



SEDE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL

PROYECTO PREVIO OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO

INDUSTRIAL

TÍTULO

**ELABORACION DE ALCOHOL ETILICO A PARTIR DEL CORAZON DE LA
MAZORCA DEL CHOCLO.**

AUTORA

CHIPRE PLASENCIO TERESA MARIA

DIRECTOR

ING. VIRGILIO ALONSO ORDÓÑEZ RAMÍREZ

GUAYAQUIL - ECUADOR

MARZO 2021

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD

CERTIFICO haber dirigido y revisado cada uno de los capítulos desarrollados en este trabajo de grado con el tema “**ELABORACIÓN DE ALCHOL ETILICO A PARTIR DEL CORAZÓN DE LA MAZORCA DEL CHOCLO**”, desarrollado por **TERESA MARIA CHIPRE PLASENCIO**, alumna de la Carrera de Ingeniería Industrial obteniendo como resultado un producto que cumple con los requisitos demandados por la Universidad Politécnica Salesiana para ser considerado como trabajo de fin de carrera.

Guayaquil, marzo 2021



(f) _____

Ing. Virgilio Alonso OrdóñezRamírez

DIRECTOR DE TESIS

Cesión de Derechos de Autor

Yo, **Teresa María Chipre Plasencio** con documento de identificación N° **0924607815**, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy la única autora y creadora del trabajo experimental de titulación: **ELABORACION DE ALCOHOL ETILICO A PARTIR DEL CORAZON DE LA MAZORCA DEL CHOCLO**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniero Industrial*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autora me reservo los derechos morales del trabajo antes citado. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, marzo del 2021



Teresa Chipre Plasencio

C.I.: 0924607815

Certificación

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **ELABORACION DE ALCOHOL ETILICO A PARTIR DEL CORAZON DE LA MAZORCA DEL CHOCLO**, **realizado** por la Srta. Teresa María Chipre Plasencio, obteniendo el *Proyecto Técnico* que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, marzo del 2021

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Virgilio Ordoñez R.', with a stylized flourish at the end.

Ing. Virgilio Ordoñez R. Msc

Declaratoria de Responsabilidad

Yo **Teresa María Chipre Plasencio** con documento de identificación N° **0924607815**, única autora del trabajo de titulación: **ELABORACION DE ALCOHOL ETILICO A PARTIR DEL CORAZON DE LA MAZORCA DEL CHOCLO**, certifico que el total contenido del *Proyecto Técnico*, es de mi exclusiva responsabilidad y autoría

Guayaquil, marzo del 2021



Teresa Chipre Plasencio

C.I.: 0924607815

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a la Virgen María por haberme dado salud y fortaleza para poder culminar este proyecto y no dejarme vencer ante las adversidades.

A mis padres y abuelos por siempre estar a mi lado apoyándome, dándome consejos, por sus cuidados, por su paciencia y amor incondicional, porque gracias a todos sus esfuerzos hoy puedo culminar mi carrera, por enseñarme siempre que, con esfuerzo, honradez, responsabilidad, sacrificio, perseverancia todo es posible, y así poder cumplir las metas que me proponga.

A mis hermanos que siempre me han apoyado, a familiares, enamorado y amigos que estuvieron en cada paso, dándome fuerzas, consejos y alentándome a que siga con mis sueños y continúe adelante para culminar mis estudios, y no solo poder lograr ser una excelente profesional, sino una persona de bien y así cumplir mi sueño que también es el de ellos.

A mis docentes me gustaría agradecer por su incansable orientación, compromiso y confianza que ayudaron a hacer posible este sueño tan especial para mí, pero además de eso porque reconozco la paciencia y el esfuerzo de todos sin excepción han dado en cada paso que como estudiante he dado.

Al Ing. Virgilio Ordoñez por ser un excelente docente, tutor y amigo quien con su profesionalismo me encaminó durante todo este tiempo, brindándome la oportunidad de expandir mis conocimientos, y sobre el apoyo brindado en mi proceso de titulación.

Al Ing Raúl Álvarez, por su dedicación, esfuerzo, por el carisma, empatía hacia los estudiantes, sobre todo por todo el apoyo en mi carrera universitaria y en mi proceso de titulación y a esta universidad y a toda su administración, les dejo una palabra de agradecimiento por todo el ambiente inspirador.

Sinceramente

Teresa Chipre Plasencio.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios ya que, sin él en mi vida, nada era posible, a la Virgen María ya que fue mi guía y fortaleza en situaciones difíciles y me ayudó a no rendirme, me enseñó a confiar y sobre todo me bendicen en cada paso que doy.

A mi abuelita Teresa Farfán por cuidar cada paso que doy en mi vida, por aconsejarme a medida que iba creciendo, por enseñarme a diferenciar lo bueno de lo malo, por inculcarme a que todo se consigue en base a esfuerzo, por siempre estar a mi lado cuando más los necesitaba, por contarme sus experiencias y hacer de ellas una guía en mi vida, por ser mi mentora en mi vida personal, por hacer de mí una persona de fuerte y de carácter, por ser uno de mis ángeles más preciados en el cielo.

A ustedes mis padres, abuelos, hermanos ya que esto es fruto de todos los esfuerzos y sacrificios que hicieron a lo largo de todos estos años para poder brindarme una oportunidad de formarme como profesional y sobre todo de darme todos los mejores ejemplos de vida, porque sin su lucha no hubiese podido llegar hasta aquí.

Es de gran satisfacción para mí dedicar este trabajo a las personas que más amo por los cuales agradezco a Dios y a la Virgen todos los días el permitirme tenerlos conmigo.

Sinceramente,

Teresa Chipre Plasencio

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I	1
1. INTRODUCCION.....	1
1.1 ANTECEDENTES	3
1.2 OBJETIVOS.....	5
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
CAPITULO II	9
2. MARCO TEÓRICO	9
2.1 ORIGEN DEL MAÍZ O ZEA MAYS L.....	9
CAPITULO III	43
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	43
CAPITULO IV	63
4. ANALISIS Y RESULTADOS.....	63
4.1 CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA DE LA CORONTA DEL CHOCLO	63
4.2 FERMENTACIÓN	65
CAPITULO V	82
5. CONCLUSIONES.....	82
CAPÍTULO VI.....	83
6. RECOMENDACIONES.....	83
BIBLIOGRAFIA.....	85

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1 <i>Diagrama de Venn</i>	8
Figura 2 <i>Usos del Maíz</i>	10
Figura 3 <i>Partes de la planta de Maíz</i>	12
Figura 4 <i>Estructura del grano de Maíz</i>	16
Figura 5 <i>Partes de la mazorca</i>	17
Figura 6 <i>Coronta del maíz</i>	18
Figura 7 <i>Residuos o materia prima obtenidos del pedúnculo.</i>	23
Figura 8 <i>Mapa de Residuos Recolectados (tn/día)</i>	24
Figura 9 <i>Esquema general de la producción de etanol</i>	27
Figura 10 <i>Fórmula del proceso de fermentación</i>	31
Figura 11 <i>Flujograma: Proceso de fermentación alcohólica</i>	32
Figura 12 <i>Grado Brix</i>	33
Figura 13 <i>Partes principales de un Alambique convencional</i>	38
Figura 14 <i>Flujograma: Metodología aplicada para el desarrollo de la investigación</i>	44
Figura 15 <i>Mapa del Ecuador</i>	50
Figura 16 <i>Visión Panorámica de la Ciudad de San Bartolomé</i>	51
Figura 17 <i>Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos</i>	54
Figura 18 <i>Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos</i>	56
Figura 19 <i>Instrumentos de Recolección de Datos</i>	56
Figura 20 <i>Densímetro Digital</i>	57
Figura 21 <i>Medidor de PH Digital</i>	58
Figura 22 <i>Termómetros Digitales</i>	58
Figura 23 <i>Flujograma: Proceso de producción de las bebidas alcohólicas</i>	60
Figura 24 <i>Muestra de la materia prima</i>	64
Figura 25 <i>1 y 6 Día 8 de fermentación.</i>	66
Figura 26 <i>Variación °Brix y temperatura en los días de fermentación</i>	67
Figura 27 <i>Mosto después del proceso de tamizado a destilar</i>	68
Figura 28 <i>Sobranate del mosto</i>	68
Figura 29 <i>Momento de la toma de temperatura del experimento</i>	69
Figura 30 <i>Cuerpo de la destilación</i>	69
Figura 31 <i>Cola de la destilación.</i>	70
Figura 32 <i>Frascos ámbar con los resultados obtenidos del destilado</i>	70
Figura 33 <i>Promedio de Brix del Ensayo 2</i>	74
Figura 34 <i>Promedio pH del Ensayo 2</i>	75
Figura 35 <i>Promedio °C del Ensayo 2</i>	75
Figura 36 <i>Refractómetro</i>	76
Figura 37 <i>Vasos de precipitación con las muestras obtenidas</i>	76
Figura 38 <i>Promedio Brix del Ensayo 3</i>	78
Figura 39 <i>Promedio pH del Ensayo 3</i>	78
Figura 40 <i>Temperatura en la fermentación del análisis 3</i>	79
Figura 41 <i>Densímetro parte de la punta análisis 3</i>	79
Figura 42 <i>Densímetro parte del cuerpo análisis 3</i>	80
Figura 43 <i>Medición del mosto grados brix del análisis 3</i>	80
Figura 44 <i>Medición de la Temperatura del condensador, antes del punto de ebullición</i>	80
Figura 45 <i>Color del mosto con y sin fermento, del análisis 3</i>	81

Figura 46 <i>Medición de grados de alcohol con el densímetro y</i>	81
--	----

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 <i>Taxonomía de la planta de maíz</i>	12
Tabla 2 <i>Composición nutricional del maíz.</i>	17
Tabla 3 <i>Composición química del maíz</i>	19
Tabla 4 <i>Características Organolépticas de la levadura</i>	35
Tabla 5 <i>Concentración de alcohol etílico en las bebidas de mayor consumo</i>	41
Tabla 6 <i>Diseño y Tipo de Investigación, según:</i>	49
Tabla 7 <i>Materiales Utilizados para la Destilación</i>	55
Tabla 8 <i>Materiales Utilizados para la Extracción y Conservación del Mosto</i>	55
Tabla 9 <i>Variables de la investigación</i>	60
Tabla 10 <i>Caracterización Físico Química de la coronta</i>	64
Tabla 11 <i>Cantidades de Materia Prima</i>	65
Tabla 12 <i>Muestra sin levadura</i>	67
Tabla 13 <i>Resultados Generales de la muestra</i>	71
Tabla 14 <i>Cálculo del rendimiento del destilado sin levaduras</i>	71
Tabla 15 <i>Tabla de datos obtenidos del muestreo, tiempo 0 horas</i>	72
Tabla 16 <i>Resultados del Ensayo 2</i>	73
Tabla 17 <i>Cálculo del rendimiento del destilado con levadura.</i>	76
Tabla 18 <i>Resultados del Ensayo 3</i>	77
Tabla 19 <i>Cálculo del rendimiento del destilado con levadura.</i>	81

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1: Evidencia del desarrollo del proyecto

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCION

El *Zea mays L* o por su nombre común maíz es uno de los alimentos de gran importancia económica a nivel mundial tiene usos múltiples y variados. Es el único cereal que puede ser usado como alimento en distintas etapas del desarrollo de la planta, ya sea como alimento humano, como alimento para el ganado o como fuente de materia prima de un gran número de productos industriales como lo son el aceite, harinas, elaboración de piensos compuestos, o la obtención de compuesto químicos derivados de subproductos de la agricultura del cereal.

El maíz es considerado como el grano de mayor importancia dentro de la alimentación de los ecuatorianos por su alto valor nutricional, alta calidad proteica, fuente generadora de energía, además de ser uno de los cereales más cultivados en nuestro país.

El tipo de maíz que se selecciono fue el maíz dulce, proveniente de la sierra ecuatoriana, en características físicas podemos destacar que su mazorca aun es de color verde para el consumo, pero tienen un alto contenido de azúcar, por ende, su fruto es de gusto dulce. (Garay & Colazo, 2015)

Los datos estadísticos que brinda el INEC sobre el consumo de bebidas alcohólicas en Ecuador nos permiten darnos cuenta de que en la actualidad vivimos en una sociedad inmersa en una cultura del consumo de dicho tipo de bebida, influyendo en todas las capas sociales, desde aquellos hogares con pocos ingresos hasta la clase alta.

El aumento del consumo de bebidas alcohólicas artesanales y los altos índices de enfermedades por la ingesta de alcohol ilícito presentan un riesgo para la salud, debido a las intoxicaciones producen daños directos e indirectos por el uso y abuso de esta bebida. Entre estos están daños o deterioro de la salud, problemas familiares, laborales, sociales, etc. (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS Y CENSOS, 2019)

Ante tal situación y para satisfacer la demanda de bioetanol, con el fin de buscar alternativas que minimicen estos inconvenientes, se realizó esta investigación buscando desechos de materias primas agroindustriales para la obtención de alcohol de una parte del desecho de la coronta del maíz tierno, que hasta ahora no ha sido utilizado en concreto para producir alcohol y menos aún utilizarlo en la preparación de otras bebidas. (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE ECUADOR, 2019)

Hoy en día existen algunos experimentos que de diferentes materias primas con altos porcentajes de celulosas y azúcares como los residuos del trigo, maíz, yuca, caña de azúcar, piña, etc. (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS Y CENSOS, 2019). Por lo tanto, son objeto de investigación para la disminución de biomasa sin valor agregado para transformarlos en alcohol etílico, como una alternativa de generación de este.

Además, el Ecuador cosecho 1.2 millones de toneladas de maíz (Clarence, Sunny, & Unuabonah, 2016) y sus desechos no son utilizados al 100%, produce anualmente miles de toneladas de desperdicios.

Varios de ellos van a contaminar fuentes de agua por la descarga directa de estos desechos generando sedimentos, generan incremento de residuos en los botaderos a cielo abierto que en nuestro país aún se mantienen a pesar que nuestra legislación lo prohíbe y que culminó el plazo para cerrarlos, convirtiéndose en focos de contaminación, generando alteración de la calidad en el suelo, pero una parte de estos son utilizados en decoración, últimamente se lo aprovecha en la alimentación de animales zootécnicos. (DA SILVA, CHAVES , & CUNHA , 2013)

Este residuo es milenario, ancestral porque desde los inicios de la nueva era ya se cultivaba, por lo que se evidencia la falta de gestión en los residuos que se genera en el país, en virtud que no existe el aprovechamiento apropiado del mismo.

