

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

TEMA: “Elaboración de biocombustible a partir de dos variedades de agave; agave negro (*Agave americana*) y agave blanco (*Agave amarilidáceas*) con dos tipos de fermentos en los zumos, a dos tiempos diferentes.”

AUTOR:

Loachamin Guasumba Carlos Fabián

DIRECTOR DE TESIS:

M.Sc. Clavijo Cevallos Manuel Patricio

Latacunga – Ecuador 2015

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

DECLARACIÓN DE AUTORIA

Declaro que el presente trabajo y los contenidos de esta tesis es absolutamente original, autentico y personal, por lo que como postulante me responsabilizo, y doy fe que es producto de la investigación realizada en diferentes fuentes que se mencionan en la bibliografía, linkografía y de la reflexión de los autores de la misma y el patrimonio intelectual de la misma a la **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**.

Loachamin Guasumba Carlos Fabian

C.I. 171462541-3

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

De mi consideración:

Cumpliendo con lo estipulado en el capítulo IV, (art. 26 literal f), del reglamento pre profesional de la universidad técnica de Cotopaxi, informo que el postulante Loachamin Guasumba Carlos Fabián, ha desarrollado su tesis con el tema: **“ELABORACIÓN DE BIOCOMBUSTIBLE A PARTIR DE DOS VARIETADES DE AGAVE: AGAVE NEGRO (*Agave americana*) Y AGAVE BLANCO (*Agave amarilidáceas.*) CON DOS TIPOS DE FERMENTOS EN LOS ZUMOS, A DOS TIEMPOS DIFERENTES.”**, cumpliendo sus objetivos respectivos.

En virtud de lo antes expuesto considero que la presente tesis ha sido propiamente revisada quedando autorizada su presentación al acto de la defensa correspondiente.

.....

M.Sc. Patricio Clavijo Cevallos

DIRECTOR DE TESIS

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TESIS

En calidad de miembros de tribunal de grado aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi – Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, por cuanto, el postulante Carlos Fabián Loachamin Guasumba con el tema de tesis: **“ELABORACIÓN DE BIOCOMBUSTIBLE A PARTIR DE DOS VARIEDADES DE AGAVE: AGAVE NEGRO (*Agave americana*) Y AGAVE BLANCO (*Agave amarilydáceas.*) CON DOS TIPOS DE FERMENTOS EN LOS ZUMOS, A DOS TIEMPOS DIFERENTES.”** ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de defensa de tesis.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Atentamente.

.....
Ing. Edwin Fabián Cerda Andino Mg.

PRESIDENTE

.....
Ing. Ana Maricela Travéz Castellano Mg.

MIEMBRO OPOSITOR

.....
Ing. Edwin Marcelo Rosales Amores

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica De Cotopaxi, yo Lic. Wilmer Patricio Collaguazo Vega con la C.C. 1722417571 CERTIFICO que he realizado la respectiva revisión de la Traducción del Abstract; con el tema: **“ELABORACIÓN DE BIOCOMBUSTIBLE A PARTIR DE DOS VARIEDADES DE AGAVE; AGAVE NEGRO (*Agave americana*) Y AGAVE BLANCO (*Agave amarilydáceas*) CON DOS TIPOS DE FERMENTOS EN LOS ZUMOS, A DOS TIEMPOS DIFERENTES.”** cuyo autor es: Loachamin Guasunba Carlos Fabián y director de tesis MSc. Patricio Clavijo Cevallos.

Docente:

Lic. Wilmer Patricio Collaguazo Vega
C.C. 1722417571
DOCENTE C.CI UTC

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la capacidad de estudiar, guiar mi camino darme salud, paciencia día a día y permitirme concluir una meta más en mi vida.

Agradezco a mis padres que siempre que necesite su apoyo estuvieron conmigo guiándome con sus consejos los cuales me han servido para lograr las metas propuestas en el transcurso de mi vida.

A nuestra alma mater orgullo cotopaxense Universidad Técnica de Cotopaxi, a todo su personal docente y administrativo de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, quienes con su trabajo y paciencia me brindaron sus conocimientos durante toda mi carrera estudiantil

A mis tutores directos que colaboraron durante todo el trabajo de tesis de manera muy especial a mi director de tesis M.Sc. Patricio Clavijo que con sus conocimientos y asesoría logró guiarme con paciencia durante el proceso de esta investigación.

A todos mis amigos y hermanos que directa o indirectamente tuvieron siempre una palabra de aliento, y su colaboración en la búsqueda de información durante este largo proceso investigativo.

Carlos Loachamin

DEDICATORIA

La presente investigación va dedicada al personal administrativo y a todo su personal docente de la institución por darme el razonamiento necesario y permitirme llegar a culminar una meta más en mi vida.

A mi familia, en especial a mis padres por ser referentes de esfuerzo y sacrificio, por no dejarme rendir y darme el apoyo necesario y sobre todo el ejemplo de seguir adelante pese a cualquier circunstancia que se pueda presentar en la vida.

Carlos Loachamin

RESUMEN

La producción de biocombustibles en los últimos años se ha venido dando debido al incremento de gases de efecto invernadero, en el Ecuador se están llevando a cabo en la ciudad de Guayaquil la producción de biocombustible creado a base de etanol proveniente de la caña de azúcar, la cual se está utilizando en un 5% en la gasolina. Este proyecto pretende desarrollar una nueva investigación para la realización de bioetanol a base de zumo de agave ya que esta planta es rica en hidratos de carbono, mediante los procesos de fermentación y destilación los azúcares se transforman en etanol. Se realizó varios tratamientos con 30 litros de cada uno de los zumos de dos clases de agaves: Agave negro (*Agave americano*), Agave blanco (*Agave spp*), con los diferentes tipos de fermentos en los dos tiempos establecidos en el proceso de fermentación con la finalidad de buscar el mejor tratamiento se aplicó un diseño experimental con variables factoriales A*B*C, donde los factores de estudio fueron: A (variedades de agaves), B (tipos de fermentos), C (tipos de fermentación), esta investigación tuvo un costo de 75.5 dólares americanos en costo neto, realizados los procesos de fermentación y destilación con sus respectivos tiempos se determinó los porcentajes de: volumen, °Brix y °GL (Grados Alcohólicos), de los cuales se logró identificar el mejor tratamiento que fue, Tratamiento 1(a1b1c1), agave negro más el fermento 1 en 8 días, alcanzando una pureza de etanol del 91% de grado alcohólico (°GL), se realizó un análisis físico-químico, del mejor tratamiento dando como resultado de poder calorífico de 5399.99 (kcal/kg) superior a 25°C y un poder calorífico de 4886.39 (kcal/kg) inferior a 25°C que al comparar con el poder calorífico de la gasolina que tiene 11.000 (kcal/kg) se pudo determinar que el producto es favorable para realizar pruebas mediante los porcentajes del 5%, 10% y 20% de biocombustible con gasolina (GASOHOL) en motores de combustión interna, no presenta alteración en el funcionamiento, esto quiere decir que el biocombustible es apto para la utilización en el área automotriz.

ABSTRACT

Biofuel production in recent years has been done due to increased greenhouse gases; in Ecuador, specifically in the Guayaquil city is being carried out the biofuel production created from ethanol that comes of sugar cane, which it is used in a 5% into the gasoline.

This project aims to develop new research for the bioethanol development from agave juice, as this plant is rich in carbohydrates and through the fermentation and distillation of sugars are converted into ethanol. Several treatments with 30 liters of each juices from two kinds of agaves was performed: black Agave (American Agave), white Agave (Agave spp), with different types of enzymes in the two times established into the fermentation process, the researcher used a experimental design with factorial variables $A * B * C$ with the purpose of finding the best treatment, where the factors studied were: A (varieties of agaves), B (types of enzymes), C (types of fermentation), this research cost \$ 75.5 USD in total; once the fermentation and distillation process were made with their respective times the researcher determine: the °Brix and °GL (ALCOHOLIC) volumes, which permitted to identify the best treatment, Treatment 1 (a1b1c1) black agave plus enzyme 1 in 8 days; it is reaching 91% purity of ethanol in alcohol content (°GL). After that, a physical-chemical analysis was done which result was 5399.99 (kcal/kg) in caloric result greater than 25% °C and heating value of 4886.39 (kcal/kg) lower than 25°C which in comparison of gasoline caloric value 11.000 (kcal/kg). Finally, in comparison of gasoline caloric Finally, the last result determined that the product is favorable for testing by the percentages of 5%, 10% and 20% biofuel with gasoline (GASOHOL) in internal combustion engines, so no change in operation, this means that the biofuel is fit for being used in the automotive area.

INDÍCE DE CONTENIDOS

PORTADA	i
DECLARACIÓN DE AUTORIA	ii
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TESIS	iv
AVAL DEL TRADUCCIÓN	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
INDÍCE DE CONTENIDOS	x
INDÍCE DE CUADROS	xiv
INDÍCE DE TABLAS	xiv
INDÍCE DE GRÁFICOS	xvi
INDÍCE DE ANEXOS	xvi
INDÍCE DE FOTOGRAFÍAS	xvii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	5
Fundamentación Teórica.	5
1.1. Antecedentes	5
1.2. Marco Teórico	7
1.2.1. Agave	7
1.2.2. Descripción Botánica y Edafológica	11
1.2.3. Usos	12
1.2.4. Biomasa	16

1.2.5.	<i>Tipos de Biomasa</i>	18
1.2.6.	<i>La Fermentación.</i>	21
1.2.7.	<i>Fermentos</i>	23
1.2.8.	<i>Levadura</i>	24
1.2.9.	<i>Destilación</i>	26
1.2.10.	<i>Método Básico de Destilación instantánea</i>	27
1.2.11.	<i>Etanol</i>	28
1.2.12.	<i>Biocombustible</i>	31
1.3.	Marco Legal	34
1.4.	Marco Conceptual	37
CAPÍTULO II		41
MATERIALES Y MÉTODOS.		41
2.1.	CARACTERÍSTICA DEL LUGAR DE ESTUDIO	41
2.2.	<i>Materiales y Equipos</i>	42
2.2.1.	<i>Materia prima para la elaboración de biocombustible</i>	42
2.2.2.	Equipos y materiales para la fermentación y destilación	43
2.2.3.	<i>Materiales de oficina.</i>	43
2.2.4.	Tipo de Investigación	44
2.2.5.	<i>Investigación Exploratoria</i>	44
2.2.6.	<i>Investigación Descriptiva</i>	44
2.2.7.	<i>Investigación Experimental</i>	45
2.2.8.	Investigación Analítica	45
2.3.	Métodos	46
2.3.1.	<i>Inductivo</i>	46
2.3.2.	<i>Deductivo</i>	46
2.3.3.	<i>Exploratoria</i>	46

2.3.4.	<i>Analítico</i>	47
2.3.5.	Bibliográfico	47
2.3.6.	Técnicas	48
2.3.7.	<i>Observación</i>	48
2.3.8.	<i>Fichaje</i>	48
2.4.	Instrumentos	48
2.4.1.	<i>Estadística</i>	48
2.4.2.	<i>Recolección Bibliográfica</i>	49
2.4.3.	Diseño Experimental	49
2.4.4.	<i>Tipo de Diseño</i>	49
2.4.5.	Factores en Estudio	50
2.4.6.	Tratamientos	50
2.4.7.	Esquema de Análisis de Varianza	51
2.4.8.	<i>Análisis Estadístico</i>	52
2.5.	Características del Ensayo (Población y Muestra)	52
2.5.1.	Población	52
2.5.2.	Muestra	52
2.5.3.	Variables e Indicadores	53
2.5.4.	Metodología de la elaboración	54
2.5.5.	Descripción del proceso de elaboración de biocombustible	54
2.5.6.	Materia Prima	54
2.5.7.	Recolección	54
2.5.8.	Tamización	54
2.5.9.	Cocción de los zumos	54
2.5.10.	Enfriamiento de los zumos	54
2.5.11.	Adición de fermentos	54

2.5.12.	Fermentación	55
2.5.13.	Decantación	55
2.5.14.	Producto fermentado	55
2.5.15.	Destilación	55
2.5.16.	Obtención de etanol	56
2.5.17.	Medición de grados alcohólicos	56
2.5.18.	Producto final	56
2.6.	<i>Diagrama de Flujo de la Elaboración de Biocombustible</i>	57
2.6.1.	<i>Balance de Materiales</i>	58
2.6.2.	Diagrama de flujo Elaboración de Biocombustible I destilación.	58
2.6.3.	Balance de Materiales de Elaboración de Biocombustible II destilación Agave negro	59
2.6.4.	Balance de Materiales de Elaboración de Biocombustible II destilación Agave blanco	59
Capitulo III		60
Análisis e Interpretación de Resultados		60
3.1.	Análisis de varianza (ADEVA)	60
3.1.1.	<i>Variable Brix</i>	61
3.1.2.	<i>Variable volumen</i>	63
3.1.3.	<i>Variable grados alcohólicos</i>	65
3.1.4.	<i>Concentración de fermentos y tiempos</i>	68
3.1.5.	<i>Análisis de poder calorífico</i>	68
3.1.6.	Pruebas de campo	70
3.1.7.	<i>Etanol al 5% 10% 20% con Octano (GASOHOL)</i>	70
3.1.8.	Análisis Económico	73
3.1.9.	Análisis Económico de la Elaboración de Biocombustible	73

Bibliografía	79
Linkografía	80
Bibliografía Consultada	80
Bibliografía	80
Linkografía	81

INDÍCE DE IMÁGENES

IMAGEN 1. PLANTA DE AGAVE AMERICANA	10
IMAGEN 2. PLANTA DE AGAVE (Agave Blanco)	14
IMAGEN 3. CICLO DE TRANSFORMACIÓN	17
IMAGEN 4. BIOMASA RESIDUAL (SECA Y HÚMEDA)	20
IMAGEN 5. FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA	21
IMAGEN 6. LEVADURA (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>)	24
IMAGEN 7. ALAMBIQUE PARA DESTILACIÓN	26

INDÍCE DE CUADROS

CUADRO 1. CLASIFICACIÓN BOTÁNICA	10
CUADRO 2. CLASIFICACIÓN BOTÁNICA	15
CUADRO 3. VARIABLES PARA LA ELABORACIÓN DE BIOCOMBUSTIBLE	53

INDÍCE DE TABLAS

TABLA 1. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL AGAVE AMERICANA	13
TABLA 2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE AGAVE AMERICANA	13

TABLA 3. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGAVE BLANCO	15
TABLA 4. COMPOSICIÓN DE LAS MUESTRAS DE AGAVE BLANCO	16
TABLA 5. PROPIEDADES DEL ETANOL	29
TABLA 6. PARÁMETROS	30
TABLA 7. PODERES CALORÍFICOS DE SUSTANCIAS COMBUSTIBLES	34
TABLA 8. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO, ELABORACIÓN DE BIOCOMBUSTIBLE	51
TABLA 9. ESQUEMA DE ANÁLISIS DE VARIANZA	51
TABLA 10. ADEVA PARA GRADOS BRUX	61
TABLA 11. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA °BRUX EN LA EVALUACIÓN DE VARIEDADES DE AGAVES	62
TABLA 12. ADEVA PARA VOLUMEN	64
TABLA 13. ADEVA GRADO ALCOHÓLICO	66
TABLA 14. MEJORES TRATAMIENTOS	68
TABLA 15. RESULTADOS DE ANÁLISIS	70
TABLA 16. PRUEBA AL 5% DE ETANOL Y 95% DE OCTANO (GASOLINA)	71
TABLA 17. PRUEBA AL 10% DE ETANOL Y 90% DE OCTANO (GASOLINA)	72
TABLA 18. PRUEBA AL 20% DE ETANOL Y 80% DE OCTANO (GASOLINA)	73
TABLA 19. COSTOS VARIABLES	74
TABLA 20. RENDIMIENTO	74
TABLA 21. BENEFICIO NETO	75
TABLA 22. ANALISIS DE DOMINANCIA	75
TABLA 23. CALCULO DE LA TRM%	75
TABLA 24. TRATAMIENTO EN ESTUDIO, ELABORACIÓN DE BIOCOMBUSTIBLE	89
TABLA 25. VOLUMEN, GRADOS BRUX Y GRADOS ALCOHÓLICOS (DESTILACIÓN.I)	90
TABLA 26. VOLUMEN, GRADOS BRUX Y GRADOS ALCOHÓLICOS II REPLICA	90

TABLA 27. VOLUMEN Y GRADOS ALCOHÓLICOS III REPLICA	91
TABLA 28. GRADOS BRIX DE LAS RÉPLICAS.	91
TABLA 29. VOLUMEN DE LAS RÉPLICAS.	92
TABLA 30. GRADOS ALCOHÓLICOS DE LAS REPLICAS	92
TABLA 31. VOLUMEN TOTAL DE TRATAMIENTOS, RÉPLICAS Y (GL°) II DESTILACIÓN	93
TABLA 32. TERCERA DESTILACIÓN DE MEJORES TRATAMIENTOS	93

INDÍCE DE GRÁFICOS

GRÁFICOS 1. PROMEDIOS PARA °BRIX EN LA INTERACCIÓN ENTRE VARIEDADES DE AGAVES	63
GRÁFICOS 2. PROMEDIOS PARA VOLUMEN EN LA INTERACCIÓN ENTRE VARIEDADES DE AGAVES.	65
GRÁFICOS 3. PROMEDIOS PARA GRADO ALCOHÓLICO EN LA INTERACCIÓN ENTRE VARIEDADES DE AGAVES, TIPOS DE FERMENTOS Y DÍAS DE FERMENTACIÓN	67

INDÍCE DE ANEXOS

ANEXOS A1. LUGAR DE ESTUDIO.	86
ANEXOS A2. REPORTE DE ANALISIS DE PODER CALORIFICO	87
ANEXOS B1. Modelos de tablas que se realizó para la recolección de datos de los tratamientos en la elaboración de biocombustible tomando en cuenta las variaciones de porcentajes en grados brix, volumen y grados alcohólicos.	89
ANEXOS C1. FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE BIOCOMBUSTIBLE	95
ANEXOS C2. PORCENTAJE DE 5%, 10 % y 20% DE BIOCOMBUSTIBLE CON EL 95%, 90 % y 80% DE OCTANO (GASOLINA)	100

INDÍCE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 1. AGAVE NEGRO	95
FOTOGRAFÍA 2. AGAVE BLANCO	95
FOTOGRAFÍA 3. RECOLECCIÓN DE ZUMOS DE AGAVE	95
FOTOGRAFÍA 4. ELIMINACIÓN DE LAS IMPUREZAS DE LOS ZUMOS	96
FOTOGRAFÍA 5. COLOCACIÓN DE LOS ZUMOS PARA LA COCCIÓN	96
FOTOGRAFÍA 6. REPOSO PARA EL ENFRIAMIENTO DE LOS ZUMOS	96
FOTOGRAFÍA 7. TIPO DE FERMENTO (LIOFILIZADA Y PASTA)	97
FOTOGRAFÍA 8. PESAJE DE LOS TIPOS DE FERMENTOS	97
FOTOGRAFÍA 9. FERMENTACIÓN DE ZUMOS	97
FOTOGRAFÍA 10. ELIMINACIÓN DE IMPUREZAS DE LOS ZUMOS FERMENTADOS	98
FOTOGRAFÍA 11. PRODUCTO LISTO PARA LA DESTILACIÓN	98
FOTOGRAFÍA 12. COLOCACIÓN DE LOS ZUMOS	98
FOTOGRAFÍA 13. OBTENCIÓN DE ETANOL	99
FOTOGRAFÍA 14. MEDICIÓN DE GRADOS ALCOHÓLICOS (PRIMERA DESTILACIÓN)	99
FOTOGRAFÍA 15. MEDICIÓN DE GRADOS ALCOHÓLICOS (SEGUNDA DESTILACIÓN)	99
FOTOGRAFÍA 16. PRODUCTO FINAL	100
FOTOGRAFÍA 17. MOTOR PARA PRUEBAS DE CAMPO	100
FOTOGRAFÍA 18. SUSPENSIÓN DE MANGUERA DE LA BOMBA DE ALIMENTACIÓN DE GASOLINA	101
FOTOGRAFÍA 19. COLOCACIÓN DE FILTRO PARA LA ELIMINACIÓN DE IMPUREZAS	101
FOTOGRAFÍA 20. BIOCOMBUSTIBLE Y OCTANO (GASOLINA)	101
FOTOGRAFÍA 21. BIOCOMBUSTIBLE A 5% MÁS OCTANO 95%(GASOHOL)	102

FOTOGRAFÍA 22. BIOCOMBUSTIBLE A 10% MÁS OCTANO 90%(GASOHOL)	102
FOTOGRAFÍA 23. BIOCOMBUSTIBLE A 20% MÁS OCTANO 80%(GASOHOL)	103
FOTOGRAFÍA 24. COLOCACIÓN DE MANGUERA DE ALIMENTACIÓN DE (GASOHOL)	103
FOTOGRAFÍA 25. CÁMARA DE ALIMENTACIÓN DE (GASOHOL) PARA EL MOTOR	104
FOTOGRAFÍA 26. REVOLUCION DEL MOTOR ENCENDIDO A 1000 RPM	104
FOTOGRAFÍA 27. REVOLUCION DEL MOTOR ENCENDIDO A 3000 RPM	104

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, varios programas nacionales e internacionales están alentando y apoyando la mejora y desarrollo de formas de producción y usos de la biomasa como recurso para la generación de calor y energía eléctrica.

