.10.4. Levaduras

Licorera Nacional, y se reutilizaran eficientemente.

4.10.5. Químicos utilizados en el proceso

Merck

4.11. Métodos utilizados para Comercializar el Mercado.

4.11.1. Combinación de Mercadeo Comercial y Mercadeo Social

Nombre Propuesto para comercializar

LABORATORIOS CHORTÍ

Slogan

Promoviendo el desarrollo.

Características Sociales

Resaltar los valores y el desarrollo sostenible brindado al área Chortí, desarrollo económico, con los beneficios que la población tiene al tener una fuente secundaria de ingresos, social porque hay mejores condiciones de vida y la hambruna ya no representa una amenaza para la población de la región y ambiental, pues el impacto ambiental del proyecto es mínimo.

4.12. Aspectos comerciales

4.12.1. Legales: actualmente no se cuenta con ninguna política o ley que incluya ningún tipo de combustibles por lo que se incluye información sobre los avances en el tema de los biocombustibles en Guatemala.

1. Elaboración de la estrategia de implementación de un programa de etanol carburante.

2. Elaboración de propuesta de ley del etanol carburante.
3. Harmonización de normas a nivel centroamericano.
4. Elaboración del reglamento técnico centro americano de biodiesel. Se utilizará la especificación ASTM D 6751- 03ª para biodiesel.

4.12.2. Sociales: se propone una opción de desarrollo de un área rural con muchos problemas de hambruna en el sector, generando así una fuente alterna de ingresos para la comunidad.

4.12.2.1. Método de divulgación y vinculación del proyecto

La prefactibilidad se dará a conocer por medio de una entrevista con el encargado de proyectos y de gestión ambiental, para darle a conocer con su ayuda los resultados los integrantes de la comunidad y la publicación en el periódico en la sección “mi periódico”.

4.12.3. Económicos: entre los beneficios económicos que se cuentan están los siguientes

4.12.3.1. Ley de incentivos para el desarrollo de proyectos de energía renovable

4.12.3.1.1. Objetivos:

- Promover el desarrollo de proyectos de energía renovable y establecer los incentivos fiscales, económicos y administrativos para el efecto.
- Estos incentivos se refieren a la exención de:
 - Exención de los derechos arancelarios de importación, IVA; Cargas y Derechos consulares en la importación de equipo y materiales, para las etapas de preinversión y ejecución.
 - Exención del pago del Impuesto sobre la Renta –ISR-, por 10 años, para la etapa de operación comercial, como se puede comercializar el producto, implicaciones legales, sociales y económicas.

4.13. Determinación del segmento de mercado o área de cobertura del proyecto

El análisis realizado a continuación es a nivel país.

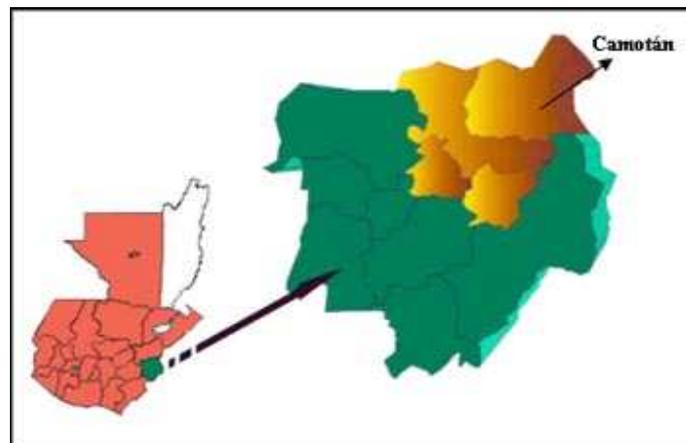
4.13.1. Población.

4.13.1.1. Distribución espacial

4.13.1.1.1. Ubicación geográfica

El municipio de Camotán se encuentra ubicado geográficamente a 201 km. de la ciudad Capital y a 32 km, de la Cabecera Departamental de Chiquimula. Camotán, tiene colindancia al norte con la Unión, Zacapa; al sur con Jocotán; oriente con Honduras y al poniente con Jocotán.

Figura 18. Mapa de ubicación del municipio de Camotán en el departamento de Chiquimula



Fuente: Instituto Nacional de Estadística.

4.13.1.1.2. Población

La población en un 90% es descendiente de etnia Chortí, el idioma que se habla es el español y una minoría habla el idioma Chortí.

4.13.1.1.3. Distribución de la población

Tabla No. IX: Distribución demográfica del municipio de Camotán, por aldea

Comunidad	Habitantes			Viviendas	Distancia a la Cabecera en Km.	Tipo de acceso a la Comunidad
	Hombres	Mujeres	Total por Aldea			
Anicillo	541	539	1,080	174	28	Fácil acceso.
fBrasilar	210	210	420	90	02	Fácil acceso.
Cajón del Río	766	763	1,529	231	17	Fácil acceso.
Camotán	729	725	1,454	254	00	Fácil acceso.
Caparjá	585	583	1,168	268	22	Fácil acceso.
Caulotes	446	444	890	173	35	Fácil acceso.
Despoblado	334	332	666	111	23	Fácil acceso.
Dos Quebradas	615	613	808	143	10	Fácil acceso.
Guayabo	856	852	1,708	418	31	Fácil acceso.
Guior	602	599	1,201	213	21	Fácil acceso.
La Lima	684	681	1,365	222	19	Fácil acceso.
Lantiquín	723	720	1,443	241	03	Fácil acceso.
Lelá Chancó	1,311	1,305	2,616	422	08	Fácil acceso.
Lelá Obraje	823	820	1,643	303	08	Fácil acceso.
La Libertad	834	831	1,665	244	18	Fácil acceso.
El Limón	1,097	1,093	2,190	381	18	Fácil acceso.
Marimba	380	378	758	177	08	Fácil acceso.
Morola	494	491	985	176	36	Fácil acceso.
Muyurcó	423	421	844	190	18	Fácil acceso.
Nearar	1,060	1,056	2,116	336	06	Fácil acceso.
Pajcó	857	853	1,710	251	03	Fácil acceso.
Rodeo	1,319	1,313	2,632	394	18	Fácil acceso.
Shalagua	836	833	1,669	286	33	Fácil acceso.
Shupá	757	754	1,511	240	14	Fácil acceso.
Tachoche	194	193	387	86	36	Fácil acceso.
Tapuán	433	431	864	173	03	Fácil acceso.
Tesoro	1,362	1,356	2,718	438	32	Fácil acceso.
Tisipe	950	946	1,896	329	04	Fácil acceso.
Tular	504	502	1,006	170	14	Fácil acceso.
Volcán	873	869	1,742	326	15	Fácil acceso.
Totales:	21,386	21,298	42,684	7,460		Fácil acceso, todo el año

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (Censo 2006)

4.13.1.2. Índices de desarrollo humano

Tabla X. Indicadores estadísticos del área de Guatemala, índices de desarrollo humano municipales

		Año 2005	Índice de Desarrollo Humano	Índice de Salud	Índice de Educación	Índice de Ingresos
Departamento	Municipios					
	Chiquimula		0.622	0.628	0.619	0.620
	San José La Arada		0.581	0.590	0.572	0.582
	San Juan La Ermita		0.554	0.673	0.431	0.559
	Jocotán		0.400	0.402	0.256	0.543
	Camotán		0.455	0.463	0.357	0.546
	Olopa		0.448	0.409	0.383	0.552
	Esquipulas		0.618	0.644	0.595	0.615
	Concepción Las Minas		0.664	0.803	0.594	0.596
	Quezaltepeque		0.637	0.764	0.562	0.585
	San Jacinto		0.574	0.661	0.497	0.563
	Ipala		0.643	0.729	0.605	0.594
	Agua Blanca		0.675	0.887	0.593	0.546
	Asunción Mita		0.648	0.711	0.654	0.578
	Atescatempa		0.591	0.572	0.632	0.568
	Santa Catarina Mita		0.641	0.720	0.626	0.576

• Fuente: Informe de Desarrollo Humano Guatemala Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)

El índice de desarrollo humano se puede observar que es uno de los municipios mas pobres de la región, a continuación se presentan los índices de problema.

Tabla XI. Indicadores municipales del área de Guatemala, pobreza total y extrema, población rural, población indígena y coeficiente de Gini de tierras por municipio porcentajes e índices.

Departamento	Municipios	2002				2003	
		Pobreza		Población Rural	Población Indígena	Coeficiente de Gini	
		Total	Extrema			Fincas mayores de 1 Mz	Todas las Fincas
Chiquimula	Chiquimula	32.6	5.0	52.9	2.6	0.867	0.879
	San José La Arada	49.4	8.0	71.2	2.7	0.784	0.775
	San Juan La Ermita	68.7	11.6	87.9	8.9	0.318	0.406
	Jocotán	82.1	18.6	88.9	81.3	0.413	0.466
	Camotán	88.9	38.2	95.9	16.8	0.600	0.624
	Olopa	84.9	26.3	91.3	34.1	0.544	0.607
	Esquipulas	47.3	7.7	56.0	1.7	0.678	0.704
	Concepción Las Minas	37.1	3.7	89.8	1.5	0.750	0.786
	Quezaltepeque	56.8	10.4	84.4	1.6	0.527	0.590
	San Jacinto	57.4	7.9	88.1	2.2	0.666	0.701
	Ipala	42.9	6.0	73.4	0.8	0.713	0.735
	Agua Blanca	65.1	18.2	81.2	0.3	0.672	0.702
	Asunción Mita	48.1	12.4	64.3	0.7	0.841	0.852
Jutiapa	Atescatempa	52.3	14.3	47.7	0.3	0.713	0.761
	Santa Catarina Mita	50.4	13.1	60.0	0.5	0.700	0.744

• Fuente: Informe de Desarrollo Humano Guatemala Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)

4.14. Determinación del segmento de mercado abarcado por el producto

4.14.1. Mercado de industria alimenticia

Se propone comercializar a industrias alimenticias que lo necesiten con materia prima se pretende vender en galones.

4.14.2. Mercado de industria farmacéutica

En la industria farmacéutica como desinfectante para venderse en diferentes presentaciones desde medio litro en adelante.

4.15. Determinación de la aceptación del proyecto, según encuesta

4.15.1. Resultados de encuesta.

La encuesta fue realizada en el área de Camotán, en las áreas aledañas a la municipalidad en donde se procedió a encuestar a una muestra de 38 personas de la población los resultados de la encuesta son los siguientes.

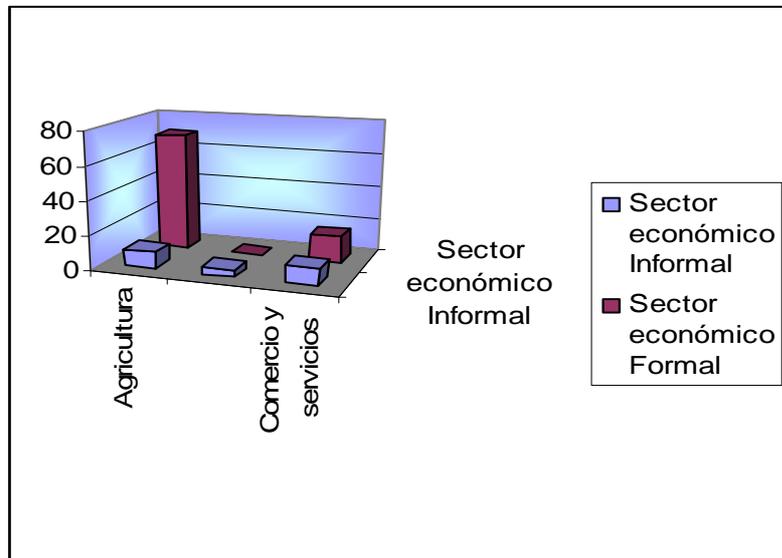
4.15.1.1. Actividad económica según sector

Tabla XII. Actividad económica según sector

Actividad económica	Sector económico	
	Informal	Formal
Agricultura	10.00	70.00
Industria	04.00	00.00
Comercio y servicios	10.00	20.00

Fuente: Encuesta

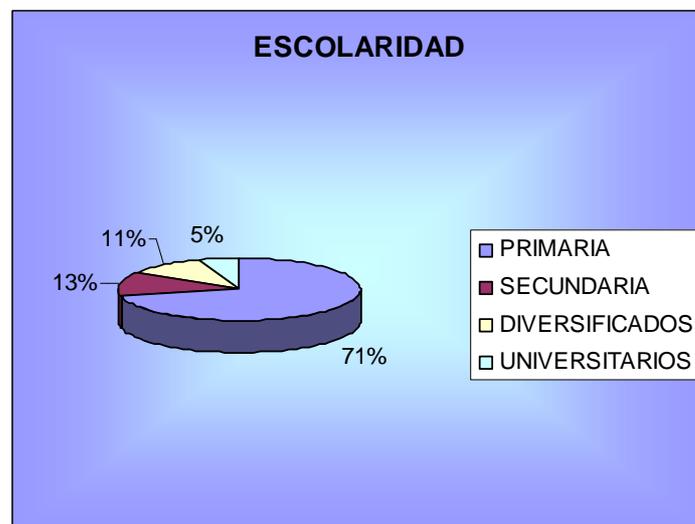
Figura 19. Gráfica actividad económica



Fuente: Encuesta

4.15.1.2. Escolaridad del sector

Figura 20. Gráfica de escolaridad del sector

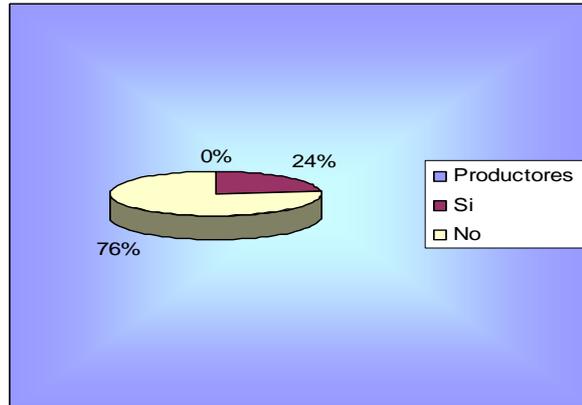


Fuente: Encuesta

La mayor parte de las personas entrevistadas tenían únicamente estudios a nivel primario, la mayoría de ellos sabía leer y escribir, pero muchos no habían rebasado el 4 año de primaria.

4.15.1.3. Porcentaje de productores de sorgo

Figura 21. Gráfica de porcentaje de productores de sorgo

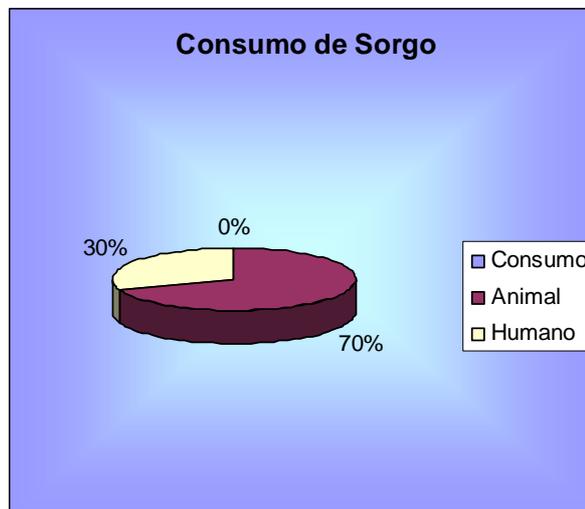


Fuente: Encuesta

La mayor cantidad de personas encuestadas que no producían actualmente sorgo, lo produjeron anteriormente pero con la reducción

4.15.1.4. Uso del sorgo

Figura 22. Gráfica consumo de sorgo



El 70% de las personas utiliza el sorgo para consumo animal, pues para consumo humano utilizan en su mayoría maíz, ahora el sorgo para consumo humano es en menor proporción.

4.15.1.5. Conocimiento sobre las propiedades del sorgo como productor de etanol.

Figura 23. Gráfica del conocimiento de las propiedades del sorgo



Fuente: Encuesta

La mayor parte de la población conoce un poco sobre las propiedades del sorgo como productor de etanol así como de la producción de alimentos para animales.