1.1 ANTECEDENTES

Las empresas que están conscientes de la necesidad de una administración responsable de los recursos naturales para la sostenibilidad de sus actividades manejan de manera responsable, todos sus movimientos, minimizando los aspectos ambientales negativos que generan en la producción.

Un informe de la OMS la región de las Américas tiene el segundo consumo más alto per cápita de alcohol entre las demás regiones, y Ecuador en el 2013 ocupaba el segundo lugar en América latina con mayor consumo de bebidas alcohólicas.

Entre otros datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) calcula que el 27,7 % del consumo de alcohol a nivel mundial es de manera ilícita, lo que nos permite evidenciar aún más la

dimensión del problema y de los riesgos para la salud que puede producir, el consumo de alcohol ilegal. (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS Y CENSOS, 2019).

De la misma forma la preocupación ambiental de la sociedad y la necesidad mundial de producir bebidas alcohólicas no ilícitas ha llevado a investigar nuevos productos o materias primas que podemos reutilizar para el proceso productivo de alcohol etílico.

Un informe del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (Instituto Nacional de Estadísticas y censos. 2019) indica que en el año 2018 el maíz se encuentra entre uno de los seis cultivos más importantes del Ecuador.

Nuestro país siembra millones de toneladas de Maíz, en diferentes climas, humedad, condiciones climáticas en general, etc. ya sea en la región costa o sierra esto es gracias a su capacidad adaptativa que tiene esta planta, es considerado como un cultivo de mucha importancia ya sea por su demanda de consumo humano al ser un cereal, con alto valor proteico, además de ser pilar fundamental en la alimentación ecuatoriana. (Instituto Nacional de Investigadores Agropecuarios, 2017)

La fermentación de las azúcares, es el proceso más común para la obtención de alcoholes etílicos a partir de desechos o productos agrícolas como almidones de papa, maíz, yuca, macerados de granos, jugos de frutas o cualquier producto de origen vegetal, pero con levaduras que contienen enzimas catalizadoras que transforman los azúcares complejos en azúcares sencillos, luego en etanol y por último en dióxido de carbono. (Vasquez & Dacosta, 2017)

El etanol o más bien conocido como alcohol etílico o alcohol obtenido de melazas, es un líquido de color incoloro y que se volatiliza fácilmente en contacto con el aire, para su obtención existen dos métodos principales, que son la fermentación de las azúcares y la obtención industrial a partir del etileno. (Tellez & Cote, 2016)

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

- Obtener alcohol etílico a partir del corazón de la coronta del maíz tierno, mediante un proceso físico químico para aprovechamiento de los desechos agroindustriales.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Extraer alcohol etílico aprovechando el recurso del bagazo del corazón de la Coronta.
- Precisar el rendimiento de alcohol que se obtiene a partir del corazón de la mazorca de choclo.
- Determinar el costo de producción del alcohol etílico obtenido a partir del bagazo de la mazorca de choclo.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad, los desechos que tiene la agroindustria en especial del maíz tierno, en su gran mayoría no son reutilizados, generan un gran volumen de biomasa residual, al incrementar los niveles de producción de este cereal a nivel nacional es deficitario las acciones que se toman para tratar de eliminar este desecho e influyen en los niveles de contaminación ambiental.

Además, la biotecnología nos permite utilizar la tecnología en diferentes organismos vivos, para así poder innovar o crear subproductos, como lo dice la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico que lo define como la “Aplicación de principios de la ciencia y la ingeniería para tratamientos de materiales orgánicos e inorgánicos por sistemas biológicos para producir bienes y servicios.” (Friedrichs, 2018).

Hoy en día se realizan diferentes investigaciones para disminuir la contaminación ambiental y poder minimizar la generación de grandes biomásas aun sin ningún valor agregado, aunque estas sean con un alto porcentaje de celulosa y azúcares al ser un residuo agroindustrial, por eso se considera la transformación de esta materia en alcohol etílico.

Pero al evidenciar la gestión inadecuada que se les da a los residuos sólidos ya sean domésticos o procedentes de algunas industrias, este problema va aumentando al no tener espacios disponibles para cubrir la demanda de almacenamiento que se necesita y al incrementar día a día la cantidad de residuos per-cápita al no existir suficientes sitios donde se puedan albergar con seguridad dichos residuos. Por eso es imperioso buscar otra manera de gestionar los desechos, pero que a la vez disminuya los problemas, ambientales, sociales y muchas veces políticos.

En el año 2017 según cifras presentadas por el Ministerio de Ambiente, Ecuador produce 61 117 toneladas de basura semanales (Ministerio de Ambiente, 2018), pero solo hay 144 botaderos a cielo abierto y 77 rellenos sanitarios que no abastecen para almacenar todos estos desechos.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Defendiendo la idea de la transformación de los residuos agroindustriales para la creación de un subproducto, y poder disminuir el impacto hacia el ecosistema que generan estos desechos, decidí investigar y crear alcohol etílico a partir del corazón de la coronta del choclo, basándonos en los análisis realizados del maíz tierno, en las investigaciones de biotecnología para el reciclaje de desechos orgánicos, en la mitigación de desechos del agro, buscando nuevas formas para valorizar los residuos y la economía sustentable integrando la parte social, económica y medioambiental de nuestro país para disminuir la cantidad de residuos que van a los vertederos de basuras, a la vez satisfacer la necesidad de producir bebidas alcohólicas no ilícitas.

En la actualidad no se realiza estudios sobre el manejo de desecho de la mazorca del maíz tierno, por esta razón estos residuos fáciles de encontrar son sometidos a procesos de adecuación para darle un valor agregado, obtendremos alcohol etílico a partir del corazón de la mazorca, con el fin de poder contribuir con la reducción de desechos o biomasa residual, al ser un subproducto o residuo de la industria agroalimentaria del Ecuador.

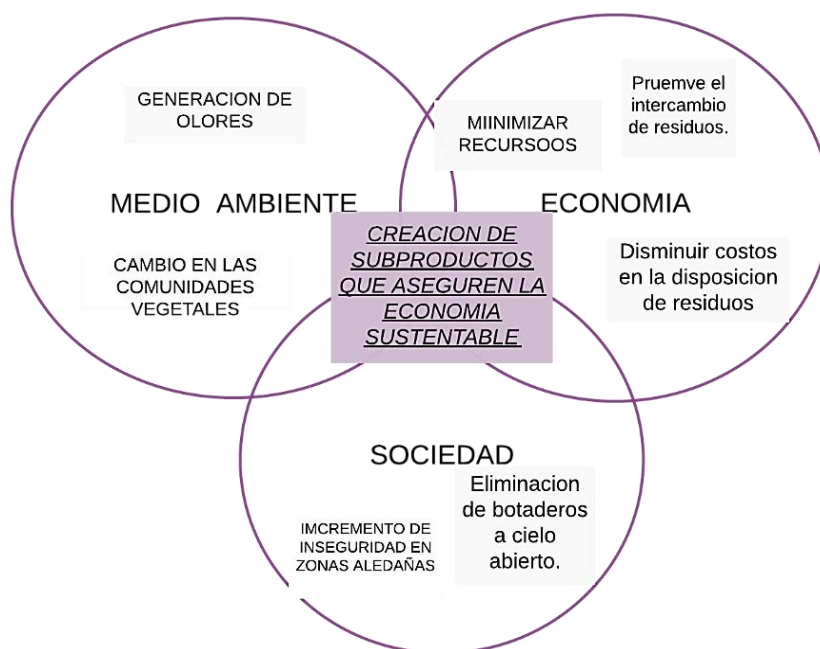
Los residuos del maíz tierno disminuirían, reutilizando solo el corazón de la coronta del choclo, esta parte del desecho no lo eliminaríamos, sino que serviría como materia prima para crear y elaborar un subproducto re aprovechable, dándole un valor agregado a una parte de la coronta

donde durante muchos años no ha sido objeto de estudios ni análisis, obteniendo un ingreso monetario adicional, y a la vez contribuyendo al medio ambiente disminuyendo lo que recibiría el entorno, ayudando a solucionar la problemática de manejo de desechos.

La base de esta investigación como antes lo había expuesto es la reutilización de desechos agroindustriales y buscar una forma para mitigar la contaminación ambiental, el desarrollo de este estudio es de suma importancia ya que busca darle un valor agregado a este residuo reutilizándola para la producción de alcohol etílico no ilícito. Este estudio y proceso de obtención requiere de una materia de bajo coste y de un destilador esmerilado, al producir este producto buscamos la forma de disminuir las intoxicaciones por alcohol adulterado, generar pequeñas plazas de empleo, integrar la parte social, ambiental y económica de forma general en el país.

Figura 1

Diagrama de Venn



Fuente: Propia

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 ORIGEN DEL MAÍZ O ZEA MAYS L.

El maíz es un cereal autóctono de América, fue y ha sido alimento básico de las culturas mesoamericanas y de la población actual del continente. Paliwall (2001, como se citó en Sánchez, 2019) en su investigación expresa: “el maíz es proveniente de México, porque en cuevas de habitantes primitivos se encontraron pequeñas mazorcas que tienen alrededor de cinco mil años de antigüedad”.

Dicho alimento a lo largo de la historia se ha distribuido en algunas partes del mundo, para ser usado en diferentes preparaciones gastronómicas tales como: tortillas, bebidas fermentadas, galletas, harinas, entre otros.

Actualmente, es el cereal con mayor volumen de producción en el mundo, superando al trigo y el arroz. En países industrializados como en Estados Unidos, se le utiliza principalmente como forraje y materia prima para la producción de alimentos procesados, y en otros países de América latina (México, Argentina, Brasil, Ecuador), y países africanos lo utilizan para el consumo humano, tanto campesinos, indígenas y toda la población que habitan los continentes (Rostran, 2014 citado por España, 2019).

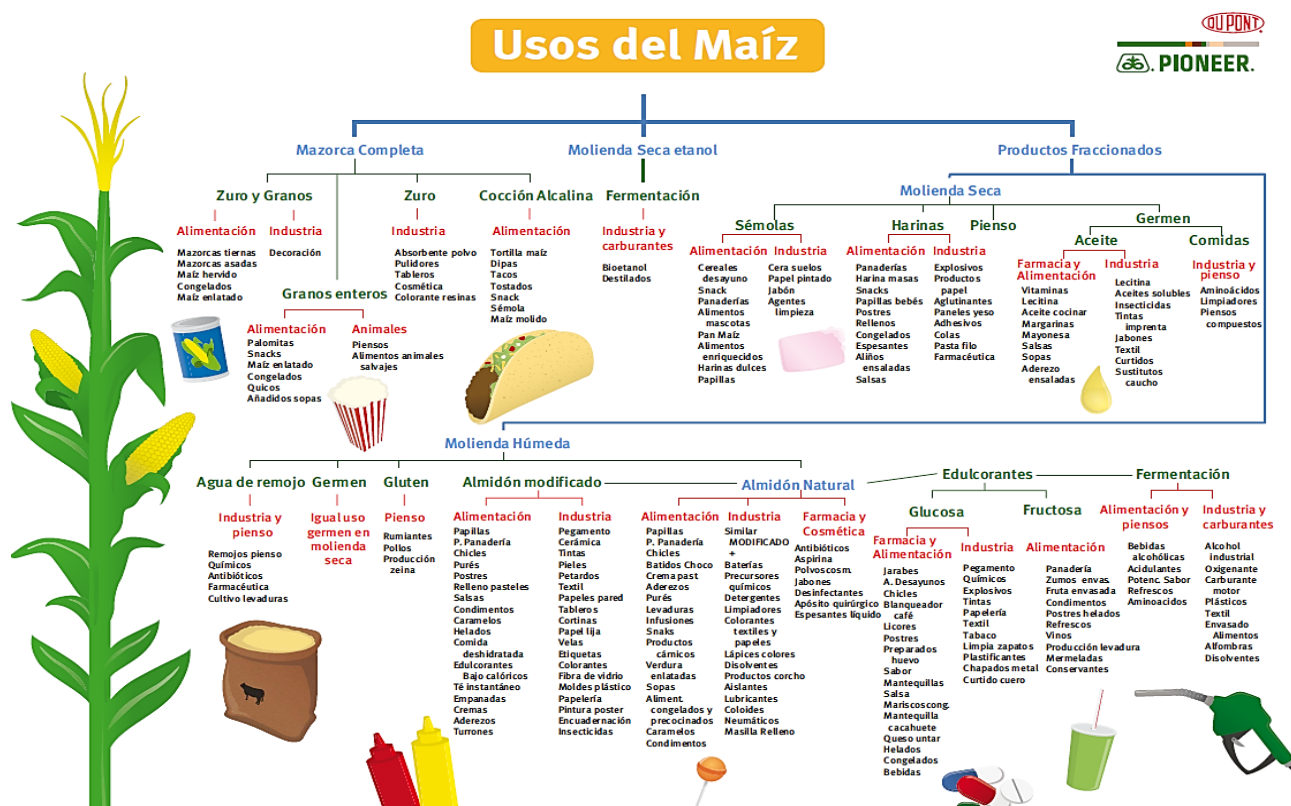
El uso principal del maíz es para alimentación en sus distintas modalidades de elaboración, y puede cocinarse entero o desgranado. Procesado como harina de maíz puede cocinarse sola o

emplearse como ingrediente de otras recetas, además su aceite es uno de los más económicos y muy usado para frituras de alimentos por las culturas latinoamericanas.

El maíz se cultiva en diferentes pisos altitudinales y ambientes climáticos que van desde el trópico hasta los templados entre los 2000 y 3000 m.s.n.m, por ello se puede encontrar en la región Sierra del Ecuador, siendo este cultivo de gran importancia económica para la población; además este cereal es una excelente fuente de hidratos de carbono por lo que es uno de los elementos básicos de la dieta alimentaria de la población rural.

Figura 2

Usos del Maíz



Nota. Distintos usos del Maíz. Tomado de: <http://www.conocerlaagricultura.com/2017/04/que-no-te-enganen-no-todo-el-maiz-es.html>

Seguridad Alimentaria

En la Constitución del 2008, se incluyó en los Derechos del Buen Vivir, en su Art. 13: “las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales, garantizando la soberanía alimentaria y procurando que las personas tengan acceso a una alimentación sana y congrua, en términos generales; así también, además de la garantía del derecho a la alimentación para todas las personas, a los grupos de atención prioritaria, el estado por su calidad y vulnerabilidad, debe proteger de forma directa y sin dilaciones y recibir atención especializada en los ámbitos público y privado, para proteger su derecho constitucional a recibir alimentos (Constitución de Ecuador, 2008).