Los biocombustibles son aquellos combustibles procedentes de la biomasa es decir de organismos recientemente vivos (como plantas) o sus desechos metabólicos (como estiércol), se puede decir que estos combustibles de nueva generación como el etanol o biodiesel, tiene una gran aceptación tratándose de una producción que sustituye grandes cantidades de combustibles fósiles.

En el Ecuador ya se ha realizados varios estudios para la elaboración de combustibles de origen biológico que pueden ser usados puros o en mezcla, los combustibles obtenidos a partir de biomasa son a menudo mezclados con otros combustibles en una pequeña cantidad proporcionando una reducción útil pero limitada de gases de efecto invernadero, con combustibles derivados de petróleo para el sector automotor o en la generación eléctrica, el plan piloto llevado a cabo en Guayaquil nos da una formulación de gasolina extra con etanol a un porcentaje del 5% el porcentaje de alcohol en la formulación de gasolina extra, se irá incrementando conforme la disponibilidad de etanol anhidro en el país, hasta llegar al 10%, existe la alternativa de producir combustibles de origen agrícola para autoabastecimiento energético menos contaminantes y que permitirán la generación de fuentes de empleo, pero se está estudiando la problemática relacionada con la seguridad alimentaria y la ampliación de la frontera agrícola, existen las posibilidades de diversificar la matriz energética del país y desarrollar la agroindustria con la cual medianos y pequeños agricultores aprovecharan los recursos existentes en el país para sustituir parcialmente las importaciones de derivados de petróleo por combustibles provenientes del agro, como son Palma africana, girasol, caña de azúcar, remolacha, piñón, higuierilla y otros, los biocombustibles que se desarrollarán en el Ecuador serán:

- Etanol anhidro e hidratado (caña de azúcar)

- Biodiesel (palma, piñón, higuera y colza)
- aceite vegetal (piñón, higuera y colza)

Los beneficios a obtenerse con este proyecto será la diversificación de la matriz energética el abastecimiento de energía, disminución de las importaciones de combustibles: entre el 5% y 10% de nafta y entre el 5% y 20% de diésel la cual dará la sustitución del diésel para la generación eléctrica por aceite vegetal puro (Galápagos) la generación de empleo, Mejoramiento de la calidad de los combustibles, reducción de emisiones de CO₂, CO, mecanismo y mejoramiento de la calidad de vida del sector rural, nuevas oportunidades para el desarrollo y fomento del sector agroindustrial.

Nuestra institución ha ido forjando el desarrollo y la educación de nuestra provincia logrando logros importantes en las diferentes áreas del que hacer educativo, dando oportunidad en el campo de la ciencia y tecnología. La ingeniería agroindustrial se encuentra ligada con todos los procesos para la industrialización de productos alimenticios y no alimenticios que son de origen animal y vegetal, esta carrera tiene una gran responsabilidad en la elaboración de productos, ya que la mayor parte son de consumo humano.

En la provincia de Cotopaxi en el barrio de Salache Bajo, se puede notar claramente que existen algunas zonas desoladas que no tienen productividad alguna debido a que la composición de su suelo es muy arenoso y solo permite que existan plantas que son nativas de la zona ya que estas se adaptan al tipo de suelo En dichas tierras podemos apreciar claramente que existe una gran cantidad de plantas de agave especialmente en la zona de la hacienda de Salache (CEASA), donde funciona la Universidad Técnica de Cotopaxi.

El fin de esta investigación es crear una nueva utilidad de las plantas de agave que se encuentran en la zona del (CEASA), investigando la factibilidad de producción de biocombustible con esta tipo de materia prima, por medio del proceso de fermentación y destilación del zumo de las plantas y a la vez ayudar a disminuir la

contaminación que provocan las máquinas y automotores que funcionan en base a combustibles de petróleo (gasolina),

La presente investigación se la llevó a cabo en la provincia de Cotopaxi barrio Salache Bajo (CEASA). Universidad Técnica de Cotopaxi en la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales en el laboratorio de ingeniería láctea, con este trabajo se trata de combatir y dar una solución a este problema.

En el presente trabajo de investigación están los siguientes objetivos:

Objetivo General.

Producir biocombustible a partir de dos variedades de Agave negro (*Agave americana*) y Agave blanco (*Agave amarilydácea*) por el método de fermentación en zumos a dos tiempos diferentes.

Objetivos Específicos.

Determinar la concentración de carbohidratos en las especies de (*Agave americana*) y (*Agave amarilydácea*)

Elaborar etanol a partir de dos tipos de agaves (negro y blanco) por fermentación del zumo.

Determinar el poder calorífico y de combustión del alcohol de agave mediante pruebas prácticas.

Además por ser un trabajo investigativo de índole experimental se planteó las siguientes hipótesis:

Ho: Las variedades de agaves (negro y blanco), junto con dos tipos de fermentos (*Sacharomyces cerevisiae* en pasta, *Sacharomyces cerevisiae* granulada) en los tiempos de fermentación establecidos (8 y 15 días), no influyen significativamente para la elaboración de biocombustible con capacidad calorífica alta.

H1: Las variedades de agaves (negro y blanco), junto con dos tipos de fermentos (*Sacharomyces cerevisiae* en pasta, *Sacharomyces cerevisiae* granulada) en los tiempos de fermentación establecidos (8 y 15 días), si influyen significativamente para la elaboración de biocombustible con capacidad calorífica alta.

Finalmente, el presente trabajo consta de tres capítulos los cuales serán más detallados mediante el transcurso de cada uno de ellos, en el primer capítulo se desarrolla el marco teórico y el marco conceptual que sustenta la investigación, en el capítulo dos se trata de la parte práctica, y en el capítulo final se verá los resultados que se obtuvo mediante el trabajo investigativo.

CAPÍTULO I

En este capítulo se detalla los antecedentes, marco teórico y glosario de términos que serviría como guía para el desarrollo de esta investigación, con el fin de tener un camino claro y conciso e ir verificando que el producto sea de buenas características cumpla con los parámetros de calidad.

Fundamentación Teórica.

1.1. Antecedentes

En el Ecuador existen varios estudios, proyectos, tesis y convenios que se han realizado en cuanto al tema de la creación de bioetanol y biodisel para la eliminación de los gases de efecto de invernadero de los cuales se puede mencionar.

Según. GUALOTUÑA, MOPOSITA, en su estudio “Tesis elaboración de biodiesel” (realizada en la Facultad de Ingeniería Mecánica de la ESPE-(2006)-Latacunga-Ecuador), menciona que: la elaboración de biocombustibles a partir de bioetanol y biodisel es una práctica que se va incrementando en el Ecuador, para la utilización en porcentajes de 5% en la gasolina y en un porcentaje del 10% en el diésel para motores de combustión interna los cuales mediante pruebas no presentan falla en su funcionamiento, con eso se trata de disminuir un % el

consumo de combustibles provenientes de gas licuado de petróleo (GLP) y la disminución de gas carbónico emitidos por el consumo de los mismos.

Según. Ministerio de Minas y Energía (2012), menciona que. El proyecto ERGAL Con el apoyo del Servicio Social y Técnico de Cooperación DED (Deutscher Entwicklungsdienst) y el apoyo técnico de la compañía VWP (Vereinigte Werkstätten für Pflanzenöltechnologie), especializada en adaptación de motores diesel a biocombustibles, llevó a cabo el estudio de factibilidad para la utilización de aceites vegetales puros para la generación de electricidad para la Isla Floreana en Galapagos con miras a replicar la experiencia al resto de Islas habitadas. Los resultados del estudio de factibilidad demostraron factibilidad técnica, económica y ambiental del uso de aceite vegetal puro de piñón producido en el continente, específicamente en la Provincia de Manabí, que presenta problemas de desertificación, sequía y pobreza. La implementación del proyecto busca crear sinergias entre dos regiones, la una con problemas ambientales y socio económico, la otra donde el uso de combustibles fósiles representa un inminente riesgo por el derrame de combustibles Santa Elena.

Según: El Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo (SNV), junto a (Malca) "ingenio azucarera más grande de la frontera sur del país" menciona que: iniciaron un proyecto para elaborar combustibles alternativos a base de caña de azúcar y piñón. Esta iniciativa empezó en el 2007 luego de que los directivos de la empresa lojana Monterrey Azucarera Lojana C.A. (Malca) aprobaron la propuesta del Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible (Cemdes).

La organización, que integra a 180 empresas a escala internacional impulsa, a través de fundaciones locales, proyectos que mejoran las condiciones de vida de los campesinos y ayudan a conservar el medio ambiente mediante productos que, poco a poco, empiezan a generar demanda.

Ante la necesidad constante de un aumento de la generación de energía eléctrica, con una matriz de producción primaria fuertemente dependiente del gas y del petróleo. Y, ante una disminución de las reservas probadas en el Ecuador y el

aumento de los precios internacionales, el país requiere la incorporación de recursos renovables en su matriz energética.

1.2. Marco Teórico

1.2.1. Agave

El género agave pertenece a la familia de las Agavaceae y comprende numerosas especies originarias de las zonas desérticas de América. La mayor parte de las plantas son monocárpicas, su desarrollo y maduración toma un tiempo de entre 10 a 12 años con la cual se puede apreciar que la planta florece una sola vez en su vida y después de la floración y la maduración de los frutos muere.

Según. GARCIA, MENDOZA. 2008 El aprovechamiento integral del Agave americano L. Define que: “Es un cultivo de suma importancia a nivel agroindustrial por su contenido de hidratos de carbono se ha utilizado desde hace mucho tiempo para la elaboración de licores como el tequila y pulque” (p.1). Del agave también se puede elaborar vino, vinagre, miel, azúcar, de las hojas se puede obtener hilaturas para la fabricación de hamacas, papel, también cepillos, su zumo es utilizado para la alimentación de los animales como forraje para el ganado bovino.

Según. GARCIA, MENDOZA. 2008; El aprovechamiento integral de Agave americano L. indica que: “El agave es utilizado actualmente para la elaboración de agua miel y pulque, además de bebidas alcohólicas destiladas, así como para la obtención de fibras, alimento, ornamentales y en la construcción”(p.2). El agave en casi todas las condiciones ambientales del altiplano pueden producir aproximadamente la misma cantidad de calorías y nutrientes por hectárea que el maíz y otros granos básicos. El maguey suele intercalarse con cultivos de granos y

entonces es posible duplicar el aporte nutritivo y energético de una zona determinada.

El zumo del agave también es explotado por los habitantes de la región en donde se da esta planta para la venta tras una preparación se transforma en una bebida que muchas personas la conocen como chaguarmishky, este líquido ha estado ligado a nuestras culturas andinas desde hace miles de años. Es con la llegada de los españoles y de la caña de azúcar que se deja de valorar el chaguarmishky como endulzante, de ahí que la mayoría de ecuatorianos no saben qué es esto.

La lista de usos tradicionales medicinales de este líquido es enorme, y no deja de asombrar: para la artritis, desinflamante, para las várices, para el frío en los huesos, para la leche después del parto, quita el hambre durante las mingas, para los huesos ya que ayuda a fijar el calcio.

Todo esto lo ha sabido la gente que vive y que está ligada a la cultura del chaguarmishky. Sin embargo ha sido despreciado por la gran mayoría que piensa que lo que viene del extranjero es mejor.

Es uno de los tres endulzantes junto con la estevia y el xilitol que poseen bajo nivel glicémico, eso significa que se descomponen muy lentamente en el cuerpo, el azúcar no sube, el cuerpo no se descompensa y por lo tanto es apta para diabéticos.

Para que un penco pueda ser “cosechado” necesita tener aproximadamente 12 años, y su producción dura tan solo 40 días, luego de lo cual el penco muere. Su cosecha se realiza dos veces al día, y en promedio se pueden sacar entre 4 y 10

litros diarios. El penco utilizado es el Agave Americano o Agave Negro, en México se lo conoce como Maguey.

En cuanto a la composición química del agave este presenta un alto contenido de sólidos un (32.8%) los fructanos representan un (67.2 %) de los sólidos solubles.

Según. LEMUS Y ORTIZ L. 2003, El aprovechamiento integral de Agave americano Define que:

La producción de agave y sus derivados puede mejorar e impulsar los niveles de empleo y de pequeñas economías en donde se produce este. En el mismo sentido el mejoramiento de los procesos para mejoramiento de los procesos para generación de productos tradicionales puede permitir el progreso de regiones de alta marginación, cuyo único recurso agrícola son los agaves que ellos cultivan. (p.2).

Según VALERA, (1551-1597) (c/f GARCILAZOP, 1994), define que:

Se puede utilizar en medicina para la curación de llagas canceradas o inflamadas, para extirpar gusanos y para la limpieza de cutis, como uso doméstico reporta la limpieza de manchas en la ropa; otros usos reportados: obtención de fibras para la confección de ropa, suelas de calzado, sogas e hilos para redes de capturar pájaros; construcción utilizando las hojas acanaladas para techos y vigas; obtención de jabón, miel, vinagre y otros brebajes.

IMAGEN 1. PLANTA DE AGAVE AMERICANA



Fuente: <http://plantas-especies.com/tag/agave-propiedades-curativas>

CUADRO 1. CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

CLASIFICACION BOTANICA	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Asparagales
Familia	Agavaceae
Género	Agave
Especie	Americana

Fuente: <http://plantas-especies.com/tag/agave-propiedades-curativas>

Según. VENERO, J.L. (2006). Define como: “Agave americana pertenece a las agaváceas, que se incluyen en el orden de las asparagales, que son parte de las monocotiledóneas y de las angiospermas su familia botánica es muy extensas su nombre más conocido es como agave pero también se las conoce como: pita, maguey, cabuya, mezcal”.

Según. www.turevista.uat.edu.mx/.../agave-res.htm, dice que:

El agave es un cultivo de suma importancia a nivel agroindustrial en el estado de Tamaulipas, ya que cuenta con una amplia

superficie cosechada, donde la mayor parte de las plantas se destinan para la obtención de bebidas alcohólicas con denominación de origen como el tequila y el mezcal.

El agave tiene una gran cantidad de azúcares fermentables, los cuales usa la planta para el crecimiento de su inflorescencia.

1.2.2. Descripción Botánica y Edafológica

Según: El SERVICIO DE INFORMACIÓN AGROALIMENTARIA Y PESQUERA, MÉXICO - © - 2010, define que: “El agave es una planta perenne de zonas áridas, físicamente está formada por una gran roseta de hojas gruesas carnosas, terminadas en una afilada aguja, el margen de sus hojas son espinosas, su tallo es robusto, corto y leñoso, sus hojas aparentan surgir de la raíz.”(p1). Generalmente las plantas de agave requieren un tipo de clima semi seco, con una altitud de 1500 y 2000 metros sobre el nivel del mar para su crecimiento natural necesitan una temperatura promedio de 22°C las condiciones del suelo que esta planta necesita es que tiene que ser: arcillosos, permeables con un abundante contenido de elementos del basalto y con presencia de hierro de preferencia volcánico. (Esta página fue modificada por última vez el 7 nov 2010, a las 10:05.).

Los agaves tienen una reproducción mediante bulbillos, semillas pero para la industrialización la forma más eficaz es por rizomas la cual consiste en la técnica que es trasplantando los hijuelos que nacen o brotan de la parte de la raíz del agave estos hijuelos son separados de la planta madre cuando alcanzan unos 50 cm y su corazón alcanza 15 cm.

Cuando un agave cumple entre 3 a 5 años es una buena edad para la reproducción cada agave puede ser capaz de reproducir entre uno y dos hijuelos por cada año, cuando se desprenden los hijuelos de la planta madre deben ser llevadas para ser sembradas antes de la época de lluvias debe quedar enterrada y asentada en un

75%, la planta de agave tiene un crecimiento lento alcanza su maduración entre los 8 a 10 años presenta solamente una vez su floración la cual es de unos 10 m de altura y esa procede del centro de la roseta de la planta con varios grupos de flores tubulares, luego de su floración y desarrollo de su fruto la planta muere pero no del todo ya que generalmente produce retoños en su base.

1.2.3. Usos

El agave por su contenido de hidratos de carbón se ha utilizado desde hace mucho tiempo para la elaboración de licores como el tequila y el pulque del agave también se puede elaborar vino, vinagre, miel, azúcar, de las hojas se puede obtener fibras usadas como hilaturas para la fabricación de hamacas, papel, también cepillos, su zumo es utilizado para la alimentación de los animales además el agave contiene una gran cantidad de inulina la cual es de unas propiedades que benefician a la salud.

Debido a su contenido de hidratos de carbono el agave ha sido utilizado desde hace mucho tiempo por los ganaderos de algunas regiones en donde se da esta planta, son lugares secos y la falta de pastos debido al clima son bastante escasos la cual ha llevado a los ganaderos a ocupar la planta de agave, como un medio de abastecimiento para la alimentación del ganado bovino lo cual representaría un buen incremento en la producción de leche.

TABLA 1. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL AGAVE AMERICANA

Análisis físico químico del Agave negro	
Color de las hojas	gris azulado
Color del cepellón	blanco
Color del líquido	café blanquizco transparente
Sabor	dulce
Estado físico	fluido
Densidad	1588 g/ cc
Brix	9-10
pH	4.8 a 5.3
porcentaje de alcohol	2.75/3.00
acidez (%ácido sulfúrico H ₂ SO ₄)	0.4-0.5

FUENTE: Simpsium de alcohol y energía

TABLA 2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE AGAVE AMERICANA

Componente	%
Humedad	(H%) 67.25±0.3
Sustancia seca	(SS%) 32.78±0.3
Celulosa (Glucano)	36.20±4.29*
Fructano	69.75±1.24*
Lignina de Klason	17.02±1.12*

Porcentaje en peso de materia seca.

Fuente: Aprovechamiento integral del *Agave americana L.*

IMAGEN 2. PLANTA DE AGAVE (Agave Blanco)



Fuente: <http://plantas-especies.com/tag/agave-propiedades-curativas>

Según: <http://plantas-especies.com/tag/agave-propiedades-curativas>. Dice que:

El agave es una planta originaria de la América central, aclimatada y extendida por todo el litoral mediterráneo. Es perenne, tiene un rizoma muy robusto, hojas que alcanzan un metro de longitud y flores amarillo verdosas que se abren de junio a julio.

Según: <http://plantas-especies.com/tag/agave-propiedades-curativas>. Define que: “Los agaves son abastecidas de hojas sésil dispuestos a rosetas, lanceoladas, más o menos carnosas, de color blanco-azulado o blanco-grisáceo qué acaban con un aguja fina y casi siempre espinosas sobre los márgenes”.