4.15.1.6. Porcentaje de aceptación de la ubicación de una planta de producción de etanol.

Figura 24. Gráfica de la aceptación del proyecto

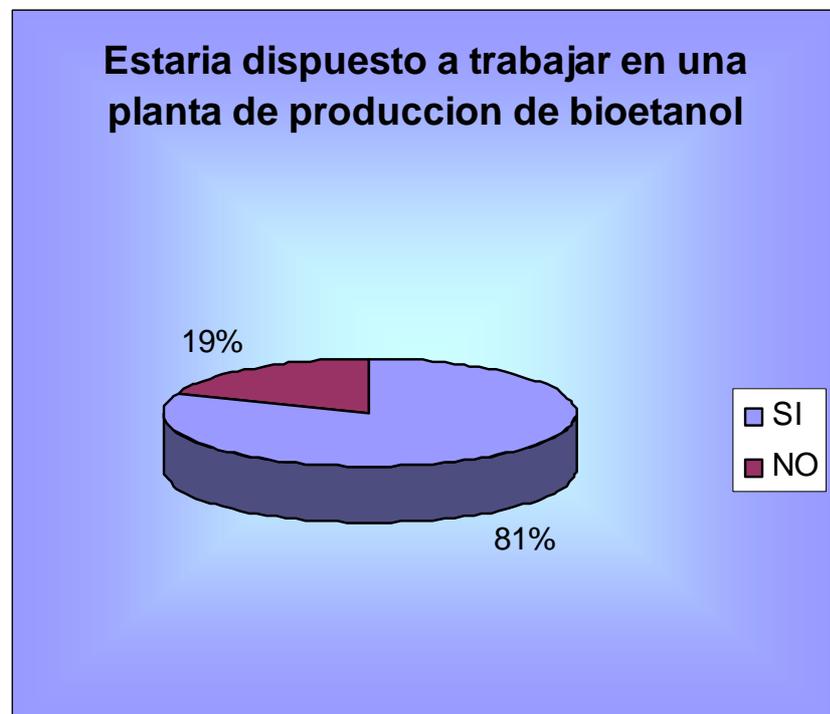


Fuente: Encuesta

La mayor parte de la gente estaba de acuerdo a que se colocara una planta de producción si eso incrementaba las fuentes de trabajo e implicaba la compra de materia prima del lugar.

4.15.1.7. Porcentaje de disposición a trabajar en una planta de producción de etanol.

Figura. 25. Gráfica de la disposición a trabajar en una planta de producción de etanol

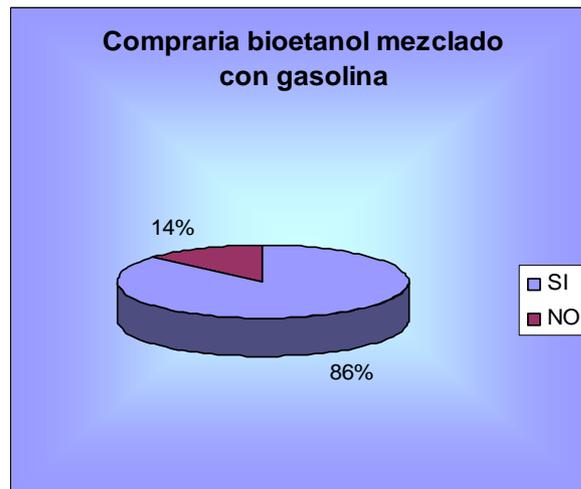


Fuente: Encuesta

Las personas que contestaron que no, dieron como motivo de su negativa el que estaban grandes de edad y que no tenían suficiente preparación académica para eso.

4.15.1.8. Porcentaje de población dispuesta a comprar gasolina mezclada con etanol.

Figura 26. Gráfica de la población dispuesta a comprar gasolina mezclada con etanol



Fuente: Encuesta

La mayor parte de la población estuvo de acuerdo con que si compraría gasolina mezclada con etanol.

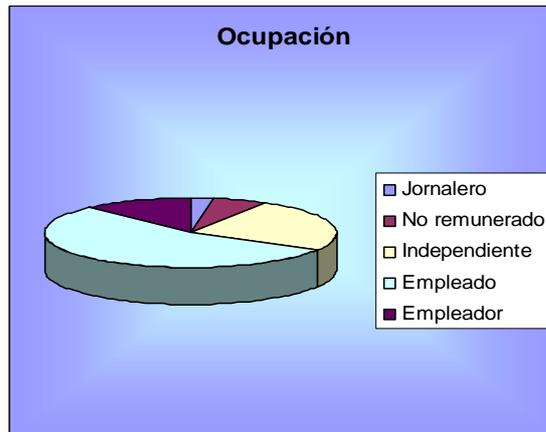
4.15.1.8.1. Posición ocupacional

Tabla XIII. Posición ocupacional

Posición ocupacional	%
Jornalero	2.00
No remunerado	5.00
Independiente	20.00
Empleado	45.00
Empleador	10.00

Fuente: Encuesta

Figura 27. Gráfica de posición ocupacional de la población



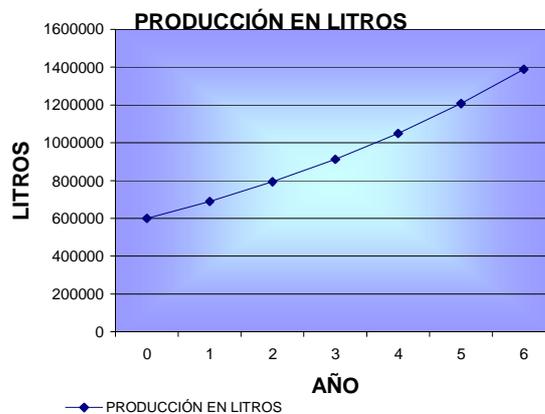
Fuente: Encuesta

El porcentaje mayor indica que las personas se encuentran en calidad de empleados, siguiéndole las personas que tienen actividades económicas independientes y los que trabajan como jornaleros.

4.16. Estudio de oferta y demanda proyectada

4.16.1. Oferta

Figura 28. Gráfica de la proyección a 6 años, con un incremento de un 20% en ventas anuales

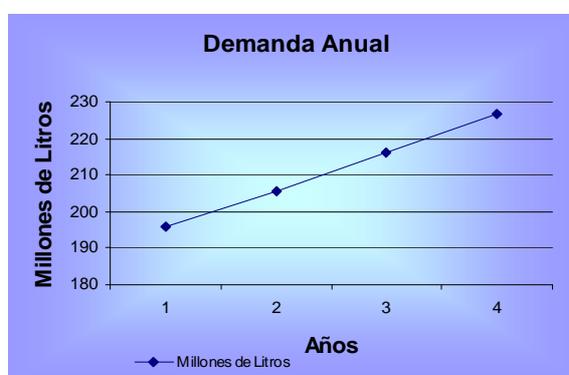


Fuente: Cálculos realizados en Microsoft Excel

4.16.2. Demanda

La demanda puede variar considerablemente en aumento pues el bioetanol puede ser una alternativa a los combustibles fósiles como sucede en otros países, aunque en este momento solo sea para usos industriales.

Figura 29. Gráfica de la curva de la demanda



Fuente: MEM

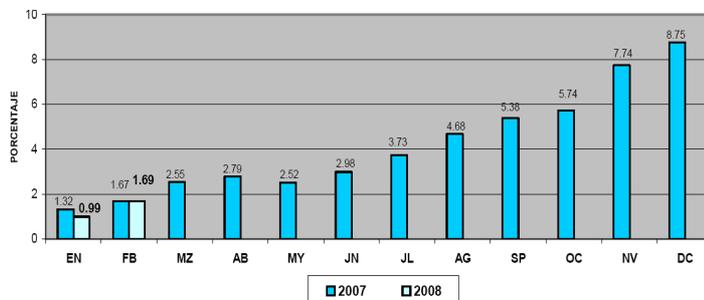
4.16.2.1. Datos de inflación, nivel país

Tabla XIV. Inflación mensual por divisiones y agrupaciones (Ene-Feb) 2008

División y Agrupación de Gasto	ENERO		FEBRERO	
	Número Índice	Variación Mensual	Número Índice	Variación Mensual
1 ALIMENTOS, BEBIDAS NO ALCOHOLICAS Y COMIDAS FUERA DEL HOGAR	198.44	1.48	198.96	0.26
ALIMENTOS	216.23	1.77	216.65	0.19
BEBIDAS NO ALCOHOLICAS, COMIDAS PREPARADAS Y GOSIOSINAS	156.98	0.54	157.76	0.49
2 VESTUARIO Y CALZADO	133.40	0.65	133.73	0.25
VESTUARIO	129.60	0.41	129.92	0.25
CALZADO	140.78	1.07	141.12	0.24
3 VIVIENDA, AGUA, ELECTRICIDAD, GAS Y OTROS COMBUSTIBLES	151.46	0.65	155.16	2.44
ALQUILERES REALES DE VIVIENDA	139.14	1.01	140.14	0.71
MANTENIMIENTO Y REPARACION REGULAR DE LA VIVIENDA	174.15	1.90	175.51	0.78
OTROS SERVICIOS RELACIONADOS CON LA VIVIENDA	158.10	0.33	163.84	3.63
4 MOBILIARIO, EQUIPO DE LA VIVIENDA Y MANTENIMIENTO DE RUTINA DE LA CASA	148.75	1.25	150.46	1.15
MUEBLES, MOBILIARIO, EQUIPOS DE ILUMINACION Y OBJETOS DECORATIVOS, ALFOMBRAS Y OTRAS CUBIERTAS PARA	143.26	-0.54	144.07	0.57
PRODUCTOS TEXTILES PARA EL HOGAR, INCLUIDA LA CONFECCION Y REPARACION	128.81	1.94	129.20	0.31
APARATOS DE USO DOMESTICO, ELÉCTRICOS O NO, INCLUYENDO SUS ACCESORIOS, REPARACIONES Y MANTENIMIENTO	126.26	1.10	126.58	0.25
CRISTALERIA, CUCHILLERIA, VAJILLAS Y UTENSILIOS PARA USO DOMESTICO	134.19	0.37	134.71	0.39
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS PARA LA CASA Y EL JARDIN	137.56	0.87	138.32	0.55
BIENES Y SERVICIOS PARA EL MANTENIMIENTO RUTINARIO DE LA VIVIENDA	156.48	1.57	158.80	1.49

Fuente: INE

Figura 30. Gráfica de la inflación acumulada. IPC: febrero 2008.



Fuente: INE

Tabla 15. Poder adquisitivo del quetzal. Año 2007-2008. (Base dic. 2000=100.0)

MES	INDICE DE PRECIOS		PODER ADQUISITIVO		PERDIDA PODER ADQUISITIVO 1_/_	
	2007	2008	2007	2008	2007	2008
Enero	155.81	168.88	0.64	0.59	0.36	0.41
Febrero	156.35	170.05	0.64	0.59	0.36	0.41
Marzo	157.70		0.63		0.37	
Abril	158.07		0.63		0.37	
Mayo	157.66		0.63		0.37	
Junio	158.37		0.63		0.37	
Julio	159.51		0.63		0.37	
Agosto	160.97		0.62		0.38	
Septiembre	162.06		0.62		0.38	
Octubre	162.61		0.61		0.39	
Noviembre	165.68		0.60		0.40	
Diciembre	167.23		0.60		0.40	

1_/_ La pérdida del poder adquisitivo del quetzal se refiere al año base: Diciembre 2000.

NOTA TÉCNICA: a partir del mes de octubre de 2005, se incluyó en el cálculo del índice de precios al consumidor el rango de consumo de energía eléctrica de 1 a 300 Kwh., ya que sólo estaba siendo investigado por el rango de 1 a 100 Kwh. Dicha inclusión se llevó a cabo atendiendo las recomendaciones formuladas por el Fondo Monetario Internacional -FMI- en el marco del Sistema General de Divulgación de Datos -SGDD-.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística.

4.17. Determinación o establecimiento de los canales de distribución

4.17.1. Factores limitativos de comercialización.

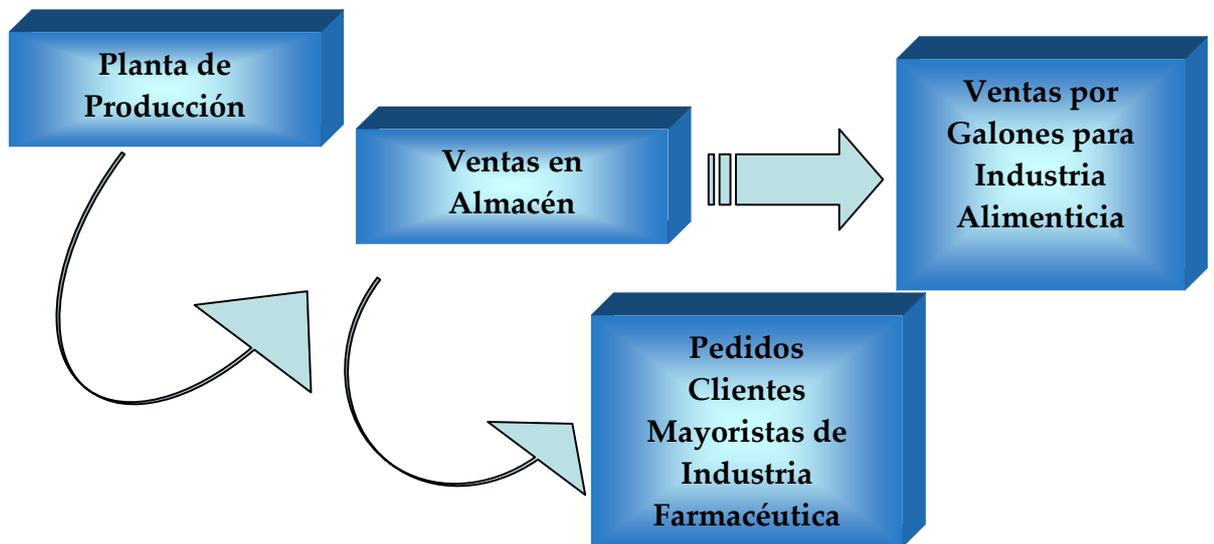
Las limitantes actuales es que la distribución se tiene que realizar en las áreas aledañas a la empresa para que los costos de transporte no se disparen haciendo el proyecto no rentable, la mejor opción de comercialización como una oportunidad de mercado esta en el proyecto que actualmente esta en etapa de realización, de una

planta de producción de biodiesel en el municipio de Jocotán, el proyecto tiene previsto iniciar el año 2009 aproximadamente en Septiembre.

4.17.2. Forma de comercialización

Debido a que el producto es un bien que va directamente a las manos del cliente, el producto pasará por el siguiente sistema de distribución

Figura 31. Diagrama de comercialización del producto



Donde la producción esta en función de los pedidos de los clientes que generan ordenes de trabajo para el productor, que pueden ser a escala mayorista, minorista o intermedio.

4.18. Determinación de políticas de venta

4.18.1. Precio

Según la evaluación de la encuesta, gastos de producción y otros rubros, la distribución de los precios será la siguiente:

Tabla XVI. Precio

Presentación	Precio
1 galón	Q.18.00
1 litro	Q. 4.55
½ litro	Q.2.30

Fuente: Determinación por precios de competencia

Los precios están sujetos a las variantes de precio de la materia prima.

5. TECNOLOGÍA E INGENIERÍA BÁSICA DEL PROYECTO

5.2. Aspectos de proceso

5.2. Aspectos y variables relacionadas con el proceso

5.1.9 Evaluación de materias primas

Antes de iniciar un proyecto de esta índole debe de establecer el potencial que la materia prima tiene para la elaboración de alcohol en el caso del sorgo, tiene potencial de fermentación tanto tallos como granos lo que hace que sea muy atractivo para la industria de producción de bioetanol, además de que sus residuos pueden ser utilizados para cogeneración en el caso de los tallos y alimento de ganado en el caso de los granos molidos.

5.1.10 Manipulación inicial

Hay por lo menos tres grandes tareas por cumplir en equipo de manejo inicial.

Estos son:

1. Recibir y almacenar la materia prima a fin de que su calidad no disminuya.
2. Limpiar la materia prima para proteger el equipo de procesamiento de materias primas y asegurar la calidad.
3. Reducir el tamaño de las partículas de materias primas a fin que el almidón o azúcar disueltos en jugo puedan recuperarse más económicamente.

Los tipos de equipos utilizados para realizar estas tareas pueden variar dependiendo del tipo de materia prima. En cualquier caso, los equipos deben mantenerse en buen estado y tener control de su mantenimiento periódico.

Se debe de registrar el peso y la limpieza de la materia prima, a fin que el operador tenga

control de cual es la materia prima que pasa los estándares y cual se queda, este control nos sirve para la gestión de calidad y para el control de producción.