Asimismo, la FAO (2016) explica: El Gobierno del Ecuador ha promulgado varias políticas públicas con el fin de fortalecer la agricultura familiar. En 2013, se creó el Instituto de Provisión de Alimentos (PROALIMENTOS), una entidad que se encargó de la planificación y ejecución de la compra de alimentos para las instituciones del sector público, competencias que fueron asumidas por la Unidad Nacional de Almacenamiento en 2015.

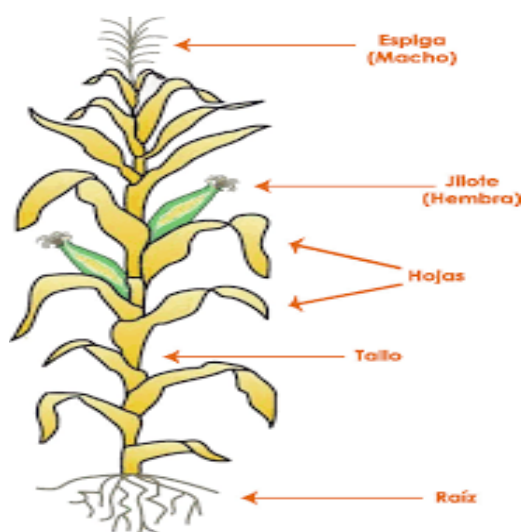
Partes, Composición Química del Maíz

El maíz es una planta monocotiledónea, pertenece a la familia de la gramíneas y comprende 3 géneros: *Tripsacum*, *Euchlaena* y *Zea*, todos de origen v americano (Tabla 1 y figura 2) (Basantes, 2015).

Tabla 1*Taxonomía de la planta de maíz*

Reino	Plantae
Sub Reino	Tracheobionta
Clase	Liopsida
Sub Clase	Commelinidae
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Sub Familia	Panicoideae
Tribu	Maydeae
Genero	Zea
Especie	Mays

Nota. Adaptado. Taxonomía de la planta de maíz, por Valladares, 2010, <https://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/unidad-ii-taxonomia-botanica-y-fisiologia-de-los-cultivos-de-grano-agosto-2010.pdf>

Figura 3*Partes de la planta de Maíz*

Nota. Adaptado. Parte de la planta de maíz, Caracterización de las variedades del maíz para el desarrollo de productos en la empresa Asopromaiza del cantón Céllica de la provincia de Loja, citado por España, 2019, <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/20.500.11962/24572>

La Raíz

Se distingue 3 clases de raíces: temporales, permanentes y adventicias o de anclaje:

- Las temporales son aquellas que nacen cuando germina el grano casi al mismo tiempo que la plúmula y luego son reemplazadas por las *raíces permanentes*. Las cuales pueden llegar a profundizar hasta 2 m, si las condiciones son favorables.
- Las raíces permanentes se dividen en principales, laterales y capilares.
- Las raíces adventicias, brotan de los 2 o 3 primeros nudos del tallo, por encima del suelo y a veces del 5 o 6 nudo, si se trata de plantas caídas o de algunas plantas de clima tropical (Trañez Candiotti, 2019).
- En fin, el sistema radicular, está formado por una masa de raíces completamente entrelazadas puede alcanzar un radio hasta 1.3 m. El crecimiento de las raíces está en relación con el de la planta, humedad y compactación del suelo, deteniéndose cuando está en exceso o deficiencia agua (Basante, 2015).

El Tallo

- Es verde claro, morado o depende de la variedad.
- Es cilíndrico en la base, recto, robusto, nudoso, con una altura que alcanza de 1 a 3 m. o más.
- El tallo es herbáceo macizo y lleno de médula (Trañez Candiotti, 2019).
- Estructura del tallo: consta de 3 partes: epidermis, la pared y la médula. La epidermis es una capa impermeable y transparente que le sirve de protección. La pared, está formada por una capa leñosa, dura y maciza, que no es otra cosa que los haces vasculares, unidos entre sí, formando unos canales por donde circula la savia elaborada, que va desde las raíces a las hojas y mazorca. *La médula, es una sustancia suave como masa que llena la*

parte central del tallo. Esta misma se extiende hasta la punta de la mazorca. Aquí se almacenan las sustancias y el agua, esta sustancia fue la que se usó para producir el alcohol etílico, el principal objetivo para el desarrollo de la investigación. (Basantes M. , 2015)

Las hojas

- Son alternas sésiles y envainadoras, de forma lanceolada, ancha y áspera en los bordes, vainas pubescentes; lígula corta.
- Llegan hasta 1m de longitud y su número es variable entre variedades, pudiendo tener de 8 a 30 hojas (Trañez Candiotti, 2019).
- La hoja consta de 3 partes: la vaina, el limbo y la lígula. La vaina sale del nudo y envuelve el tallo. El limbo, es la parte más grande de la hoja, está constituida por una vena central definida, venas paralelas y el tejido intracelular. La lígula, es una saliente en forma de collar, situada entre el limbo y la vaina, cuya función es la protección contra el agua y polvo que no penetre al tallo y vaina, en los extremos están las aurículas. (Basantes M. , 2015)

Inflorescencias

- El maíz es una planta monoica o sea que en el mismo pie hay flores masculinas y femeninas pero separadas. Esta disposición hace que la polinización sea cruzada, pero también puede ocurrir en un 5% autofecundación en condiciones normales.
- Las flores masculinas aparecen antes que las femeninas y están en la parte superior del tallo, sobre una panícula, cuyo número es variable, son largos, delgados y en forma de espiga.

- Se calcula 2000 granos de polen/antera (15 a 50 millones de grano de polen/espiga de maíz) que es mucho polen para formar una mazorca, ya que basta un grano de polen para formar una mazorca.
- Las flores femeninas salen de las axilas de las hojas, componen un apéndice (espigas de flores unisexuales con eje carnosos), lleva de 8 a 26 series longitudinales de espigas insertadas en un eje esponjoso, conocido como *zuro* o tuza. Los ovarios terminan en unos *estilos* largos, formando una barba blanquecina o rojiza, según la variedad, aunque después de la fecundación se vuelve negra y se seca.
- El cabello de la mazorca es receptivo al polen. Es alargado y está cubierto por un mucílago que ayuda a capturar el polen y se mantiene receptivo por 1 a 2 semanas, en caso de que no se haya producido la fecundación. Los vientos muy calientes y secos pueden provocar la desecación de cabellos, marchitamiento y pierden el poder de recepción, con lo cual los óvulos no se desarrollan dando mazorcas sin grano (Basantes M. , 2015).

Granos

- Es la parte más importante de la planta, presenta variabilidad en forma, tamaño, color, consistencia y composición química.
- El grano madura en un lapso entre 50 y 90 días después de la fecundación.
- Posee un fruto seco indehisciente y la semilla se encuentra por dentro. Por fuera: Es de color naranja (fruto) y la parte blanquecina ubicada en el extremo inferior es la Semilla.
- La membrana que protege al fruto se llama pericarpio, le sigue el endospermo formado por el endospermo córneo, está adyacente al gluten, es translúcido y se llama así por la presencia de proteínas. Debajo de éste se encuentra el endospermo amiláceo, de color

opaco por la gran cantidad de almidón que contiene y que utilizará para nutrir al embrión. En el maíz cristalino se advierte que casi todos los granos están formados por almidón córneo.

- El germen o embrión está situado en el tercio inferior del grano, y está constituido por la plúmula y la radícula. De la plúmula procede el brote del tallo y raíces permanentes, la radícula da origen a las raíces temporales (Figura 4).
- Por último, tenemos la caperuza o sombrero que cubre la parte inferior del grano, por la que se inserta en el zuro (tuza) y que sirve de protección al extremo inferior del germen (figura 4). A su vez, dentro de esta, se encuentra la coronta, residuo que se usó para la obtención del alcohol etílico (figura 5) (España, 2019).

Figura 4

Estructura del grano de Maíz

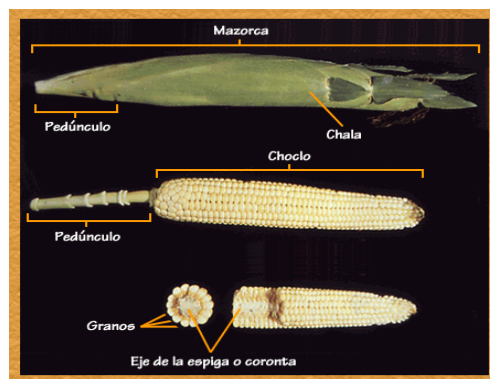


Nota. Adaptado. Estructura del grano de maíz, por Gesemex, 2018, <https://es-la.facebook.com/Gesemex/photos/estructura-del-grano-de-ma%C3%ADz-fuente-delmaizinfo/1519079108200768/>

Tabla 2*Composición nutricional del maíz.*

	Por 100 g de porción comestible	Por mazorca (125 g)
Energía (Kcal)	72	104
Proteínas (g)	3,3	2,3
Lípidos totales (g)	0,78	0,5
AG saturados (g)	0,12	0,08
AG monoinsaturados (g)	0,228	0,16
AG poliinsaturados (g)	0,367	0,25
v-3 (g)	0,011	0,008
C18:2 Linoleico (v-6) (g)	0,356	0,245
Coolesterol (mg/1000 kcal)	0	0
Hidratos de carbono (g)	19,5	13,4
Fibra (g)	2,8	1,9
Agua (g)	71,8	49,4
Calcio (mg)	4	2,8
Hierro (mg)	0,68	0,5
Yodo (µg)	-----	-----
Magnesio (mg)	32	22
Zinc (mg)	0,7	0,5
Sodio (mg)	5	3,4
Potasio (mg)	294	202
Fósforo (mg)	87	59,8
Selenio (µg)	0,8	0,6
Tiamina (mg)	0,103	0,07
Riboflavina (mg)	0,088	0,06
Equivalentes niacina (mg)	1,681	1,2
Vitamina B6 (mg)	0,179	0,12
Folatos (µg)	40	27,5
Vitamina B12 (µg)	0	0
Vitamina C (mg)	7,2	5
Vitamina A: Eq. Retinol (µg)	12	8,3
Vitamina D (µg)	0	0
Vitamina E (mg)	0,26	0,2

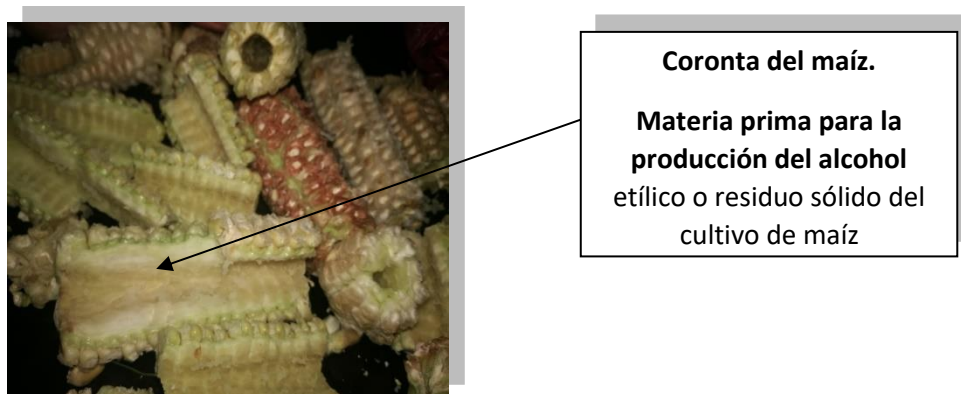
Nota. Detalle de la composición Nutricional del maíz

Figura 5*Partes de la mazorca*

Nota. Adaptado. Partes de la mazorca de maíz. Citado por Betancourt de la Revista argentina de microbiología. 2013; 45(4):282-283. <https://www.redalyc.org/pdf/2130/213029412012.pdf>

Figura 6 *Coronta del maíz*

Coronta del maíz



Nota. Fuente propia,

Composición Química del Grano

El maíz está compuesto por varios elementos, los mismos que le dan el valor nutricional que posee. A continuación, se presenta una tabla, que muestra la composición química del cereal (tabla 2) (España, 2019).

Tabla 3*Composición química del maíz*

Componente	Porcentaje
Gases, yodo y sal	10% de agua
Elemento nitrogenado y esencial en el alimento	10 % de proteína
Elemento combustible y aceitoso	4.5% de grasas
<i>Azúcar, glucosa, almidones o sustancias feculentas</i>	<i>74% de carbohidratos</i>
Cal, fósforo, hierro	1.5 % de sustancias minerales
Unidad de calor a que se eleva la temperatura de los alimentos	37.2% de calorías

Nota. Adaptado. Composición química del maíz, Caracterización de las variedades del maíz para el desarrollo de productos en la empresa Asopromaiza del cantón Céllica de la provincia de Loja, citado por España, 2019, <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/20.500.11962/24572>

Variedades del Maíz

En el País existen 25 variedades de maíces, los cuales unos de ellos son: maíz o sara blanco y amarillo, canguil popcorn, carapali mediano, blanco con puntos rojizos, chullpi maíz dulce, negro grueso, negro grande y algo duro, negro mediano, negro tierno, tumbaque grueso, chato, de color pardo y tierno, morocho pequeño, mediano, amarillo, duro, entre otros. Sin embargo, en Ecuador son cultivados mayormente dos tipos: maíz duro y maíz suave (Omeida Saire F. , 2019).

- Es una variante que no se ve afectada por insectos o moho y cuenta con una buena germinación, lo que le permite desarrollarse en climas fríos y húmedos. Se utiliza para la

producción de fécula de maíz y es destinado casi totalmente para el consumo humano y el resto, como alimento para animales. Los granos de este maíz se presentan en diversos colores, como blanco, negro, amarillo, rojo, azul, verde o púrpura (Enciclopedia de clasificaciones, 2015 citado por España).

- Por el contrario, *el maíz suave cuya materia prima se usó para el desarrollo de esta investigación*, está destinado básicamente al consumo alimenticio familiar tiende a bajar en tres aspectos: superficie, producción y rendimientos. Este es Cultivado para consumirlo cuando las mazorcas aún se encuentran verdes y se las suele preparar asados o hervidos. Se los llama de esta manera porque sus granos contienen azúcar en grandes proporciones, lo que le otorga un sabor dulce. En las zonas comerciales, estos son poco producidos, ya que tienen un bajo rendimiento y además suelen ser más susceptibles a enfermedades que otras variedades (España, 2019).

Condiciones Agroclimáticas Para la Producción del Maíz

La fisiología del cultivo depende del factor genético, y la forma de crecimiento y desarrollo de la planta depende de las condiciones ambientales: temperatura, humedad y aireación, el maíz germina dentro de los 6 días.