Según: GARCIA -MENDOZA, A. J. (2012). México, país de magueyes. Suplemento “La Jornada del campo”. Dice que:

De esta planta se emplea un jugo que se extrae del rizoma y de las hojas, de estas últimas se obtiene asimismo algunas fibras textiles. El zumo fermentado constituye el “pulque”, bebida muy popular en México, las propiedades curativas como el polvo de las hojas secas actúan sobre el hígado.

CUADROS 2. CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

CLASIFICACIÓN BOTÁNICA	
Phylum	Euphyta
División	Angiospermae
Clase	Monocotyledones
Orden	Amarylidaceae
Familia	Agavaceae
Género	Agave
Espécie	Spp

Fuente: <http://plantas-especies.com/tag/agave-propiedades-curativas>

TABLA 3. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGAVE BLANCO

Análisis físico químico del agave blanco	
Color de las hojas	verdosas
Color del cepellón	blanco
Color del líquido	verde blanquizo transparente
Sabor	dulce
Estado físico	fluido
Densidad	1285 g/ cc
Brix	7-8
pH	5.7 a 4.3
porcentaje de alcohol	1.62/3.00
acidez (%ácido sulfúrico H ₂ SO ₄)	0.2-0.3

Fuente: simposium de alcohol y energía

TABLA 4. COMPOSICIÓN DE LAS MUESTRAS DE AGAVE BLANCO

Componente	%
Humedad	(H%) 32.18±0.22
Sustancia seca	(SS%) 35.86±0.3
Celulosa (Glucano)	24.21±3.11*
Fructano	51.72±0.84*
Lignina de Klason	15.04±1.1*

Porcentaje en peso de materia seca.

Fuente: Aprovechamiento integral del Agave americana L

1.2.4. *Biomasa*

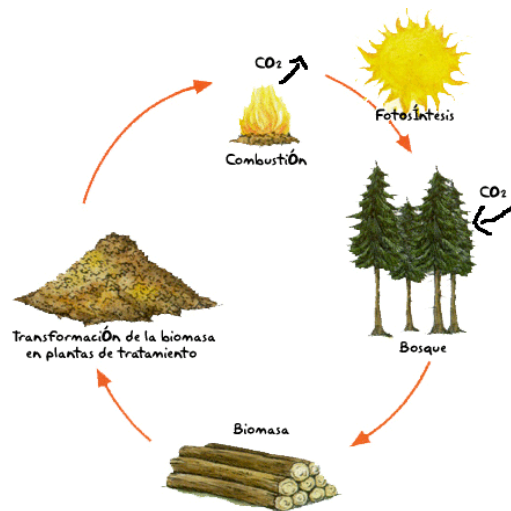
Según: FERNANDEZ, Jesús, capítulo 6 del libro *Energía de la Biomasa*, define que: “El término biomasa en sentido amplio se refiere a cualquier tipo de materia orgánica que haya tenido su origen inmediato en un proceso biológico, comprendido a productos tanto de origen vegetal como animal.” (p.191). cuando se habla de biomasa se puede decir que son casi todos los restos orgánicos de plantas y animales muertos la descomposición química y la presión ejercida por la acumulación de capas de sedimentos durante millones de años lograron la transformación de estos restos en combustibles fósiles en el caso de los animales estos recursos pueden ser renovables pero tomaría millones de años para que logren su renovación y algún momento se acabarán, por el contrario si hablamos de otra forma de biomasa como la madera que se le podría llamar combustible fósil al carbón.

Para ser más comprensible lo que es una biomasa se puede decir que se refiere a toda la materia orgánica como restos de madera, algunas clases de algas, plantas que contengan azúcares, estiércol de animales que puede producir combustión ya sea mediante un proceso químico o de forma natural.

Según. El libro Biomasa y Bioenergía de CASTELLS - Xavier Elías. Dice que:

Biomasa es la materia orgánica originada de un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía. Biomasa es por tanto toda planta o materia que hay sobre la superficie: residuos agrícolas, forestales, restos de las industrias de la madera y cultivos energéticos como cardo, girasol, paulonia. También incluye todos los productos de energía provenientes de organismos vivos, de origen biológicos. (p.742)

IMAGEN 3. CICLO DE TRANSFORMACIÓN



Fuente: http://www.cedecap.org.pe/uploads/biblioteca/manual_sobre_biomasa.pdf

Según: [http://www.miliariumenergía/E Renovables/Biomasa/Biomasa.asp](http://www.miliariumenergía/E%20Renovables/Biomasa/Biomasa.asp); define qué: “La biomasa ha sido una fuente energética esencial para el hombre. Con los combustibles fósiles, este recurso energético perdió importancia en el mundo industrial. En la actualidad los usos son domésticos.”

Según. La Real Academia Española (2008), dice que: “La biomasa, como recurso energético, puede clasificarse en biomasa natural, residual y los cultivos energéticos las plantas transforman la energía radiante del sol en energía química a través de la fotosíntesis, y parte de esa energía química queda almacenada en forma de materia orgánica” (p1).

Según: <http://www.miliarium energia/E Renovables/Biomasa/Biomasa.asp>, define que la biomasa:

La biomasa residual es el subproducto o residuo generado en las actividades agrícolas (poda, rastrojos, etc.), silvícolas y ganaderas, así como residuos de la industria agroalimentaria (alpechines, bagazos, cáscaras, vinazas, etc.) y en la industria de transformación de la madera (aserraderos, fábricas de papel, muebles, etc.), así como residuos de depuradoras y el reciclado de aceites, los cultivos energéticos son aquellos que están destinados a la producción de biocombustibles. (p1)

1.2.5. Tipos de Biomasa

Según: FERNANDEZ, Jesús, capítulo 6 del libro Energía de la Biomasa,; define que:

Como fuentes de biomasa para obtención de energía se puede considerar, la biomasa natural que se produce espontáneamente en las tierras no cultivadas, los residuos producidos en explotaciones agrícolas, los excedentes de cosechas agrícolas. (p.203), estos productos sobrantes funcionan bien como un fuente de biomasa ya que por no ser utilizados en producción agrícola son fuentes de energía por su capacidad de combustión.

Según. El libro energía de la biomasa de NOGUÉS, Fernando Sebastián. Dice que. “la biomasa suele clasificarse en biomasa primaria y secundaria. Primaria es aquella que se obtiene de un ecosistema natural para su utilización energética. La secundaria también llamada residual es obtenida como subproducto de una actividad humana.”(p.20).

Según. CASTELLS, Xavier Elías, libro Biomasa y Bioenergía. Define que:

Existen cinco tipos de biomasa. Residuos forestales comprende los tratamientos silvícolas y de cortes de pies maderables. Residuos agrícolas comprende los restos de podas, rastrojos de cultivos. Residuos de industrias forestales comprende los aserraderos, fábricas de pasta y papel. Residuos de industrias agrícolas comprende los bagazos, cascaras, huesos, vinazas. Residuos biodegradables se refiere a los purines, estiércoles, fangos de depuradoras, domiciliarios, mataderos, harinas cárnicas sebos etc.

Según.http://www.miliarium.com/energia/E_Renovables/Biomasa/Biomasa.asp.

Dice que. “Biomasa residual (seca y húmeda), son los residuos que se generan en las actividades de agricultura (leñosos y herbáceos) y ganadería, en las forestales, en la industria maderera y agroalimentaria, entre otras”. (p.1). Con esta información se podría decir que toda la materia que se encuentra en esta clasificación se puede utilizar para crear un biocombustible con una capacidad de combustionar algunas directamente y otras por medio de cambios que se les puede dar. Ya sea estudiando las propiedades que estas poseen y con una adecuada transformación de la materia prima esta se transforma en una excelente forma de aprovechar los residuos tanto vegetales como de animales.

Según. FERNÁNDEZ, Jesús, el capítulo 6 del libro Energía de la Biomasa, de.

Dice que:

La biomasa natural es la que se produce en la naturaleza sin la intervención humana, (bosques, matorrales, herbazales, etc.).

Este tipo de biomasa no es adecuada para un aprovechamiento energético masivo, ya que origina una rápida degradación de los ecosistemas naturales. Constituye actualmente la base del consumo energético de los pueblos en desarrollo y a medida que aumenta

su demografía y demanda, también lo hace la presión sobre los ecosistemas naturales. (p.203)

IMAGEN 4. BIOMASA RESIDUAL (SECA Y HÚMEDA)



Fuente:http://www.miliarium.com/energia/E_Renovables/Biomasa/Biomasa.asp

Según. FERNÁNDEZ, Jesús, el capítulo 6 del libro Energía de la Biomasa, Dice que:

Biomasa residual es la que se genera en cualquier tipo de actividad humana, en la que se utilice materia orgánica, principalmente en los procesos productivos de los sectores agrícolas, forestales o ganadero, así como en los núcleos urbanos (residuos sólidos y aguas residuales, principalmente). La utilización de este tipo de biomasa ofrece, en principio, perspectivas atractivas aunque limitadas, siendo en general más importante la descontaminación. (p.204)

Según.http://www.miliarium.com/energia/E_Renovables/Biomasa/Biomasa.asp; dice qué:

Estos cultivos se realizan generalmente con la única finalidad de producir biomasa con la cual se pueda tener una cantidad de materia prima que pueda ser Luego de un proceso sea

transformable en combustible. Estos cultivos los podemos dividir en:

Cultivos ya existentes como los (cereales, oleaginosas, remolacha etc.). Lignocelulósicos forestales (chopo, sauces, etc.), Lignocelulósicos herbáceos como el cardo *Cynaracardunculus* Otros cultivos como la pataca.

1.2.6. *La Fermentación.*

IMAGEN 5. FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA



Fuente: "Fermentaci% C3%B3n alcoh% C3%B3lica"

Según. GODOY, Augusto , HERRERA, Teófilo , ULLOA, Miguel – 2003 Libro de Bebidas alcohólicas no destiladas indígenas de México – . Dice que: “La fermentación alcohólica es el proceso anaeróbico mediante el cual se hidroliza el azúcar para formar anhídrido carbónico y alcohol etílico, la fermentación alcohólica más frecuente es producida por las levaduras del genero *Saccharomyses*. (p.11)

Según. JUANA SARDÓN, José María, GARCÍA, Adolfo de Francisco - 2003, libro de Energías Renovables para el Desarrollo. Define que: “la fermentación se basa en el crecimiento de un cultivo de levadura, que convierte la maltosa en

alcohol etílico y dióxido de carbono por medio de los carbohidratos derivados de almidón” (p.631).

Según: El Manual de Laboratorio de Fisiología Vegetal:

La fermentación alcohólica en ausencia de oxígeno molecular; es un proceso muy conocido, el vino y la cerveza son los productos primarios más importantes.

Como materia prima para la fermentación alcohólica generalmente se utilizan jugos de fruta los cuales contienen mucha fructosa; igualmente es fácil de fermentar el azúcar corriente (sacarosa). Sin embargo no todos los azúcares pueden servir como sustrato para las levaduras. (p. 92)

Según. VINCENT, VELA, María Cinta, ÁLVAREZ BLANCO, Silvia, ZARAGOZÁ CARBONELL, José Luis - 2006 -Define que: “La fermentación alcohólica es una de las etapas principales que transforma el mosto o zumo azucarado, en un líquido con un determinado contenido de alcohol etílico”(p.65). La fermentación alcohólica es un proceso en la cual no interviene la presencia de oxígeno la cual es posible debido a la presencia de microorganismos que se encargan de transformar los hidratos de carbono o también conocidos como azúcares como por ejemplo la fructosa, la glucosa, la sacarosa, el almidón, estos tipos de hidratos de carbono son capaces de transformar sus azúcares mediante el proceso de fermentación en alcohol el cual mediante el proceso de destilación pueden utilizarse para la elaboración de algunas bebidas alcohólicas como por ejemplo en la elaboración de vinos, cerveza, sidra, pero en la actualidad ya se está utilizando con otro tipo de finalidades la cual mediante investigaciones se ha podido descubrir que el etanol obtenido se puede utilizar en las industrias como biocombustible.

La finalidad biológica en conclusión es la proporcionar energía anaeróbica a los microorganismos unicelulares levaduras en ausencia de oxígeno proceso al que se refiere que las moléculas de glucosa son destruidas para obtener la suficiente cantidad de energía para que puedan sobrevivir produciendo el alcohol y el gas carbónico.

1.2.7. Fermentos

Según. TORRES, MUÑOZ, Ramón (Lecciones elementales de química general).

Dice que:

Los fermentos fueron descubiertos hace mucho tiempo desde entonces la ciencia se fijó en ellos. Los fermentos podrían obtenerse del protoplasma viva y separarse en solución acuosa e incluso como polvo seco fácilmente soluble.

Cambia el azúcar en ácido carbónico y en alcohol, a la vez que varía su propia naturaleza, el fermento es un ser organizado que goza de la facultad de reproducirse (p. 429-430)

Según. El diccionario manual de la lengua española vox.2007 Larousse Editorial,S.L. dice que .”Fermento es una sustancia orgánica soluble en agua que provoca el origen o estímulo de otra sustancia su descubrimiento en muchos de sus escritos fueron considerados como un evento revolucionario”

Según. www.cecrv.eu/diccionario/f/&pagina=1. Define que: “El fermento es una sustancia producida por una célula viviente, que provoca la transformación de compuestos en otros compuestos es decir creando una descomposición química de otras sustancias que se encuentran presentes”

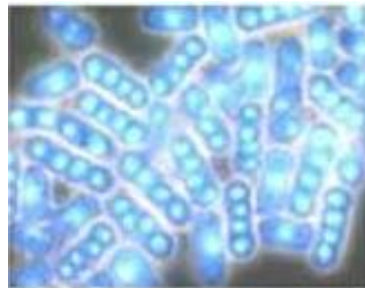
Según. Gimolimpo.com/Paginas/diccionario de la alimentación .ht...dice que:

Los fermentos provocan cambios en otras sustancias mediante un proceso catabólico de oxidación incompleta, totalmente anaeróbico, siendo el producto final un compuesto orgánico. Estos productos finales son los que caracterizan los diversos tipos de fermentaciones dando así un uso determinado para cada tipo de producto alimenticio o industrial llegando a formar parte de la composición de diversos medicamentos en dolencias de trastornos gástricos , gracias a su poder proteólico.

Según. www. Definición. org/diccionario/89.define que: “Fermento es una encima catalítica que permite una reacción a temperaturas compatibles con la vida. Es una sustancia elaborada por las células que intervienen en el desarrollo de procesos orgánicos utilizados en distintos productos.”

1.2.8. *Levadura*

IMAGEN 6. LEVADURA (*Saccharomyces cerevisiae*)



Fuente:www.euroresidentes.com/Alimentos/diccionario.../levadura.htm

Según. VALPUESTA, José María 2008.Dice que. “los fermentos son sustancias que se encontraban normalmente en el interior de las células normalmente de

levaduras la cual toma el nombre de enzimas una palabra griega que significa “en el fermento dentro del fermento”. (p.52)

Según. WATSON, James D. 2006 dice que:

La levadura de cerveza es un hongo unicelular, es un tipo de levadura utilizado industrialmente en la fabricación de vino, cerveza, pan etc. El ciclo de vida de las levaduras alterna dos formas, una haploide y otra diploide ambas formas se reproducen de forma asexual por gemación.

En condiciones muy determinadas la forma diploide es capaz de reproducirse sexualmente. (p.738)

Según. GARCÍA, GARIBAY, Mariano, QUINTERO, RAMÍREZ, Rodolfo, LÓPEZ, MUNGUÍA, Agustín Canales 1993. Define que: (*Saccharomyces cerevisiae*), es uno de los modelos más adecuados para el estudio de problemas biológicos. Es un sistema eucariota, con una complejidad ligeramente superior de la bacteria pero que comparte con ella muchas de sus ventajas técnica”. (p267)

Según. WATSON, James D. 2006 dice que:

La levadura tiene un proceso de rápido crecimiento debido a la dispersión de sus células y con la facilidad que se replican los cultivos y aíslan mutantes, destacan por un sencillo y versátil sistema de transformación de ADN. Tiene un sistema genético que presenta dos fases biológicas estables: haploide y diploide, por la ausencia de patogenicidad permite su manipulación con las mínimas precauciones. (p.738)

Según. WATSON, James D. 2006 define que:

Las utilidades industriales más importantes de esta levadura son la producción de algunos productos alimenticios como son: cerveza, pan y vino gracias a su capacidad de generar CO₂ (dióxido de carbono y etanol) durante el proceso de fermentación. Básicamente este proceso se lleva a cabo cuando esta levadura se encuentra en un medio muy rico en azúcares (como la D-glucosa). (p.738)

Según. WATSON, James D. 2006 dice que: “Una ventaja adicional del microorganismo consiste en que se conoce la secuencia del genoma y se mantiene en constante revisión.

Ello ha permitido la manipulación genética de casi 6600 genes que codifica el genoma de levadura”. (p739)

1.2.9. Destilación

IMAGEN 7. ALAMBIQUE PARA DESTILACIÓN



Fuente: 399× 400 - 26 k - jpg - www.regals.net/alcohol/alambique.jpg

Según. El libro de Ingeniería de la Industria Alimentaria; dice que:

La destilación es una operación unitaria mediante la cual se consigue la separación de los componentes de una mezcla líquida

por vaporización parcial de la misma. Es la operación de separación más utilizada, generalmente más económica y de la que se dispone mayor información.

En la industria alimentaria se utiliza principalmente en la concentración de aceites esenciales, aromas y bebidas alcohólicas. (p.122)

Según:http://www.alambiques.com/tecnicas_destilacion.htm-alambiques//.ppq-
Dice que la destilación es:

Un proceso que consiste en calentar un líquido hasta que sus componentes más volátiles pasan a la fase de vapor y, a continuación, enfriar el vapor para recuperar dichos componentes en forma líquida por medio de la condensación. El objetivo principal de la destilación es separar una mezcla de varios componentes aprovechando sus distintas volatilidades, o bien separar los materiales volátiles y no volátiles. (p.1)

1.2.10. Método Básico de Destilación instantánea

Según: El libro de la ESPE de Energías Renovables para el Desarrollo 333.79 C778e. Define que la destilación es:

Uno de los procesos de separación más simples y comunes, es por evaporación instantánea, en este proceso parte de una corriente de alimentación, se evapora en una cámara de evaporación instantánea para separar vapor y líquido en equilibrio mutuo. El componente más volátil se concentrara más en el vapor, este líquido se somete a presión, se calienta y se hace pasar por una válvula. (p.12)

La destilación es un proceso de separación mediante los pasos de evaporación y luego de condensación con la única finalidad de obtener un producto lo más

posiblemente puro y libre de presencia de sustancias no deseadas .en algunos casos se podría decir que la destilación no es más que una técnica para la eliminación de una cantidad de agua que se encuentra en el producto elaborado cuando un líquido es sometido a destilación lo que se está haciendo es la eliminación de agua que está presente mientras el producto es sometido más veces a destilación se obtendrá un producto de mejor calidad, para el proceso de destilación lo que se utiliza en un laboratorio es el alambique que es un recipiente en donde se coloca la mezcla luego de la colocación a este se le aplica calor luego estos gases pasan por un condensador en donde se enfrían los vapores generados por el calor que se le está aplicando para que estos vapores retomen el estado líquido cuando son sometidos al enfriado.

1.2.11. Etanol

Según. GUALOTUÑA, MOPOSITA. Dice que:

El Etanol es un líquido inflamable, incoloro y es el alcohol de menor toxicidad. Se utiliza en las bebidas alcohólicas, al igual que desinfectantes y disolventes. Posee un alto octanaje y una mayor solubilidad en gasolina que el Metanol. (p.27)

Según. GUALOTUÑA, MOPOSITA. Definen al etanol como: “Un líquido claro, incoloro con un olor característico agradable, también conocido como alcohol etílico. En solución con agua, tiene un sabor dulce, pero en soluciones más concentradas tiene un sabor ardiente” (p.5).

Según. GUALOTUÑA, MOPOSITA, tesis de la ESPE N°-629.287. Dice que:

El etanol está hecho a base del alcohol etílico (caña de azúcar) por medio de la destilación una simple. El etanol (C₂H₅OH), también conocido como alcohol etílico o de grano, se obtiene a partir de tres

tipos de materia prima: los productos ricos en sacarosa, como la caña de azúcar, la melaza sorgo dulce; las fuentes ricas de en almidón, como cereales (maíz, trigo, cebada, etc.) y tubérculos (yuca, camote, papa). (p.27).