5.1.11 Molienda

Molienda es uno de los pasos muy importantes en la obtención de bioetanol. Antes de procesamiento de grandes cantidades de cualquier materia prima, se deben procesar por lo mínimo un lote inicial en el cual se analice el tamaño de partícula en la que se produce la cantidad óptima de etanol. Si molemos muy finamente el grano ayuda a recuperar más alcohol pero hace que el proceso se dificulte, especialmente cuando estamos tratando de recuperar la masa a través del bastidor. Una vez que el tamaño óptimo se sabe, y el molino se ajusta a entregar ese tamaño, es necesario tener frecuencia de monitorización de rendimiento de molino. El tamiz debe de ser analizado con mayor frecuencia para controlar la molienda. Antes de la materia prima es sometida, se debe pesarse. Cualquier adecuado y fiable equipo de pesaje se puede utilizar. Este final de peso es el primer paso en el procesamiento por lotes. El origen de la materia prima deberá registrarse en una forma adecuada, junto con el peso medido y la fecha de procesamiento.

5.1.12 Cocina

Los granos deben de someterse a un proceso en el que se desdoble el almidón en los azúcares fermentables, estos serán utilizados por la levadura para producir alcohol y dióxido de carbono.

En la planta tenemos en cuenta que el desglose del almidón se realizara por medio de enzimas, y este proceso de desglose se realiza en dos pasos, el primero de ellos consiste en calentar el agua y mezclar la materia prima en presencia de una enzima, este paso denominado cocción/ licuefacción lo que hace es tomar la matriz del almidón y desglosarla en moléculas individuales, estas moléculas son almidón parcialmente hidrolizado o reducido a dextrina.

El segundo paso del proceso enzimático es denominado sacarificación, es convertir la dextrina en glucosa y la glucosa ya es un azúcar fermentable. Esto se logra con la ayuda de una segunda enzima que se añade a la masa después de que el enfriamiento de las temperaturas de cocción. La enzima utilizada para la licuefacción se llama alfa amilasa mientras que se utiliza para sacarificación se denomina amilo glucosa. Estas dos variedades de enzimas están disponibles de muchos fabricantes.

Cada uno de estos fabricantes pueden proporcionar información específica relativa a la recomendó el uso de su producto. En la práctica, estos procedimientos recomendados deben ser probados y modificado para proporcionar resultados óptimos con materia prima que está procesando.

5.1.12.1. Procedimiento para la cocción de los granos de sorgo dulce.

Aproximadamente 1200 galones de agua o 600 galones del agua recuperada de la destilación caliente a 170 grados F, se añadirá al tanque de cocción. Para evitar la sobrecarga del motor del mezclador y problemas en la separación y en la fermentación, si se utilizara del líquido fermentación no debe de usarse más de 600 galones. Para la mayoría de los granos, la cantidad de líquido utilizado en este momento es de aproximadamente 20% del peso del grano en galones para ser cocinados. El mezclado se inicia ajustando el pH a 6.0-6.5 con cal. Aproximadamente 3,6 libras de alfa amilasa, se añaden. La cantidad de alfa amilasa que se agrega es aproximadamente el 0.06% del peso seco del grano que se utilizara. Se usaran 6000 libras de sorgo estas permitirán que la tasa de mezclado sea eficiente. El vapor es admitido al tanque de cocción para mantener los 170 °F de temperatura

La tasa de vapor se debe de incrementar hasta que sea sensible, es decir que impida la agitación eficiente. La masa se calienta a 210 °F , desde la temperatura ambiente hasta esa temperatura tenemos una licuefacción casi completa.

La masa se enfría, y la lectura de ° brix debe de ser de 16-20. Una vez la masa esta a menos de 190°F, se agrega 1.8 libras de alfa amilasa lo que hace aproximadamente 0.03 del peso seco del grano. La masa se enfría a una temperatura máxima de 140 grados F, por bombeo a través del tubo exterior en el intercambiador de calor. El pH es ajustado a 4.0-4.4 con ácido clorhídrico diluido.

Luego de ese paso y con la masa aproximadamente a 140°F , este paso se tarda aproximadamente 2 horas y luego de eso se lleva a la separación

5.1.13 Separación de sólido líquido

El proceso de separación de sólido-líquido implica la recuperación de la porción de materia prima que no puede reducirse a una forma fermentable para el proceso de conversión en la cocción.

Hay dos opciones que la separación sea antes o después de la fermentación esta en este caso lo vamos a separar antes de fermentar, para poder utilizar este material lignocelulosico y porque luego en la destilación nos generaría complicaciones por el tipo de equipo que usaremos.

Para separar la masa primero es bombeada al separador por medio de una bomba de diafragma, se tiene que tomar en cuenta la variable de la velocidad de aire de la bomba, esta bomba se observa en el plano como No. 16. La tasa de bombeo que se puede utilizar en el separador es de 600-900 galones por

hora. El flujo de líquidos se hace a través de un tramo de dos pulgadas de maguera a un fermentador.

Descarga los sólidos en la parte superior de la pantalla del separador en la tolva de entrada de la prensa de tornillo. La prensa como se observa en el plano 1 con el 2 exprime continuamente el exceso de los líquidos en la masa y verte los sólidos en el recipiente de almacenamiento. Los líquidos de la prensa se ven atrapados en la cuenca de captura y se bombean de nuevo a la pantalla del separador, el rendimiento y la capacidad de estos se ve afectado por muchas variables entre ellas, la materia prima, la cocción, la velocidad de avance de sólidos, la longitud de tubo, la presión de la descarga. En general, la capacidad máxima de descarga de la prensa es de aproximadamente 6000 libras por hora de aproximadamente el 65% de humedad producto cuando está siendo alimentado por el separador. Alimentando toda la masa directamente a la prensa se reduce de forma significativa su capacidad de descarga.

5.1.13.1. Factores de control de rendimiento de prensa

5.1.13.1.1. Materia prima

Debido a su composición química, materias primas, naturalmente, algunas son menos húmedas que otras. Existen una de alto contenido proteínico (en granos) y pectina (en frutas) que las materias primas que contengan hacen que sean resbaladizas y compliquen el prensado. El pretratamiento con enzimas (proteasas o pectinasa) puede romper estas sustancias y mejorar en gran medida el rendimiento de prensa. En este caso tenemos dos materias primas, los tallos de sorgo, y la masa de los granos.

5.1.13.1.2. Cocina

La incompleta conversión de almidón puede hacer que la materia prima sea resbaladiza y difícil de prensar. El desglose completo del almidón es necesario para el funcionamiento eficiente de prensa.

5.1.13.1.3. Velocidad de alimentación de sólidos

La alimentación de sólidos a la prensa con demasiada rapidez y se traducirá en un bien de estrangulación tolva de entrada y eventual desbordamiento o sobrecarga de motor. Como alternativa, se requerirá la aprobación de la gestión puerta reduciendo la presión resultante en un mayor rendimiento, aunque da una mayor humedad al producto

5.1.13.1.4. Velocidad de alimentación de barrena

Una velocidad más rápida barrena se traducirá en una mayor capacidad prensa. También se exigirá el uso de más poder para ejercer la misma presión, sin sobrecarga de motor.

5.1.13.1.5. Longitud del tubo

La longitud sección del tubo de la barrena, al final del tornillo, desempeña un papel fundamental en el funcionamiento eficiente de prensa. A más largo en la sección aumenta la presión al final del tornillo, por lo general resulta en un producto más seco. Sin embargo, el aumento de la presión requiere más caballos de fuerza y reduce el rendimiento. Una sección más corta es necesaria para que los materiales de prensa secos.

5.1.13.1.6. La afinación de la compuerta de descarga por medio de presión

La presión ejercida sobre la puerta de descarga también puede variar si hablamos de masa mas seca, hay que variar la afinación de la

compuerta de forma que la longitud del tubo proporciones la mayor parte de la presión y la puerta tenga un ajuste muy fino.

5.1.6. Recipiente de almacenamiento del triturado

Este es llenado por la gravedad de descarga de materia prima, presionado a través de una puerta con bisagras en la parte superior. Salvo cuando se lleva a cabo la separación esta puerta se mantiene cerrada, de lo contrario permanece abierta.

Cuando la masa se remueve del recipiente se abren las puertas que tiene plena apertura del tamaño del ancho de la parte frontal de la caja y se usa un cargador para sacar el producto.

Periódicamente, la caja debe ser enjuagada con agua limpia y luego rociarla con una mezcla diluida de cloro y agua, para evitar la acumulación de microorganismos y que este se convierta en un caldo de cultivo, recordar que a aquí se coloca, también los restos de la caña ya molida.

5.1.7. Fermentar

Los fermentadores pueden llenarse, con el líquido obtenido de la filtración y prensa. En cualquier caso, el volumen de líquido enviada al fermentador deben registrarse, junto con la lectura °brix, pH y temperatura, alguna variación en estas cifras será necesario ajustar las cantidades de agua durante la cocción en caso de los granos y al jugo en el caso de los tallos. El pH debe ser aproximadamente de 4.0-4.5 y la temperatura de 80-95 grados F.

El siguiente paso importante consiste en añadir la levadura para el lote. Hay muchos fabricantes de levadura y cada uno va a dar instrucciones sobre la utilización de las levaduras y la fermentación deseada condiciones (brix, pH y temperatura) a la levadura adición.. Para promover la rápida fermentación, la

levadura en primer lugar, se añade a un tanque de arranque. Este tanque debe contener una pequeña parte de la fermentable líquido mezclado con agua y su adaptación a las condiciones óptimas de fermentación. La levadura se debe permitir que se propaguen en el tanque de arranque para 15-30 minutos antes de ser enviados a la fermentación.

Como comienza la fermentación, la levadura consume el azúcar fermentable y el rendimiento, principalmente el etanol, dióxido de carbono del gas y el calor. El etanol se mantendrá en solución, mientras que el dióxido de carbono del gas se incrementará a través del líquido y llenar la cabeza de espacio en el fermentador. El dióxido de carbono puede ser conducido por tuberías de la parte superior de la fermentación y que se les permita el flujo de la masa de almacenamiento.

Si el calor liberado por la reacción hace que la temperatura de fermentación a la altura de 95-100 grados F, debe ser suprimida o la levadura podría morir. Esto puede hacerse utilizando el exterior del tubo en tubo intercambiador de calor a través de una bomba y conexiones de manguera. La necesidad de fermentador de enfriamiento depende del tamaño del lote, tipo de materia prima y la temperatura del aire exterior.

El pH debe controlarse a lo largo de fermentación y un valor muy por debajo de 3,5 por lo general indica que alguna contaminación bacteriana se ha producido. La existencia de organismos que no sean la levadura en fermentadores en general, causará una disminución en el rendimiento de etanol. Mejor fermentador de limpieza antes de su llenado es obligatorio y adicional se debe tener cuidado para que la masa no está expuesto a los microorganismos que compiten antes de la fermentación. La fermentación se completa cuando no hay una mayor evolución de dióxido de carbono gas. Por lo general, esto requiere de

48-72 horas. La fermentación debe ser vaciado completamente, enjuagar con agua y luego limpiarse con una solución de lejía o de vapor.

5.1.8. Destilación

La unidad de destilación esta diseñada para el funcionamiento continuo, existe gran cantidad de variables que influyen en el rendimiento del sistema, cada uno de los cuales debe ser entendido y controlado dentro de ciertos límites para el funcionamiento satisfactorio.

5.1.8.1. Factores que influyen en el rendimiento del sistema de destilación

5.1.8.1.1. Presión de funcionamiento

La presión de la columna puede afectar la operación del sistema de dos maneras, la primera es que el punto de ebullición del etanol y del agua varia con la presión y la siguiente es que las bombas en la sección de destilación son seleccionadas en base a una cierta presión de funcionamiento. La unidad de destilación que aparece en el plano 3 está diseñada para funcionar a la presión atmosférica de la ventilación a través de reflujo tambor.

5.1.8.1.2. **Alimentación del fermento** .La alimentación del fermento puede variar en su contenido de alcohol, la temperatura y la velocidad que se bombee las columnas. Las tres de estas variables afectan el uso del vapor. La velocidad de la fermentación y la cantidad de alcohol en el fermento determinan la producción de alcohol de la columna. Para el funcionamiento económico, el fermento debe de tener un contenido mínimo de 7% de alcohol en peso, las columnas pueden manejar entre unos 90 y 140 galones por hora.

5.1.8.1.3. El flujo del reflujo

El ritmo del flujo al que el alcohol vuela a la columna de rectificación afectan el producto final y el consumo del calor, un flujo alto tiene como resultado mayor cantidad de alcohol pero también aumenta la demanda del calor y este aumento se vuelve significativo. Por lo que el flujo del

reflujo debe de mantenerse a un tipo mínimo siempre que hayas establecido la calidad del producto deseado. El reflujo de flujo debe mantenerse en el tipo mínimo que establece la calidad del producto deseado.

5.1.8.1.4. Tasa de calor

La cantidad de calor suministrado a la base de la columna de extracción es principalmente determinado por el flujo y reflujo de la entrada de cerveza la temperatura y la alimentación. Un calentamiento insuficiente resultará en la pérdida de alcohol en la columna de abajo. El exceso de calefacción requiere el uso adicional de combustible de caldera y condensador de enfriamiento y puede aumentar innecesariamente los gastos de funcionamiento. La velocidad de calentamiento deberá ajustarse de modo que la temperatura en la base de la columna de extracción se mantiene más o menos al punto de ebullición del agua para el particular sistema de absoluta presión de funcionamiento.

5.1.9.2 Condensador de rechazo de calor

El calor debe ser eliminado de los vapores del alcohol por el sistema de condensación. Si el condensador no elimina bastante calor, vapor de alcohol entonces se perderá la salida de humos y ninguna cantidad de reflujo será suficiente para enfriar la columna rectificadora de alta y obtener a prueba de producto. El exceso de calor rechazo permite el uso de demasiada agua de refrigeración que pueden aumentar innecesariamente los gastos de funcionamiento.

Puesta en marcha y el funcionamiento del sistema de destilación que aparece en el plano 1 es el siguiente:

1. Revise para asegurarse de que el aire instrumento está siendo suministrado adecuadamente a todos los controles neumáticos 4 y 12
2. Lentamente admitir vapor a la base de la columna de extracción.
3. Cuando el vapor ha llegado a la base de la columna rectificadora, a su vez sobre el fermento bomba de alimentación plano 1, 10 y lentamente iniciar el flujo.
4. Gire a las bombas 6 en las bases de ambas columnas de destilación; a su vez condensador / el ventilador de enfriamiento 9 y el subenfriador 10 de agua de refrigeración. Cuando el vapor llega a la parte superior de la columna rectificadora, a su vez, la bomba de reflujo y reflujo de controlador de serie 12 inicia el control automático de temperatura.
5. Ajustar el flujo de agua de refrigeración para mantener la temperatura deseada en el tambor de reflujo.
6. Ajuste la velocidad del fermento a los valores deseados.
7. Ajustar la tasa de vapor para mantener la temperatura de funcionamiento correcto en la base de la columna de extracción.
8. Medida producto final después de la prueba del sistema se ha estabilizado y ajustar controlador de reflujo y flujo de vapor para facilitar la prueba deseada con el mínimo consumo de energía.

Después de la puesta en marcha, el sistema se estabilice y seguir siéndolo siempre y cuando no hay variaciones en los insumos externos (es decir, los cambios en la temperatura de vapor, presión o caudal, temperatura del agua de refrigeración o el caudal de cerveza o piensos entalpía).

Periódicamente se observa y se hace ajuste automático y se mantiene los controles necesarios para asegurar la calidad continua del producto.

5.1.9.3 Calderas

La eficiente operación de la caldera es muy importante ya que proporciona la mayor parte del proceso de energía a la planta. La caldera debe instalarse, mantenerse y utilizarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Además, la eficiencia de calderas debe someterse periódicamente a prueba. La falta de eficacia por lo general puede ser atribuida al tratamiento inadecuado de alimentación y problemas posteriores sucios, falta de alimentación pre-calentamiento, o la grabadora de ajuste. Cualquiera de estos problemas debe corregirse lo antes posible.

Las dos cargas de calor en la caldera, la destilación y la cocción, ambos sólo requieren de baja presión de vapor. La presión de vapor de funcionamiento deben ser seleccionados sobre la base de la magnitud de estas dos cargas y las distancias de tuberías de vapor necesario en la planta. La caldera se muestra en el plano 1 funciona a 30 psig.

5.1.10. Dimensiones del equipo para el proceso

5.1.9.1 Equipo inicial de manipulación

El equipo inicial de manipulación implica la recepción y almacenamiento de la materia prima y la preparación para su procesamiento. El equipo en esta parte de la planta puede variar sustancialmente de las distintas materias primas. La planta deberá especificar y seleccionar el equipo adecuado para el

proyecto de materia prima. En este caso tenemos trituración de tallos y molienda de granos.

Primero trataremos la trituración de los tallos.