Períodos de sequía y temperaturas altas provocan una maduración temprana. No requiere luz para germinar y no presenta problemas de latencia. La temperatura óptima para la germinación es: 20 a 25 °C, mínima de 10 °C y máxima de 40 °C (España, 2019).

El cambio de la fase vegetativa a la reproductiva se produce más temprano cuando el período de cultivo coincide con días cortos de luz. Durante días largos florece tardíamente. *La temperatura, óptima* para la floración corresponde a un rango entre 21- 30 °C. Altas temperaturas (mayores a 30 °C) durante el crecimiento tiende a provocar el aparecimiento de la inflorescencia masculina más temprana que la femenina. Temperaturas menores a 20 °C, sucede lo contrario.

El maíz necesita más agua en sus primeras fases de crecimiento, floración e inicio fructificación. El crecimiento se detiene al tiempo que se estimula la floración. Los excesos de agua provocan amarillamiento. Las heladas y granizo producen trastornos fisiológicos.

Por lo tanto, estas son características ideales para el cultivo del maíz (Basantes M. , 2015):

- Precipitación: 600 a 1200 mm.
- Luz: 1000 a 1500 horas durante el ciclo del cultivo (4 meses).
- Altitud: 2200 a 2800 m.
- Temperatura: 10-20 °C y máximas de 30-32 °C.
- Suelos de preferencia francos, sueltos (no muy arenosos) ni compactos ricos en M.O.
- pH: 5,6 – 7.5

Producción de Maíz

Según las normas del Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC, 2016) en Ecuador se producen anualmente un promedio de 717.940 toneladas de maíz duro seco y 43.284 toneladas de maíz suave choclo, indicando que el maíz duro seco tiene una producción altamente polarizada en la Costa y en el caso del maíz suave choclo es altamente polarizado en la Sierra (Basantes M. , 2015).

En tal sentido, la delimitación geográfica de la investigación abarca la Sierra, por eso a continuación se define que son los residuos de maíz, ya que son de importancia para la obtención del alcohol etílico.

Residuos Orgánicos y Agrarios

Según el INEC, (2016) define residuos como todos aquellos materiales o restos que no tienen ningún valor económico para el usuario, pero si un valor comercial para su recuperación e incorporación al ciclo de vida de la materia. Existe dos tipos de residuos: orgánicos e inorgánicos (tal como el papel, plástico y vidrio).

En este caso, los Residuos Orgánicos se definen: como los restos de verduras o de comidas, cáscaras de frutas o huevos, los huesos de la carne y el pollo, las espinas de pescado, etc. (INEC, 2016), o los productos cuyas características fundamentales no tienen valor ni estimación en las circunstancias en las que se generan (Trañez Candiotti, 2019).

Los residuos orgánicos cada vez son reciclados a mayor escala, en especial los agrarios, es decir, los residuos que se generan en el entorno natural y lo integran un grupo heterogéneo de productos compuestos por las plantas, o parte de ellas, que es preciso separar para obtener el fruto, o el propio producto Agrícola (Bonilla A. y., 2019).

Como consecuencia de la actividad agrícola, se genera una gran cantidad de residuos. Unos como raíces, hojas o frutos se descomponen y se integran en el suelo mejorando las propiedades agronómicas del suelo cultivado. Otros residuos integrados por tallos y, en general, por otros

residuos integrados por tallos y, en general, por la parte aérea de la planta, se aprovechan en ganadería e industria. Por último, se producen unos residuos que no se aprovechan en la zona en que son generados, y que es preciso eliminar para facilitar las labores agrícolas. Los residuos que producen estos cultivos al ser cosechados, son de naturaleza fibrosa como pajas o cañas (FAO, 2003).

Tal ejemplo, son los desechos que produce el maíz al ser cultivado, las cuales deja grandes cantidades de residuos (biomasa) que de una u otra manera son usados. El tallo, las hojas son utilizadas para abonar el suelo, la tuza o coronta en su mayoría para alimentar animales. *Sin embargo, la coronta o corazón de la tuza puede ser aprovechada para la producción de alcohol etílico, tal como lo han fabricado muchos ecuatorianos de manera artesanal desde el pasado* (ilustración 6) (FAO, 2003). (Tellez & Cote, 2016)

Figura 7

Residuos o materia prima obtenidos del pedúnculo

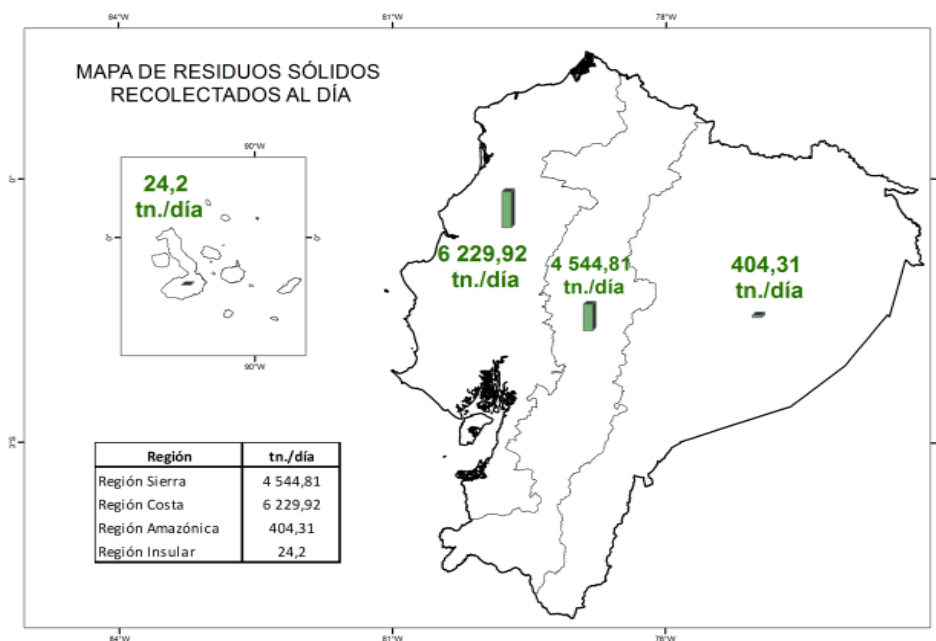


Nota. Adaptado. Partes de la mazorca de maíz. Citado por Betancourt de la Revista Argentina de microbiología. 2013; 45(4):282-283. <https://www.redalyc.org/pdf/2130/213029412012.pdf>

Según el INEC (2016) se calculó que en el año 2016 en el Ecuador se recolectaron alrededor de 11.203,24 toneladas de residuos sólidos al día. Del total de residuos sólidos recolectados al día, el 10% son recolectados de manera diferenciada entre residuos orgánicos e inorgánicos. De este 10% que representan 1.135,09 toneladas recolectadas al día de forma diferenciada en el Ecuador, más del 50% son residuos orgánicos, dentro de los cuales encontramos al maíz. Aunque los residuos agrarios generados en los campos ecuatorianos son reciclados directamente por el productor agrícola, reutilización que deja un corto margen de tiempo para su contabilización (figura 8) (Hernández, 2018).

Figura 8

Mapa de Residuos Recolectados (tn./día)



Nota. Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales Gestión Integral de Residuos Sólidos, 2016.

<https://anda.inec.gob.ec/anda/index.php/catalog/640/overview>

De las 11.203,24 toneladas de desechos recolectados por día en el Ecuador: 6.229,92 se recolectan en la Región Costa, 4.454,8 en la Sierra, 404,31 toneladas en la Región Amazónica y 24,2 en la Región Insular (figura 6).

Desde el año 2010 al 2016, la clasificación de los residuos orgánicos aumentó en 9,9 puntos porcentuales. En el año 2016, del total de los hogares, el 25,06 % clasificaron residuos orgánicos (INEC, 2016).

Los beneficios de reciclar residuos orgánicos son los siguientes:

- Reducir la cantidad de basura que acaba en vertedero o incinerador
- Cerrar el ciclo de la materia orgánica
- Obtener un abono de elevada calidad para las plantas, sin ningún tipo de producto químico.
- Devolver al suelo materia orgánica, enriqueciéndolo con el abono producido de los residuos (Larrea, 2018).

Biomasa

Comprende al grupo de productos energéticos y materias primas de tipo renovable que se originan a partir de la materia orgánica formada por vía biológica. La energía que acumula la biomasa tiene su origen en el sol mediante la fotosíntesis, las plantas toman la energía lumínica del sol (fotones), el dióxido de carbono de la atmósfera, el agua y las sales del suelo, produciendo azúcares (Paucar de la Cruz, 2020).

Bajo la denominación genérica de biomasa se incluye un conjunto muy heterogéneo de materias, tanto por su origen como por su naturaleza. Atendiendo al origen es posible diferenciar, desde un punto de vista ecológico, biomasa de distintos órdenes:

- Biomasa primaria: es la materia orgánica formada directamente por los seres fotosintéticos.

- Biomasa secundaria: es producida por los seres heterótrofos que utilizan en su nutrición la biomasa primaria.
- Biomasa terciaria: producida por los seres que se alimentan d. (Narváez Guerrero, 2020)

Clasificación de la Biomasa

- Vegetal: tienen su base en las plantas y algas. Algunos ejemplos son la higuera (con la que se produce biodiésel), el miscanthus (con el que se produce etanol), las algas (con la que se producen biodiésel), el maíz (con el que se produce bioetanol, materia prima usada en la investigación (Paucar de la Cruz, 2020)
- Animal: tienen su origen principalmente en las grasas de animales comúnmente utilizados para la alimentación humana como el pollo, la vaca, entre otros, y siempre producen biodiésel. Se confunde un poco con la biomasa de origen residual, de hecho, muchas veces esa grasa es oriunda de restos del procesamiento de carnes (Narváez Guerrero, 2020)
- Residual: se originan de residuos que pueden ser animales, vegetales, o incluso de la naturaleza misma, como aguas residuales (empleadas para producir gas metano), restos de fritura de restaurantes (biodiésel), basura (etanol y gas metano), etc.

Materia Prima Para la Producción de Bioetanol.

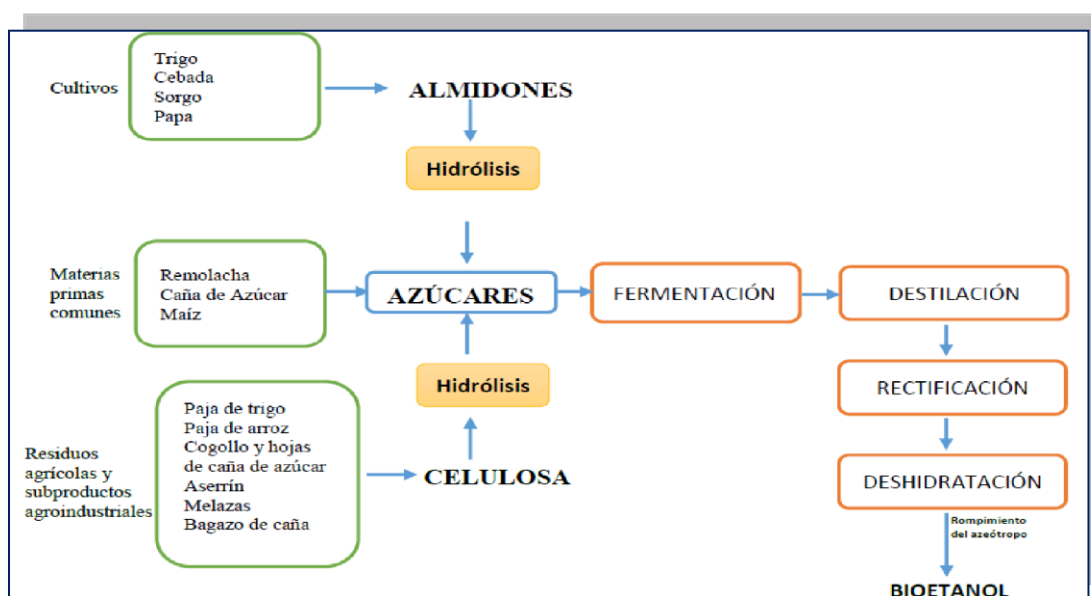
El bioetanol se obtiene de forma convencional a partir de dos fuentes principales de materia prima: el maíz y la caña de azúcar. En la producción de bioetanol, la caña de azúcar tiene un rendimiento mucho más alto que el maíz. También se puede producir etanol a partir de cultivos como la papa, la remolacha, la yuca y el sorgo ya que estos contienen carbohidratos que se

fermentan y se transforman en alcohol, pero muestran menores rendimientos y muchos de esos cultivos entran en la controversia alimentaria (figura 9).

En las dos últimas décadas se han llevado a cabo extensas investigaciones respecto a la producción de etanol a partir de materiales lignocelulósicos. Principalmente por ser fuentes renovables de bajo costo y abundantemente disponibles. En estos residuos se incluyen los residuos de cosecha (paja de arroz, paja de trigo, paja de maíz, otros), subproductos agroindustriales (bagazo de caña), hierbas, aserrín, astillas de madera, entre otros, tal como se muestra en la figura 8, que es lo común en los ecuatorianos. (Narváez, 2020). *Pero en esta investigación se recicló la coronta de la mazorca para la obtención del alcohol etílico* (Casco, 2018).

Figura 9

Esquema general de la producción de etanol



Nota. Adaptado. Diseño IN SILICO del proceso tecnológico para la obtención de etanol carburante con hidrólisis enzimática del bagazo de caña en la provincia de Pastaza, Citado por Casco, 2018 <https://repositorio.uea.edu.ec/xmlui/handle/123456789/680>

Bebidas Alcohólicas (Alcohol Etílico)

El alcohol no es un producto como cualquier otro; ha formado parte de la civilización humana durante miles de años. Y aunque muchos lo asocian al placer y la sociabilidad, el abuso en su consumo también conlleva consecuencias perjudiciales sobre quienes lo ingieren.

En la vida social los seres humanos, tanto en los momentos excepcionales (la fiesta o el luto) como en los cotidianos (la comida y la charla) han contado con la presencia estimulante de las bebidas alcohólicas.

Cada una de esas bebidas es resultado de mucha curiosidad y ardua paciencia, después de que mediante varios ensayos se descubrieron los placeres que ofrecían plantas como la cebada, la uva, el maguey, la caña, el maíz, entre otros.