TABLA 5. PROPIEDADES DEL ETANOL

Propiedad	Grados
Punto de fusión	-114,1°C
Punto de ebullición	78,5°C
Densidad relativa	0,789 a 20 °C

Fuente: Tesis de la E.S.P.E N°-629.287

Según. La norma técnica colombiana ntc 5517(ntc-iso 14040:2007), define qué:

Combustibles limpios son aquellos que al ser utilizados en sistemas de combustión generan emisiones de contaminantes menores a los límites máximos que establezca la autoridad competente.

Siendo los siguientes:

- A. Hidrógeno
- B. Alcohol carburante, etanol anhidro desnaturalizado
- C. Gas natural
- D. Gas licuado de petróleo GLP

TABLA 6. PARÁMETROS

Parámetro	Normas	Unidades	UNE EN 590* Gasoleo A
Densidad a 15°C	EN ISO 12185 EN ISO 12185	g/cm ³	0.820-0.845
Viscosidad cinemática 40°C	EN ISO 3104 EN ISO 3104	c.St	2.0- 4.5
Punto inflamación	EN 22719 ISOP/DIS 3679	°C	55 min
Azufre	EN ISO 14596 pr EN ISO2084684	ppm	50 max
Residuo carbonoso (10%)	EN ISO 10370 EN ISO 10370	%	0,30 max
Contaminación Total	EN ISO 12662 EN ISO 12662	ppm	24 max
Agua	EN ISO 12937 EN ISO 12937	ppm	200 max
Corrosión del Cobre	EN ISO 2160 EN ISO 2160	–	Clase 1
Estabilidad oxidación	EN ISO 12205 pr EN ISO 14112	Mg/1	25 max
Numero de cetano	EN ISO 5165 EN ISO 5165	–	51 min

FUENTE: Boletín mensual sobre lubricación y mantenimiento.

1.2.12. Biocombustible

Según:<http://www.biodisol.com/que-son-los-biocombustibles-historia-produccion-noticias-y-articulos-biodiesel-energias-renovables/>Define que:

Los biocombustibles son combustibles de origen biológico obtenido de manera renovable a partir de restos orgánicos. Estos restos orgánicos proceden habitualmente del azúcar, trigo, maíz o semillas oleaginosas. Todos ellos reducen el volumen total de CO₂ que se emite en la atmósfera, ya que lo absorben a medida que crecen y emiten prácticamente la misma cantidad que los convencionales cuando se queman.

Según.www.colombiabuenas.com/colombia/biocombustible.Define que:

Desde una perspectiva etimológica, serían los combustibles de origen biológico, pero esta definición incluiría el petróleo, ya que este procede de restos fósiles que existen desde hace millones de años. Una mejor definición sería que son los combustibles de origen biológico obtenidos de manera renovable a partir de restos orgánicos. Los biocombustibles constituyen la primera fuente de energía que conoció la humanidad. (p. 1)

Según. FERNÁNDEZ, Jesús capítulo 6 del libro energía de la biomasa. Dice que:

La denominación de biocombustible se hace referencia comúnmente a sustancias que en contacto con el oxígeno del aire y con una determinada temperatura arde y produce energía. En principio, pueden establecerse dos tipos de combustibles según su naturaleza:

Los combustibles fósiles constituidos por el carbón, el petróleo o gas natural y sus derivados y los biocombustibles que son los que preceden de la biomasa. El uso de la biomasa con fines energéticos implica una adecuación de la materia prima. (p.213).

Para un mejor entendimiento acerca de lo que es un biocombustible y la obtención del mismo se puede decir que un biocombustible es un producto obtenido a través de una materia prima de origen biológico ya sea este animal o vegetal de manera renovable a partir de restos de plantas y restos orgánicos estas plantas a menudo contienen una cierta cantidad de azúcar los cuales mediante procesos de fermentación se pueden convertir en alcohol y este a la vez mediante destilación se transformaría en biocombustible, con esto se podría decir que la obtención de biocombustible nos ayudaría al mejoramiento del planeta con la reducción de gases que producen el denominado “efecto invernadero”; los biocombustibles en otros países ya están siendo utilizados pero en el Ecuador recién se está debatiendo si los agro combustibles reducen el efecto invernadero en forma de pregunta y se llegó a la conclusión de que si restarían paulatinamente los efectos y se dice que los cultivos que serían a utilizarse serían los de monocultivos.

Según www.colombiabuenas.com/colombia/biocombustible, dice que: “Entre las fuentes de los biocombustibles, están la biomasa proveniente de cultivos como caña de azúcar, maíz, sorgo, yuca y otros, usada para producir etanol, y los aceites para producir biodiesel.”(p.1).

Según. CASTELLS, Xavier Elías, libro Biomasa y Bioenergía. Dice que: “los biocombustibles líquidos permiten disponer de transportes más limpios y los biocombustibles gaseosos son utilizados para generar electricidad, calor energía o para el consumo doméstico.”(p.742)

Según. VALLEJO, Silvana, subsecretaria de políticas públicas del Ecuador. Dice que: “Los biocombustibles son a menudo mezclados con otro tipo de combustibles en unas ciertas cantidades lo cual tendría una reducción del volumen de gas carbónico que a diario se emiten hacia la atmósfera.”(p.1).

Según.<http://www.biodisol.com/que-son-los-biocombustibles-historiaproduccion-noticias-y-articulos-biodiesel-energias-renovables/>.Define que: “La principal característica de un combustible es el calor desprendido por la combustión completa una unidad de masa (kilogramo) de combustible, llamado poder calorífico”.

TABLA 7. PODERES CALORÍFICOS DE SUSTANCIAS COMBUSTIBLES

Combustible	MJ/kg	kcal/kg
Gas natural	53,6	12 800
Acetileno	48,55	11 600
Propano		
Gasolina	46,0	11 000
Butano		
Gasoil	42,7	10 200
Fueloil	40,2	9 600
Antracita	34,7	8 300
Coque	32,6	7 800
Gas de alumbrado	29,3	7 000
Alcohol de 95°	28,2	6 740
Lignito	20,0	4 800
Turba	19,7	4 700
Hulla	16,7	4 000

Fuente:<http://www.biodisol.com/que-son-los-biocombustibles-historia-produccion-noticias-y-articulos-biodiesel-energias-renovables/>

1.3. Marco Legal

Constitución 2008

Derechos del Buen Vivir-Ambiente Sano.

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

Biodiversidad y Recursos Biosfera, ecología urbana y energías alternativas.

Art. 413.- El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y. Energía renovable: recursos y potencialidades tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, debajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua.

Art. 414.- El Estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero, de la reforestación y de la contaminación atmosférica; tomará medidas para la conservación de los bosques y la vegetación, y protegerá a la población en riesgo.

Decretos ejecutivos.

Decreto ejecutivo 1215, Publicada en el Registro Oficial No.265-13 de febrero del 2011. Artículo 67.- Dispone que: “En la producción de combustibles la calidad podrá ser mejorada mediante la incorporación de aditivos en refinerías y/o terminales. Se preferirá y fomentará el uso de aditivos oxigenados tal como el etanol anhidro a partir de material a partir de materia prima renovable.”

Decreto ejecutivo No. 2332, Publicada en el Registro Oficial No. 482-15 de diciembre del 2004. Artículo 1.-dice que: “Declara de interés nacional la producción, comercialización y uso de los biocombustibles como componente en la formulación de los combustibles que se consumen en el país.”

Decreto ejecutivo No. 146, Publicada en el Registro Oficial No. 39 -12 de marzo del 2007. Artículo 1.-Define que: “Crea el consejo nacional de biocombustibles con la misión de definir políticas y aprobar planas, programas y proyectos relacionados a la producción, manejo, industrialización y comercialización de biocombustibles.”

Decreto supremo No. 2967, Publicada en el Registro Oficial No.711 -15 de julio del 2011. Artículo1-A.- Dispone que: “En todas las actividades de hidrocarburos, prohíbase prácticas o regulaciones que impidan o distorsionen la libre competencia, por parte del sector privado o público. Prohíbanse también practicas o acciones que pretendan el desabastecimiento deliberado del mercado interno de hidrocarburos.”

Decreto Ejecutivo No. 2332, Publica en el Registro Oficial N°.265-13 de febrero del 2001. Artículo 67.-Dispone que. “En la producción de combustibles... la calidad podrá ser mejorada mediante la incorporación de aditivos en refinerías y/o terminales. Se preferirá y fomentará el uso de aditivos oxigenados tal como el etanol anhidro a partir de materia prima renovable.”

Decreto Ejecutivo No.146, Publicada en el Registro Oficial N° 482 -15 de diciembre de 2004. Artículo 1.- Dispone que. “Declara de interés nacional la producción, comercialización y uso de los biocombustibles como componente en la formulación de los combustibles que se consumen en el país.”

Decreto Ejecutivo No.2332, Publicada en el Registro Oficial N° 39 -12 de marzo de 2007. Artículo 1.-Dispone que. “Crea el Consejo Nacional de Biocombustibles con la misión de definir políticas y aprobar planes, programas y proyectos relacionados a la producción, manejo, industrialización y comercialización de biocombustibles.”

Decreto Ejecutivo No. 1831, 10 Julio 2009. “Transfíranse todas las competencias que, en materia de coordinación para la producción, distribución y comercialización, posean las instituciones de la Administración Publica central e Institucional, al Ministerio de Coordinación de la Producción, Competitividad y Comercialización, con el objeto de facilitar el cumplimiento de los planes, programas y proyectos que las instituciones competentes lleven a cabo para

implementar una política de biocombustibles que coadyuve a la política de diversificar la matriz energética nacional, con apego a la Constitución y la Ley”.

1.4. Marco Conceptual

Aeróbica.- La respiración aeróbica es un tipo de metabolismo energético en el que los seres vivos extraen energía de moléculas orgánicas, como la glucosa, por un proceso complejo en el que el carbono es oxidado y en el que el oxígeno procedente del aire es el oxidante empleado, en otras variantes de la respiración, muy raras, el oxidante es distinto del oxígeno. (*Campos, 2002, p. 90*)

Anaeróbica.- La respiración anaeróbica es un proceso biológico de óxido reducción de monosacáridos y otros compuestos en el que el aceptor terminal de electrones es una molécula inorgánica distinta del oxígeno, y más raramente una molécula orgánica. (*Campos, 2002, p. 91*)

Agave.- El género Agave está compuesto por plantas suculentas pertenecientes a una extensa familia botánica del mismo nombre: Agavaceae. Se les conoce con el nombre común de Agave, pita, maguey, cabuya, fique, mezcal. (*Mendoza, et, al, 2012, p.4*)

Alambique.- El alambique o alquitara es el aparato utilizado para destilación de líquidos mediante un proceso de evaporación por calentamiento y posterior condensación por enfriamiento. (*Otero, 2006, p.33*)

Alpechines.- El alpechín es un líquido negruzco y fétido que se obtiene al presionar o centrifugar la pasta de aceituna molturada previamente en las almazaras. (*Castells, 2000, p.503*)

Biomasa.- Materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía. (*Castellanos, 2008, p.32*)

Bioetanol.- El bioetanol se produce por la fermentación de los azúcares contenidos en la materia orgánica de las plantas. En este proceso se obtiene el alcohol hidratado, con un contenido aproximado del 5% de agua, que tras ser deshidratado se puede utilizar como combustible. (*Gualotuña, Moposita, 2006, p.27*)

Bulbillo.- Diminutivo de bulbo, se usa para designar a los que nacen en la axila de un catafilo del bulbo madre. (*Blanco, 2004, p.43*)

Combustión.- La combustión es una reacción química en la cual generalmente se desprende una gran cantidad de calor y luz. (*Real Academia Española, 2014*)

Carbohidratos.- Los carbohidratos son los compuestos orgánicos más abundantes de la biosfera y a su vez los más diversos. Normalmente se los encuentra en las partes estructurales de los vegetales y también en los tejidos animales, como glucosa o glucógeno. Estos sirven como fuente de energía para todas las actividades celulares vitales. (*Tébar, 2006, p.187*)

Condensación.- Es el cambio de estado de la materia que se encuentra en forma gaseosa a forma líquida. (*Fogquest, et, al, 2007-20015*)

Dióxido de carbono.- El dióxido de carbono (CO₂) es un gas incoloro, denso y poco reactivo. Forma parte de la composición de la tropósfera (capa de la atmósfera más próxima a la Tierra) actualmente en una proporción de 350 ppm. (Partes por millón). Su ciclo en la naturaleza está vinculado al del oxígeno. (*Raynaud, et. al, 1993*)

Destilación.- Es la operación de separar, mediante vaporización y condensación, los diferentes componentes líquidos, sólidos disueltos en líquidos o gases licuados de una mezcla, aprovechando los diferentes puntos de ebullición (temperaturas de ebullición) de cada una de las sustancias ya que el punto de ebullición es una propiedad intensiva de cada sustancia, es decir, no varía en función de la masa o el volumen, aunque sí en función de la presión. (*Costa, 1984, p.43*)

Emisión de gases.- Conjunto de gases contaminantes que se encuentran esparcidos en el ambiente por motivo de la combustión de motores. (*Calvo, et. al, 2009*)

Fotosíntesis.- Es la conversión de energía luminosa en energía química estable, siendo el adenosíntrifosfato (ATP) la primera molécula en la que queda almacenada esa energía química. (*Campbell, Reece, 2007, p.199*)

Fósil.- (Del latín fossile, lo que se extrae de la tierra) son los restos o señales de la actividad de organismos pasados. (*Real Academia Española 2012*)

Fermentación alcohólica.- Es un proceso anaeróbico que además de generar etanol desprende grandes cantidades de dióxido de carbono (CO₂) además de energía para el metabolismo de las bacterias anaeróbicas y levaduras. (*Vincet, Alvares, Zaragoza, 2006, p.70*)

Fructosa.- La fructosa, o levulosa, es una forma de azúcar encontrada en las frutas y en la miel. Es un monosacárido con la misma fórmula empírica que la glucosa pero con diferente estructura. (*Ferristal, et, al, 2001*)

Gas metano.- Es una sustancia no polar que se presenta en forma de gas a temperaturas y presiones ordinarias. Es incoloro e inodoro y apenas soluble en agua en su fase líquida. (*William F, et, al, 2008 ,p.121*)

Glucosa.- Es una forma de azúcar que se encuentra libre en las frutas y en la miel. (*Devlin, et, al, 2006*)

Grados alcohólicos.- Es la expresión en grados del número de volúmenes de alcohol (etanol) contenidos en 100 volúmenes del producto, medidos a la temperatura de 20 °C. Se trata de una medida de concentración porcentual en volumen. (*Naveillan, 1992, p.12*)

Grados centígrados.- Es la unidad termométrica cuyo 0 se ubica 0,01 grados por debajo del punto triple del agua y su intensidad calórica equivale a la del kelvin. (*Estevan. H, 2002, p.18*)

Inulina.- La inulina es un extracto natural de la raíz de algunas plantas y forma parte del grupo de los oligosacáridos con la composición de un hidrato de carbono de cadena larga. (*Hans, Wolfgang, 1987, p.487*)

Levadura.- Se denomina levadura a cualquiera de los diversos hongos microscópicos unicelulares que son importantes por su capacidad para realizar la descomposición mediante fermentación de diversos cuerpos orgánicos, principalmente los azúcares o hidratos de carbono, produciendo distintas sustancias. (*Antonie Van Leeuwenhoek, et, al, 1992*)

Mosto.- El mosto es el zumo de la uva que contiene diversos elementos de la uva como pueden ser la piel, las semillas, etcétera. Se considera una de las primeras etapas de la elaboración del vino. (*Collins, et, al, 1992*)

Pulque.- El pulque es una bebida alcohólica que se fabrica a partir de la fermentación del jugo o aguamiel del agave o maguey, especialmente el maguey pulquero (*Agave salmiana*). Actualmente su producción se realiza principalmente en el estado de Hidalgo. (*Manual de la Lengua Española, 2007*)

Silvícola.- Comprende todas las operaciones necesarias para regenerar, explotar y proteger los bosques, así como para recolectar sus productos, es decir, las actividades de forestación (plantación, replante, trasplante, aclareo y conservación de bosques y zonas forestadas) y explotación o cosecha de bosques, tanto nativos como plantaciones. (*Fischer, et, al, 1993*)

Sacarosa.- El azúcar de mesa es el edulcorante más utilizado para endulzar los alimentos y suele ser sacarosa. En la naturaleza se encuentra en un 20% del peso en la caña de azúcar y en un 15% del peso de la remolacha azucarera, de la que se obtiene el azúcar de mesa. (*Teijón Rivera, et, al, 2004, p.216*)

Volátil.- Se aplica a la sustancia que se transforma fácilmente en vapor o en gas cuando está expuesta al aire: la gasolina es una sustancia volátil. (*William Collins Sons, 1993*)

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS.

En el capítulo mencionado se detalla los métodos, técnicas lugar de ubicación del ensayo y el procedimiento a utilizarse para el desarrollo de esta investigación, además se manifiestan la metodología y análisis que se realizó para la obtención de etanol con el fin de producir un biocombustible aceptable y que cumpla con las normas establecidas.

2.1. CARACTERÍSTICA DEL LUGAR DE ESTUDIO

Universidad Técnica de Cotopaxi (CEASA) Planta procesadora de alimentos Ingeniería Agroindustrial.

Es el lugar donde se realizó los procesos de elaboración del biocombustible, está ubicada en Latacunga provincia de Cotopaxi y cuenta con una extensión en Salache Bajo que es el Centro Experimental y Producción Salache "CEASA" en el laboratorio de Ingeniería láctea el cual se encuentra ubicada la planta procesadora de alimentos de la carrera de ingeniería agroindustrial.

División Política Territorial

Provincia. Cotopaxi

Cantón. Latacunga

Parroquia. Eloy Alfaro

Barrio. Salache bajo

Situación Geográfica Latacunga (Salache)

Longitud: 97° 7163* 99**

Latitud: 75° 709* 67**

Altitud: 3849 msnm

Condiciones Edafológicas

Clima. Templado, Frío y Cálido Húmedo

Temperatura: 12.5

Fuente: [http://www. Situación geog/lata.ppm.com](http://www.Situación_geog/lata.ppm.com)

2.2. Materiales y Equipos

2.2.1. Materia prima para la elaboración de biocombustible

- Zumo de agave negro
- Zumo de agave blanco
- Fermento granulado
- Fermento en pasta

2.2.2. Equipos y materiales para la fermentación y destilación

- Destilador
- Botes
- Mangueras
- Colador
- Tela lienzo
- Ollas
- Mandil
- Cofia
- Mascarilla
- Vasos de precipitación
- Termómetro
- Alcoholímetro
- Bureta
- Brixómetro

2.2.3. *Materiales de oficina.*

- Laptop
- Flash memory
- Esferográficos
- Libreta
- Hojas
- Cámara

2.2.4. Tipo de Investigación

Este proyecto tiene los tipos de investigación; exploratoria, descriptiva, experimental, analítica.

2.2.5. Investigación Exploratoria

Es la investigación que pretende dar una visión general de tipo aproximativo, respecto a una determinada realidad.

Este tipo de investigación se realizó especialmente cuando el tema elegido ha sido poco explorado y reconocido y cuando más aún, sobre él es difícil formular hipótesis precisas o de cierta generalidad.

Se la utilizó desde la parte inicial de la investigación como es la selección del tema la cual tendrá que ser analizada para que pueda ser llevada a cabo sin problema alguno en el momento de realizar el proyecto, esta investigación se la utilizó, para determinar si la elaboración de biocombustible es posible con una nueva materia prima.

2.2.6. Investigación Descriptiva

La investigación descriptiva, también conocida como la investigación estadística, describió los datos y características de la población o fenómeno en estudio de esta forma se pudo obtener las notas que caracterizan a la realidad estudiada.