Se reciben en la bodega de almacenamiento de materia prima en donde son limpiados y llevados a la trituradora en donde se tritura y a partir de allí se trasladan al filtro prensa para poder obtener el jugo de los tallos que es almacenado en tanques para luego pasar a los tanques de almacenamiento para fermentarlos.

Para la reducción de partículas de granos tenemos. El grano se podrá recibir y almacenar en alguna de las maneras comúnmente aceptadas. El primer paso importante en el procesamiento de alcohol para la recuperación es la reducción de tamaño de partícula de la materia prima. La reducción de tamaño hará que la materia prima sea más susceptible a un rápido desglose de enzimas y haga mas eficiente la mezcla. En la selección de una determinada técnica de moler, uno también debe considerar método de separación de sólido-liquido será utilizado más adelante en el proceso y el uso final de la materia prima procesada.

Hay dos tipos básicos de molinos para moler granos - el molino de rodillos y el molino de martillo. El molino de rodillos es adecuado para los granos bajos en humedad que se parten fácilmente. En tales materias primas, el molino de rodillos una reducción de grano en manera uniforme. Un molino de martillo puede moler con éxito una variedad más amplia de materias primas.

Las materias primas deben de funcionar con cualquier tipo de molino hasta el punto que una molienda fina no produzca una aumento considerable en la recuperación del alcohol o haga que el proceso sea poco rentable.

Si la materia prima contiene material extraño (como terrones de tierra, piedras, basura, etc) que deben limpiarse antes de ser enviados a la fábrica. Cualquier molino también debe ser protegido por una trampa magnética.

Para la planta se muestra en la plano 1, la recepción de materia prima, el almacenamiento y la molienda se realiza en una bodega de materia prima. Los camiones descargan en un vertedero de abajo y tolva de grano de 100 toneladas de almacenamiento. De ser necesario, el grano molido es de un molino de rodillos 5HP, que se alimenta de almacenamiento de una barrena a través de un dosificador y pasa por una trampa magnética. Luego el grano es transportado a la planta. Luego de la reducción de tamaño de partícula, la materia prima es almacenada en el tanque que se muestra en el plano 1, 28. A partir de allí es dosificada en la tolva y pesada a continuación es dosificada al tanque de cocinar. La tolva que se muestra a escala en el plano 1 tiene una capacidad de 500 libras por que lo debe de ser cargado varias veces para un lote típico de 3000 lb.

5.1.9.2 Cocina

Cocina implica la ruptura del almidón contenido en la materia prima para el azúcar. Este reparto se realiza mediante la mezcla de la materia prima con agua tibia y las enzimas y, a continuación, la inyección de vapor para calentar la mezcla.

La cocina de la planta que aparece en el plano 1, 20, es un tanque de acero suave de una capacidad de 3000 galones. Es aislado, con un mínimo de dos pulgadas de espuma de uretano. El tanque se coloca sobre dos pilares de apoyo de acero y se inclinó hacia la salida, aproximadamente a un ángulo de 10°

El fogón está equipado internamente con un 1-1/4-pulgadas de diámetro, perforado la línea de vapor para la inyección directa de vapor. La línea de vapor se extiende la longitud del tanque y se coloca ligeramente fuera de la parte inferior como se muestra. Ha 1/8-pulgadas diámetro de los agujeros espaciados 2,5 pulgadas a lo largo de toda su longitud. La línea de vapor de la caldera a la cocina es 1-1/4-pulgadas diámetro y equipado con una válvula de globo para la regulación del flujo de vapor y una válvula para impedir el reflujo de la caldera. Un regulador trasero de presión también puede ser necesario en esta línea de vapor en función de las otras demandas de vapor en la caldera durante la cocción. El fogón también contiene una paleta de tipo mezclador. El mezclador de eje va unido por una cadena a una unidad de motor / reductor combinación en la parte superior de la cocina. Entradas y salidas a la cocina son a través de 2 pulgadas de diámetro, plena apertura válvulas de bola y conexiones de manguera.

Un intercambiador de calor externo

El intercambiador de calor externo como se observa en el plano 1 (19) se usa para enfriar el contenido de la olla a enfriar y fermentadores cuando sea necesario. Se compone de un tubo de cobre de 2 pulgadas de diámetro dentro de un tubo de 2-1/2-pulgadas diámetro también de cobre. El material a ser enfriado dentro de la tubería mientras que a contracorriente se bombea agua. El tubo tiene más pequeños deflectores en sus soldados fuera cada 3 pies a lo largo de su longitud para que lo apoyen en el interior del tubo más grande para crear un flujo turbulento de agua. Este intercambiador debe tener un mínimo de 20 pies de largo.

Conexiones a este intercambiador de calor se realizan a través de 2 pulgadas, conexiones de manguera.

5.1.9.3 Separador de sólido-líquido

En el fogón, el almidón contenido en la materia prima se convierte en azúcar soluble. En esta etapa, toda la masa podría ser fermentada. Una alternativa es primero separar los sólidos de los líquidos después de que el almidón se haya transformado en azúcar soluble y luego fermentar el líquido sólo. En cualquier caso, los sólidos y líquidos por lo general son separados en algún momento en el proceso. En el plano 1 se muestra que para el proceso de separación se utilizan dos etapas. En primer lugar, la mezcla se bombea desde el fogón a un separador de por medio de vibración (N ° 13). Este es un separador de tipo pantalla de vibración. Los líquidos que contienen azúcar fermentable pasar a través de la pantalla y hacia uno de los fermentadores a través de dos pulgadas de tubería. Los sólidos moverse fuera de la pantalla y caen en la tolva de la prensa de tornillo en el plano 1 (N ° 12).

En la prensa a medida que la masa es dosificada a través de la prensa del tubo, el exceso de líquidos que entran a través de las perforaciones se recoge en la cuenca de captura y se bombea vuelve a subirse al separador. Los sólidos continuará a lo largo del tubo, y al final del tubo sin nada de líquido caen por la gravedad a el recipiente de almacenamiento de la masa, Plano 1 (N ° 14).

5.1.9.4 Almacenamiento del triturado

El prensado de masa, que tiene alrededor del 65% de humedad, se puede almacenar hasta que se acumula suficiente para el transporte o uso directo (como alimento de animales etc.).

La masa se almacena en una completamente cerrada y caja de madera en el plano 1 (N ° 14). Esta caja tiene un marco de metal que se tiene en su

interior 3/4- de pulgada de espesor de madera contrachapada. La madera contrachapada debe ser tratada con un sellador de humedad.

El triturado cae en la casilla por efecto de la gravedad a través de una pequeña puerta en la parte superior. El recipiente de almacenado puede ser vaciado por completo al abrir las puertas de la parte frontal utilizando un cargador para moverlo.

El dióxido de carbono de los fermentadores se canaliza al recipiente de almacenamiento de la masa. Esto mantiene la masa fresca (hasta un máximo de un mes) hasta que pueda ser utilizado.

5.1.9.5 Sección de fermentación

Cada fermentador como se observa en el plano 1 (8) consiste en un tanque de plástico de 3,400 galones. Cada tanque se coloca en una posición consistente en un período de dos pulgadas de acero marco piso con dos pulgadas de diámetro con tubos de acero piernas. El stand se inclina hacia el fermentador la salida aproximadamente a un ángulo de 7 grados. Cada fermentador está equipado con un termómetro al ingreso y un segundo termómetro a la salida, para mezclar el contenido fermentador con una bomba. El movimiento del contenido de cada fermentador es a través de un a maguera de dos pulgadas de largo por dos pulgadas de diámetro, que tienen un válvula de bola totalmente abierta.

5.1.9.6 Sección de Destilación

La sección de destilación de la planta se muestra en los planos 1 y 2.

Tras la fermentación, el contenido de cada fermentador es decir el fermento es bombeado a la sección de destilación. El fermento esta

contenido en un tanque plástico vertical con la capacidad de 4600 galones. Durante la destilación el fermento es bombeado en forma continua, se observa la bomba en el plano 1, 10, este pasa por el tubo del lado del refrigerante/precalentador. Este es un intercambiador de calor de concha y tubo de 4 pasos. El fermento pasa entonces al tubo de entrada del lado del segundo fermento. Desde la salida de este precalentador, el fermento es alimentado en la sección de la segunda placa más alta en el paso de la columna.

En el paso de la columna, la alimentación cae en el receptor y afecta a la parte vacía de la placa de abajo. A continuación, viaja a través de la parte perforada de que la placa, a lo largo de la toma de azud, y el receptor. Después de viajar por toda la longitud de la columna ya través de cada tamiz placa, la viñaza resultante se bombea a través de la concha del lado de la segunda etapa de cerveza precalentador y para el depósito de viñaza.

El objetivo de la extracción por columna es para eliminar el alcohol del fermento. El vapor se inyecta en la base de la columna de extracción. La tasa de vapor puede ser controlada por una válvula de reducción de presión.

Más exacto control de flujo de vapor puede obtenerse a través de la utilización de una temperatura controlada de vapor válvula. El vapor se eleva a través de la placa de perforaciones y lleva consigo el alcohol en los piensos y algún vapor de agua.

Los vapores de la parte superior de la columna de extracción proceden de un tubo de escape a través de dos pulgadas de diámetro y entran en la base de la columna rectificadora. Estos vapores entonces pasan a través de las perforaciones en las placas de la columna y salen en la parte superior en la concha del lado del condensador/ precalentador Desde el condensador /

precalentador el producto es sólo un condensado parcial, de etanol junto al aire refrigerado por intercambiador de calor. Este intercambiador se condensa completamente y pueden sub-enfriar el producto ligeramente. El alcohol pasa entonces por la gravedad a través de un solo paso, refrigerado por agua, en el intercambiador de concha y tubos. Al controlar la tasa de flujo de agua a través de este intercambiador, la temperatura del alcohol entran en el tambor de reflujo puede mantenerse en una constante. Estos múltiples condensadores / subenfriadores permiten precalentar al máximo el fermento y reducir al mínimo el uso agua de refrigeración . La temperatura del caudal de reflujo es controlado por una válvula cuyo sensor se coloca en el espacio de vapor en la parte superior de la columna de (la experiencia operativa indica que un sensor más adecuado posición es de aproximadamente dos tercios de la forma en la rectificación de la columna) . El controlador de reflujo contiene un caudalímetro para controlar el flujo de reflujo.

El etanol es que no regresó a la rectificación de la columna como reflujo de las corrientes a cabo el desbordamiento del tambor de reflujo y el plástico, producto final tanque.

5.1.9.7 Calderas

El calor en forma de vapor se suministra a la cocina y la destilación de una sección de 10 caballos de fuerza, propano-calderas plano 1 (17). Esta es una unidad totalmente envasados que contiene todos los controles de combustión y de alimentación depósito, bomba y los controles.

Alimentación a la caldera primero debe pasar a través de un ablandador de agua, plano 1 (6) y debe calentarse tanto como sea posible. Precalentar alimentación puede obtenerse durante la destilación por medio de las viñazas,

calderas de gas de escape, desde el agua descargada de un intercambiador de calor, o el de un intercambiador de calor externo.

5.1.9.8 Recuperación de viñaza

La viñaza se compone de agua caliente que contenga disueltos sólidos en suspensión como materia prima no se elimina por los separadores y muertos en células de levadura. La viñaza se bombea desde el paso de la columna al depósito de viñazas

Aproximadamente, el 25% al 40% de la viñazas calientes pueden ser reutilizados en el próximo lote cocinar. Esto logra un importante ahorro en agua de proceso y el consumo de energía, ya que cada cocinero comienza con agua precalentada. A medida que la cantidad de viñazas que se recicla en los siguientes lotes aumenta, mezclador de motor aumentan las cargas y sólido-líquido separación cada vez más difícil. Muy altas tasas de reciclado (es decir, superior a un 40% aproximadamente) pueden perjudicar la fermentación. La viñaza que no es reciclada puede ser vendida con fertilizante.

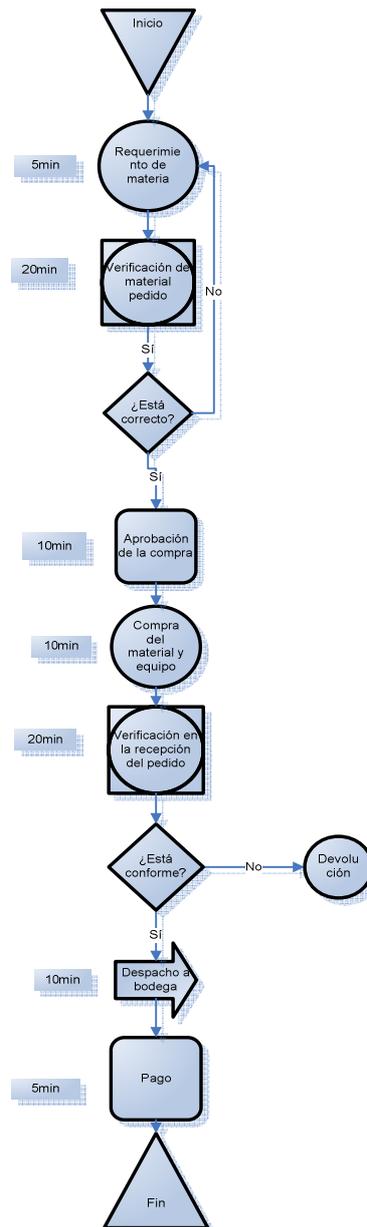
5.1.9.9 Almacenamiento del agua caliente.

Este sistema consiste en un 4,600 galones de plástico de almacenamiento de agua del tanque, bomba y tanque de neumático tal y como se muestra en el plano 1 (3, 4, y 5). Agua caliente de la salida de la refrigeración por agua intercambiador de calor en la sección de destilación y la de un intercambiador de calor externo se canaliza en el tanque de retención de agua. Esta agua puede utilizarse en el próximo lote de cocinar, para lavar la planta, o las dirigidas a suavizante y se utiliza como alimentación de calderas.

5.3. Procesos de producción

5.2.1 Diagrama de flujo, proceso de requisición de materiales

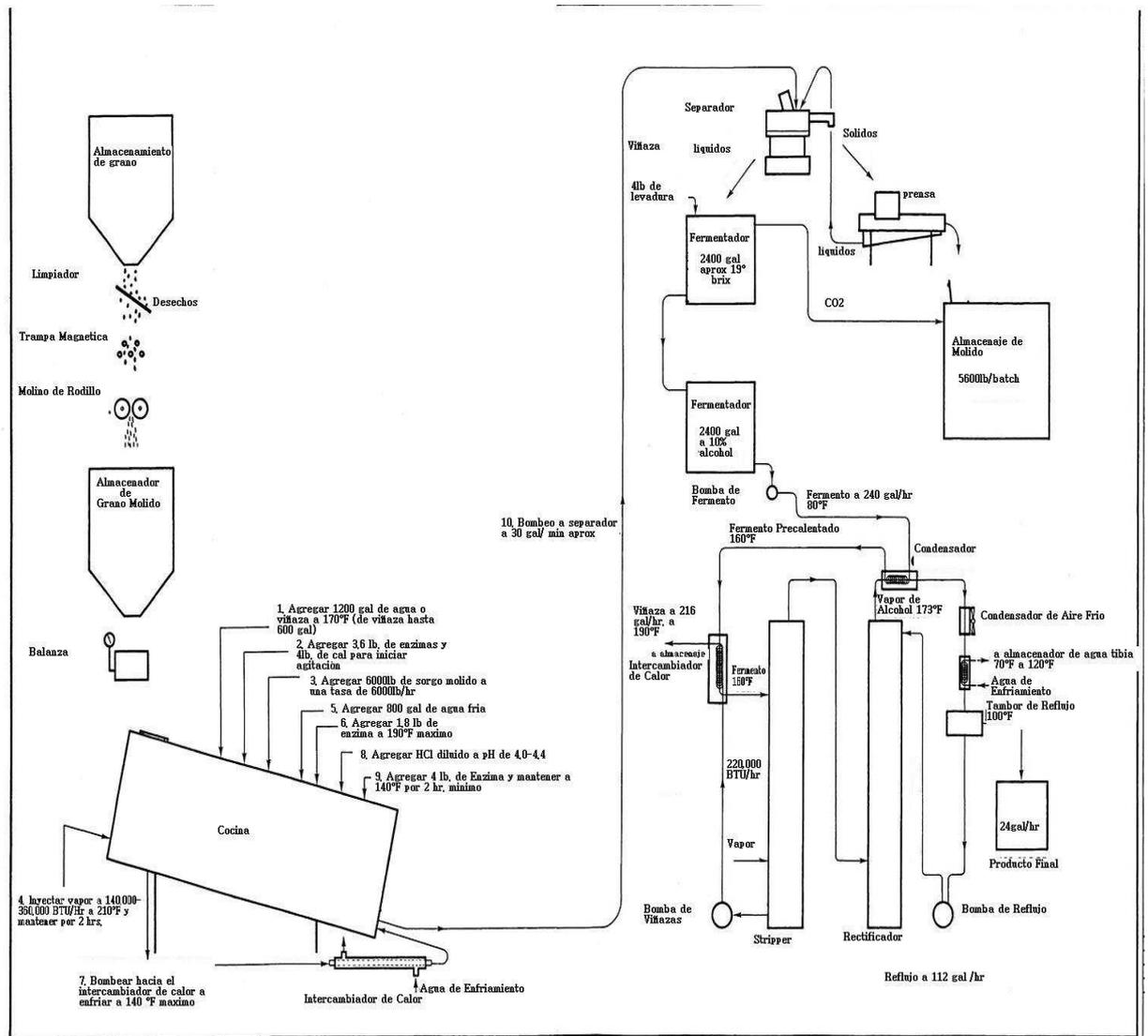
Figura 32. Diagrama de flujo, proceso de compras



Fuente: Elaborado debido a las necesidades de planta

5.2.2 Diagrama de flujo, proceso producción de bioetanol a partir de tallos de sorgo dulce

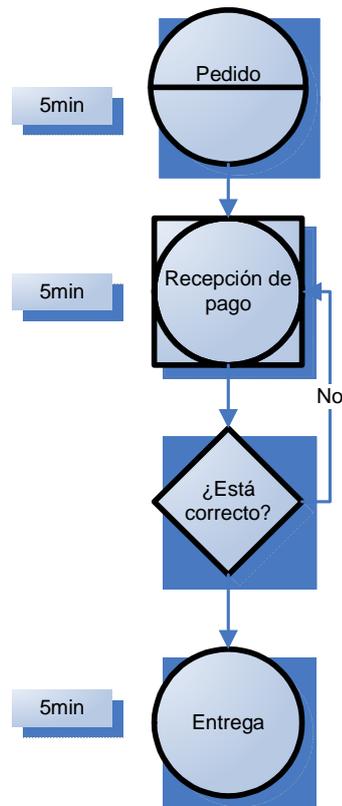
Figura 33. Diagrama de flujo, proceso de elaboración de bioetanol



Fuente: http://journeytoforever.org/biofuel_library/Butterfield/butterfield1.html#intro.