Las bebidas alcohólicas son obtenidas por la fermentación de la materia prima vegetal que sirve de base utilizando levaduras del género *Saccharomyces*, sometida o no a destilación, rectificación, redestilación, en presencia de productos naturales, susceptibles de ser añejadas, con una graduación alcohólica de 2% a 55% en volumen a 20 (293K). Todas las bebidas alcohólicas son productos que contienen etanol obtenido mediante fermentación, el sabor y aroma de las bebidas alcohólicas está influyendo en gran parte por compuestos son alcoholes, carbonilos, ácidos orgánicos, esterres y compuestos azufrados en conjunto reciben el nombre de congeneritos (Miranda, 2017).

Clasificación de Bebida Alcohólicas

Las bebidas alcohólicas pueden clasificar de acuerdo al sustrato o en función si son o no destiladas después de la fermentación (Miranda, 2017).

- Bebidas obtenidas por fermentación directa del azúcar del fruto: vino y sidra.
- Bebidas obtenidas por fermentación de los azúcares resultantes de la hidrólisis de productos amiláceos: cerveza.
- Bebidas obtenidas por destilación de líquidos fermentados: bebidas espirituosas, el cual fue la que se produjo en esta investigación.

Clasificación de Bebidas Alcohólicas Destiladas

Se clasifican estas bebidas de acuerdo a su graduación alcohólica y al tratamiento al que se someten (Miranda, 2017).

- **Aguardientes simples:** Son líquidos alcohólicos que proceden de la destilación de materias vegetales previamente fermentadas, las cuales ceden sus características de aroma y sabor, además tienen una graduación alcohólica comprendida entre 30° y 80°. Según la materia prima empleada se distinguen los aguardientes de vino, orujo, caña, melazas, frutas, sidra y cereales maltados.
- **Alcoholes destilados:** Son aquellos cuya graduación está comprendida entre 80° y 96°, según las materias primas empleadas y los sistemas de obtención se distingue: destilados de vino, cereales y de orujos.
- **Alcoholes rectificados:** Son aquellos que se han obtenido por destilación, rectificación de aguardientes y alcoholes destilados, su graduación es superior a 96°, según las materias primas empleadas se distinguen los rectificados de vinos, orujos, frutas, cereales y melazas.

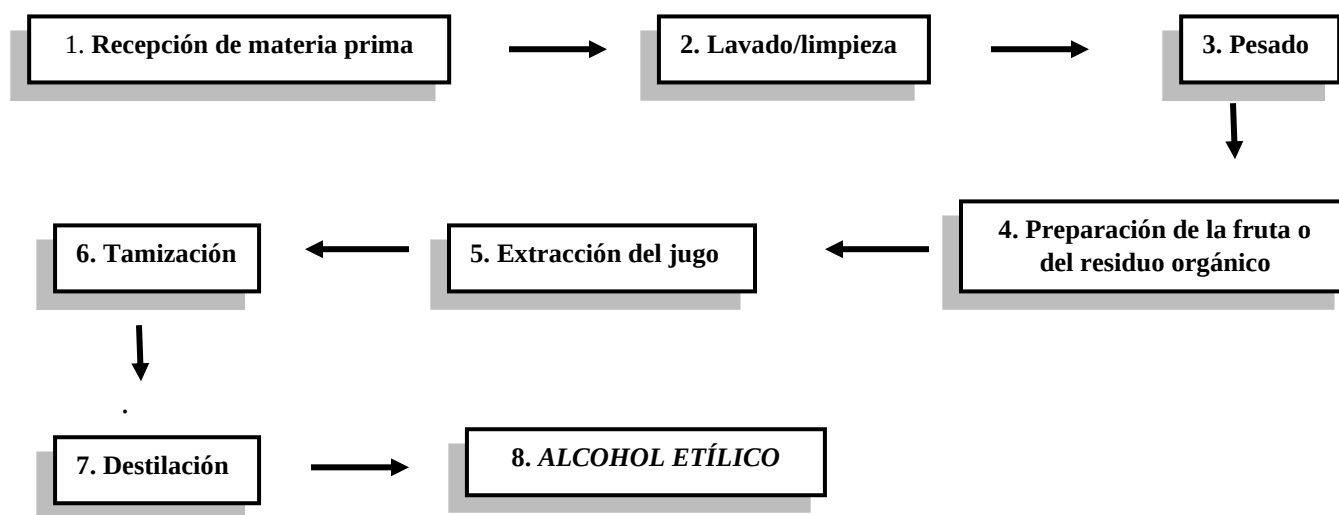
- **Aguardientes compuestos:** Son los productos elaborados naturales con aguardientes simples o con otros alcoholes naturales o sus mezclas, aromatizados directamente o en el momento de redestilación, rebajados con agua y añejados o no, además se puede incorporar mosto, sacarosa o caramelo y su graduación no será inferior a 30°. En este grupo se incluyen otros como el Brandy, Ron, Whisky, Ginebra, Vodka.

Descripción del Proceso de Producción de la Bebida Alcohólica

Según Miranda (2017) describe el proceso de fermentación de la siguiente manera:

Figura 10

Flujograma: Proceso de producción de las bebidas alcohólicas



Nota. Proceso de producción de las bebidas alcohólicas, elaboración propia con base en Miranda, 2017, <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/2376>

Para la producción de alcohol etílico en la Sierra se procedió aplicar todos los pasos antes mencionados. Sin embargo, por ser alcohol artesanal se hace énfasis en la fermentación y

destilación, porque son los procesos químicos en que se deben prestar mayor atención, ya que de ello resulta de la producción del alcohol, y en este caso como actividad rural, artesanal de la Región (Larrea, 2018).

Fermentación Alcohólica

La fermentación alcohólica es una biorreacción que permite degradar azúcares en alcohol y dióxido de carbono. También llamada fermentación etílica, es un proceso anaeróbico (separación de oxígeno) formado por las levaduras y algunas clases de bacterias de la misma fruta o residuo, en este caso, ésta produce alteraciones químicas en las sustancias orgánicas (Muñoz, 2010).

El objetivo de la fermentación alcohólica biológica es proporcionar energía a los microorganismos unicelulares (levaduras) en ausencia de oxígeno para ello descomponer las moléculas de glucosa y obtener la energía necesaria para sobrevivir, produciendo el alcohol y CO₂ como desechos resultado de la fermentación (figura 10) (Narváez, 2020).

Figura 10

Fórmula del proceso de fermentación



Nota. Adaptado. Fórmula del proceso de fermentación. por Narváez, 2020.

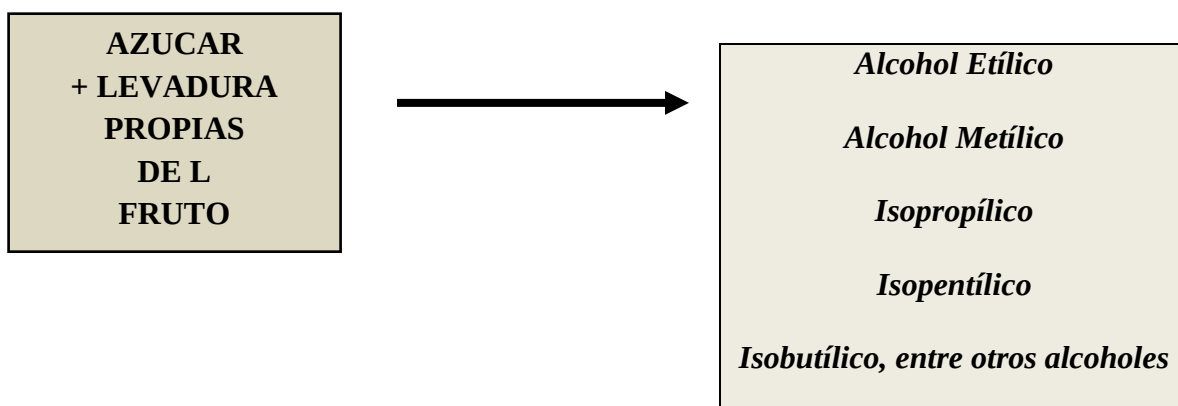
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/15511>

Durante el proceso de fermentación, los azúcares se transforman en alcohol etílico y dióxido de carbono (Muñoz, 2010).

Los microorganismos unicelulares (levaduras) de las frutas o de los residuos orgánicos, tienen el nombre científico de *Saccharomyces* (figura 11). De manera simplificada el proceso de la fermentación alcohólica es:

Figura 11

Flujograma: Proceso de fermentación alcohólica



Nota. Adaptado, elaboración propia con en el citado de Muñoz, 2010.
<https://www.medigraphic.com/pdfs/aapaunam/pa-2010/pae101i.pdf>

Por lo tanto, el equivalente de jugo de la coronta del maíz, se envasó directamente para la fermentación y producción del etanol.

Variables de la Fermentación Alcohólica

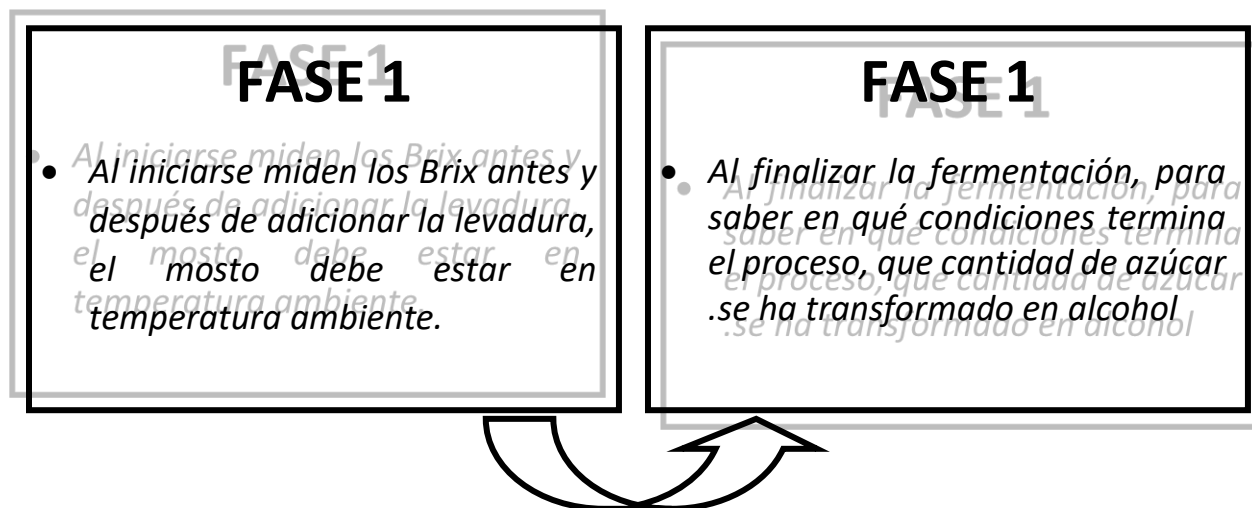
Grados Brix

Se los deben controlar desde la pre fermentación van de acuerdo a la concentración de la levadura, la misma que debe estar alrededor de 5 °Brix. Para la medición del Alcohol Potencial del

mosto, puede calcularse con la formula $Ap = 0,059$ multiplicado por gramos, que sería % volumen = $(0,6757 \text{ por los grados } ^\circ\text{BRIX})$. (figura 12). Este proceso tiene dos fases:

Figura 12

Grado Brix



Nota. Adaptado, La medición del Brix y los instrumentos para realizarla, elaboración propia con base <https://www.mt.com/es/es/home/perm-lp/product-organizations/ana/brix-meters.html>

Temperatura y Tiempo de Fermentación.

La temperatura debe estar entre un rango de 28 °C a - 34 °C. Se recomienda esta temperatura ya que en la bibliografía leída indican que la temperatura por debajo de los 28 °C podría afectar a los microorganismos, pero si es superior a su Max, producen mortalidad de estos, dando cabida a la proliferación de bacterias negativos, esto quiere decir que va a tener un grado alcohólico bajo (Gilces & Veloz, 2006).

Además, si el proceso de fermentación se va a llevar a cabo con algún tipo de levadura y si no está dentro de rango requerido podría afectar su rendimiento y efectividad, debido a las reacciones exotérmicas.

El tiempo de fermentación se debe un riguroso control, debido a que este se desarrolló anaeróbicamente, y se podría considerar que el tiempo indicado sería cada 8 horas observando el desarrollo de sus variables.

Cabe recalcar que conseguir un tiempo de fermentación mínimo se logra manteniendo el proceso en las condiciones anaeróbicas adecuadas.

Este proceso dura entre 48 – 72 horas.

Tipo de Levadura

En la industria existen dos tipos de levaduras utilizadas que son la levadura húmeda o prensada la cual se conserva solo por un pequeño período o a temperaturas bajas y la levadura seca que bajo condiciones climatológicas desfavorables es factible almacenarla durante largos períodos de tiempo.

La levadura seca se le ha extraído la mayor cantidad del agua que contiene. El producto contiene alrededor del 10% de agua, como característica favorable tiene que su poder fermentativo es efectivo y a cualquier temperatura manteniendo sus propiedades naturales, es por esto que muchas de las destilerías utilizan la levadura seca que a escala industrial comprobaron que tiene una alta capacidad para reproducirse (Saavedra-Molina, 2016).

En el desarrollo experimental de la tesis he usado la levadura *Saccharomyces cerevisiae* (Levapan) (Tabla 4).

Tabla 4

Características Organolépticas de la levadura.

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS		
MEDIACIÓN APRECIACIÓN	CUALIDADES	DEFECTOS
COLOR	Debe ser crema claro o blanco	No debe ser nunca rojizo
OLOR	Debe ser inodora	No debe desprender olor desagradable o acético
GUSTO	Debe tener sabor agradable	No debe tener demasiado gusto ni de ácido
TEXTURA	Consistencia firme plástica	No debe ser en ningún caso blanda ni pegajosa
UTILIZACIÓN	Debe diluirse sin formar grumos	Debe desmigarse fácilmente entre los dedos sin pegarse

Nota. Detalle de las características organolépticas de la levadura. Tomado de (Nieto Galarza, 2009).

Destilación de Bebidas Alcohólicas

Luego de obtener el líquido alcohólico se calienta hasta que empiecen a evaporarse sus componentes más volátiles, para posteriormente refrigerarlos y que se vuelvan a condensar. De esta forma se eleva el grado alcohólico del líquido y se eliminan gran número de impurezas y sabores desagradables, esto es posible a la diferencia en el punto de ebullición del agua a 100 °C y el alcohol 78,5 °C, el alcohol se empieza a evaporar antes que el agua (Miranda, 2017). Al enfriar

los vapores y condensarlos el líquido resultante tendrá un mayor porcentaje de su volumen en alcohol que él tenía antes de la destilación (Aguirre, 2019).