Este tipo de investigación se la utilizó para la tabulación de datos que se obtuvo mediante el transcurso de la investigación.

2.2.7. Investigación Experimental

Es un tipo de investigación que usa la lógica y los principios encontrados en las ciencias naturales. Los experimentos pueden ser llevados a cabo en el laboratorio o en la vida real. Estos generalmente involucran un número relativamente pequeño de personas y abordan una pregunta bastante enfocada. Los experimentos son más efectivos para la investigación explicativa y frecuentemente están limitados a temas en los cuales el investigador puede manipular la situación en la cual las personas se hallan.

La investigación experimental consiste en la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por que causa se produce una situación o acontecimiento en particular.

En la elaboración de biocombustible y en su comprobación se utilizó, mediante el diseño experimental como base para la conservación de los resultados deseados de los tratamientos.

2.2.8. Investigación Analítica

Es un procedimiento más complejo con respecto a la investigación descriptiva, que consiste fundamentalmente en establecer la comparación de variables entre grupos de estudio y de control sin aplicar o manipular las variables, estudiando éstas según se dan naturalmente en los grupos. Además, se refiere a la proposición de hipótesis que el investigador trata de probar o negar.

La investigación se la llevó, a cabo durante la elaboración del biocombustible analizando las diferentes muestras del producto de forma analítica y verificando si las características que se plantearon en las variables se cumplen.

2.3. Métodos

En el presenta trabajo investigativo se utilizaron los siguientes métodos de acuerdo a lo requeridos en la investigación: exploratoria, analítico, experimental, bibliográfico.

2.3.1. *Inductivo*

Es aquel que parte de los datos particulares para llegar a conclusiones generales, este método permite la formación de hipótesis, investigación de leyes científicas y sus demostraciones.

El método inductivo se llevó a cabo para establecer las hipótesis a evaluar del tema general de la investigación.

2.3.2. *Deductivo*

Es aquel que parte de datos generales aceptados como válidos para llegar a una conclusión de tipo particular.

Este tipo de método se lo utilizó para poder establecer los datos de la investigación teórica, práctica para la elaboración de biocombustible.

2.3.3. *Exploratoria*

Es la investigación que pretende darnos una visión general, especialmente cuando el tema elegido ha sido poco explorado y más aún cuando sobre él, es difícil formular hipótesis precisas o de cierta generalidad.

Se la utilizó desde la parte inicial de la investigación como es la selección del tema la cual tendrá que ser analizada para que pueda ser llevada a cabo sin problema alguno en el momento de realizar el proyecto, por la que se aplica de manera directa en la investigación propuesta.

2.3.4. Analítico

Es un procedimiento más complejo con respecto a la investigación descriptiva, que consiste fundamentalmente en establecer la comparación de variables entre grupos de estudio y de control sin aplicar o manipular las variables, estudiando éstas según se dan naturalmente en los grupos. Además, se refiere a la proposición de hipótesis que el investigador trata de probar o negar.

Se la llevó a cabo durante la elaboración del biocombustible analizando las diferentes muestras del producto de forma analítica y verificando si las características que se plantearon en las variables se cumplen.

2.3.5. Bibliográfico

En un sentido amplio, el método de investigación bibliográfica es el sistema que se sigue para obtener información contenida en documentos. En sentido más específico, el método de investigación bibliográfica es el conjunto de técnicas y estrategias que se emplean para localizar, identificar y acceder a aquellos documentos que contienen la información pertinente para la investigación.

Se lo realizó mediante el proceso de recolección de datos con respecto a la investigación del marco teórico para la investigación de elaboración de biocombustible.

2.3.6. Técnicas

2.3.7. Observación

Es una técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis.

La observación es un elemento fundamental de todo proceso investigativo; en ella se apoya el investigador para obtener el mayor número de datos. Gran parte del acervo de conocimientos que constituye la ciencia ha sido lograda mediante la observación.

2.3.8. Fichaje

El fichaje es una técnica auxiliar de todas las demás técnicas empleada en investigación científica; consiste en registrar los datos que se van obteniendo en los instrumentos llamados fichas, las cuales, debidamente elaboradas y ordenadas contienen la mayor parte de la información que se recopila en una investigación por lo cual constituye un valioso auxiliar en esa tarea, al ahorra mucho tiempo, espacio y dinero.

2.4. Instrumentos

2.4.1. Estadística

La estadística es comúnmente considerada como una colección de hechos numéricos expresados en términos de una relación sumisa, y que han sido recopilados a partir de otros datos numéricos.

En la elaboración de biocombustible la estadística se la aplico para la verificación de cantidades de alcohol que posee cada muestra que obtendremos, de la cual mediante los estudios hechos se tomó las muestra de mayor cantidad de alcohol de las dos variedades de agave.

2.4.2. *Recolección Bibliográfica*

La revisión bibliográfica comprende todas las actividades relacionadas con la búsqueda de información escrita sobre un tema, que apoye la investigación.

Se la utilizo para la recolección de datos o información que se pueda utilizar para apoyar más concretamente la investigación acerca de la creación de energías renovables y elaboración de biocombustibles.

2.4.3. Diseño Experimental

Es un estudio en el que al menos una variable es manipulada y las unidades son aleatoriamente asignadas a los distintos niveles o categorías de las variables manipuladas. Por lo que la metodología experimental dará a conocer las mejores repeticiones en el diseño experimental.

2.4.4. *Tipo de Diseño*

Se utilizó el diseño factorial, $A \times B \times C$ con tres repeticiones en estudio.

$$(2 \times 2 \times 2 = 8 \times 3 = 24)$$

2.4.5. Factores en Estudio

2x2x2 = 8 Muestras x 3 Repeticiones con un total de 24 tratamientos en estudio

Factor A = Variedades de agave

a₁ = Agave negro (*Agave americana*)

a₂ = Agave blanco (*Agave spp*)

Factor B = Tipos de fermentos

b₁ = *Sacharomyces cerevisiae*, en pasta

b₂ = *Sacharomyces cerevisiae*, granulada

Factor C= Tiempos de fermentación.

c₁= Durante 8 días

c₂=Durante 15 días

2.4.6. Tratamientos

Se utilizaron 8 tratamientos con 3 réplicas; los cuales se detallan en la siguiente tabla.

**TABLA 8. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO, ELABORACIÓN DE
BIOCOMBUSTIBLE**

Nº	Tratamientos	Descripción
t1	a 1 b1 c1	Ag. Negro más el fermento 1 en 8 días
t2	a 1 b1 c2	Ag. Negro más el fermento 1 en 15 días
t3	a 1 b2 c1	Ag. Negro más el fermento 2 en 8 días
t4	a 1 b2 c2	Ag. Negro más el fermento 2 en 15 días.
t5	a 2 b1 c1	Ag. Blanco más el fermento 1 en 8 días
t6	a 2 b1 c2	Ag. Blanco más el fermento 1 en 15 días
t7	a 2 b2 c1	Ag. Blanco más el fermento 2 en 8 días
t8	a 2 b2 c2	Ag. Blanco más el fermento 2 en 15 días

Elaborado por: Carlos Loachamin

2.4.7. Esquema de Análisis de Varianza

TABLA 9. ESQUEMA DE ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de varianza	Grados de libertad
Total	23
Factor A	1
Factor B	1
Factor C	1
AxB	1
AxC	1
BxC	1
AxBxC	1
Repeticiones	2
Error experimental	14

Elaborado por: Carlos Loachamin

2.4.8. Análisis Estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el paquete estadístico INFOSTAT, con el que se evaluó los efectos de los factores A (variedad de agaves), factor B (tipos de fermentos) y factor C (tiempos de fermentación).

Para los tratamientos significativos se aplicó la prueba de Tukey seleccionando el tratamiento ubicado en el primer rango estadístico.

2.5. Características del Ensayo (Población y Muestra)

2.5.1. Población

Se trabajó con una población de 24 tratamientos para los cuales se utilizó 30 litros de zumo de agave negro y 30 litros de zumo de agave blanco para la elaboración de biocombustible.

2.5.2. Muestra

Las cantidades utilizadas en cada tipo de tratamientos fueron de 2.5 litros de zumo de agave negro y 2.5 litros de zumo de agave blanco respectivamente.

De los resultados obtenidos de cada prueba de los procesos de destilación sacamos el mejor tratamiento del cual se obtuvo la mayor cantidad de grados alcohólicos t1 del zumo de agave negro y el t6 del zumo de agave blanco para el análisis físico- químico (análisis de poder calorífico).

2.5.3. Variables e Indicadores

**CUADROS 3. VARIABLES PARA LA ELABORACIÓN DE
BIOCOMBUSTIBLE**

INDEPENDIENTES	DEPENDIENTES	INDICADORES
<p style="text-align: center;">ELABORACIÓN DE BIOCOMBUSTIBLE APARTIR DEL AGAVE</p>	<p style="text-align: center;">DOS VARIETADES DE AGAVE</p>	<p>Propiedades físico – químico.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Composición - Combustión - Grados °brix
	<p style="text-align: center;">DOS TIPOS DE FERMENTOS</p>	<p>Fermentos. <i>Sacharomices cerevisiae</i> en pasta <i>Sacharomices cerevisiae</i> liofilizada</p>
	<p style="text-align: center;">DOS TIEMPOS DE FERMENTACIÓN</p>	<p>Tiempos. 8 días 15 días</p>

Elaborado por: Carlos Loachamin

Variables Respuesta

- **Propiedades físico:** Color, Olor
- **Propiedades físico – químicos:** Textura, Consistencia, Combustión, Poder calorífico

2.5.4. Metodología de la elaboración

2.5.5. Descripción del proceso de elaboración de biocombustible

2.5.6. Materia Prima: Son los tipos de agaves negro (*Agave americana*) y agave blanco (*Agave spp*), que se utilizó con su correspondiente zumo, cuando estos hayan alcanzado su desarrollo deseado es decir cuando la planta esté en condiciones de reproducirse que es de 3 a 5 años.

2.5.7. Recolección: El zumo se recolecto cada día esta operación se la llevó a cabo realizando un orificio en el tronco de la planta y dejando que el zumo se acumule para luego ser tomado con un recolector adecuado para colocarlo en un recipiente se puede obtener de entre 8 a 10 litros diarios de zumo.

2.5.8. Tamización: Cuando se haya obtenido la cantidad deseada de zumo se llevó a cabo la eliminación de las impurezas que se encuentran en el zumo de agave mediante la filtración del mismo colocando el líquido en una tela lienzo.

2.5.9. Cocción de los zumos: Se la realizó a una temperatura de 85°C durante unos 15 minutos este proceso nos sirvió para la activación de las enzimas que contienen los zumos de agave para la obtención de un resultado mejor en el proceso de fermentación.

2.5.10. Enfriamiento de los zumos: Se retiró de la llama los zumos para dejarlos reposar hasta que alcancen una temperatura no mayor a los 40°C para luego proseguir a la adicción de los fermentos.

2.5.11. Adición de fermentos: En este proceso se llevó a cabo el pesaje y la activación de los diferentes tipos de fermentos para la cual se necesitó la cantidad de 0.5 gramos por litro de zumo de agave respectivamente

(fermento 1 y fermento2) para cada uno de los tratamientos expuestos anteriormente para la activación de los fermentos esta se la realizó colocando el fermento en una cantidad pequeña de agua tibia una vez disuelto se la colocó en los zumos de los agaves respectivamente.

2.5.12. Fermentación: Se colocó el porcentaje de zumo establecido en los tratamientos en recipientes de plástico para sellarla en la tapa del recipiente que contiene el zumo se realizó un orificio para colocar una manguera que permitirá llevar a cabo el proceso de fermentación anaeróbica dicho proceso no debe permitir la entrada de aire hacia los zumos la manguera no debe tocar el zumo y su otro extremo estará sumergida en un recipiente con agua esta ayuda a eliminar el gas carbónico que se produce mediante el proceso que se llevó a cabo en el tiempo establecido de 8 y 15 días.

2.5.13. Decantación: Esta operación consistió en obtener el zumo que ha culminado su proceso de fermentación sin ningún residuo el cual está colocado en la parte inferior de la botella debido a que este producto estuvo en reposo por varios días se realizó la extracción del zumo limpio mediante una manguera un extremo debe colocarse dentro de la botella que contiene el producto si tocar el fondo de la misma, en el otro extremo estuvo colocada una tela lienzo junto a un colador sobre un recipiente limpio que nos permitió obtener el producto libre de impurezas para ser llevado al siguiente proceso.

2.5.14. Producto fermentado: El producto fermentado es el que se obtuvo durante el transcurso de tiempo establecido en la fermentación y pasa por el proceso de decantación es un producto libre de impurezas y que está listo para ser llevado al proceso de destilación.

2.5.15. Destilación: El producto obtenido de la fermentación pasó a la fase de destilación la cual consta en la eliminación de los cuerpos volátiles

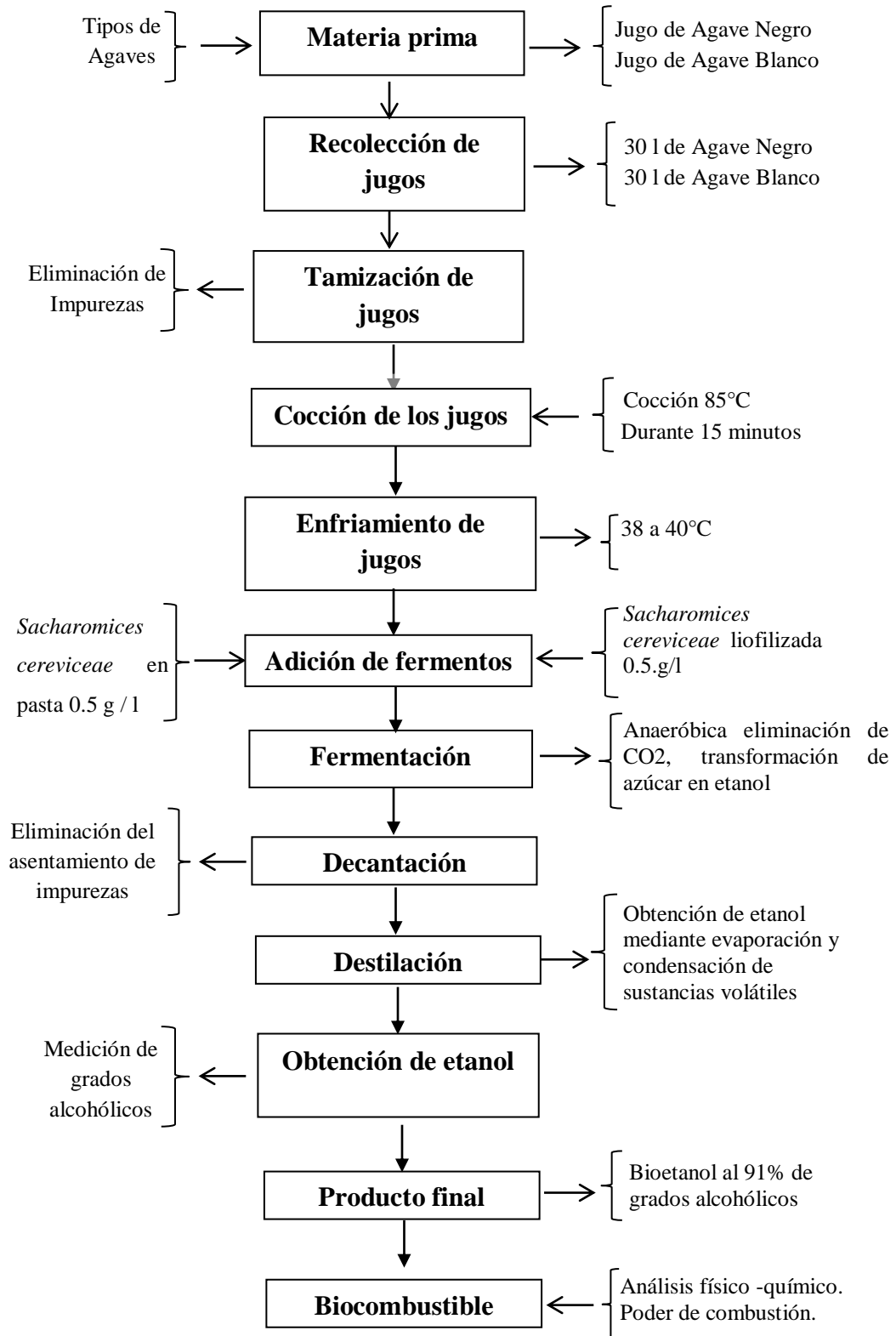
mediante el proceso de evaporación y posteriormente la condensación de los más livianos, para poder obtener un producto más puro esta se la realizó a una temperatura 75°C.

2.5.16. Obtención de etanol: Es el proceso final que se da mediante el transcurso de la destilación en el cual se obtiene una cierta cantidad de líquido más puro y de color transparente con un olor característico muy fuerte una vez que se obtuvo este producto se determinó la cantidad de etanol que este posee si la cantidad de grados alcohólicos no es la suficiente que se necesita para la obtención de bioetanol se volverá a repetir el proceso de destilación hasta obtener el % de grados alcohólicos que se requiere para sus respectivos análisis.

2.5.17. Medición de grados alcohólicos: Este proceso consistió en determinar por medio de una probeta y un alcoholímetro la cantidad de grados alcohólicos que posee cada una de las muestras después del proceso de destilación para determinar cuál de ellas posee la mayor cantidad de etanol y si es necesario realizar una destilación más.

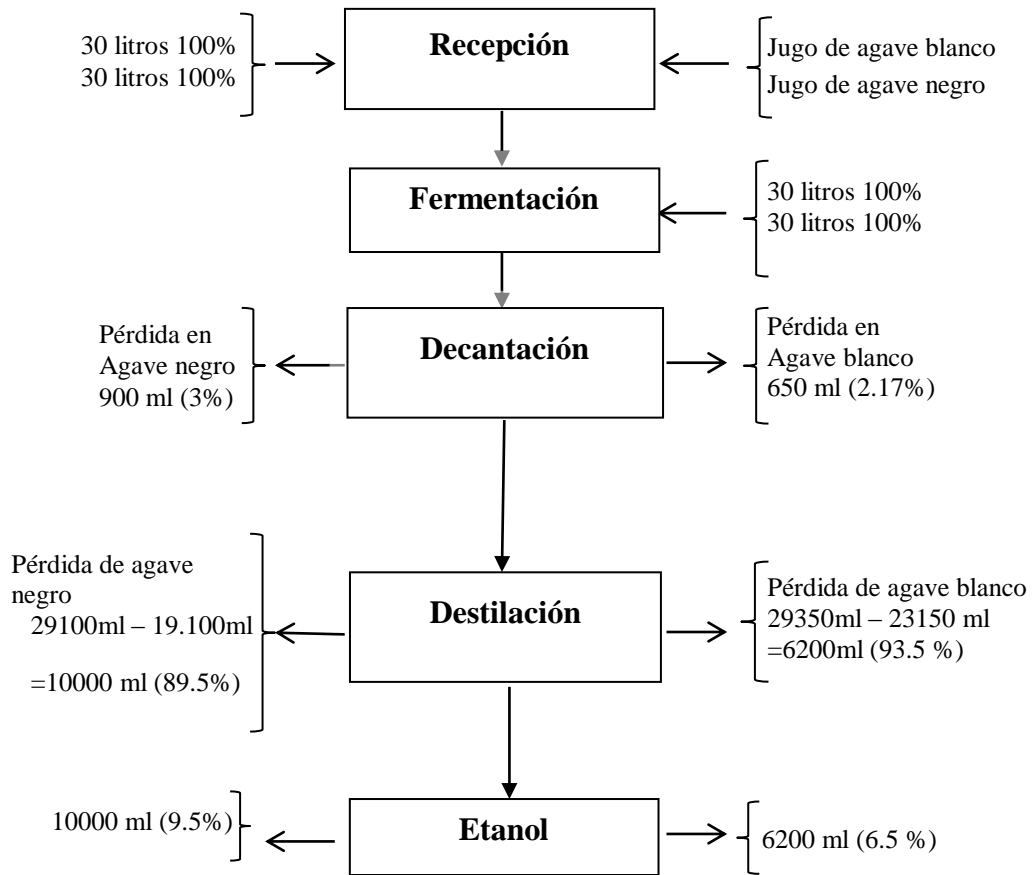
2.5.18. Producto final: Cuando las pruebas correspondientes se hayan realizado y el producto obtenga el porcentaje adecuado de grados alcohólicos (91%) se realizó los análisis físicos- químicos correspondientes “análisis de poder calorífico” tomando en cuenta los valores estándares de otros biocombustibles y sus respectivos % que tienen junto a un gasohol se llevó a cabo las pruebas de combustión.