5.2.3 Diagrama de flujo, proceso de ventas

Figura No. 34: Diagrama de flujo, proceso de ventas



Fuente: Elaborado de acuerdo a las necesidades de la planta

5.3. Tamaño de la planta

5.2.1. Capacidad

Tabla XVII. Cantidad de materia prima requerida

Jugo de los tallos	2400 galón
Grano de sorgo(excluyentes)	6000 lb/batch
Agua	1200gal/batch
Levadura	4lb/batch
Energía eléctrica	95.5 Kw/día
Días /Año	360
Total de bioetanol producido	653184litros/año
Producción mensual	54432litros/mes
Duración de batch	5 días
Batch al año	42

Fuente: Cálculos realizados en Microsoft Excel

Tabla XVIII. Proyección en la producción, 5 años

Año	Unidades por año litros
1	653184.00
2	685843.20
3	720135.36
4	756142.13
5	793949.23

Fuente: Cálculos realizados en Microsoft Excel

Al utilizar los granos de sorgo que se producen en exceso, es decir estos que no son utilizados para consumo humano tendríamos un aumento de producción, elevado, como se describe a continuación.

Sin usar granos se producen 653184.00 litros al año, haciendo un calculo a partir de los datos de producción en exceso que son 9225 quintales al año, entre el rendimiento de 28 quintales por hectárea obtenemos 329.42 ha, eso multiplicado por el rendimiento de litros por hectárea que son 2500, nos proporciona el valor de 823,660.71 litros de producción lo que genera un aumento del 126% es decir que existe un aumento considerable de producción

5.2.2. Factores condicionantes del tamaño

Tabla XIX. Factores condicionantes del tamaño

Tamaño del proyecto respecto a:	Situación	Viabilidad
La demanda	Demanda es mucho mayor que la producción calculada para el proyecto	Si
Los suministros e insumos	Existe suficiente cantidad de estos para suplir las necesidades de producción	Si
Tecnología y equipos	Existen distribuidores que proveen el servicio de venta de maquinaria y otras tecnologías a nivel regional	Si
Financiamiento	Existe un estudio donde establezca que financiamiento bancario se necesita para el proyecto	Si
La organización	Los locales de producción cubren las necesidades de espacio para que la producción se lleve a cabo de manera continua	Si

Fuente: Determinación a través de necesidades de la planta

5.4. Aspectos técnicos

Tabla XX. Matriz de Leopold

VARIABLES DE INCIDENCIA	EFECTO			TEMPORALIDAD			ESPACIALES			MAGNITUD			
	POSITIVO	NEGATIVO	NEUTRO	PERMANENTES	CORTA	MEDIA	LARGA	LOCAL	REGIONAL	NACIONAL	LEVES	MODERADO	FUERTES
Medio Físico													
Incremento del Ruido		X		X				X			X		
Incremento de la Actividad Industrial del lugar		X		X				X				X	
Desechos (sólidos, líquidos, gaseosos)		X		X				X				X	
Medio Biológico													
Control de desechos que tengan alta carga biológica		X		X				X				X	

Estudio de prefactibilidad para el establecimiento de una planta de producción de bioetanol, a partir de los tallos de sorgo dulce, en el municipio de Camotán, departamento de Chiquimula

Viñazas		X		X				X				X
Medio Social												
Creación de Nuevos Empleos.	X				X			X				X
Mejora económica de los pobladores	X			X				X				X
Incremento en la producción de sorgo	X			X				X				X

Fuente: Determinación a partir de las características de la planta

Tabla XXI. Caracterización de impactos de arboleda CI

IMPACTO	CI	INTERPRETACIÓN
DESECHOS GASEOSOS	0.3	POCO SIGNIFICATIVO
DESECHOS SÓLIDOS	2.45	MEDIANAMENTE SIGNIFICATIVO
MANEJO DE AGUA DE ALIMENTACIÓN	1.5	POCO SIGNIFICATIVO
MANEJO DE MASA	1.47	POCO SIGNIFICATIVO
MANEJO DE AGUA DE DESECHO	2.56	MEDIANAMENTE SIGNIFICATIVO
RUIDO PRODUCIDO	1.62	POCO SIGNIFICATIVO
MANEJO DE VIÑAZAS	4.4	SIGNIFICATIVA
MANEJO DE LEVADURAS	2.16	MEDIANAMENTE SIGNIFICATIVO

Fuente: Determinación a partir de las características de la planta

Tabla XXII. Caracterización de impactos de arboleda EIYM

IMPACTO	EIYM	INTERPRETACION DE EIYM
DESECHOS GASEOSOS	-5.7	Muy favorable para la viabilidad
DESECHOS SÓLIDOS	-3.55	Muy favorable para la viabilidad
MANEJO DE AGUA DE ALIMENTACIÓN	-3.5	Muy favorable para la viabilidad
MANEJO DE MASA	-3.53	Muy favorable para la viabilidad
MANEJO DE AGUA DE DESECHO	3.56	Medianamente favorable para la viabilidad
RUIDO PRODUCIDO	-2.38	Muy favorable para la viabilidad
MANEJO DE VIÑAZAS	6.4	Poco favorable para la viabilidad
MANEJO DE LEVADURAS	-2.84	Muy favorable para la viabilidad

Fuente: Determinación a partir de las características de la planta

5.5. Localización de la planta

5.5.3 Criterios de selección

5.5.1.1 Clasificación industrial de las naciones unidas

Tabla XXIII. Clasificación del grupo industrial

Clasificación	Descripción
1551	Destilación, rectificación y mezcla de bebidas alcohólicas; producción de alcohol etílico a partir de sustancias fermentadas

Fuente: <http://www.icrisat.org/Media/2007/media9.htm>.

5.5.1.2 Niveles de ruido

Tabla XXIV. Niveles de ruido del proyecto

Proceso	Nivel de ruido (Decibeles)
Planta de producción	100
Local comercial para venta	50

Fuente: <http://www.icrisat.org/Media/2007/media9.htm>.

5.5.2 Localización industrial de la planta de producción

5.5.2.1 Macro localización

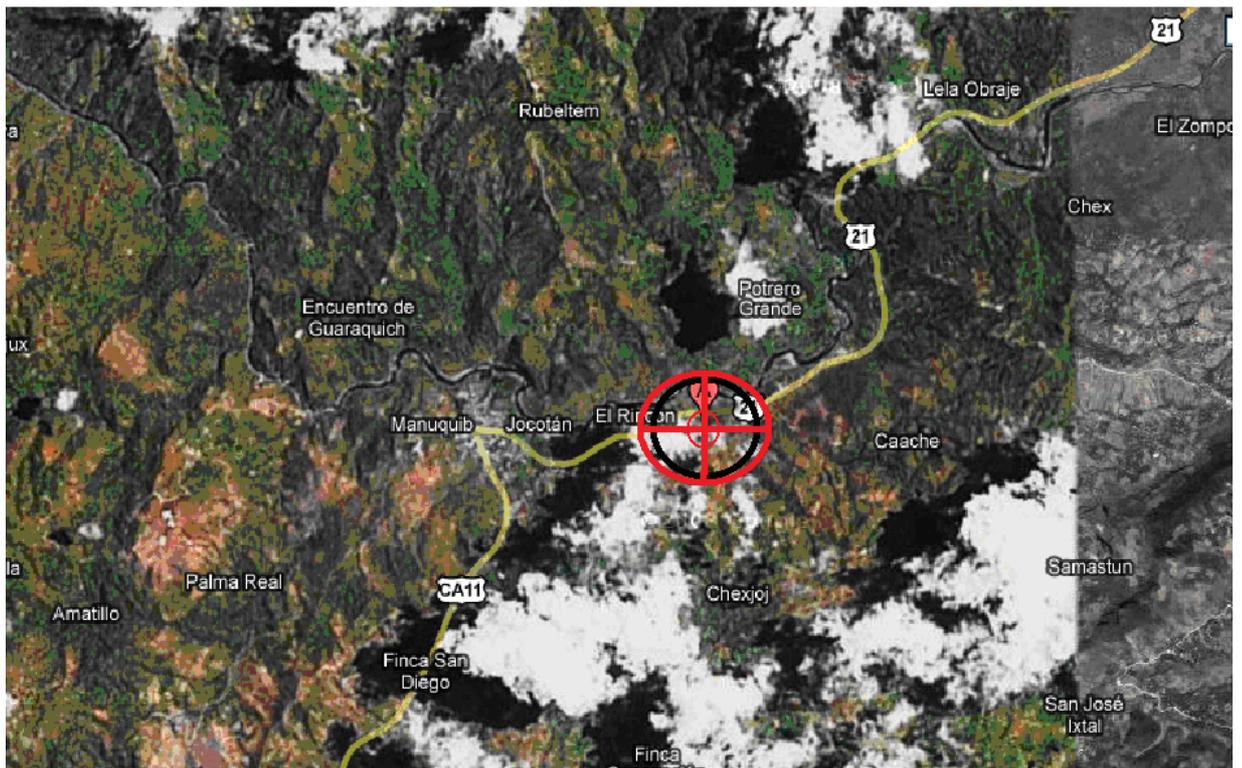
El proyecto se ubicara en el municipio de Camotán que cuenta con las siguientes características.

Latitud 14° 93' 24”

Longitud 89° 22' 24”.

La altura de la cabecera municipal es de 450 m.s.n.m

Figura 35. Ubicación del proyecto



Fuente: Google Earth

La macro localización del proyecto corresponde al municipio de Camotán, esto se debe a que el municipio tiene acceso a la carretera desde Chiquimula, es de fácil acceso tiene cercano el río, lo que hace mas atractivo

por el afluente de agua. Este la Carretera que pasa en ese punto es la CA11 – 21 y el río es El Grande.

5.5.2.2 Micro localización

La ubicación adecuada para el proyecto se determinó por el método de evaluación de puntos, el cual evaluó dos alternativas, seleccionando la más adecuada de acuerdo con los intereses del proyecto. A continuación se presenta el resumen del análisis.

Tabla XXV. Camotán, río arriba, criterios de evaluación por alternativa

Criterio	% por importancia	Terreno 1	Terreno 2
Ubicación	10	Camotán, río Arriba	Lanquitin
Costo de alquiler del terreno	40	Q 1,500.00	Q 2,000.00
Costo de la Infraestructura necesaria.	10	Q 150,000.00	Q 180,000.00
Área del terreno	40	1 manzana	1 manzana

Fuente: Investigación de campo.

Tabla XXVI. Criterios de importancia

Criterio	Puntuación
Excelente	4
Adecuado	3
Regular	2
Inadecuado	1

Fuente: Ref. No. 1

Tabla XXVII. Camotán, criterios de evaluación por alternativa

Criterio	Terreno 1	Terreno 2
Ubicación	10*4 = 80	10*4 = 80

Estudio de prefactibilidad para el establecimiento de una planta de producción de bioetanol, a partir de los tallos de sorgo dulce, en el municipio de Camotán, departamento de Chiquimula

Costo de alquiler del terreno	$40*4 = 160$	$40*3 = 120$
Costo de la Infraestructura	$10* 4 = 40$	$10*3 = 30$
Área del terreno	$40*4 = 160$	$40*4 = 160$
Total	430	390

Fuente: Investigación de mercado

De acuerdo con la evaluación por puntos realizada, se pudo establecer que la mejor opción es la alternativa de es el terreno 1 ubicado en Camotán, porque reúne las condiciones necesarias de ubicación, costos y área del disponible.