Cuando se calienta una mezcla de líquidos cerca de su punto de ebullición la evaporación se verifica rápidamente y el vapor deja la fase líquida en grandes cantidades; el cual se mantiene a más baja temperatura que la del vapor debido al flujo de agua por la parte externa del tubo (Miranda, 2017), en esta forma el vapor se condensa suavemente y puede recogerse enriquecido con el componente más volátil (Loja, 2020).

El líquido antes de destilar se le denomina destilando; el líquido remanente, es decir, el sobrante después de ser destilado se denomina residuo y el líquido que se recoge se llama destilado (Aguirre, 2019). *Para la obtención del alcohol etílico en esta investigación se usó un alambique artesanal*, este aparato rudimentario de fácil construcción, con materiales caseros (Carretero, (sf).)

El alambique conocido también como destilador o alquitara, es un instrumento de metal destinado a la evaporación por calor y posterior condensación por enfriamiento de alcoholes, aceites esenciales y aromas para realizar perfumes (¿qué es un alambique, 2020).

Se tiene constancia que la técnica de la destilación ya era conocida en china alrededor del año 800a.C, usada para la obtención de alcoholes procedentes del arroz. Además, se usó en el antiguo Egipto para la obtención de perfumes de flores, así como en la Antigua Grecia y la Antigua Roma.

No obstante, el perfeccionamiento en el arte de la destilación vino por parte de los árabes en el siglo X. El filósofo y sabio persa Al-Razi realizó un estudio detallado tanto del proceso de

destilación, cómo de los componentes esenciales del alambique, marcando unas pautas que perduran hasta hoy en día.

Partes de un alambique

- **Caldera:** Es la parte donde pondremos el agua y las flores o hierbas a destilar. Mediante una fuente de calor llevaremos el agua al estado de vapor, éste al ascender arrastrará las esencias de las flores o hierbas que hallamos puesto.
- **Capitel:** Es la zona donde se concentra el vapor antes de salir, en este punto el vapor ya ha arrastrado nuestras esencias.
- **Cuello de cisne:** Es el encargado de transportar nuestro vapor de la zona del capitel a nuestro refrigerador.
- **Refrigerador:** En el refrigerador pasaremos del estado de vapor al estado líquido, eso se puede conseguir de dos formas diferentes: Con un cuello de cisne con un recorrido muy largo, de esta manera se va enfriando el vapor de forma paulatina hasta pasar a un estado líquido. Mediante un serpentín cubierto de agua fría situado en el refrigerador. El cambio térmico que experimenta el vapor lo transforma otra vez en estado líquido.
- **Salida:** Es el final del recorrido de nuestro destilador, por él saldrá ya en forma líquida nuestros aceites esenciales y nuestras fragancias (figura 13).

Figura 13

Partes principales de un Alambique convencional



Nota. Estas son las partes básicas de un alambique, 2020. Tomado de <https://www.elmanazas.com/como-hacer-un-alambique-casero/>

Destilación simple

Es el proceso más inmediato de separación de una mezcla, de sus partes no volátiles a las temperaturas en que se opera, se calienta la muestra hasta el punto donde se evapora la fracción más volátil. El vapor que se retira del seno del líquido, pasa inmediatamente al refrigerante donde se condensa y luego se recolecta el líquido destilado, mediante este procedimiento pueden separarse mezclas de dos componentes que tengan una diferencia de puntos de ebullición de al

menos 60 – 80 °C. En esta investigación se procedió a obtener el alcohol del material hidrolizado, controlándose la temperatura hasta el punto de ebullición que es hasta 78°C (Loja, 2020).

Factores que influyen en la fermentación alcohólica

Existen varios factores tanto físicos como químicos que inciden positiva o negativamente en el transcurso de la fermentación, como por ejemplo actuando sobre el desarrollo de las levaduras, o directamente sobre la propia fermentación. Los más relevantes son los siguientes:

- **Temperatura:** A mayor temperatura la fermentación transcurre más rápido, pero es menos pura, aparte se produce menos etanol y más cantidad de compuestos secundarios que la bebida. Por otro lado, la temperatura óptima de desarrollo de las levaduras es a 30°C.
- **Oxígeno:** La fermentación es un proceso anaeróbico, aunque las levaduras mantienen una leve respiración utilizando para ello el oxígeno combinado a Glucosa Gas carbónico Etanol moléculas del mosto, en caso de carencia de este oxígeno pueden requerirse remontados del mosto con aireación para evitar la parada de la fermentación.
- **Nutrientes:** Los azúcares son fuente de carbono y de energía para las levaduras y que deben encontrarse en concentración superior a 20 g/L para que la fermentación transcurra a su velocidad máxima. Y las sustancias nitrogenadas, las sales y los factores de crecimiento (vitaminas) que se hallan en el mosto en concentración suficiente para el desarrollo de las levaduras. Sin embargo, en casos de vendimias atacadas de podredumbre, puede ser necesario adicionar al mosto complejos vitamínicos y sales de amonio.

- **Compuestos químicos de acción negativa:** la acumulación de los propios productos de la fermentación pueden ralentizarla, esos mismos compuestos junto a otros presentes en el mosto de forma natural (taninos) o artificial (pesticidas, SO₂, entre otros) pueden actuar como inhibidores del crecimiento de las levaduras.
- **pH:** influye en la F.A. en dos sentidos, actuando sobre la multiplicación de las bacterias lácticas ya que éstas tienen su pH óptimo de desarrollo comprendido entre 4.2 y 4.5, teniendo en cuenta que el pH de un mosto-vino puede oscilar entre 2.8 y 3.8, cuanto más bajo sea este mayor será la dificultad para el desarrollo de las bacterias. Por otro lado, el pH determina el tipo de sustrato que van a metabolizar las bacterias lácticas, en general a pH más bajos utilizan ácido málico, aunque haya azúcares residuales en el vino y a pH más altos suelen utilizar con preferencia los azúcares.
- **El grado alcohólico:** La graduación alcohólica o grado alcohólico volumétrico de una bebida alcohólica es la expresión en grados del volumen de alcohol (etanol) contenidos en 100 cm³ del producto, medidos a la temperatura de 20 °C. Se trata de una medida de concentración porcentual en volumen (tabla 5).

Tabla 5*Concentración de alcohol étílico en las bebidas de mayor consumo*

Tipo de Bebida	Concentración de Alcohol en Volumen (%)
Tequila, Pisco	50 – 60 %
Whisky, Vodka, ginebra	40 – 50 %
Whisky Nacionales	30 – 45 %
Aguardientes, Licores Artesanales y Ron	25 – 35 %
Jerez y Oporto	20 – 25 %
Vinos	8 – 12 %
Cervezas importadas	5 – 10 %
Cervezas nacionales	4 – 6 %

Nota. Adaptado. Elaboración propia con base
<http://www.fisac.org.mx/investigaciones.cfm?investigacion=302>

Alcohol obtenido:

El contenido alcohólico varía mucho, entre 20 y 50 v% principalmente (en ocasiones más). El aroma no está determinado por el alcohol sino por los productos secundarios de la fermentación; el sabor se debe a productos de extracción y destilación de plantas y frutas, y también contribuyen al sabor los zumos de frutas, aceites esenciales y esencias naturales (Carretero, (sf)).

En la destilación se recuperan diferentes sustancias aromáticas responsables del olor y sabor de los productos que juntamente con el agua y el alcohol se utilizan en la preparación de bebidas alcohólicas, como el aguardiente (aguardiente claro, aguardiente normal, vodka...), el brandy

(coñac, ron, arrack, aguardiente de granos de cereal, aguardiente de frutas...), licores (de zumos de frutas, de hierbas, de aromas de fruta, de especias, de emulsiones...) y otros como güisqui, ginebra, escarchados (INEN, 1994).

Para conocer el grado de alcohol y acidez se pueden considerar las siguientes normas establecidas por INEN, 1994. Sin embargo, la producción del alcohol fue artesanal:

- **Bebidas alcohólicas, determinación del grado alcohólico NTE INEN 0340:** Establece la técnica para determinar el grado alcohólico en bebidas alcohólicas, además se aplica a bebidas alcohólicas destiladas, alcohol etílico, materias primas y subproductos alcohólicos.
- **Bebidas alcohólicas determinación de la acidez INEN 341:** Esta norma establece el procedimiento para determinar la acidez total, la acidez fija y la acidez volátil en bebidas alcohólicas destiladas.

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se define un conjunto de acciones destinadas a describir los pasos a realizar para el desarrollo de la investigación, a saber: Obtener alcohol etílico de la coronta de maíz. Para tal fin se usaron procedimientos específicos que incluyeron técnicas de observación y recolección de datos, es decir, se determinó el ¿cómo? se realizó el estudio, esta tarea consistió en hacer operativos los conceptos y elementos del problema que se estudió, dicha metodología es sustentada por algunos investigadores como:

- Arias (2006), quien explica que el marco metodológico es el Conjunto de pasos, técnicas y procedimientos que se emplean para formular y resolver problemas.
- Asimismo, Tamayo y Tamayo (2003) reafirma que el marco metodológico es un proceso que mediante el método científico procura obtener información relevante para entender, verificar, corregir o aplicar el conocimiento, dicho conocimiento se adquiere para relacionarlo con el problema planteado.

Por lo tanto, se usaron herramientas vitales para el avance científico, permitiendo comprobar o descartar los objetivos con parámetros fiables. De esta manera se garantiza que las contribuciones al campo del conocimiento investigado puedan ser comprobadas y replicadas (figura 14).

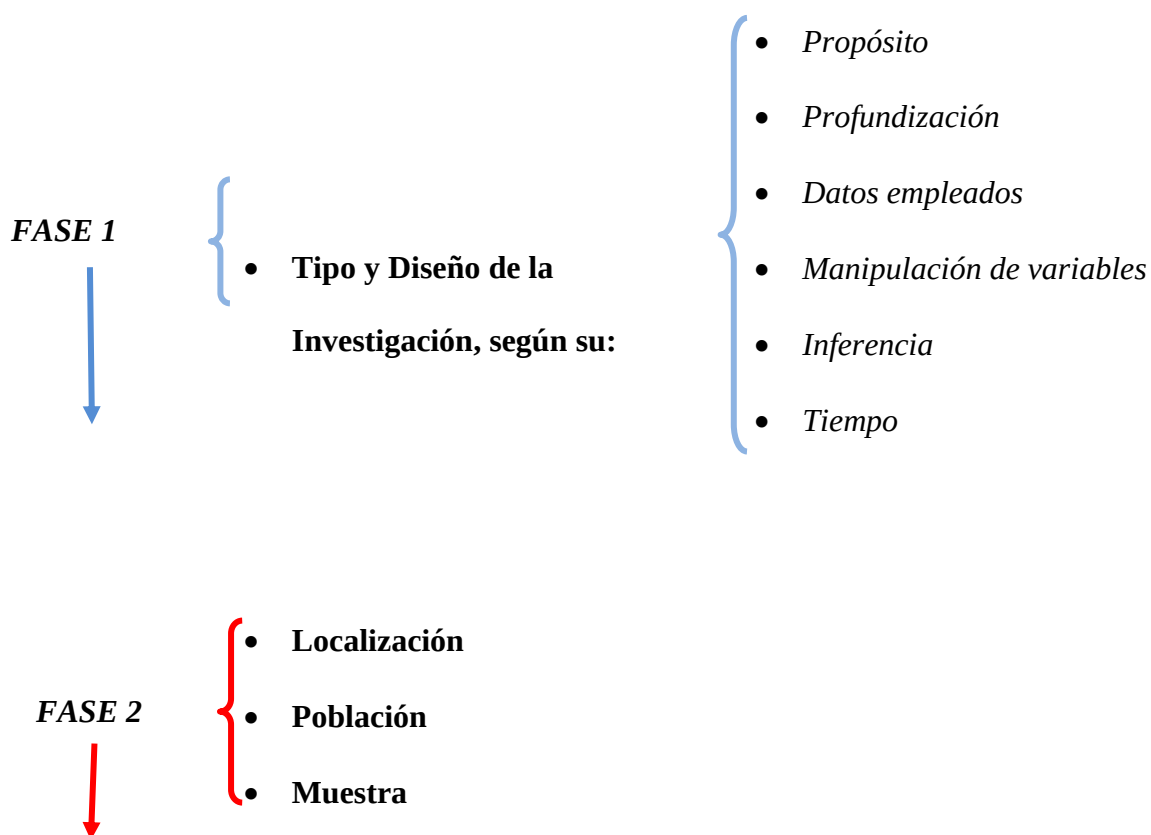
Por lo tanto, dicho capítulo se desarrolló mediante la siguiente estructura:

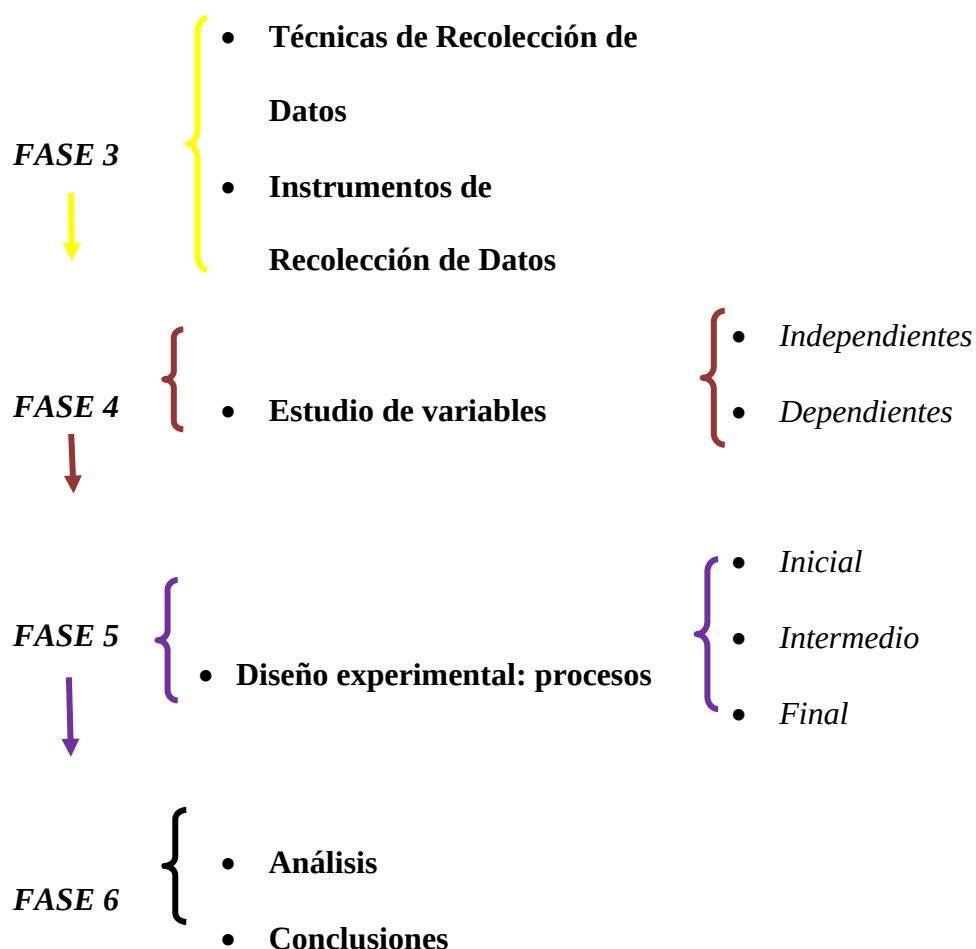
- Tipo de investigación: Según su propósito, profundización, datos empleados, manipulación de variables, inferencia y tiempo.