2.6. Diagrama de Flujo de la Elaboración de Biocombustible

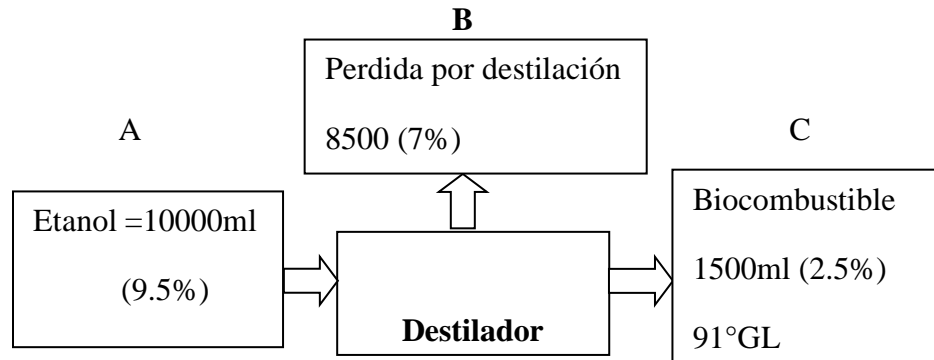


2.6.1. Balance de Materiales

2.6.2. Diagrama de flujo Elaboración de Biocombustible I destilación.



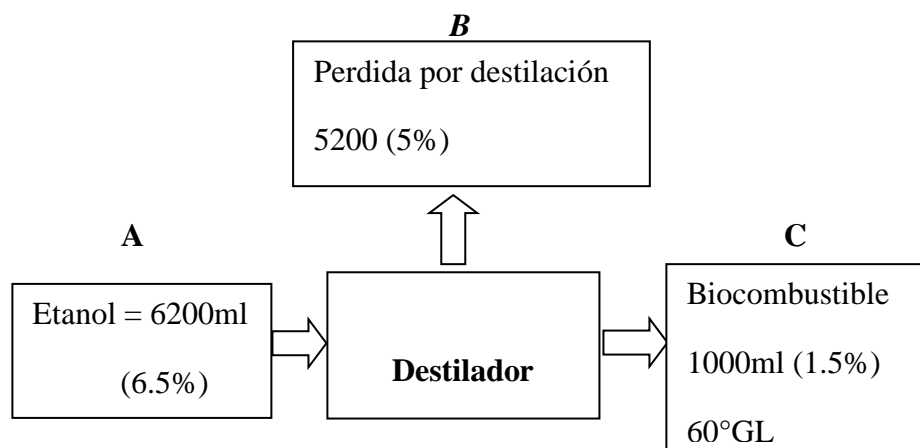
**2.6.3. Balance de Materiales de Elaboración de Biocombustible II
destilación Agave negro**



$$A = B + C$$

$$A = 8500 + 1500 = 10000$$

**2.6.4. Balance de Materiales de Elaboración de Biocombustible II
destilación Agave blanco**



$$A = B + C$$

$$A = 5200 + 1000 = 6200$$

Capítulo III

Análisis e Interpretación de Resultados

En este capítulo se analiza y se detalla los resultados obtenidos mediante las destilaciones realizadas en las instalaciones del laboratorio de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial ubicadas en la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN) de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en las que se observó las características físico - químico de las diferentes muestras mediante el proceso de destilación.

Para los valores significativos se realizó las pruebas de rango múltiple TUKEY al 95% de confianza con su respectivo análisis y discusión de cada uno de las variables.

3.1. Análisis de varianza (ADEVA)

Para el análisis físico –químico del biocombustible que se elaboró a partir de dos variedades de agaves agave negro (*Agave americana*) y agave blanco (*Agave amarilydáceas.*) con dos tipos de fermentos en los zumos a dos tiempos diferentes descrito anteriormente en los tratamientos propuestos.

3.1.1. Variable Brix

Análisis de varianza para la determinación de Grados Brix de las muestras realizadas para la elaboración de biocombustible con dos tipos de agaves, dos tipos de fermentos a dos tiempos diferentes.

TABLA 10. ADEVA PARA GRADOS BRUX

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Probabilidad
V. A	6,8267	1	6,8267	9,1029	0,0092 *
F	0,1667	1	0,1667	0,2222	0,6446 ns
T	1,6017	1	1,6017	2,1357	0,166 ns
V + F	0,0267	1	0,0267	0,0356	0,8531 ns
V + T	0,735	1	0,735	0,9801	0,3390 ns
F+ T	0,735	1	0,735	0,9801	0,3390 ns
V+F+T	0,2817	1	0,2817	0,3756	0,5498 ns
Repeticiones	6,2008	2	3,1004	4,1342	0,0388 *
Error	10,4992	14	0,7499		
Total	27,0733	23			
CV%	7,6187				

V. A = Variedades de agave

F = Fermentos

V + F = Variedades + Fermentos

V + T = Variedades +Tiempos

F+ T = Fermentos + Tiempos

V+F+T = Variedades +Fermentos +Tiempos

*= significativo

ns= no significativo

Elaborado por: Carlos Loachamín

DISCUSIÓN

En la tabla 10, se observan diferencias estadísticas para el factor A (variedades) y repeticiones debido a la probabilidad encontrada de ($p < 0,05$), donde se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, es decir que las variedades de agave tiene un efecto significativamente estadístico, con respecto a los otros factores en estudio y sus respectivas interacciones, utilizados para la obtención de alcohol a partir del agave, permitiendo de esta manera observar diferencias entre

las variedades de agave para los °Brix, en el nivel de confianza por lo que se realizó la prueba de significación Tukey al 5%.

El coeficiente de variación, es confiable lo que significa que de 100 observaciones realizadas el 7,6187% van a salir diferentes y el 92,381% de observaciones serán confiables, es decir serán valores iguales para todos los tratamientos de acuerdo a los grados Brix, la cual refleja la precisión con que fue concluido el ensayo, y la aceptación del porcentaje en función del control que el investigador tiene sobre el experimento.

TABLA 11. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA °BRIX EN LA EVALUACIÓN DE VARIEDADES DE AGAVES

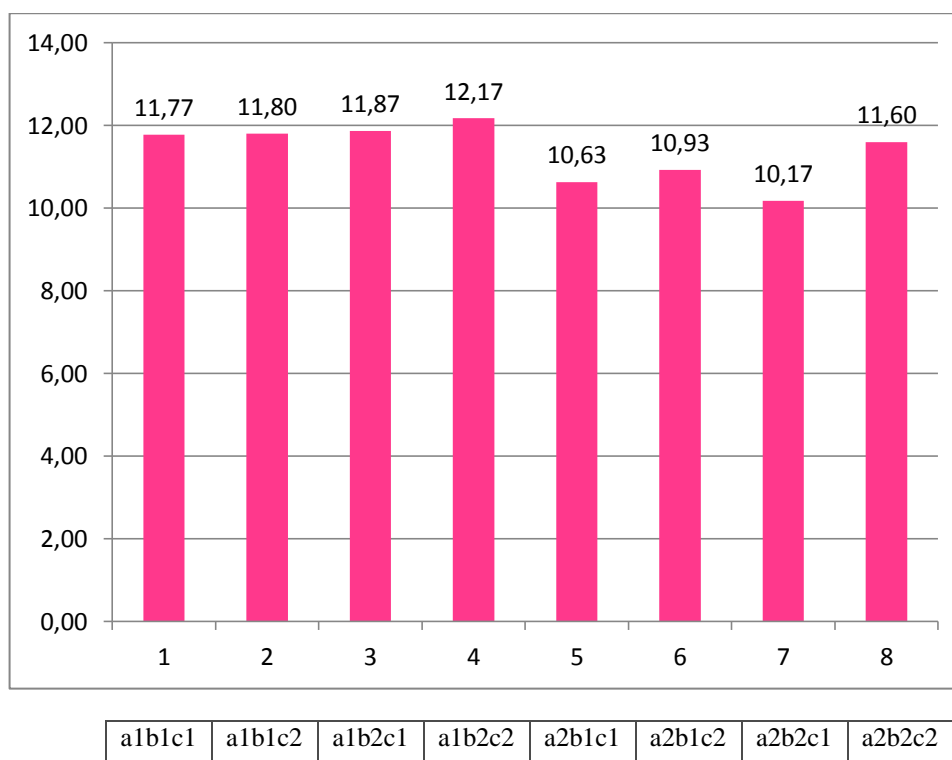
A	Medias	Rangos
1	11,9000	A
2	10,8333	B

Elaborado por: Carlos Loachamín

En la tabla 11, se observan dos rangos de significación donde el agave negro (A1), obtuvo el mejor promedio con 11,9000 °Brix y por lo tanto se ubicó en el primer lugar, en relación con el agave blanco (A2), que con un promedio de 10,8333 °Brix obtuvo el segundo lugar. En cuanto a los tipos de fermentos no hubo mayor diferencia significativa, el fermento (*Saccharomyces cerevisiae*) granulada (B2) obtuvo un mejor promedio con 11,4500 °Brix, en el tiempo de fermentación, el mismo que demoró 15 días y alcanzó un mayor promedio con 11,630 °Brix.

Según. GARCÍA, MENDOZA, 2008 señala que: “El agave negro presenta mejores características para la elaboración de alcohol, de donde se concuerda con lo obtenido en la presente investigación en el parámetro observado de los ° Brix.”

GRÁFICOS 1. PROMEDIOS PARA °BRIX EN LA INTERACCIÓN ENTRE VARIEDADES DE AGAVES



En los promedios observados en el gráfico 1, el mejor promedio lo obtuvo el tratamiento 4 (a1b2c2), con 12,17 ° Brix, valor que es muy bueno ya que los grados brix, están relacionados con la calidad del alcohol que se desea obtener.

3.1.2. Variable volumen

Análisis de varianza para la determinación del volumen de las muestras realizadas para la elaboración de biocombustible con dos tipos de agaves, dos tipos de fermentos a dos tiempos diferentes.

TABLA 12. ADEVA PARA VOLUMEN

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Probabilidad
V. A	66,6667	1	66,6667	0,0146	0,9057 ns
F	10416,6667	1	10416,6667	2,2742	0,1538 ns
T	2816,6667	1	2816,6667	0,6149	0,4460 ns
V+F	19266,6667	1	19266,6667	4,2064	0,0595 ns
V+T	66,6667	1	66,6667	0,0146	0,9057 ns
F+T	4816,6667	1	4816,6667	1,0516	0,3225 ns
V+F+T	5400,0000	1	5400,0000	1,1789	0,2959 ns
Repeticiones	252408,333	2	126204,1670	27,5533	<0,0001 *
Error	64125,0000	14	4580,3571		
Total	359383,333	23			
CV%	19,8567				

V. A = Variedades de agave
 F = Fermentos
 V + F = Variedades + Fermentos
 V + T = Variedades +Tiempos
 F+ T = Fermentos + Tiempos
 V+F+T = Variedades +Fermentos +Tiempos
 ns= no significativo

Elaborado por: Carlos Loachamín

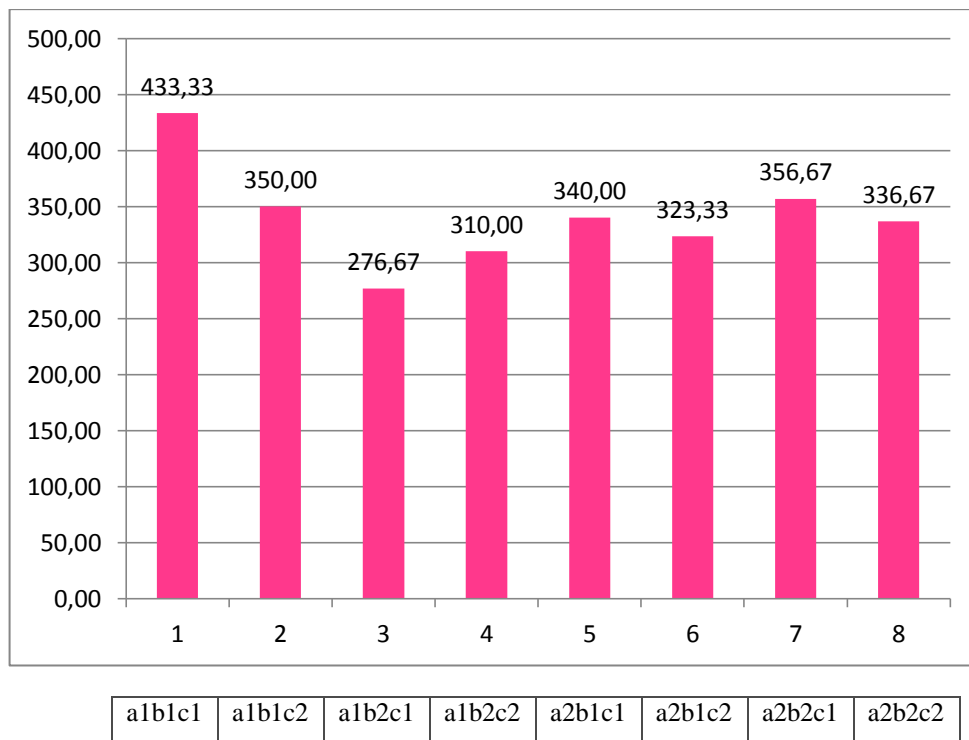
DISCUSIÓN

En la tabla 12, no se observan diferencias estadísticas para ninguno tratamiento en estudio, es decir las variedades, fermentos y tiempos son iguales, debido a la probabilidad encontrada de ($p > 0,05$), de donde se acepta la hipótesis nula, es decir que todos los factores no presentan diferencias entre ellos en lo que se observa para el volumen, en la única fuente de variación que se halló diferencias estadísticas fue para repeticiones.

El coeficiente de variación, es confiable lo que significa que de 100 observaciones realizadas el 19,8567% van a salir diferentes y el 80,143, de observaciones serán confiables, es decir serán valores iguales para todos los tratamientos de acuerdo al volumen, el coeficiente de variación es alto el cual pudo haber sido consecuencia

de los equipos así como a factores externos que no se pudieron controlar en el ensayo, la cual refleja la precisión con que fue concluido el ensayo, y la aceptación del porcentaje en función del control que el investigador tiene sobre el experimento.

GRÁFICOS 2. PROMEDIOS PARA VOLUMEN EN LA INTERACCIÓN ENTRE VARIEDADES DE AGAVES.



En los promedios observados en el gráfico 2, el mejor promedio lo obtuvo el tratamiento 1 (a1b1c1), con 433,33 ml de volumen, valor que resulta ser no muy relevante para la calidad del alcohol que se desea.

3.1.3. Variable grados alcohólicos

Análisis de varianza para la determinación de Grados alcohólicos de las muestras realizadas para la elaboración de biocombustible con dos tipos de agaves, dos tipos de fermentos a dos tiempos diferentes.

TABLA 13. ADEVA GRADO ALCOHÓLICO

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Probabilidad
V. A	135,3750	1	135,3750	1,5872	0,2283 ns
F	22,0417	1	22,0417	0,2584	0,6191 ns
T	12,0417	1	12,0417	0,1412	0,7127 ns
V+F	7,0417	1	7,0417	0,0826	0,7781 ns
V+T	30,3750	1	30,3750	0,3561	0,5602 ns
F+T	12,0417	1	12,0417	0,1412	0,7127 ns
V+F+T	45,375	1	45,3750	0,5320	0,4778 ns
Repeticiones	455,25	2	227,6250	2,6688	0,1043 ns
Error	1194,0833	14	85,2917		
Total	1913,6250	23			
CV%	35,0155				

V. A = Variedades de agave

F = Fermentos

V + F = Variedades + Fermentos

V + T = Variedades + Tiempos

F+ T = Fermentos + Tiempos

V+F+T = Variedades + Fermentos + Tiempos

ns= no significativo

Elaborado por: Carlos Loachamín

DISCUSIÓN

En la tabla 13, no se observan diferencias estadísticas para ninguno de los factores en estudio, así como para las respectivas interacciones, debido a la probabilidad encontrada de ($p > 0,05$), de donde se acepta la hipótesis nula, es decir que todos los factores no presentan diferencias entre ellos en lo que observa para grado alcohólico.

El coeficiente de variación, es confiable lo que significa que de 100 observaciones realizadas el 35,0155% van a salir diferentes y el 64,985 de observaciones serán confiables, es decir serán valores iguales para todos los tratamientos de acuerdo a los grados alcohólicos, de acuerdo al valor del coeficiente de variación es alto se

debería retomar la parte experimental pero este valor alto se debe a consecuencias de los equipos así como a factores externos que no se pudieron controlar en el ensayo como pudieron ser control de la destilación, fermentación y concentración de hidratos de carbono de cada tratamiento, la cual refleja la precisión con que fue concluido el ensayo, y la aceptación del porcentaje en función del control que el investigador tiene sobre el experimento.

GRÁFICOS 3. PROMEDIOS PARA GRADO ALCOHÓLICO EN LA INTERACCIÓN ENTRE VARIEDADES DE AGAVES, TIPOS DE FERMENTOS Y DÍAS DE FERMENTACIÓN



En los promedios observados en el gráfico 3, el mejor resultado en promedio se lo obtuvo con el tratamiento 1 (a1b1c1), con 31,67 ° alcohólicos, valor que es muy bueno ya que los grados alcohólicos determinan la calidad del producto esperado, cabe mencionar los tratamientos que contienen agave negro obtuvieron mejores resultados en promedio que los tratamientos con agave blanco.

3.1.4. Concentración de fermentos y tiempos

De los resultados obtenidos de cada prueba del proceso de destilación sacamos el mejor tratamiento del cual se obtuvo la mayor cantidad de grados alcohólicos el cual consta del tratamiento 1 (a1b1c1) el cual se refiere al agave negro más el fermento 1 en 8 días de fermentación para lo cual mediante el método de destilación este tratamiento obtuvo una cantidad de 91% de grado alcohólico para su respectivo análisis físico - químico.

TABLA 14. MEJORES TRATAMIENTOS

Tratamientos	I.(Vol)	II Replica(Vol)	III Replica(Vol)	Total	GL°
t1 (a 1 b1 c1)	480	400	280	1160	78
t2 (a 1 b1 c2)	490	290	250	1030	65
t3(a 1 b2 c1)	310	200	160	670	77
t4(a 1 b2 c2)	420	260	200	880	72
t5(a 2 b1 c1)	410	440	130	700	50
t6(a 2 b1 c2)	330	300	180	810	52
t7(a 2 b2 c1)	300	270	130	980	45
t8(a 2 b2 c2)	400	410	100	910	48

Tratamiento	GL°	Volumen(ml)
T1 (agave negro)	91	1010
T6 (agave blanco)	60	450

Elaborado por: Carlos Loachamin.

3.1.5. Análisis de poder calorífico

El poder calorífico superior de un combustible es la cantidad de calor generada en la combustión completa de una unidad de masa de dicho combustible en un recipiente cerrado (calorímetro).

De los resultados que se obtuvo de la composición se pudo determinar los siguientes componentes, de agua con un peso de 12.53% y moles de 24.39% lo cual nos dio un resultado de una cantidad muy baja de agua en la muestra de etanol.

La presencia de metanol en peso fue de 0.12% y moles de 0.13% con una presencia del compuesto muy bajo.

La composición de propanol estuvo en un peso de 2.94% y en moles de 1.72% es uno de los componentes con más porcentaje en el bioetanol.

El etanol con un porcentaje de peso de 96.94% y en moles con un 73.77% dio como resultado que el bioetanol es una sustancia muy volátil.