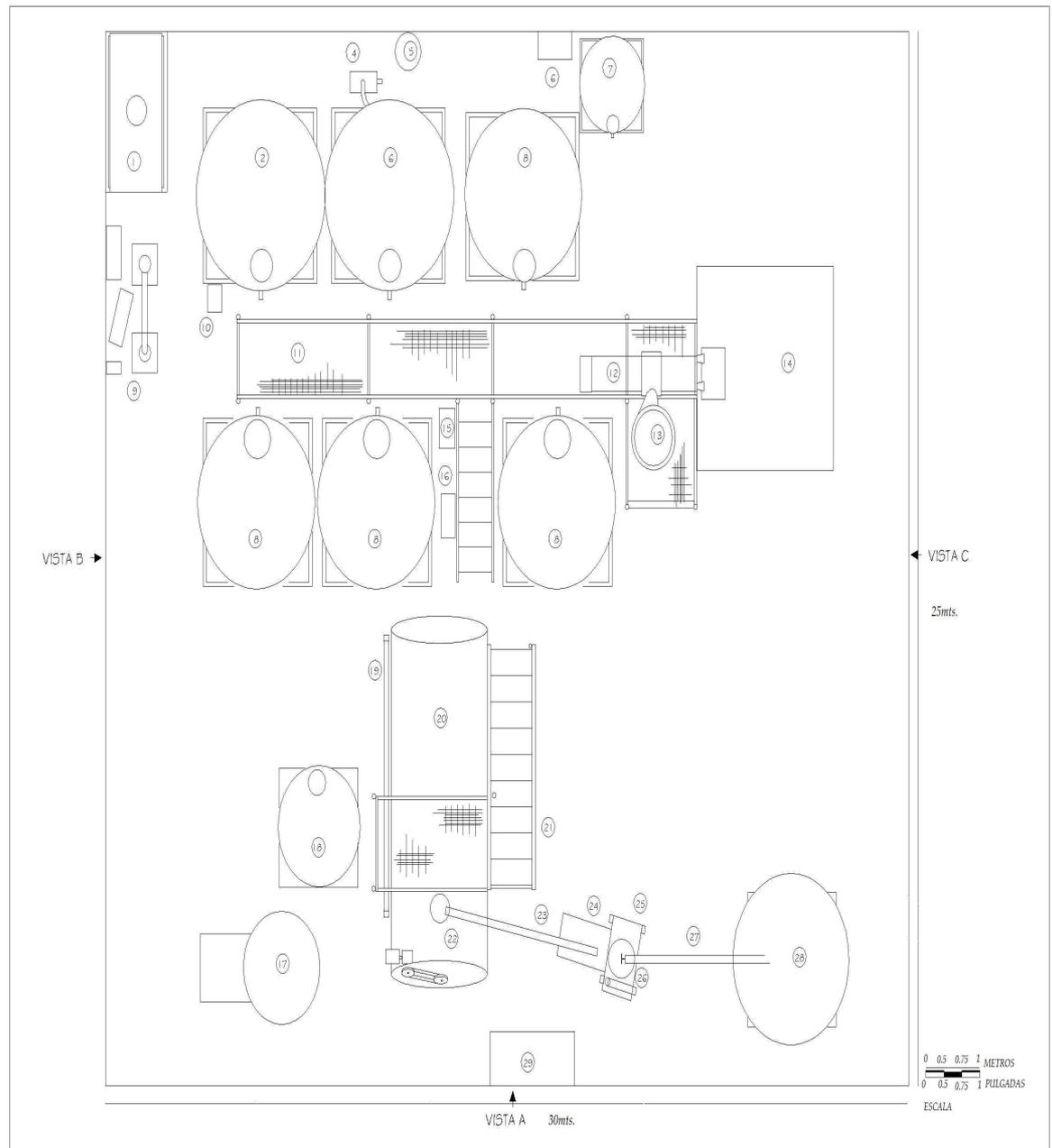
Figura 36. Fotografía de la ubicación



Fuente: Visita de Campo

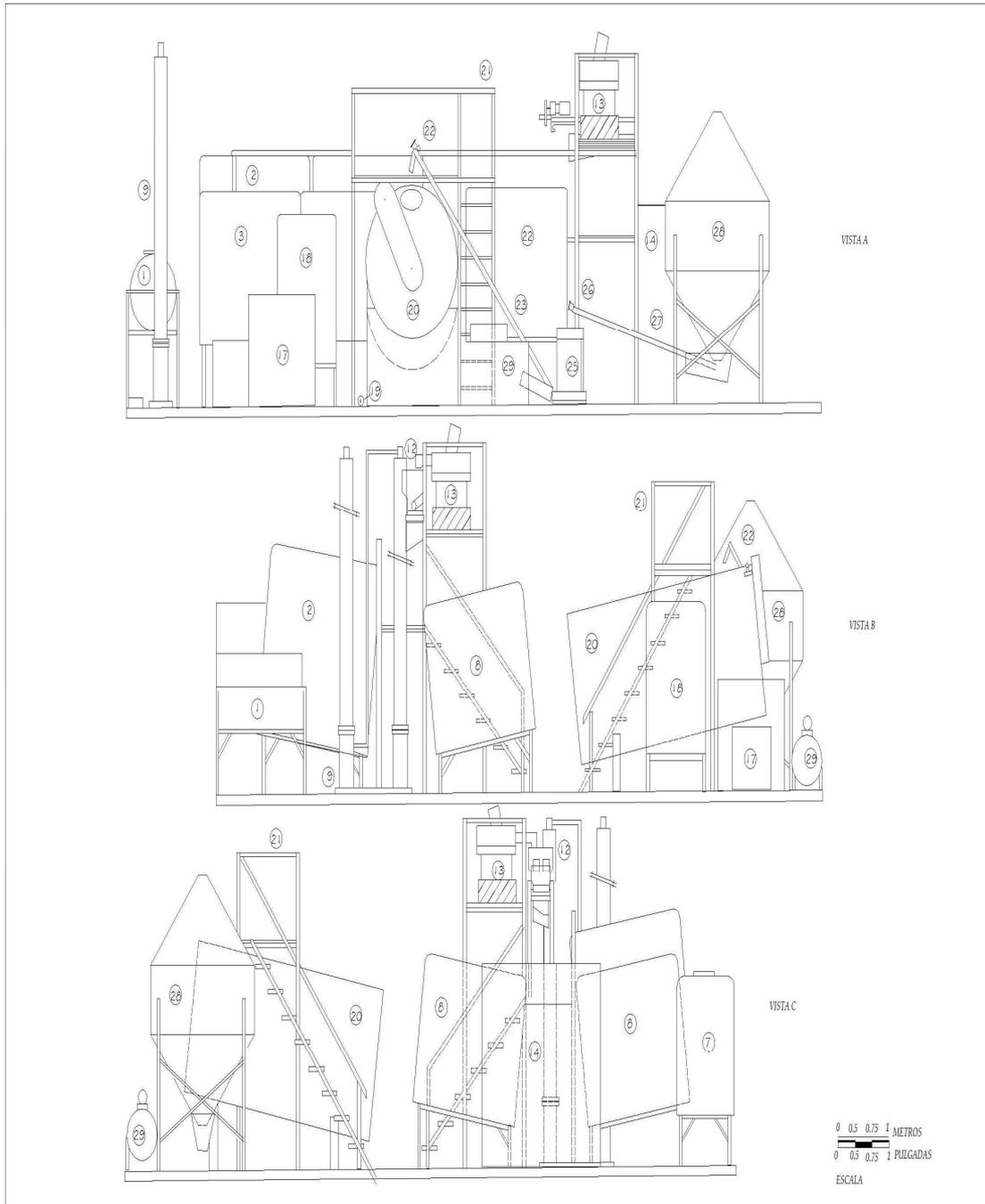
5.6. Planos de la planta

Figura 37. Plano de vista aérea 1



Fuente: http://journeytoforever.org/biofuel_library/Butterfield/butterfield1.html#intro.

Figura 38. Plano de Vista lateral 2



Fuente: http://journeytoforever.org/biofuel_library/Butterfield/butterfield1.html#intro.

5.7. Materias Primas

Lo que sigue es una discusión de cada uno de los principales factores que afectan a las plantas los gastos de funcionamiento:

5.7.1. Materia prima - El precio de materia prima y el rendimiento práctico del alcohol suelen ser los factores principales que afectan a los gastos de funcionamiento. La práctica de alcohol rendimiento es el rendimiento realmente obtenida con arreglo a las condiciones de funcionamiento que puede ser considerablemente inferior al rendimiento potencial obtenido a partir de pruebas de laboratorio (en la práctica el rendimiento será menor cuando hay pérdidas de llenado y vaciado de tanques, en el sólido-líquido etapa de separación, a la destilación y la puesta en marcha o apagado). Dentro de los costos de materias primas tendríamos.

Tabla XXVIII. Costo de materia prima

Tipo	Cantidad	Precio
Tallos de Sorgo	1 quintal	Q10.00
Granos de Sorgo	1 quintal	Q. 105.00

Fuente: Investigación de Campo

5.7.2. Enzimas - El costo de las enzimas depende de la materia prima y el tipo de alcohol rendimiento obtenido por cada lote transformado. La experiencia operativa debería permitir una reducción sustancial en la cantidad de enzima necesaria para obtener los resultados deseados. Las enzimas utilizadas serian.

Tabla XXIX. Tipos de enzimas usadas en el proceso

Tipo
Alfa milasa
Aminoglucosa

Fuente: <http://www.icrisat.org/Media/2007/media9.htm>.

5.7.3. Levadura - El costo de la levadura por galón de alcohol con el uso de reciclar algunos de levadura (de un fermentador a otro) y un depósito de levadura de arranque (para las nuevas culturas).

5.7.4. Los productos químicos – Cal, ácido y suavizante, NaOH, entre otros.

5.8. Abastecimiento de la planta

El abastecimiento de la planta se debe de realizar con proveedores locales, los que no son proveedores locales serán contactados a través de Internet y teléfono

El abastecimiento de la planta para su funcionalidad será hecho proponiendo una cooperativa para que los pequeños productores del sorgo entreguen el producto en esta lugar y así podamos tener abastecimiento de los tallos y los granos.

El agua y la energía eléctrica no son una complicación dentro del área, se paga la cuota de energía y agua y se tiene agua asegurada para todo el año, en la producción

Los químicos y las levaduras, todo lo que no se pueda adquirir en el área se obtendrá en la ciudad capital haciendo un viaje periódico cada mes para poder adquirir los implementos necesarios.

5.2.1. Maquinaria y equipo

5.11.1.1 Listado de equipo.

1. Tanque de almacenamiento de etanol, un día de producción, 600 galones horizontal tanque de polietileno (XLPE).
2. Tanque de fermentación, 4600 galones tanque vertical de XLPE.
3. Tanque de almacenamiento de agua, 4600 galones tanque vertical de XLPE
4. La bomba de agua y motor; Precio P-100 bomba centrífuga, impulsada por la correa a 2700 RPM de un 1 HP, motor TEFC.
5. Tanque Neumático para el almacenamiento de agua, 240 galones.
6. Ablandador de agua.
7. Tanque almacenamiento de 2000 galones vertical de XLPE.

8. Tanques de fermento cuatro en total; 3400 galones tanques verticales de XLPE.
9. Sección de destilación.
10. Bomba y motor, de desplazamiento positivo bomba de tornillo rotativo, cinturón-manejado por un 1 / 3 HP TEFC, para fermento
11. Pasarela.
12. Tornillo de prensa.
13. Separador de pantalla Vibracional y auto-kit de limpieza
14. Recipiente de almacenamiento; cuadro con marco de acero de 3 / 4 "de madera contrachapada paredes y el techo
15. Bomba y motor portátil; bomba centrífuga directa impulsada por un 2HP,
3450 RPM,
16. Bomba portátil del aire que funciona como bomba de diafragma
17. Caldera, baja presión de la caldera 10HP
18. Tanque de almacenamiento de agua, 2000 galones, tanque vertical de XLPE.
19. Un intercambiador de calor externo, 2 pulgadas de cobre dentro de un tubo de 2-1/2 "de tubos de cobre
20. Fogón.
21. Pasarela.
22. Motor de la tolva de alimentación; 3 / 4 HP, 1750 RPM, TEFC
23. Barreno para la tolva de alimentación 4 pulgadas de diámetro
24. Tolva de Alimentación
25. Escala.
26. Motor para barreno, 1 / 2 HP, 1750 RPM, TEFC
27. Barreno; de 4 pulgadas de diámetro.
28. Tanque de almacenamiento de materias primas, acero, cono de fondo

del tanque de reserva, aproximadamente 6 toneladas de capacidad.

29. Compresor de aire; aproximadamente 25 CFM de aire libre.

5.2.2. Proveedores de suministros y equipo

5.11.1.6 Suministros para la producción

Tabla XXX. Suministros para la producción

No.	Nombre De la empresa	Dirección y teléfono	Suministro	Grado de confiabilidad
1	Comunidad de Camotán, productores de Sorgo en la Región	▪ Camotán, coordinados por el área de gestión ambiental de la municipalidad	Sorgo, tallo y grano	Seguro
2	Municipalidad de Camotán	▪ Calle principal al ingreso de Camotán frente a la Escuela nacional.	Agua y luz eléctrica	Seguro

Fuente: Investigación de Campo

5.8.2.2 Equipo

Tabla XXXI. Equipo

No.	Nombre De la empresa	Dirección y Teléfono	Suministro	Grado de confiabilidad
1	Tecun S.A.	3a calle 3-60 Z.9 Tel: (502) 23 34 65 34	Equipo	Seguro
2	SWECO	.F. Saravia & Co., S.A. P. O. Box 181 Moravia 2150 Calle 21 Avenida 10B Casa #1094	Equipo	Seguro

Estudio de prefactibilidad para el establecimiento de una planta de producción de bioetanol, a partir de los tallos de sorgo dulce, en el municipio de Camotán, departamento de Chiquimula

		San José, Costa Rica		
3	Clayton de México	Energía Industrial Aplicada Casa 5 Mz. 10 Residenciales Terranova, Zona 6 de Villanueva Guatemala 66363602	Equipo	Seguro
4	Hidrotecnia	Avenida la castellana 39-36 Z-8 Guatemala -Guatemala, Guatemala Teléfono(s) : (502) 23848400,(502) 24721212 Fax : (502) 24715239	Equipo	Seguro

Fuente: Investigación de mercado

5.8.2.3 Suministros en general

Tabla XXXII. Suministros en general

No.	Nombre de la empresa	Dirección y Teléfono	Suministro	Grado de confiabilidad	Posible sustituto
	MERCK	Merck, S.A. - Guatemala 12 Avenida 0-33 Zona 2 de Mixco Ciudad de Guatemala, Guatemala , Centro América Área Química - Tel. (502)-2410-2300	Enzimas, NaOH y HCl	Seguro	Quimiprova , 24732888.
2	Librería y Papelería Arimany	8 C 10-38 Z-1 Tel. (502) 22305370	Oficina	Seguro	DISTRAGSA 21 C 11-06 Z-1 Telefonos:

					(502)22326640
1	Génesis Partnership Company S.A.	40 Calle 22-75 A Zona 12 Tel: 52 08 26 47	Limpieza	Seguro	LABCO 18 Calle 15-90 Zona 13 Tel: (502) 23 32 11 22

Fuente: Investigación de Mercado

5.12. Servicios auxiliares

5.9.1. Transporte

El servicio de transporte de la materia prima va incluido en el costo de la materia prima pues los proveedores de esta tienen que pagarlo.

La empresa cuenta con un pick up para los usos necesarios.

5.9.2. Seguridad

La seguridad está incluida en los gastos de la empresa.

5.13. Cuadros de producción e ingresos

5.10.1 Costos iniciales, equipo de producción, costo de instalación, costo total

Tabla XXXIII. Inversión inicial

Costo del Equipo de la Planta				
Descripción del artículo	El coste de los equipos US \$	Costo de Instalación US \$	Costo Total US \$	Costo en Quetzales
Equipo de manipulación	Muy dependientes de la materia prima tipo y la necesidad de almacenamiento		20,000.00	150,200
Cocina, incluidos los de pie, en coche y agitador, la línea de vapor y aislamiento	15,000	1,300	16,300	122,413

Estudio de prefactibilidad para el establecimiento de una planta de producción de bioetanol, a partir de los tallos de sorgo dulce, en el municipio de Camotán, departamento de Chiquimula

Un intercambiador de calor externo	2,500	200	2,700	20,277
Los separadores de sólidos líquidos				
Pantalla Vibradora	7,500	1,500	9,000	67,590
Tornillo de prensa	5,000	2,500	7,500	56,325
Almacenamiento del triturado	2,000	200	2,200	16,522
Fermentadores (4) está incluida y accesorios	15,000	2,500	17,500	131,425
Sección de destilación, entre ellos dos columnas con internas, bombas, intercambiadores de calor y controles	10,000	4,000	14,000	105,140
Calderas, incluidos los de alimentación y sistema ablandador de agua	10,000	2,000	12,000	90,120
Viñazas valorización, incluido el tanque y accesorios	1,200	200	1,400	10,514

Estudio de prefactibilidad para el establecimiento de una planta de producción de bioetanol, a partir de los tallos de sorgo dulce, en el municipio de Camotán, departamento de Chiquimula

Almacenamiento de Agua Caliente, tanques, neumáticos y tanque de bomba	4500	1000	5,500	41,305
Bomba, incluye dos bombas portátiles (un aparato de aire abierto), compresor de aire y controles	9000	2500	11,500	86,365
Plomería	4,000	1,500	5,500	41,305
General del servicio eléctrico	4,000	2000	6,000	45,060
Equipos de laboratorio	2500	0	2,500	18,775
Varios, incluye pasarelas, herramientas especiales y equipo de mantenimiento	3000	1000	4,000	30,040
Total	91200.00	20900.00	132100.00	992071.00

Fuente: Proveedores de Equipo

Tabla XXXIV. Gastos operativos

GASTOS OPERATIVOS	AÑO 1 (Q)
Agua, luz y teléfono (bodega)	14400.00
Alquiler del terreno	18000.00
Sueldos	566489.94
Insumos de producción	702756.00
Depreciaciones	181655.20

TOTAL	1483301.14
-------	------------

Fuente: Cálculos en Excel

5.11. Estructura Administrativa

5.11.1 Recursos humanos

5.11.1.1 Personal

Tabla XXXV. Recursos humanos

Puesto	No. Posiciones
Gerente General	1
Gerente Administrativo	1
Gerente de Operaciones	1
Operadores de planta	10
Encargado de atención al cliente	1
Contador	1
Personal de Seguridad	2
Personal de limpieza	2
Total	19

Fuente: Elaboración propia en base a las necesidades propias de la empresa

5.11.1.2 Jornadas Laborares

Tabla XXXVI. Horario de trabajo según área

Puesto	Horario					Tiempo de almuerzo	Tiempo total laborado
	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi		
Gerente General	9:00am-13:00pm y 14:00pm-18:00pm					1hora 13:00pm-14:00pm	40hrs
Gerente de operaciones	9:00am-13:00pm y 14:00pm-18:00pm					1hora 13:00pm-14:00pm	40hrs
Gerente administrativo	9:00am-13:00pm y 14:00pm-18:00pm					1hora 13:00pm-14:00pm	40hrs
Operadores de planta	Turnos rotativos, Sábados y Domingos					1hora	40hrs

Estudio de prefactibilidad para el establecimiento de una planta de producción de bioetanol, a partir de los tallos de sorgo dulce, en el municipio de Camotán, departamento de Chiquimula