- Localización: población y muestra.
- Técnicas e instrumentos de recolección de datos.
- Cuadro de variables
- Diseño experimental.
- Análisis y conclusiones.

Figura 14

Flujograma: Metodología aplicada para el desarrollo de la investigación





Nota. Adaptado. Elaboración propia a partir de la bibliografía consultada, Balestrini, entre otros.

Tipo de Investigación:

La investigación de mi proyecto es de tipo Experimental debido a que está integrada por una serie de acciones sistemáticas - técnicas que se llevaron a cabo para conseguir información obligatoria sobre mi tema de investigación, es decir el estudio de la coronta, dependieron complemente de mi investigación, elegí la variable experimental y realicé el seguimiento, (Observación del proceso), es decir hice una serie de pruebas para poder defender mis objetivos.

Según su Propósito:

- **La investigación es documental o bibliográfica:** porque se basó en datos y observaciones pasadas (Hernández, 2014), de libros, expedientes, informes de laboratorios y de campo, de manera general y concreta, que aproximó al investigador a delimitar y desarrollar el tema; como lo fue en este caso: conocer los elementos necesarios para la producción de alcohol etílico artesanal de la coronta del maíz (Baena, 2017).

En esta investigación se procuró obtener, seleccionar, compilar, organizar, interpretar y analizar información sobre el maíz: estructura, condiciones de producción, desechos orgánicos, biomasa, alcohol etílico, alambique, destilación, entre otros conceptos.

Esta información en su mayoría se obtuvo de fuentes secundarias, como lo son documentos electrónicos, mediante páginas científicas y bibliotecas virtuales tales como: Scielo, Redalyc, Dialnet, entre otras, de las cuales se obtuvieron archivos y libros pdf. Sin embargo, estos fueron sometidos a un proceso de escrutinio, reestructuración, análisis y crítica para su posterior uso.

Cabe destacar que es impredecible fundamentar todo tipo de investigación de fuentes bibliográficas a nivel local, nacional e internacional, como lo fue en este caso; trabajos especiales de la región de Cayambe, Loja, Guayaquil, entre otros; y a nivel internacional: Colombia, México, Perú, Venezuela y España.

De los mencionados países, hubo particularidades con México y Perú quienes poseen una gran cantidad de trabajos especiales sobre el maíz, y que por encontrarse en la misma región suramericana ayudaron a entender, identificar vacíos, omisiones o tergiversaciones en las fuentes referenciales, las cuales brindaron solidez a las conclusiones de la investigación.

Según su Profundización:

- Hernández (2014): define qué la **investigación descriptiva**: es aquella que se refiere a la descripción de algún objeto, sujeto, fenómeno, etc; en total o parte del mismo, tal como un aparato, técnica, método, procedimiento. En este caso, se mencionan las características de la materia prima (maíz), sus partes, condiciones agroclimáticas para la producción, entre otros. También se definen que son las bebidas alcohólicas, su obtención a través de la fermentación y la destilación mediante un alambique artesanal.

Según los datos empleados manipulación de variables:

Se puede decir que la investigación según la obtención de los datos fue **cuantitativa y experimental** porque se presentaron un conjunto de procesos, de manera secuencial y probatoria. Cada fase antecedió a otra consecutiva y se mantuvo el orden riguroso, se trazó un plan para probarlas y se evaluaron para al final presentar conclusiones (Franco, 2011).

Aunque esta investigación también es *cualitativa* porque se evaluó ponderó e interpretó información obtenida a través de recursos como entrevistas, conversaciones, registros, memorias, entre otros, con el propósito de indagar en su significado profundo. Aunque este tipo de

investigación es aplicada en su mayoría en ciencias sociales, la interacción con la población de la Sierra ayudó apreciar e interpretar la producción del maíz y elaboración del alcohol en su contexto natural.

Por lo tanto, tuve que trasladarme a la ciudad de Cuenca el cantón Sigsig de la Región Sierra, para intercambiar conocimientos, interpretar y analizar todo lo implicado mediante el lenguaje: hablado, gestual, escrito o visual.

En este tipo de investigación no se hizo necesario plantear hipótesis, sino que a partir de preguntas abiertas y mediante indagaciones se construyó e interpretó la información obtenida.

Según el tipo de inferencia

- La presente **investigación sigue un método deductivo**, porque empieza por una idea general y pasa a lo particular (maíz –coronta – alcohol etílico). Entonces una vez aceptados los axiomas, los postulados y definiciones, los teoremas y demás casos particulares se pueden analizar los datos y sacar conclusiones (Franco, 2011).

Según el tiempo en el que se realiza

- La **investigación es longitudinal** porque implicó hacer un seguimiento, del experimento armado durante 1 a 2 meses (tabla 6).

Tabla 6*Diseño y Tipo de Investigación, según:*

Propósito	Documental y de campo
Profundización	Descriptiva
Datos Empleados	Cuantitativa y Experimental
Tipo de Inferencia	Método Deductivo
Tiempo	Longitudinal

Nota. Adaptado, resumen del diseño y tipo de investigación empleada con base en las bibliografías de metodología de la investigación consultadas, Balestrini, Hernández, entre otros.

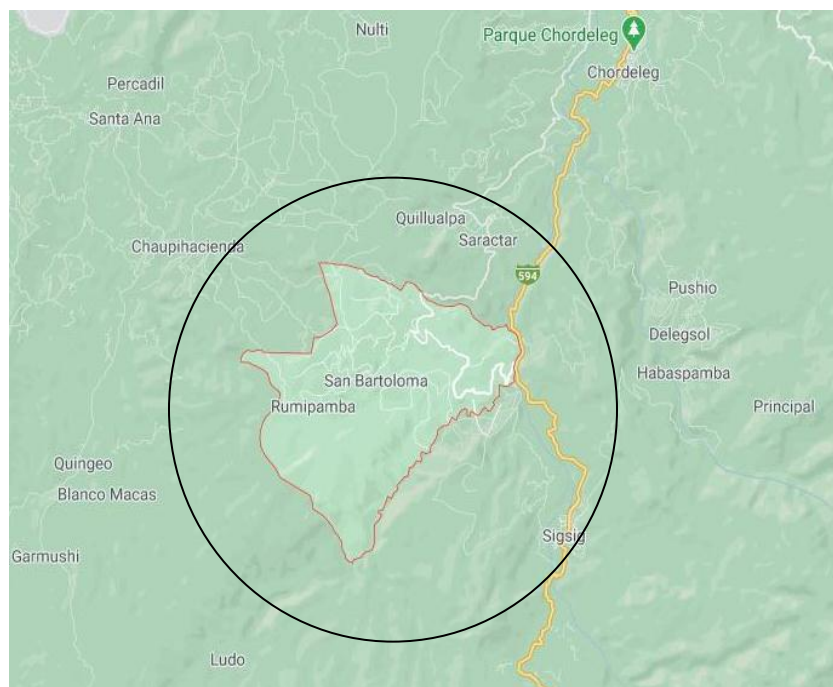
Localización, Población y Muestra:

Localización

La presente investigación se desarrolla en ciudad de Cuenca en el cantón Sigsig de la Región Sierra, específicamente en la localidad San Bartolomé ubicada geográficamente en las coordenadas 2°59'22.8"S 78°51'16.2"W del Ecuador (figura 15 Y 16).

Esta localidad limita por:

- **Norte:** Parroquia San Juan.
- **Este:** Cabecera Cantona del Sigsig.
- **Sur:** Parroquia Gima y Ludo.
- **Oeste:** Parroquia Santa Ana y Quingeo.

Figura 15*Mapa del Ecuador*

Nota. Adaptado. Mapa de Ecuador donde se delimita a la ciudad de San Bartolomé como área de estudio, 2021, tomado <https://www.google.com/maps/place/San+Bartolome>.

San Bartolomé es un pueblo de vocación agrícola, cubiertos de maíz, ocas y mellocos, pero actualmente se ha ganado la fama del pueblo de las manzanas. Sin duda alguna, San Bartolomé es un pueblo vivo, con una población de 4.101 habitantes. (Datos oficiales de la parroquia San Bartolomé, 2021).

Por otra parte, el III Censo Nacional Agropecuario 5, en el año 2001 la superficie sembrada con maíz fue de 349 mil hectáreas. De éstas, el 70% están sembradas con maíz duro y el 30% restante con maíz suave. En el caso de quienes cultivan maíz duro, el promedio del tamaño de la propiedad

es de tres hectáreas, mientras que en el caso del maíz suave es de 0.7 hectáreas, siendo una muestra de producción poca para la producción de cantidades de alcohol artesanal.

Figura 16

Visión Panorámica de la Ciudad de San Bartolomé



Nota. Adaptado. Visión panorámica de la ciudad de San Bartolomé como área de estudio, 2021, tomado <https://www.google.com/maps/place/San+Bartolome,+Ecuador>

Muestra

Para el cálculo del tamaño muestral, es importante tener determinada si la población es finita o no. Para el caso de estudio se está considerando el poblado de San Bartolomé, el mismo que registra una población finita de 4.101 habitantes. Por ello la formula del cálculo del tamaño muestral se lo define como:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) * Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Donde:

N: Total de la Población

Z: percentil 95, nivel de confianza

P: proporción esperado favorable (se toma 50% en caso)

Q: 1-p

D: precisión

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Las Técnicas

Fueron los procedimientos que ayudaron a obtener los datos para resolver el problema planteado (figura 17). Las técnicas empleadas fueron:

- **Revisión bibliográfica:** como se mencionó al principio para desarrollar el trabajo científico se hizo necesario e imprescindible acudir a fuentes teóricas, para conocer todos los aspectos implicado en la investigación.
- **Observación directa e indirecta en el campo:** luego de diseñar el plan para realizar el experimento se contrastó lo teórico en el campo mediante la observación directa e indirecta, permitiendo llenar los vacíos de la investigación, como: la manera en que la población Serrana prepara el suelo para ser cultivado, la cosecha y el tratamiento de los desechos maíz y producción del alcohol.
- **Entrevista con los Habitantes de la Sierra:** esta técnica fue de vital importancia, porque a través del lenguaje hablado y gestual se logró conocer como la población veía la

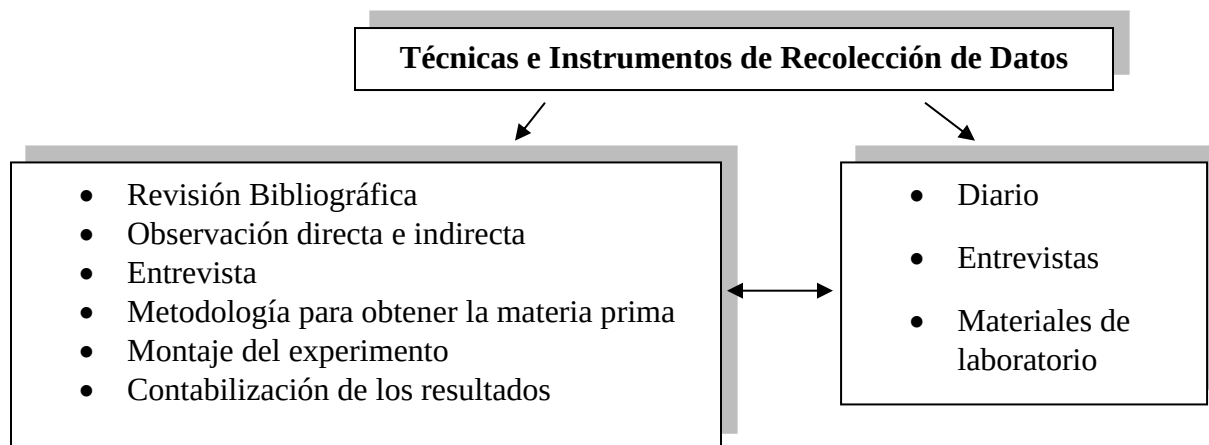
investigación: la propuesta de usar los desechos de la coronta maíz para producir alcohol etílico.

- **Metodológica para Obtención de la materia prima bajo acompañamiento de un agricultor:** para obtener la materia prima se hizo necesario el acompañamiento de una persona (baquiano) que conociera todas las etapas de cultivo y cosecha del maíz, es decir, que tuviese conocimiento básico y oportuno.
- **Montaje del experimento:** luego de obtener la coronta del maíz se hizo necesario emplear una metodología que permitiera tratar la materia prima y que no se contaminara la materia prima para lograr obtener el alcohol etílico.
- **Contabilización de los resultados a través de herramientas tecnológicas:** como toma de notas en office Windows.

Instrumentos para recolectar los datos

Estas son las herramientas que se utilizaron para recolectar la información necesaria para resolver el problema de la investigación (figura 17), entre ellos se encuentran, entre se usaron:

- **Diario de campo:** este tipo de instrumentos no es estructurado, porque se hizo anotaciones de todo el proceso de desarrollo de la investigación: inicio – contrastación de la teoría y experimentación – análisis y conclusiones.
- **Entrevista no estructurada:** de la misma manera cuando el investigador se relacionó con la población de San Bartolomé de la Sierra, utilizó el lenguaje coloquial, sin perder los conocimientos científicos necesarios para el desarrollo de la investigación.
- **Materiales de laboratorio:** los materiales usados fueron (tabla 6 y 7):

Figura 17*Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos*

Nota. Adaptado, resumen del diseño y tipo de investigación empleada con base en las bibliografías de metodología de la investigación consultadas, Balestrini, Hernández, entre otros

Materiales Y Equipos Utilizados

Las pruebas y el proceso de destilación fueron realizadas en el laboratorio de Química de la Universidad Politécnica Salesiana de la ciudad de Guayaquil, ubicada en el km 19 vía a la costa, Campus María Auxiliadora, con diferentes muestras obtenidas.