En los resultados de propiedades se pudo determinar los siguientes: densidad relativa a (20°C; 0.72atm a 0.84) lo que nos da un bioetanol liviano.

Peso molecular promedio medidos en gramos /mol (g/mol) dio un resultado de 39.45 g/mol.

El análisis de poder calorífico realizado a temperatura superior a 25°C nos dio un resultado de 5399.99 kcal/kg y a una temperatura inferior a 25°C con un resultado de 4886.39 kcal/kg.

Tomando como referencia el poder de combustión del octano (gasolina) se consideró que el bioetanol analizado presenta una menor diferencia y puede ser utilizado como componente en porcentajes para un gasohol (gasolina más etanol).

TABLA 15. RESULTADOS DE ANÁLISIS

RESULTADOS OBTENIDOS			
CONDICIONES DE TRABAJO	Temperatura (°C)		
	20		
RESULTADOS (Composición)	COMPONENTE	%Peso	%Moles
	Agua	12.53	24.39
	Metanol	0.12	0.13
	Etanol	96.94	73.77
	1-Propano	2.94	1.72
RESULTADOS (Propiedades)	Densidad relativa (20°C; 0.72 atm)	0.84	
	Peso molecular promedio (g/mol)	39.45	
	Poder calorífico superior a 25°C kcal/kg.	5399.99	
	Poder calorífico inferior a 25°C kcal/kg.	4886.39	

Elaborado por: Carlos Loachamin.

3.1.6. Pruebas de campo

3.1.7. Etanol al 5% 10% 20% con Octano (GASOHOL)

Para la comprobación de resultados de biocombustible se realizó varias pruebas en las cuales se tomó como referencias los porcentajes que son utilizados para biocombustibles con octano (gasolina) y una prueba experimental al 20% de etanol, las pruebas que se realizó fueron: comprobación de encendido del motor, duración del encendido del motor con octano, duración de encendido del motor con los porcentajes de etanol establecidos, medición de compresión del motor con octano, medición de compresión del motor con porcentajes de etanol, distancia de

recorrido del automóvil con octano a 60Km/h, distancia de recorrido del automóvil con porcentajes de etanol a 60Km/h, verificación de fallas durante las pruebas que se realizó.

**TABLA 16. PRUEBA AL 5% DE ETANOL Y 95% DE OCTANO
(GASOLINA)**

PRUEBAS DE CAMPO	TIEMPO	DISTANCIA	Km/h	FALLAS
Encendido de motor				NO
Duración de encendido con octano	3.10 minutos			NO
Duración de encendido con gasohol	3.0 minutos			NO
Distancia recorrida con octano	2.30 minutos	1800 m	95	NO
Distancia recorrida con gasohol	2.10 minutos	1650 m	95	NO

Elaborado por: Carlos Loachamín

DISCUSIÓN

En la tabla 16, con las pruebas realizadas se puede determinar que el motor del vehículo no presenta falla algún en su funcionamiento de encendido ya que su contenido de etanol es bajo, pero presenta un tiempo de duración y distancia menor a la que recorre con la gasolina.

**TABLA 17. PRUEBA AL 10% DE ETANOL Y 90% DE OCTANO
(GASOLINA)**

PRUEBAS DE CAMPO	TIEMPO	DISTANCIA	Km/h	FALLAS
Encendido de motor				NO
Duración de encendido con octano	3.10 minutos			NO
Duración de encendido con gasohol	2.90 minutos			NO
Distancia recorrida con octano	2.30 minutos	1800 m	95	NO
Distancia recorrida con gasohol	2.0 .minutos	1600 m	95	NO

Elaborado por. Carlos Loachamin

DISCUSIÓN

En la tabla 17, con las pruebas realizadas se puede determinar que el motor del vehículo no presenta falla algún en su funcionamiento de encendido ya que su contenido de etanol es bajo, pero presenta un tiempo de duración y distancia menor a la que recorre con la gasolina.

**TABLA 18. PRUEBA AL 20% DE ETANOL Y 80% DE OCTANO
(GASOLINA)**

PRUEBAS DE CAMPO	TIEMPO	DISTANCIA	Km/h	FALLAS
Encendido de motor				NO
Duración de encendido con octano	3.10 minutos			NO
Duración de encendido con gasohol	2.40 minutos			NO
Distancia recorrida con octano	2.30 minutos	1800 m	95	NO
Distancia recorrida con gasohol	1.35 minutos	1200 m	80	SI

Elaborado por. Carlos Loachamin

DISCUSIÓN

En la tabla 18, con las pruebas realizadas se puede determinar que el motor del vehículo no presenta falla algún en su funcionamiento de encendido, pero se puede notar que el tiempo de encendido del motor es de menor duración ya que el contenido de etanol en la gasolina está en un porcentaje mayor al de las dos pruebas anteriores debido al contenido de un 20% su recorrido es menor y su Km/h también se reduce ya que el gasohol se consume con mayor rapidez.

3.1.8. Análisis Económico

3.1.9. Análisis Económico de la Elaboración de Biocombustible

En la siguiente tabla se va ir detallándolos los presupuestos parciales de la materia prima que se utilizó para la elaboración de biocombustible. (Perrin, et, al, 1976)

TABLA 19. COSTOS VARIABLES

Tratamientos	Fermento	Zumo	c. total
a1b1c1	0,3	2,5	2,8
a1b1c2	0,3	2,5	2,8
a1b2c1	0,3	2,5	2,8
a1b2c2	0,3	2,5	2,8
a2b1c1	0,75	2,5	3,25
a2b1c2	0,75	2,5	3,25
a2b2c1	0,75	2,5	3,25
a2b2c2	0,75	2,5	3,25

Elaborado por: Carlos loachamin

TABLA 20. RENDIMIENTO

Tratamientos		REPETICIÓN			Σ
		I	II	III	
a1b1c1	t₁	480	400	280	1160
a1b1c2	t₂	490	290	250	1030
a1b2c1	t₃	310	200	160	670
a1b2c2	t₄	420	260	200	880
a2b1c1	t₅	410	440	130	980
a2b1c2	t₆	330	300	180	810
a2b2c1	t₇	300	270	130	700
a2b2c2	t₈	400	410	100	910

Elaborado por: Carlos loachamin

TABLA 21. BENEFICIO NETO

Tratamientos	Volumen	Valor	Beneficio
a1b1c1	1,16	0,495	0,5742
a1b1c2	1,03	0,495	0,50985
a1b2c1	0,67	0,495	0,33165
a1b2c2	0,88	0,495	0,4356
a2b1c1	0,98	0,495	0,4851
a2b1c2	0,81	0,495	0,40095
a2b2c1	0,7	0,495	0,3465
a2b2c2	0,91	0,495	0,45045

Elaborado por: Carlos loachamin

TABLA 22. ANALISIS DE DOMINANCIA

Tratamientos	C.Total	Beneficio	Dominancia
a1b1c1	2,8	0,5742	No dominado
a1b1c2	2,8	0,50985	Dominado
a1b2c1	2,8	0,33165	Dominado
a1b2c2	2,8	0,4356	Dominado
a2b1c1	3,25	0,4851	Dominado
a2b1c2	3,25	0,40095	Dominado
a2b2c1	3,25	0,3465	Dominado
a2b2c2	3,25	0,45045	Dominado

Elaborado por: Carlos loachamin

TABLA 23. CALCULO DE LA TRM%

Tratamientos	C.Total	C. medio	Beneficio	B. medio	TRM %
a2b1c1	3,25		0,4851		
a1b1c1	2,8	0,45	0,5742	0,0891	19,8

Elaborado por: Carlos loachamin

En la tabla 23, se puede observar una ganancia en el tratamiento 1 (a1b1c1) que se refiere al zumo de agave negro más el fermento 1 en 8 días con una tasa de retorno marginal de 19,8 %

CONCLUSIONES

- Para la elaboración de biocombustible es necesario contar con una buena cantidad de zumo de agave para lo cual se necesita la extracción varias plantas las cuales deben tener la madures adecuada.

- Se determina que con los zumos de agave se puede obtener biocombustible debido a que la composición físico –químico de las plantas de agave contienen una cierta cantidad de hidratos de carbono la cual mediante el proceso de fermentación y destilación transforma dicha sustancia en etanol.

- En la elaboración de un biocombustible se pierden un porcentaje considerable de la materia prima fermentada debido a que esta pasa por un proceso de destilación en la cual se obtiene solamente los elementos más volátiles.

- Se debe realizar uno o más procesos de destilación debido a que mientras más pura sea la sustancia de etanol esta contendrá una cantidad más elevada de grados alcohólicos para llegar a alcanzar los estándares de otros bioetanoles.

- Tomando en cuenta todas las tablas se realizó y sus respectivos datos se llegó a definir que la muestra de etanol obtenido del agave negro más el fermento 1en 8 días del tratamiento 1(a1b1c1), es la de mayor cantidad de grados alcohólicos la cual llevo a un 91%.

- Para determinar si el etanol obtenido es considerado como un biocombustible se realizó un análisis cromatográfico la cual consiste en determinar el poder calorífico que contiene y la composición físico-químico de la sustancia en la cual se pudo verificar la cantidad, peso molecular de cada uno de los componentes.

- Se obtuvo los resultados esperados del análisis de biogás en la cual nos da una composición óptima de sus componentes teniendo en cuenta que el biocombustible no contiene ninguna sustancia que altere su poder calorífico el cual se comprobó por sus propiedades del poder calorífico superior es de 5399.99 kcal/kg y el inferior es de 4886.39.kcal/kg.

RECOMENDACIONES

- Para la elaboración de biocombustible se debe tomar en cuenta la calidad de la materia prima esta debe ser totalmente pura para que contenga la mayor cantidad de hidratos de carbono.
- Es necesario contar con todos los implementos necesarios para el proceso de fermentación, realizarlo con todas las precauciones posibles para no desperdiciar la materia prima ya que de eso depende la cantidad de biocombustible que se obtendrá.
- En el proceso de fermentación es importante que los zumos de agave se mantengan en un lugar fresco y alejado de la luz solar para evitar la descomposición de nuestra materia prima y obtener una fermentación adecuada.
- Para obtener una mayor cantidad de grados alcohólicos se debería adicionar un tipo de endulzante natural como la melaza para aumentar la cantidad de hidratos de carbono, el tiempo de fermentación debe ser de más de quince días.
- Durante el proceso de destilación se debe tomar en cuenta la temperatura adecuada que esta requiere para alcanzar una mayor cantidad de grados alcohólicos y así obtener un producto más puro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bibliografía

1. AGUADO José Alonso, CALLES José Antonio Martín . Ingeniería de la Industria Alimentaria.-Edición 2 –Editorial Síntesis – 2002 –México.
2. DICCIONARIO Real Academia Española – Edición III –Editorial Santillana- (2008)- España
3. FERNÁNDEZ, Jesús. Energía de la Biomasa- Edición 6 - Editorial Paraninfo -Año 2003- País España
4. GARCIA-MENDOZA. A.J .México, País de magueyes. Suplemento “la jornada del campo”.-Edición 53 – País México – Año 2009
5. GUALOTUÑA – MOPOSITA, Tesis Elaboración de Biodiesel.- ESPE - (2006) – Latacunga - Ecuador
6. GODOY Augusto , HERRERA Teófilo , ULLOA Miguel .Bebidas alcohólicas no destiladas indígenas de México. – Edición 7 - Editorial UNAM -2003- México.
7. GARCÍA-MENDOZA, A. J. México, País de Magueyes. Suplemento "La Jornada del campo” México (2012).
8. LUDWING e MUTLER_Manual de Laboratorio de Fisiología Vegetal.- Edición 57 -Editorial SIC - 1999 - Venezuela
9. SARDÓN José María de Juana, GARCÍA Adolfo de Francisco. Energías Renovables para el Desarrollo.- Edición 3 - Editorial Paraninfo - 2003- México.
10. VENERO, J.L. Usos del maguey en el Perú Edición 2 - Editorial Chloris Chilensis- 2006 – Perú.
11. VINCENT María Cinta , ÁLVAREZ Silvia, ZARAGOZÁ José Luis. - Química Industrial Orgánica – Edición 3 - Editorial Univ. Politéc. Valencia, - 2006 – España

Linkografía

12. http://www.alambiques.com/tecnicas_destilacion.htm.-26 de enero del 2011
<http://www.biodisol.com/que-son-los-biocombustibles-historia-produccion-noticias-y-articulos-biodiesel-energias-renovables>-19 de febrero del 2011
13. www.colombiabuenas.com/colombia/biocombustible. 19 de febrero del 2011
14. http://www.miliarium.com/monografias/energia/E_Renovables/Biomasa/Biomasa.asp,-26 de febrero del 2011
15. www.turevista.uat.edu.mx/.../agave-res.htm.- 26 de junio del 2012
16. <http://plantas-especies.com/tag/agave-propiedades-curativas>.-2 de septiembre del 2012

Bibliografía Consultada

Bibliografía

1. CASTELLS Xavier Elías *Energías renovables*: - Edición 5 – Editorial Ediciones Díaz de Santos - 2012 – España
2. CRUZ R. Rafael. *Manual de Laboratorio de Fisiología Vegetal*.- Edición 4 - Editorial Univ. Nacional de Colombia - 2004 – Colombia.
3. DIAZ. S.W. Mathewson Publications Copyright 1980 J.A
4. ENCICLOPEDIA Microbiología Industrial - Edición 1000 - Editorial EUNED - 2003 - España
5. GODOY Augusto , HERRERA Teófilo , ULLOA Miguel .*Bebidas alcohólicas no destiladas indígenas de México*. – Edición 7 - Editorial UNAM -2003-México.
6. GONZÁLEZ Jaime *Energías Renovables*. –Edición 3 - Editorial Reverte, - 2009 – España
7. VINCENT Vela María Cinta , BLANCO Silvia Álvarez , ZARAGOZÁ Carbonell José Luis *Química Industrial Orgánica*. - Edición 7 – Editorial Univ. Politéc. Valencia, - 2006 – España

8. Tesis de maestría en Energías Renovables Universidad Tecnológica Nacional 2014

Linkografía

1. <http://www.miliarium.com/monografias/Biocombustibles/Bioetanol/Bioetanol.asp>
2. (c) 2001, 2004 Miliarium Aureum, S.L.-25 de febrero del 2011
3. <http://www.alrfoto.com/glosario/bulbillo.php>- 29 de octubre del 2011
4. http://www.sii.cl/contribuyentes/empresas_por_sector/agropecuario_silvicultura.htm
5. <http://es.thefreedictionary.com/vol%C3%A1til>-24 de enero del 2012
6. http://es.www.combustibles/biocombustibles/ignacio_cirio.- 25 de marzo del 2012
7. www.hp.com,-distintos tipos de magueyes- mescales o agaves.-27 de abril del 2012
8. <http://www.etanol-LC/MEX/L.741/Rev.1> 12 de septiembre de 2006 -29 de abril del 2012
9. http://www.elpasotimes.com/spanish/ci_7643143 -17 de octubre del 2014
10. http://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/suelos/mecanismos_fermentacion_aerobia.asp- 17 de octubre del 2014
11. http://www.ambientum.com/enciclopedia/residuo/1.66.01.16_1r.HTML- 17 de octubre del 2014
12. <http://es.wikipedia.org/wiki/Fermentaci%C3%B3n>-17 de octubre del 2014
13. <http://es.wikipedia.org/wiki/Agave>-17 de octubre del 2014

14. <http://es.wikipedia.org/wiki/Alambique>-17 de octubre del 2014
15. <http://www.fao.org/docrep/004/X6545S/X6545S04.htm>-17 de octubre del 2014
16. <http://www.fao.org/docrep/004/X6545S/X6545S04.htm>-17 de octubre del 2014
17. <http://es.wikipedia.org/wiki/Biomasa>-17 de octubre del 2014
18. http://es.wikipedia.org/wiki/Etanol_%28combustible%29-17 de octubre del 2014
19. <http://www.bioenergeticos.gob.mx/index.php/bioetanol.html>-17 de octubre del 2014
20. <http://es.thefreedictionary.com/bulbillo>-17 de octubre del 2014
21. <http://www.definiciones-de.com/Definicion/de/bulbillo.php>-17 de octubre del 2014
22. <http://es.wikipedia.org/wiki/Combusti%C3%B3n>-17 de octubre del 2014
23. <https://ar.answers.yahoo.com/question/index?qid=20061230025559AAHEMVe>-17 de octubre del 2014
24. http://www.definiciones-de.com/Definicion/de/proceso_catabolico.php-17 de octubre del 2014
25. <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/002469.htm>-17 de octubre del 2014
26. <http://es.wikipedia.org/wiki/Gl%C3%BAcido>-21 de octubre del 2014
27. <http://es.wikipedia.org/wiki/Condensaci%C3%B3n>-21 de octubre del 2014
28. <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/DioxiCar.htm>-21 de octubre del 2014

29. <http://www.monografias.com/trabajos71/destilacion/destilacion.shtml>-21 de octubre del 2014
30. <http://es.wikipedia.org/wiki/Destilaci%C3%B3n>-21 de octubre del 2014
31. http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esofisicaquimica/4quinena12/4q12_contenidos_5a.htm-2 de noviembre del 2014
32. <http://es.wikipedia.org/wiki/Emisiones>-2 de noviembre del 2014
33. <http://es.wikipedia.org/wiki/Fotos%C3%ADntesis>-2 de noviembre del 2014
34. www.profesorenlinea.cl/Ciencias/Fotosintesis-2 de noviembre del 2014
35. www.s.wikipedia.org/wiki/F%C3%B3sil-2 de noviembre del 2014
36. http://es.wikipedia.org/wiki/Fermentaci%C3%B3n_alcoh%C3%B3lica-2 de noviembre del 2014
37. <http://es.wikipedia.org/wiki/Fructosa>-2 de noviembre del 2014
38. www.monografias.com › Química-2 de noviembre del 2014
39. www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/Metano.htm-2 de noviembre del 2014
40. es.wikipedia.org/wiki/Glucosa-11 de diciembre del 2014
41. http://es.wikipedia.org/wiki/Graduaci%C3%B3n_alcoh%C3%B3lica-11 de diciembre del 2014
42. www.cuerpomente.es/aliado.jsp?ID=20506-11 de diciembre del 2014
43. es.thefreedictionary.com/levadura-11 de diciembre del 2014
44. es.wikipedia.org/wiki/Mosto-11 de diciembre del 2014
45. bebidas.about.com › ... › Bebidas y alcohol › Alcoholes y licores-11 de diciembre del 2014

46. w.w.wordreference.com/definición/silvícola-11 de diciembre del 2014

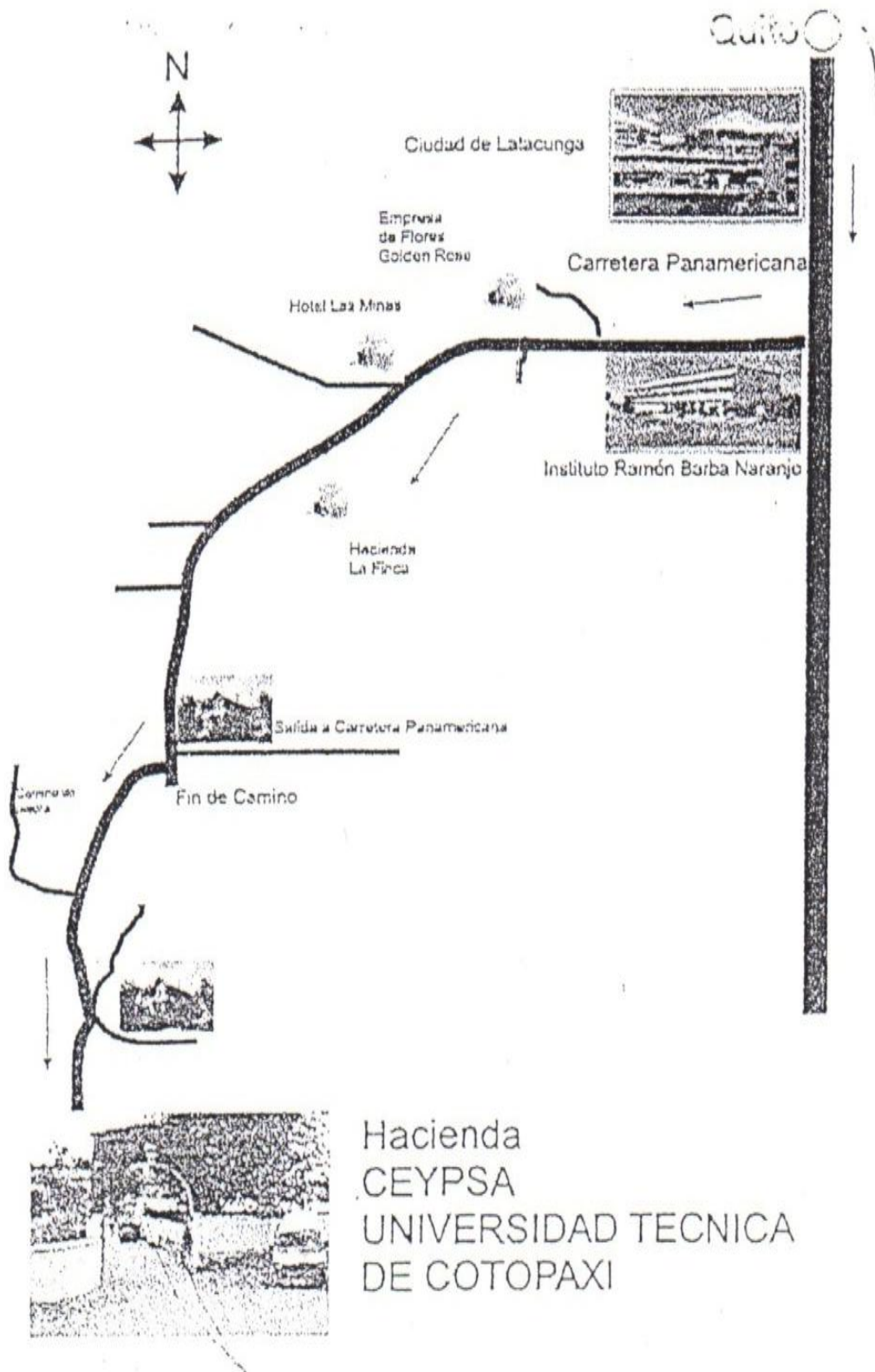
47. es.wikipedia.org/wiki/Sacarosa-11 de diciembre del 2014

48. es.thefreedictionary.com/volátil-11 de diciembre del 2014

49. www.wordreference.com/definicion/volátil-11 de diciembre del 2014

ANEXO A

ANEXOS A 1. LUGAR DE ESTUDIO.