Ventas	9:00am-13:00pm y 14:00pm-18:00pm	1hora 13:00pm-14:00pm	40hrs
Contador	9:00am-13:00pm y 14:00pm-18:00pm	1hora 13:00pm-14:00pm	40hrs
Personal de limpieza	9:00am-13:00pm y 14:00pm-18:00pm	1hora 13:00pm-14:00pm	40hrs
Seguridad	Turnos rotativos, Sábados y Domingos	1hora	60hrs

Fuente: Elaboración propia en base a las necesidades de la empresa

5.11.1.3 Organigrama

Figura 39. Organigrama



Fuente: Elaboración propia en base a las necesidades de la planta de producción

5.11.1.4 Perfil de puestos

Tabla XXXVII. Perfil de gerente general

Descripción del puesto	
Identificación del puesto de trabajo:	
Nombre del puesto:	Gerente General
Ubicación física y administrativa:	Destilería Chortí
Unidad de operación	Administración de empresas
Objetivos:	
Contar con una persona encargada de planificar, dirigir, hacer y verificar todo el funcionamiento de la empresa.	
Responsabilidad	
Será el responsable de administrar de manera eficiente los fondos destinados para la empresa, así como mantener un contacto directo con los proveedores y dirigir a todo el personal.	
Funciones	
Planificar, organizar, coordinar, dirigir, supervisar y evaluar el funcionamiento del sistema completo. Atender y resolver problemas que se originen en la empresa Velar porque sus subordinados cumplan eficientemente con sus labores. Reportar y realizar mensualmente el presupuesto de los costos. Planificar todos los tours que se hagan durante el mes.	
Requisitos para el puesto	
De formación:	Licenciatura en administración de empresas
De experiencia:	3 años mínimos en puestos similares.
Edad comprendida entre:	25-40 años

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a las necesidades de una empresa para gerente general

Tabla XXXVIII. Perfil de gerente administrativo

Descripción del Puesto	
Identificación del puesto de trabajo:	
Nombre del puesto:	Gerente administrativo
Ubicación física y administrativa:	Destilería Chortí
Unidad de operación	Administración
Objetivos:	
Contar con una persona encargada de velar manejar el área administrativa de la empresa.	
Responsabilidad	
Será el responsable de administrar de manera eficiente los fondos destinados al área de administración, ventas	
Funciones	
Planificar, organizar, coordinar, dirigir, supervisar y evaluar el funcionamiento del sistema completo. Atender y resolver problemas que se originen en la empresa Velar porque sus subordinados cumplan eficientemente con sus labores. Reportar y realizar mensualmente el presupuesto de los costos. Planificar todos los tours que se hagan durante el mes.	
Requisitos para el puesto	
De formación:	Licenciatura en Administración de empresas
De experiencia:	3 años mínimos en puestos similares.
Edad comprendida entre:	25-40 años

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a las necesidades de una empresa para gerente administrativo

Tabla XXXIX. Perfil de gerente de producción

Descripción del puesto	
Identificación del puesto de trabajo:	
Nombre del puesto:	Gerente de producción
Ubicación física y administrativa:	Destilería Chortí
Unidad de operación	Producción
Objetivos:	
<p>Contar con una persona encargada de velar por la producción de la empresa. Debe planificar, organizar, dirigir y supervisar el buen funcionamiento general del área de producción la empresa.</p>	
Responsabilidad	
<p>Será el responsable de administrar de manera eficiente los fondos destinados para la empresa, así como mantener un contacto directo con los proveedores y dirigir a todo el personal.</p>	
Funciones	
<p>Planificar, organizar, coordinar, dirigir, supervisar y evaluar el funcionamiento del sistema completo. Atender y resolver problemas que se originen en la empresa Velar porque sus subordinados cumplan eficientemente con sus labores. Reportar y realizar mensualmente el presupuesto de los costos. Planificar todos los tours que se hagan durante el mes.</p>	
Requisitos para el puesto	
De formación:	Licenciatura en Administración de empresas
De experiencia:	3 años mínimos en puestos similares.
Edad comprendida entre:	25-40 años

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a las necesidades de una empresa para gerencia de producción

Tabla XL. Perfil de contador

Descripción del puesto	
Identificación del puesto de trabajo:	
Nombre del puesto:	Contador
Ubicación física y administrativa:	Laboratorio Chortí
Unidad de operación:	Administrativo financiero
Objetivos:	
Contar con una persona encargada de llevar todo el control financiero de la empresa.	
Responsabilidad	
Será el responsable de llevar el control de todos los movimientos financieros que ocurran en la empresa.	
Funciones	
Realizar pagos a trabajadores, ayudar a realizar el presupuesto mensual, realizar flujos de cajas, llevar el control de todos los movimientos financieros, realizar todos los estados financieros de la empresa. Llevar el control de todos los ingresos y egresos que ocurran durante un periodo contable. Analiza la situación financiera de la empresa.	
Requisitos para el puesto	
De formación:	Perito contador
De experiencia:	3 años mínimos en puestos similares.
Edad comprendida entre:	25-45 años

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a las necesidades de una empresa para el puesto de contador

Tabla XLI. Perfil del personal de limpieza

Perfil del empleado	
Identificación del puesto de trabajo:	
Nombre del puesto:	Personal de limpieza
Ubicación física y administrativa:	Destilería Chortí
Temática de operación:	Limpieza de la empresa
Objetivo:	
Contar con el personal que se encargue de mantener limpia, ordenada la empresa. .	
Responsabilidad	
Será el responsable de mantener limpia todos los cuartos donde se hospedan los turistas, así de mantener limpio todos los baños, las sábanas y de verificar que siempre se cuenten con los suministros adecuados que necesitan las personas en los baños.	
Funciones	
Barrer, trapear y sacudir las áreas designadas, eliminar cualquier incidente que ocurra y ensucie algún área de la empresa, limpiar los baños, llevar a lavar todo material utilizado por los turistas, cooperar con alguna otra función que se le asigne momentáneamente.	
Requisitos para el puesto	
De formación:	Ninguna
De experiencia:	Ninguna
Edad comprendida entre:	Ninguna

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a las necesidades de una empresa para empleado de limpieza

Tabla XLII. Perfil de operador de planta

Perfil del empleado	
Identificación del puesto de trabajo:	
Nombre del puesto:	Operador de planta
Ubicación física y administrativa:	Destilería Chortí
Temática de operación:	Elaborar productos
Propósito del puesto:	
Contar con el personal que se haga cargo de elaborar los productos de la empresa.	
Responsabilidad	
Será el responsable velar por la calidad de los productos y por la elaboración de los mismos.	
Funciones	
Elaborar los diferentes tipos de productos.	
Requisitos para el puesto	
De formación:	Diploma de 3ro básico
De experiencia:	1 año en tareas de manufactura
Edad comprendida entre:	18 - 45 años

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a las necesidades de una empresa para un operador

Tabla XLIII. Perfil de empleado de ventas

Perfil del empleado	
Identificación del puesto de trabajo:	
Nombre del puesto:	Vendedor
Ubicación física y administrativa:	Destilería Chortí
Unidad de operación:	Ventas
Objetivos:	
Contar con personal encargada de atender a todas las personas que lleguen a comprar el producto y/o necesiten información acerca del mismo.	
Responsabilidad	
Será el responsable de atender a todas las personas que lleguen a las instalaciones de la empresa.	
Funciones	
Atender a los posibles clientes, Resolver dudas a cerca del producto, precios y opciones de compra, coordinar acciones conjuntas con personal de seguridad para protección de la empresa. Atender llamadas telefónicas.	
Requisitos para el puesto	
De formación:	Diploma de nivel diversificado
De experiencia:	1 año mínimo en puestos similares
Edad comprendida entre:	18-40 años

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a las necesidades de una empresa para empleado de ventas

Tabla XLIV. Perfil de empleado de seguridad

Perfil del empleado	
Identificación del puesto de trabajo:	
Nombre del puesto:	Seguridad
Ubicación física y administrativa:	Destilería Chortí
Unidad de operación:	Administración
Objetivos:	
Mantener la seguridad del lugar	
Responsabilidad	
Será el responsable de mantener la seguridad del lugar, asegurándose que no haya ingreso de personas que no pertenezcan a la planta.	
Funciones	
Cuidar la Puerta del lugar y mantener constante vigilancia de la entrada y salida de trabajadores y visitantes de la planta	
Requisitos para el puesto	
De formación:	No requerida
De experiencia:	1 año mínimo en puestos similares
Edad comprendida entre:	18-40 años

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a las necesidades de una empresa para empleado de seguridad

5.11.1.5 Planilla

Tabla XLV. Planilla salarial

Puesto	No.	Sueldo base	Bono	Cuota IGGS	Cuota patronal	Sueldo neto	Egreso total por colaborador	Egreso total por puestos
Gerente general	1	9000.00	750.00	434.70	1140.30	9750.00	11325.00	11325.00
Gerente de producción	1	6000.00	360.00	289.80	760.20	6360.00	7410.00	7410.00
Gerente de administrativo	1	6000.00	360.00	289.80	760.20	6360.00	7410.00	7410.00
Operadores de planta	10	3500.50	250.00	169.07	443.51	3750.50	4363.09	43630.88
Ventas	1	1309.20	250.00	63.23	165.88	1559.20	1788.31	1788.31
Contador	1	1309.20	250.00	63.23	165.88	1559.20	1788.31	1788.31
Personal de limpieza	2	1309.20	250.00	63.23	165.88	1559.20	1788.31	3576.62
Seguridad	2	2000.00	250.00	96.60	253.40	2250.00	2600.00	5200.00
								82129.12

Fuente: Cálculos realizados en Microsoft Excel

6. ESTUDIO FINANCIERO

6.4. Inversión Requerida

El monto de capital para iniciar el proceso productivo de Destilería Chortí será de **1242071.00** el capital puede ser originado de un préstamo bancario con un interés anual del 14% el cual se invertirá en maquinaria y equipo, instalaciones y todo lo relacionado en el cuadro siguiente.

Tabla XLVI. Activos fijos de la empresa

Costo del equipo de la planta				
Descripción del artículo	El coste de los equipos	Costo de instalación	Costo total	Costo en quetzales
Equipo de manipulación	Muy dependientes de la materia prima tipo y la necesidad de almacenamiento		20000.00	150200.00
Cocina, incluidos los de pie, en coche y agitador, la línea de vapor y aislamiento	15,000.00	1,300.00	16,300.00	122413.00
Un intercambiador de calor externo	2,500.00	200.00	2,700.00	20277.00
Pantalla Vibradora	7500.00	1500.00	9000.00	67590.00
Tornillo de prensa	5000.00	2500.00	7500.00	56325.00
Almacenamiento del triturado	2000.00	200.00	2200.00	16522.00
Fermentadores (4) está incluida y accesorios	15000.00	2500.00	17500.00	131425.00
Sección de destilación, entre ellos dos columnas con internas, bombas, intercambiadores de calor y controles	10000.00	4000.00	14000.00	105140.00

Estudio de prefactibilidad para el establecimiento de una planta de producción de bioetanol, a partir de los tallos de sorgo dulce, en el municipio de Camotán, departamento de Chiquimula

Calderas, incluidos los de alimentación y sistema ablandador de agua	10000.00	2000.00	12000.00	90120.00
Viñazas valorización, incluido el tanque y accesorios	1200.00	200.00	1400.00	10514.00
Almacenamiento de agua Caliente, tanques, neumáticos y tanque de bomba	4500.00	1000.00	5500.00	41305.00
Bomba, incluye dos bombas portátiles (un aparato de aire abierto), compresor de aire y controles	9000.00	2500.00	11500.00	86365.00
Plomería	4000.00	1500.00	5500.00	41305.00
General del servicio eléctrico	4000.00	2000.00	6000.00	45060.00
Equipos de laboratorio	2500.00	0.00	2500.00	18775.00
Varios, incluye pasarelas, herramientas especiales y equipo de mantenimiento	3000.00	1000.00	4000.00	30040.00
Infraestructura	-	-	-	150000.00
Total	91200.00	20900.00	132100.00	1142071.00

Fuente: Cálculos de Excel

Tabla XLVII. Capital de trabajo

Periodo	Capital de trabajo
0	4736523.78
1	5210176.16
2	5731193.77
3	6304313.15
4	6934744.47
5	7628218.91

Fuente: Cálculos de Excel

6.5. Proyección financiera

6.5.1. Gastos, costos e ingresos

Tabla XLVIII. Gastos, costos e ingresos proyectados

INGRESOS	AÑO 1 (Q)	AÑO 2 (Q)	AÑO 3 (Q)	AÑO 4(Q)	AÑO 5(Q)
Ventas	2971987.2	3206476.99	3459468.02	3943793.55	4495924.64
Otros ingresos	0	0	0	0	0
TOTAL INGRESOS	2971987.2	3206476.99	3459468.02	3943793.55	4495924.64
COSTO VENTAS	AÑO 1 (Q)	AÑO 2 (Q)	AÑO 3 (Q)	AÑO 4 (Q)	AÑO 5 (Q)
Salarios y comisiones s/ventas	21459.72	23152.8919	24979.6551	28476.8068	32463.5597
TOTAL	21459.72	23152.89	24979.66	28476.81	32463.56
GASTOS OPERATIVOS	AÑO 1 (Q)	AÑO 2 (Q)	AÑO 3 (Q)	AÑO 4 (Q)	AÑO 5 (Q)
Agua, luz y teléfono (bodega)	14400.00	15536.16	16761.96	19108.64	21783.85
Alquiler del terreno	18000.00	19420.20	20952.45	23885.80	27229.81
Sueldos	566489.94	611186.00	659408.57	751725.77	856967.38
Insumos de producción	702756.00	773031.60	850334.76	935368.24	1028905.06
Depreciaciones	181655.20	195987.80	211451.23	241054.40	274802.02
TOTAL	1483301.14	1600333.60	1726599.92	1968323.91	2243889.26

Fuente: Cálculos realizados en Microsoft Excel

6.5.2. Flujo de caja proyectado y flujo del inversionista

Tabla XLIX. Flujo de caja proyectado

FLUJO DE CAJA	AÑO 0 (Q)	AÑO 1 (Q)	AÑO 2 (Q)	AÑO 3 (Q)	AÑO 4(Q)	AÑO 5(Q)
Ventas	0	2971987.2	3206476.99	3459468.02	3943793.55	4495924.64
Otros ingresos	0	0	0	0	0	0
TOTAL INGRESOS	0	2971987.2	3206476.99	3459468.02	3943793.55	4495924.64
Costo de ventas	0	21459.72	23152.8919	24979.6551	28476.8068	32463.5597
Gastos operativos	0	1483301.14	1600333.6	1726599.92	1968323.91	2243889.26
Gastos administrativos	0	421599.72	454863.938	490752.703	559458.081	637782.212
Financiamiento	0	173101.04	186758.712	201493.974	229703.131	261861.569
Amortización		217287.20	217287.20	217287.20	217287.20	217287.20
TOTAL EGRESOS	0	2316748.82	2482396.34	2661113.45	3003249.13	3393283.80
Ganancia bruta	0	655238.38	706936.688	762713.993	869493.952	991223.105
Impuestos	0	0.00	0	0	0	0
Ganancia neta	0	655238.38	706936.688	762713.993	869493.952	991223.105
Depreciación	0	181655.20	195987.795	211451.232	241054.405	274802.022
Flujo de caja (efectivo)	0	836893.58	902924.483	974165.225	1110548.36	1266025.13

Fuente: Cálculos de Flujo de Caja realizados en Microsoft Excel

Tabla L. Flujo de caja del inversionista

FLUJO DE CAJA DEL INVERSIONISTA	AÑO 0 (Q)	AÑO 1 (Q)	AÑO 2 (Q)	AÑO 3 (Q)	AÑO 4(Q)	AÑO 5(Q)
Ventas	0.00	2971987.20	3269185.92	3596104.51	3955714.96	4351286.46
Costos variables	0.00	702756.00	773031.60	850334.76	935368.24	1028905.06
Margen de Contribución	0.00	2269231.20	2496154.32	2745769.75	3020346.73	3322381.40
Costos fijos	0.00	4033767.78	4033767.78	4033767.78	4033767.78	4033767.78
Depreciaciones	0.00	181655.20	181655.20	181655.20	181655.20	181655.20
Amortización de diferidos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Utilidad operativa antes de Intereses e impuestos	0.00	-1946191.78	-1719268.66	-1469653.23	- 1195076.25	-893041.58
Gastos financieros	1236436.00	173101.04	118446.69	71443.94	31021.58	0.00
Utilidad antes de impuestos	-1236436.00	-2119292.82	-1837715.35	-1541097.17	- 1226097.84	-893041.58
Provisión de impuestos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Utilidad después de impuestos	-1236436.00	-2119292.82	-1837715.35	-1541097.17	- 1226097.84	-893041.58
Amortización de deuda	0.00	217287.20	217287.20	217287.20	217287.20	217287.20
Depreciaciones	0.00	181655.20	181655.20	181655.20	181655.20	181655.20
Amortización de diferidos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Inversión adicional de capital de trabajo	0.00	473652.38	521017.62	573119.38	630431.32	693474.45
Valor de liquidación del capital de trabajo	0.00	2891695.13	2891695.13	2891695.13	2891695.13	2891695.13
Valor de desecho de activos fijos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Flujo de Caja del Inversionista	-1236436.00	263117.93	497330.17	741846.59	999533.98	1269547.11

Fuente: Cálculos de Excel

6.5.3. Estado de resultados

Tabla LI. Estado de resultados

Estado de resultados		
Ventas	2971987.2	
Otros ingresos	0	
TOTAL INGRESOS		2971987.2
COSTO DE VENTAS		
Salarios y comisiones s/ventas	21,459.72	
TOTAL COSTO VENTAS	21,459.72	
GASTOS OPERATIVOS		
Agua, luz y teléfono (bodega)	14400	
Alquiler del Terreno	18000	
Sueldos	566489.94	
Insumos de producción	702756	
Depreciaciones	181655.2	
TOTAL	1483301.14	
GASTOS ADMINISTRATIVOS		
Sueldos	397599.72	
Alquiler bodega	12000	
Papelería e insumos de oficina	12000	
TOTAL	421599.72	
OTROS GASTOS		
Erva	0.00	
TOTAL OTROS GASTOS	0.00	
TOTAL EGRESOS		1926360.58
GANANCIA BRUTA		1045626.62
IMPUESTOS		0.00
GANANCIA NETA		1045626.62

Fuente: Cálculos de Estado de Resultados realizados en Microsoft Excel

6.5.4. Punto de equilibrio

El punto de equilibrio obtenido fue de: 383639.46 litros de etanol para alcanzar un equilibrio.