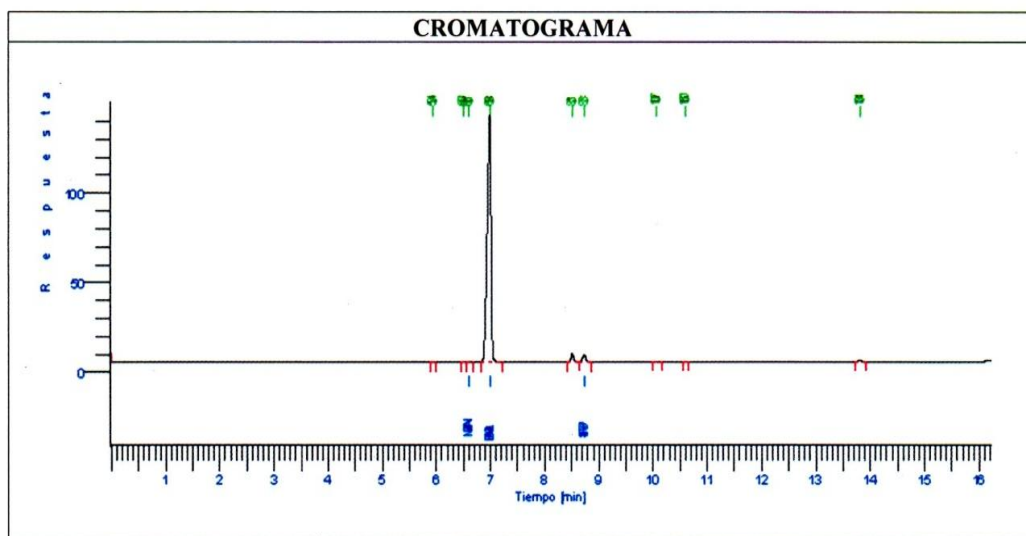


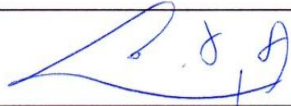

Hacienda
CEYPSA
UNIVERSIDAD TECNICA
DE COTOPAXI

ANEXOS A 2. REPORTE DE ANALISIS DE PODER CALORIFICO

REPORTE DE ANÁLISIS LAI-15-12 OT. 2608

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA			
CLIENTE	Carlos Loachamin		
MUESTRA	BIOETANOL		
IDENTIFICACIÓN	Muestra a temperatura ambiente		
FECHA RECEPCIÓN	26-02-2015	FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS	06-03-2015
OBSERVACIONES	El laboratorio no se responsabiliza por la toma ni almacenamiento de la muestra antes de llegar a las instalaciones de la Institución		
Norma de referencia empleada			
ASTM D 1945-03 (2010)			
RESULTADOS OBTENIDOS			
CONDICIONES DE TRABAJO	Temperatura (°C)		
	20		
RESULTADOS (Composición)	COMPONENTE	% PESO	% MOLES
	Agua	12.53	24.39
	Metanol	0.12	0.13
	Etanol	96.94	73.77
	1-Propanol	2.94	1.72
RESULTADOS (Propiedades)	Densidad relativa (20°C; 0.72 atm)	0.84	
	Peso molecular promedio [g/mol]	39.45	
	Poder calorífico superior a 25°C [Btu/lb]	9719.98	
	Poder calorífico inferior a 25°C [Btu/lb]	8795.50	



	
Ing. Lucía Montenegro	Ing. Gabriela Pérez
Jefe de Laboratorio de Análisis Instrumental	Analista

ANEXO B

TABLAS

ANEXOS B 1. Modelos de tablas que se realizó para la recolección de datos de los tratamientos en la elaboración de biocombustible tomando en cuenta las variaciones de porcentajes en grados brix, volumen y grados alcohólicos.

TABLA 24. TRATAMIENTO EN ESTUDIO, ELABORACIÓN DE BIOCOMBUSTIBLE

N°	Tratamientos	Descripción
t1	a 1 b1 c1	Ag. Negro más el fermento 1 en 8 días
t2	a 1 b1 c2	Ag. Negro más el fermento 1 en 15 día
t3	a 1 b2 c1	Ag. Negro más el fermento 2 en 8 días
t4	a 1 b2 c2	Ag. Negro más el fermento 2 en 15 días.
t5	a 2 b1 c1	Ag. Blanco más el fermento 1 en 8 días
t6	a 2 b1 c2	Ag. Blanco más el fermento 1 en 15 días
t7	a 2 b2 c1	Ag. Blanco más el fermento 2 en 8 días
t8	a 2 b2 c2	Ag. Blanco más el fermento 2 en 15 días

Elaborado por: Carlos Loachamin

**TABLA 25. VOLUMEN, GRADOS BRIX Y GRADOS ALCOHÓLICOS
(DESTILACIÓN.I)**

Tratamientos	Volumen.In	G°Brix.In	Volumen.Fi	GL°
1(agave negro. a 1 b1 c1)	2.5 litros	13.1	500	40
2(agave negro. a 1 b1 c2)	2.5 litros	14.2	500	45
3(agave negro. a 1 b2 c1)	2.5 litros	11.2	400	40
4(agave negro. a 1 b2 c2)	2.5 litros	14.3	430	40
5(agave blanco. a 2 b1 c1)	2.5 litros	11.4	420	22
6(agave blanco. a 2 b1 c1)	2.5 litros	11.1	450	18
7(agave blanco. a 2 b2 c2)	2.5 litros	10.1	420	18
8(agave blanco. a 2 b2 c2)	2.5 litros	12.1	410	17

Elaborado por: Carlos Loachamin

**TABLA 26. VOLUMEN, GRADOS BRIX Y GRADOS ALCOHÓLICOS II
REPLICA**

I Replica	Volumen.In	G° brix.In	Volumen.F	GL°
1(agave negro. a 1 b1 c1)	2.5 litros	11.1	500	35
2(agave negro. a 1 b1 c2)	2.5 litros	10.1	300	20
3(agave negro. a 1 b2 c1)	2.5 litros	12.1	250	22
4(agave negro. a 1 b2 c2)	2.5 litros	11.1	280	28
5(agave blanco. a 2 b1 c1)	2.5 litros	10.3	450	30
6(agave blanco. a 2 b1 c2)	2.5 litros	10.4	320	36
7(agave blanco. a 2 b2 c1)	2.5 litros	10.3	500	25
8(agave blanco. a 2 b2 c2)	2.5 litros	11.5	450	35

Elaborado por: Carlos Loachamin

TABLA 27. VOLUMEN Y GRADOS ALCOHÓLICOS III REPLICA

II Replica	Volumen.In	G° brix.In	Volumen.F	GL°
1(agave negro. a 1 b1 c1)	2.5 litros	11.1	300	20
2(agave negro. a 1 b1 c2)	2.5 litros	11.1	250	15
3(agave negro. a 1 b2 c1)	2.5 litros	12.3	180	18
4(agave negro. a 1 b2 c2)	2.5 litros	12.1	220	22
5(agave blanco. a 2 b1 c1)	2.5 litros	10.2	150	17
6(agave blanco. a 2 b1 c2)	2.5 litros	11.3	200	30
7(agave blanco. a 2 b2 c1)	2.5 litros	10.1	150	21
8(agave blanco. a 2 b2 c2)	2.5 litros	11.2	150	19

Elaborado por: Carlos Loachamin

TABLA 28. GRADOS BRUX DE LAS RÉPLICAS.

Tratamientos	Replica I	Replica II	Replica III
1(agave negro. a 1 b1 c1)	13.1	11.1	11.1
2(agave negro. a 1 b1 c2)	14.2	10.1	11.1
3(agave negro. a 1 b2 c1)	11.2	12.1	12.3
4(agave negro. a 1 b2 c2)	14.3	11.1	12.1
5(agave blanco. a 2 b1 c1)	11.4	10.3	10.2
6(agave blanco. a 2 b1 c2)	11.1	10.4	11.3
7(agave blanco. a 2 b2 c1)	10.1	10.3	10.1
8(agave blanco. a 2 b2 c2)	12.1	11.5	11.2

Elaborado por: Carlos Loachamin

TABLA 29. VOLUMEN DE LAS RÉPLICAS.

Tratamientos	Replica I	Replica II	Replica III
1(agave negro. a 1 b1 c1)	500	500	300
2(agave negro. a 1 b1 c2)	500	300	250
3(agave negro. a 1 b2 c1)	400	250	180
4(agave negro. a 1 b2 c2)	430	280	220
5(agave blanco. a 2 b1 c1)	420	450	150
6(agave blanco. a 2 b1 c2)	450	320	200
7(agave blanco. a 2 b2 c1)	420	500	150
8(agave blanco. a 2 b2 c2)	410	450	150

Elaborado por: Carlos Loachamin

TABLA 30. GRADOS ALCOHÓLICOS DE LAS REPLICAS

Tratamientos	Replica I	Replica II	Replica III
1(agave negro. a 1 b1 c1)	40	35	20
2(agave negro. a 1 b1 c2)	45	20	15
3(agave negro. a 1 b2 c1)	40	22	18
4(agave negro. a 1 b2 c2)	40	28	22
5(agave blanco. a 2 b1 c1)	22	30	17
6(agave blanco. a 2 b1 c2)	18	36	30
7(agave blanco. a 2 b2 c1)	18	25	21
8(agave blanco. a 2 b2 c2)	17	35	19

Elaborado por: Carlos Loachamin

TABLA 31. VOLUMEN TOTAL DE TRATAMIENTOS, RÉPLICAS Y (GL°)**II DESTILACIÓN**

Tratamientos	I.(Vol)	II Replica(Vol)	III Replica(Vol)	Total	GL°
t1 (a 1 b1 c1)	480	400	280	1160	78
t2 (a 1 b1 c2)	490	290	250	1030	65
t3(a 1 b2 c1)	310	200	160	670	77
t4(a 1 b2 c2)	420	260	200	880	72
t5(a 2 b1 c1)	410	440	130	700	50
t6(a 2 b1 c2)	330	300	180	810	52
t7(a 2 b2 c1)	300	270	130	980	45
t8(a 2 b2 c2)	400	410	100	910	48

Elaborado por: Carlos Loachamin**TABLA 32. TERCERA DESTILACIÓN DE MEJORES TRATAMIENTOS**

Tratamiento	GL°	Volumen(ml)
t1(agave negro)	91	1010
t6(agave blanco)	60	450

Elaborado por: Carlos Loachamin

De los resultados obtenidos de cada prueba en los procesos de destilación sacamos el mejor tratamiento, T1 (a1b1c1), Agave Negro más el fermento en 8 días el cual obtuvo la mayor cantidad de grados alcohólicos para el análisis físico- químicos “análisis de poder calorífico”

ANEXO C

FOTOGRAFÍAS

ANEXOS C 1. FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE BIOCOMBUSTIBLE

FOTOGRAFÍA 1. AGAVE NEGRO



Tomada por: Carlos Loachamin

FOTOGRAFÍA 2. AGAVE BLANCO



Tomada por: Carlos Loachamin

FOTOGRAFÍA 3. RECOLECCIÓN DE ZUMOS DE AGAVE



Tomada por: Carlos Loachamin



Tomada por: Carlos Loachamin

FOTOGRAFÍA 4. ELIMINACIÓN DE LAS IMPUREZAS DE LOS ZUMOS



Tomada por: Carlos Loachamin



Tomada por: Carlos Loachamin

FOTOGRAFÍA 5. COLOCACIÓN DE LOS ZUMOS PARA LA COCCIÓN



Tomada por: Carlos Loachamin



Tomada por: Carlos Loachamin

FOTOGRAFÍA 6. REPOSO PARA EL ENFRIAMIENTO DE LOS ZUMOS



Tomada por: Carlos Loachamin



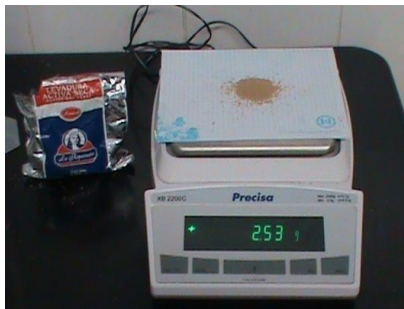
Tomada por: Carlos Loachamin

FOTOGRAFÍA 7. TIPO DE FERMENTO (LIOFILIZADA Y PASTA)



Tomada por: Carlos Loachamin

FOTOGRAFÍA 8. PESAJE DE LOS TIPOS DE FERMENTOS



Tomada por: Carlos Loachamin



Tomada por: Carlos Loachamin

FOTOGRAFÍA 9. FERMENTACIÓN DE ZUMOS



Tomada por: Carlos Loachamin



Tomada por: Carlos Loachamin

**FOTOGRAFÍA 10. ELIMINACIÓN DE IMPUREZAS DE LOS ZUMOS
FERMENTADOS**



Tomada por: Carlos Loachamin

Tomada por: Carlos Loachamin

FOTOGRAFÍA 11. PRODUCTO LISTO PARA LA DESTILACIÓN



Tomada por: Carlos Loachamin

Tomada por: Carlos Loachamin

FOTOGRAFÍA 12. COLOCACIÓN DE LOS ZUMOS



Tomada por: Carlos Loachamin

Tomada por: Carlos Loachamin

FOTOGRAFÍA 13. OBTENCIÓN DE ETANOL



Tomada por: Carlos Loachamin

FOTOGRAFÍA 14. MEDICIÓN DE GRADOS ALCOHÓLICOS (PRIMERA DESTILACIÓN)



Tomada por: Carlos Loachamin



Tomada por: Carlos Loachamin

FOTOGRAFÍA 15. MEDICIÓN DE GRADOS ALCOHÓLICOS (SEGUNDA DESTILACIÓN)



Tomada por: Carlos Loachamin

FOTOGRAFÍA 16. PRODUCTO FINAL



Tomada por: Carlos Loachamin

FOTOGRAFÍAS DE PRUEBAS DE CAMPO

**ANEXOS C2. PORCENTAJE DE 5%, 10 % y 20% DE BIOCOMBUSTIBLE
CON EL 95%, 90 % y 80% DE OCTANO (GASOLINA)**

FOTOGRAFÍA 17. MOTOR PARA PRUEBAS DE CAMPO



Tomada por: Carlos Loachamin

FOTOGRAFÍA 18. SUSPENSIÓN DE MANGUERA DE LA BOMBA DE ALIMENTACIÓN DE GASOLINA



Tomada por: Carlos Loachamin

FOTOGRAFÍA 19. COLOCACIÓN DE FILTRO PARA LA ELIMINACIÓN DE IMPUREZAS



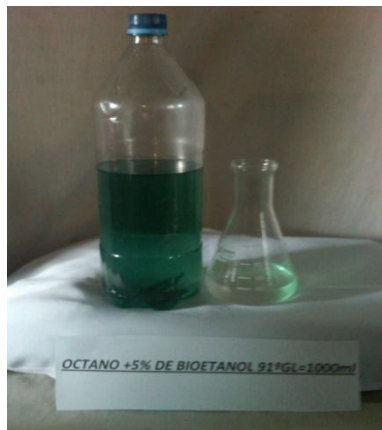
Tomada por: Carlos Loachamin

FOTOGRAFÍA 20. BIOCOMBUSTIBLE Y OCTANO (GASOLINA)



Tomada por: Carlos Loachamin

**FOTOGRAFÍA 21. BIOCOMBUSTIBLE A 5% MÁS OCTANO
95%(GASOHOL)**

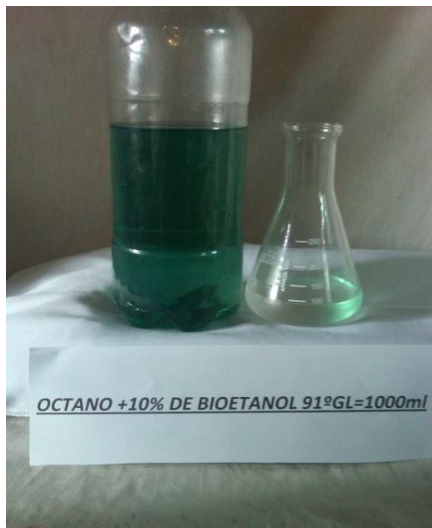


Tomada por: Carlos Loachamin



Tomada por: Carlos Loachamin

**FOTOGRAFÍA 22. BIOCOMBUSTIBLE A 10% MÁS OCTANO
90%(GASOHOL)**



Tomada por: Carlos Loachamin



Tomada por: Carlos Loachamin

**FOTOGRAFÍA 23. BIOCOMBUSTIBLE A 20% MÁS OCTANO
80%(GASOHOL)**



Tomada por: Carlos Loachamin



Tomada por: Carlos Loachamin

**FOTOGRAFÍA 24. COLOCACIÓN DE MANGUERA DE ALIMENTACIÓN
DE (GASOHOL)**



Tomada por: Carlos Loachamin



Tomada por: Carlos Loachamin

FOTOGRAFÍA 25. CÁMARA DE ALIMENTACIÓN DE (GASOHOL) PARA EL MOTOR



Tomada por: Carlos Loachamin



Tomada por: Carlos Loachamin

FOTOGRAFÍA 26. REVOLUCION DEL MOTOR ENCENDIDO A 1000 RPM



Tomada por: Carlos Loachamin



Tomada por: Carlos Loachamin

FOTOGRAFÍA 27. REVOLUCION DEL MOTOR ENCENDIDO A 3000 RPM



Tomada por: Carlos Loachamin



Tomada por: Carlos Loachamin.