6.6. Indicadores financieros

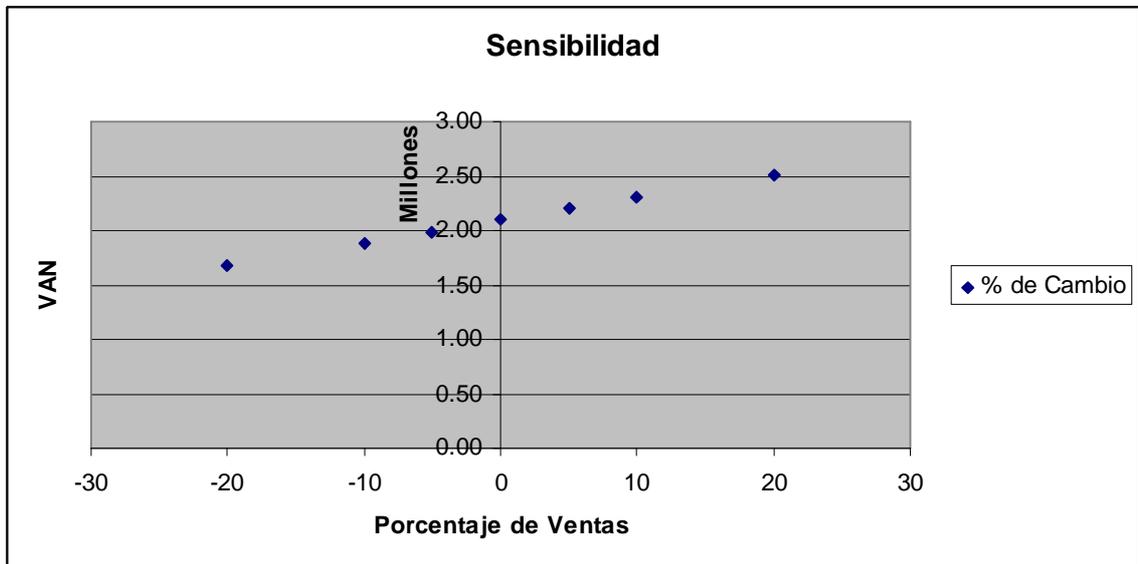
6.6.1. Valor actual neto (VAN), tasa interna de retorno (TIR) y análisis de sensibilidad

Tabla LII. TIR, VAN

Situación (%)	TIR	VAN
-20	30%	1676603.81
-10	30%	1886178.62
-5	30%	1990966.02
0	30%	2095753.43
5	30%	2200540.83
10	30%	2305328.24
20	30%	2514903.05

Fuente: Cálculos de TIR y VAN realizados en Microsoft Excel

Figura 40. VAN y análisis de sensibilidad del proyecto



Fuente: Cálculos de Análisis de Sensibilidad Realizados en Microsoft Excel

6.6.2. Tiempo Económico de Pago

El tiempo económico de pago calculado es de 4 años.

Estudio de prefactibilidad para el establecimiento de una planta de producción de bioetanol, a partir de los tallos de sorgo dulce, en el municipio de Camotán, departamento de Chiquimula

7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados se analizaran desde los 3 pilares primordiales del desarrollo sostenibles, el aspecto económico, el aspecto social y el ambiental, se deben de verificar cada uno de ellos para poder determinar cuál es el veredicto dentro de un proyecto, esto se debe a que el proyecto puede ser económicamente rentable, pero puede ser perjudicial para el ambiente que lo rodea.

En el aspecto económico, analizando la factibilidad técnica y financiera se puede decir que es un proyecto rentable reportando ganancias, con una tasa interna de retorno de 30% , para poder estimar un proyecto factible se necesita como mínimo tener una tasa interna de retorno de 18% (Ref. No. 1) o superar la tasa de intereses que el banco pueda ofrecernos como inversionistas, por lo que se determina que es muy factible y tendría una TIR muy elevada para poder ser analizada como posibilidad de inversión.

Analizando el aspecto social, se puede determinar que se generan 19 empleos y se reactivara la producción agrícola de sorgo en la región, proporcionando así una fuente de ingresos para las personas que dejaron de sembrar sorgo por el alza del precio y la reducción del mercado, representa también una ventaja para los productores ya que muchos de estos, siembran a intermedio, es decir mezclan, las plantas de sorgo con las plantas de maíz, cosechando primero el maíz, para recoger de ultimo el sorgo, por lo que no afectaría mucho la producción de maíz del sector propuesto.

Al analizar el aspecto ambiental, permitió determinar que el tamaño óptimo del proyecto tenía que ser el las dimensiones descritas en el estudio técnico, la razón principal es porque en la producción de bioetanol, siempre se producen viñazas las cuales si se producen en exceso se transforman en contaminantes, tomando en cuenta el numero de viñazas y el poder utilizarlas como abono para las personas y sin sobre exigirle mucho al suelo pudimos determinar que la planta de producción con las características propuestas produce una cantidad de viñazas tolerable para el ambiente, ayudando incluso a otras producciones no únicamente la de sorgo, y con la matriz de Leopold y el método de Arboleda para cuantificar los impactos se pudo determinar que el proyecto es muy viable debido a que los impactos son mitigables.

Estudio de prefactibilidad para el establecimiento de una planta de producción de bioetanol, a partir de los tallos de sorgo dulce, en el municipio de Camotán, departamento de Chiquimula

CONCLUSIONES

1. Es factible llevar a cabo la propuesta de la implementación de una planta de producción de bioetanol como fuente de ingresos para el municipio de Camotán
2. Es factible colocar una planta de producción de bioetanol, a partir de tallos de sorgo dulce en el municipio de Camotán.
3. El estudio proporciona una fuente de desarrollo sostenible al municipio de Camotán a través del análisis de los resultados, los cuales determinan que el impacto económico es positivo y el social de igual manera es positivo, al producir bioetanol a partir de los tallos del sorgo dulce.
4. El proceso de producción de bioetanol, a partir de tallos de sorgo dulce está adecuado a las condiciones precisas que existen en el municipio de Camotán, haciendo referencia directa a la capacidad productora de sorgo que el municipio tiene, así como de la posibilidad de abastecimiento de la región.
5. Si utilizamos el sorgo que se produce en exceso, se puede determinar que la producción se aumentaría 126% la producción de bioetanol.

Estudio de prefactibilidad para el establecimiento de una planta de producción de bioetanol, a partir de los tallos de sorgo dulce, en el municipio de Camotán, departamento de Chiquimula

RECOMENDACIONES

1. La población de Camotán es muy pobre, por lo que una fuente de producción secundaria es una de las posibles soluciones a sus problemas económicos y así brindar una posibilidad de mejora para la región.
2. Se deben de tomar en cuenta los aspectos ambientales, por lo que la capacidad instalada de la planta se propone de esta manera, para que ellos sean capaces de procesar sus propios residuos.
3. El establecimiento de una planta de producción de bioetanol sería una posibilidad para fomentar el desarrollo en la comunidad, pero estos estudios deben de estar aunados a la exposición de los resultados para que se den a conocer como posibles planes a futuro.

Estudio de prefactibilidad para el establecimiento de una planta de producción de bioetanol, a partir de los tallos de sorgo dulce, en el municipio de Camotán, departamento de Chiquimula

BIBLIOGRAFÍA

1. Baca Urbina Gabriel, “Evaluación de Proyectos”, ed. 5ta, Ed, Mcgraw-Hill, Español
2. “Comercio y Ambiente Agenda 21”, Comisión Centroamérica de Ambiente CCAD y desarrollo, programa de modernización de los sistemas de Gestión Ambiental de Centroamérica, PROSIGA .
3. “Formación de Híbridos de Sorgo”, ICTA, Folleto técnico 17, Helmut Cardona, 1982.
4. Olalla Mercade, Carrillo Navarro, Mira Belda Araceli, “ Sorgo Dulce: Aportación al estudio para producción de azúcares y/o alcohol en Andalucía (España) Pág. 5-23.

Referencias electrónicas

5. <http://www.abanfin.com/modules.php?name=Manuales&fid=ef0bcae>. **Manuales de estudios de factibilidad**. Enero 2008.
6. <http://www.biocombustibles.cl/biocombustibles.html>. **Bioetanol**. Enero 2008.
7. <http://www.fao.org/ag/esp/revista/pdf/ag06.pdf>. **Producción de sorgo en Centroamérica**. Abril 2008
8. http://fjarabo.quimica.ull.es/BioMaster/Actividades/Archivos/Informe_11.pdf. **Proceso de producción de bioetanol**. Abril 2008
9. <http://www.geocities.com/gilberto-rojas/index35.html>. **Biocombustibles**. Enero 2008
10. <http://www.gestiopolis.com/canales5/ger/gksa/144.htm>. **Estudio financiero**. Abril 2008.
11. <http://www.icrisat.org/Media/2007/media9.htm>. **Etanol a partir de sorgo dulce**. Diciembre 2007.
12. <http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/ganaderia/bovinos/nutricion>. **Subproductos del sorgo**. Abril 2008

13. http://journeytoforever.org/biofuel_library/Butterfield/butterfield1.html#intro.
Proceso de producción a partir de granos. Abril 2008
14. www.monografias.com/trabajos16/proyecto-inversion/proyecto-inversion.shtml.
Estudio técnico. Marzo 2008
15. <http://www.miliarium.com/Monografias/Biocombustibles/Bioetanol/Bioetanol.asp/sorgo.JPG>. **Bioetanol y campos de Sorgo.** Marzo 2008
16. <http://www.monografias.com/trabajos51/sorgo-dulce/sorgo-dulce.shtml>.
Propiedades del sorgo dulce. Diciembre 2007
17. <http://www.pnudguatemala.org/informesdesarrollohumano/index.asp>. **Informes de pobreza en Guatemala.** Abril 2008.
18. http://es.wikipedia.org/wiki/Alcohol_et%C3%ADlic. **Propiedades del etanol.** Abril 2008.
19. http://www.nodo50.org/cubasigloXXI/economia/novag_310707.pdf. **Sorgo dulce.** Septiembre 2008

ANEXOS

I. Encuesta:

Sexo

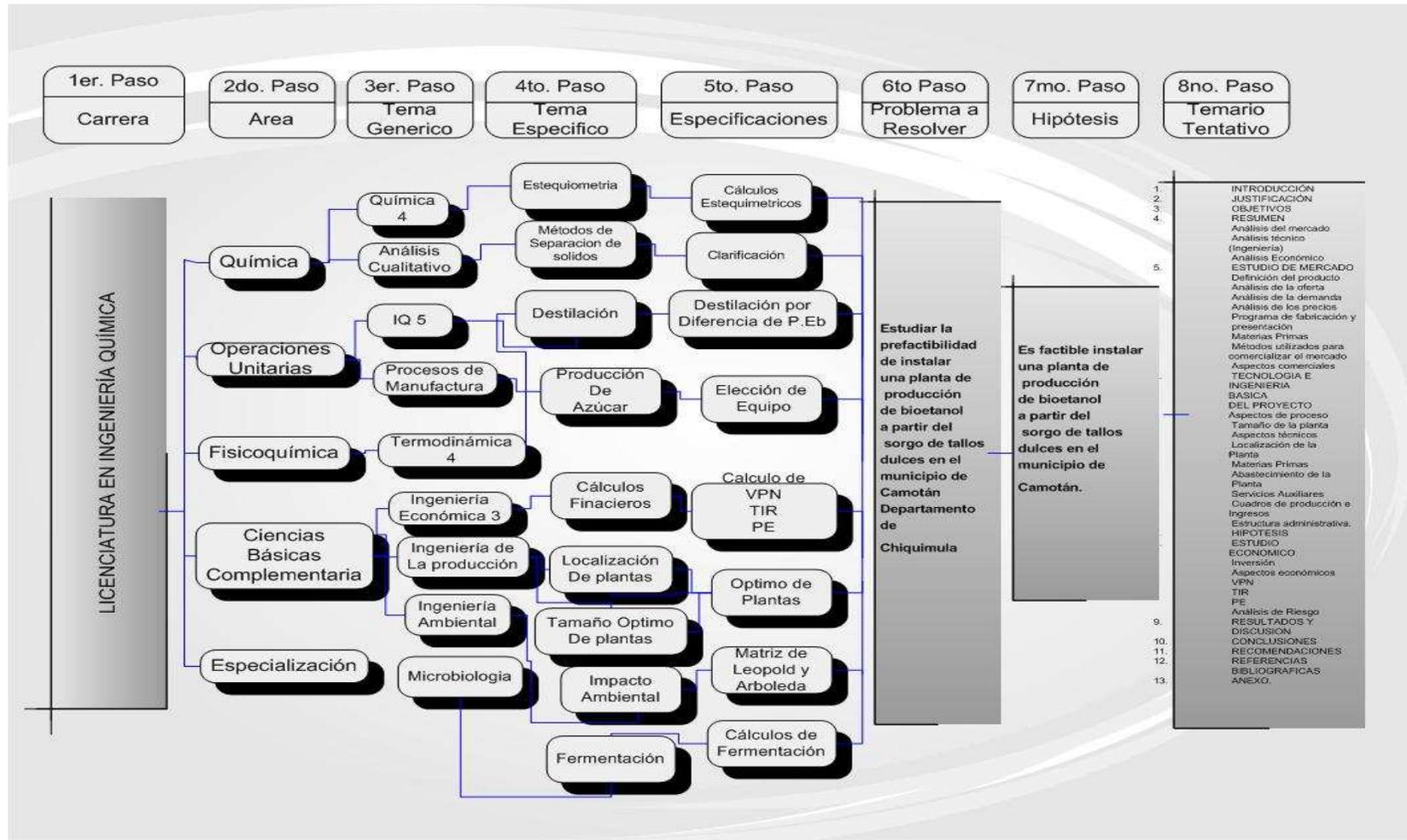
Edad

Escolaridad

1. Cultiva usted maicillo?
2. Utiliza usted maicillo para consumo humano o para consumo animal?
3. Sabe usted que del maicillo se puede producir alcohol, para usar en los motores que usan gasolina?
4. Si tuviera terreno disponible estaría interesado en sembrar maicillo?
5. Considera que el municipio se vería beneficiado al producir mayor cantidad de maicillo para producir bioetanol
6. Estaría de acuerdo que se pusiera una planta de producción de bioetanol a partir de tallos de maicillo?
7. Le interesaría trabajar en una planta de producción de bioetanol.

8. Considera importante que se propongan nuevos proyectos para el desarrollo económico de la población

II. Diagrama



Estudio de prefactibilidad para el establecimiento de una planta de producción de bioetanol, a partir de los tallos de sorgo dulce, en el municipio de Camotán, departamento de Chiquimula