A continuación, se detallará y explicara los materiales, equipos que intervinieron en el proceso de la recolección, extracción, obtención del mosto, fermentación o destilación del alcohol etílico.

Tabla 7*Materiales Utilizados para la Destilación*

1. Alambique	10. vasos de precipitados 100 ML
2. Cocineta industrial	11. vasos de precipitados 600 ML
3. Bombona de gas	12. vasos de precipitados 250 ML
4. Medidor de alcohol (densímetro)	13. Frascos ámbar de vidrio
5. Medidor de pH (pH-metro)	14. Agua destilada
6. Refractómetro con escala BRIX	15. Pipetas
7. Termómetro	16. Recipiente de plástico de 20 lt
8. Probeta	Encendedor
9. Matraz	

Nota. Adaptado, Materiales usados para destilar el mosto obtenido, elaboración propia.

Tabla 8*Materiales Utilizados para la Extracción y Conservación del Mosto*

1. Guantes
2. Recipientes de vidrio de 10 lt con tapa
3. Tamizador manual de acero inoxidable
4. Cuchillos
5. Procesador de alimentos
6. Saca corcho eléctrico
7. Bandejas / charoles de acero inoxidable
8. Fundas industriales negras
9. Rollo de plástico film para alimentos

Nota. Elaboración Propia

Detalle de equipos utilizados

Refractómetro digital

Este consta de un sensor de alta resolución, la cual mide la reflexión total de un rayo de luz, cual luego de la medición emite una luz LED. Este proceso de refracción arroja un índice en grados Brix, por lo general es utilizado por alimentos y bebidas, como ventajas tenemos que es de fácil manejo, su medición es automática y confiable, aunque no contienen termostato.

Figura 18

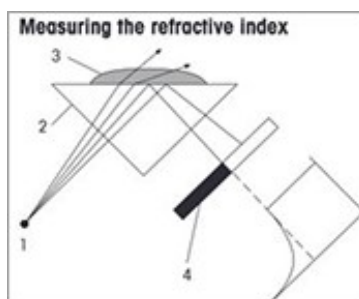
Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos



Nota. Ilustración de los instrumentos del Laboratorio de Química de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Guayaquil- campus María Auxiliadora.

Figura 19

Instrumentos de Recolección de Datos



1. Fuente de luz
2. Prisma
3. Muestra
4. Sensor óptico (CCD)

Nota. Ilustración de los instrumentos de Recolección de datos. Tomado de:

<https://www.mt.com/es/es/home/perm-lp/product-organizations/ana/brix-meters.html>

Densímetro Digital

El densímetro se lo calibro para medir alcohol, el mismo cuenta con un lector de temperatura por medio de un termostato de Petlier, su uso es práctico, respuesta automática, se coloca un tubo plástico en el mango del densímetro el cual aspira la solución a medir. Cada vez que se lo utilice se lo encera con agua destilada.

Figura 20

Densímetro Digital



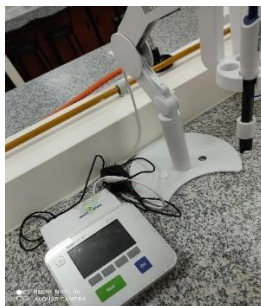
Nota. Ilustración del Densímetro digital usado en el experimento

Medidor de pH digital

Lo utilizamos para medir el nivel de acidez o alcalinidad, el sistema de medición utilizado fue el medidor de banco.

Figura 21

Medidor de PH Digital



Termómetros digitales

El termómetro utilizado fue un termómetro de penetración o inmersión, que se lo encuentra con facilidad en la industria alimenticia o licorera, ya que es de fácil manejo y con un rápido y efectivo tiempo de respuesta, en este caso se lo utilizo para poder verificar el punto de ebullición del agua, y las tomas de temperatura en el mosto del proceso de fermentación.

Figura 22

Termómetros Digitales



Nota. Ilustración del Termómetro Digital usado en el experimento

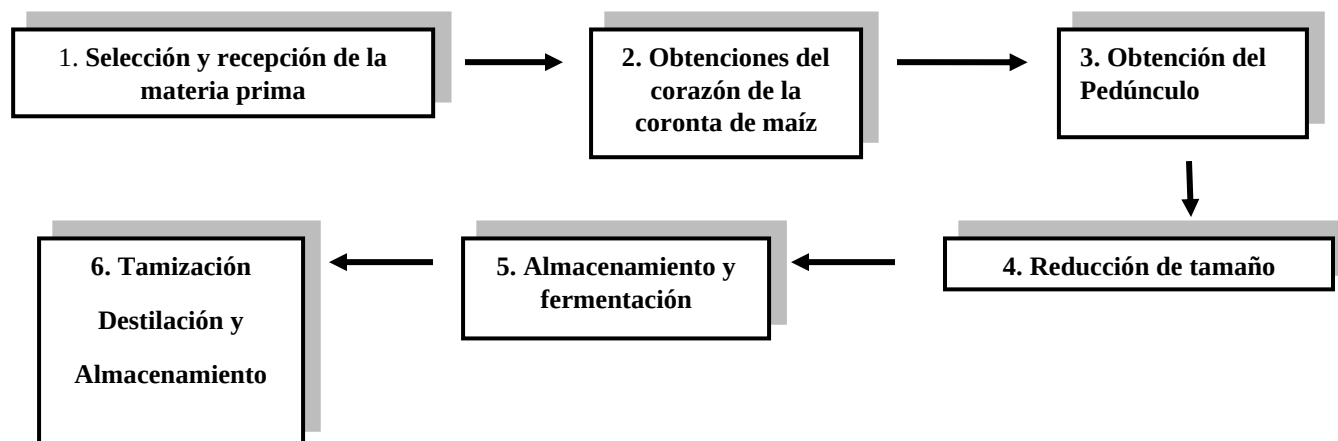
Diseño Experimental

Para la obtención del alcohol etílico se procedió a diseñar las etapas experimentales de la siguiente manera:

1. ***Selección y recepción de la materia prima:*** La selección de la materia prima es la primera tarea para realizar en el proceso de producción. Luego de separar los granos de maíz se procedió a recolectar los desechos del choclo(coronta).
2. ***Obtención del corazón de la coronta de la mazorca del maíz:*** Luego de ser lavado la mazorca, se procede a la extracción del eje de la coronta, mediante un cuchillo para extraer el corazón y cortar el pedúnculo.
3. ***Obtención del pedúnculo:*** es de estructura esponjosa, húmeda, y la parte restante del organo adherido al grano de maíz con la coronta.
4. ***Reduccion del tamano:*** Consiste en licuar la materia prima, para reducir el tamaño de la muestra, logrando la apertura de la fibra, añadiéndole agua en pequeñas porciones.
5. ***Almacenamiento, Fermentación:*** se almacena el producto en un recipiente de vidrio tapado herméticamente. Cuidando que no ingresen insectos o agentes que imposibiliten el proceso de fermentación.
6. ***Tamizado, destilación y almacenamiento:*** Pasados las 4 semanas de fermentación, se detuvo el proceso luego se tamizó la muestra y mediante destilación simple se procedió a obtener el alcohol del material hidrolizado, controlándose la temperatura hasta llegar a uno 78°C, su punto de ebullición

Figura 23

Flujograma: Proceso de producción de las bebidas alcohólicas



Nota. Adaptado, proceso de producción alcohólica, elaboración propia con base en Miranda, 20.

Variables

Luego del diseño del experimento se procede a definir las variables como independientes tenemos el tiempo de maduración del choclo (materia prima), temperatura, como independiente el grado de alcohol obtenido luego de la destilación.

Tabla 9

Variables de la investigación

Variables Independiente	Variables Dependientes
Materia prima	• Cantidad de desechos sólidos (gr) • Cantidad de pedúnculo (gr)

Aplicación de las técnicas para la obtención del alcohol

- Conocimientos teóricos: adecuadas o no adecuadas
- Observancia en la preparación de alcohol etílico: ninguna, una o varias veces siendo preparada por artesanos o por otros
- Experimentación empírica: ninguna, una o varias veces preparadas por el autor
- Técnicas de envasado del Mosto: adecuado – correcto, no adecuado - incorrecto

Fermentación

- Tipos de materiales: calidad del mosto, adecuadas o de improvisación
- Tiempo determinado: 72 h, 192h.
- Manipulación del montaje: movilizado, ambiente adecuado
- Alambique: completo, buenas condiciones, con todas sus piezas
- Temperatura: ambientales y creadas (mantener en un ambiente refrigerado o con temperaturas cálidas impuestas.
- Tiempo: segundo, minutos u horas

Destilación

- Color: muy claro, claro, turbio, oscuro o muy oscuro
 - Olor: inodora, aguardiente artesanal
 - Sabor: maíz, alcohol destilado, aguardiente o licor artesanal, amargo, dulce
 - Grado de alcohol
 - ph: neutro, ácido, muy ácido.
-

Nota. Adaptado. El siguiente cuadro de variables permitieron realizar el análisis del experimento realizado, elaboración propia con base en las bibliografías consultas Balestrini, Hernández, entre otros.

CAPITULO IV

4. ANALISIS Y RESULTADOS

En esta parte de la investigación se analizarán las etapas en la obtención de alcohol etílico a partir de la coronta de maíz, la cantidad de glucosa y licor artesanal obtenido, el grado de acidez, el pH y las incidencias a mejorar en otra experimentación.

Además, se indicará los resultados y datos obtenidos en el desarrollo del todo el proceso de obtención de alcohol etílico, estudios y procesos que fueron realizaos en laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana en el Campus María Auxiliadora, el armado del alambique se lo realizo baja las direcciones de un técnico destilador de Industrias Romero.

Las direcciones del laboratorio bajo el Ing. Químico Virgilio Ordoñez, correcto uso y manejo de los equipos de medición con la ayuda del Ing. Kevin Cedeño.

4.1 CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA DE LA CORONTA DEL CHOCLO

En la caracterización de la composición de la coronta se puede observar que el contenido celuloso, hemicelulosa y lignina establece que este residuo tiene concentraciones adecuadas, siendo una de las principales fuentes de carbohidratos, para obtener azucares simple (Viñals-Verde, & Bell-García, Antonio; Michele, 2012).

Los datos de los ensayos antes mencionados estuvieron en un proceso de fermentación en condiciones de anaeróbicas en todo su proceso fermentativo.

Tabla 10

Caracterización Físico Química de la coronta

N°	CARACTERISTICA	VALOR PROMEDIO
1	Humedad	0.2
2	pH	4.9
3	celulosa	36.7
4	Lignina	19.72
5	Hemicelulosa	43.56

Materia prima

Está constituida por el 100% de desechos del choclo o maíz tierno *Z. m. saccharata*, exactamente el choclo blanco que tiene un grado de madurez adecuado para poder obtener su pedúnculo, corazón, barba o pelos de este, siempre y cuando estén de color verde, no sean los que están expuestos fuera de las hojas a esta también incluimos la punta que es de textura suave y jugosa.

Figura 24

Muestra de la materia prima



Nota. Elaboración Propia. Ilustración de cómo se debe tener la materia prima en la elaboración del alcohol etílico.

En la siguiente tabla detallare las cantidades de mosto o materia prima que se utilizó en las pruebas realizadas.

Tabla 11

Cantidades de Materia Prima

# DE ANALISIS	LITROS
1	16
2	8
5	8

Nota. Elaboración Propia. Materia prima en Litros para la realización del experimento.

Los análisis se realizaron con dos tipos de mostos y procesos de fermentación similares, una de ellas con una fermentación netamente artesanal, dejando que su proceso sea 100% natural, sin azúcar añadida ni levaduras, que tuvo una duración de 8 días anaeróbicamente.

El otro proceso fue con utilización de levadura, es decir se activa la levadura, luego se la agrego al mosto para su posterior destilación, esta tuvo un periodo de duración 72 horas, según referencias citadas con antelación “FAJARDO Y SARMIENTO” se considera un tiempo favorable para el proceso.

4.2 FERMENTACIÓN

En los procesos de fermentación realizados se tomaron en cuenta tres variables muy importantes que son la cantidad de azúcar en °Brix, temperatura y su cantidad de pH.

Las mediciones realizadas fueron modificadas según el tiempo que duro la fermentación, en el análisis 1 que tuvo una duración de 8 días, es decir 192 horas, se realizó las mediciones una vez al día, ya que este proceso debe ser anaeróbico.

En los otros analices, que duraron 72 horas, se mide las variaciones cada 8 horas. Todos dos procesos se almacenaron en tachos con tapa y en la parte posterior se tapó con papel film, dejando una pequeña abertura para obtener con una pipeta la muestra.

Figura 25

2 y 6 Dia 8 de fermentación.

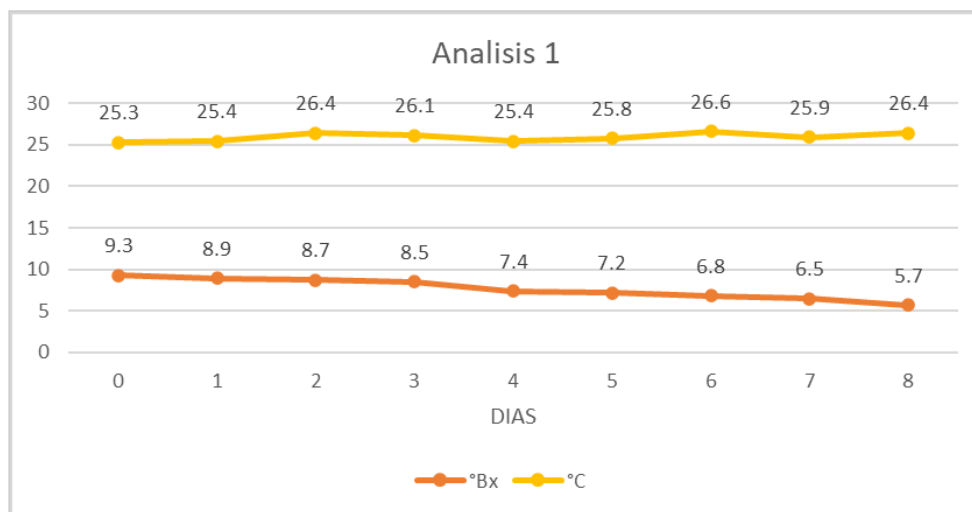


Nota. Elaboración Propia. Proceso de fermentación por días

Tabla 12*Muestra sin levadura*

# de ensayo	Cant. Muestra Lt	°Brix	pH	°C	(t) Horas
1	16	9.3°	5.61	25.3°	0
1	16	7.4°	5.25	25.4°	96
1	16	5.7°	4.65	26.4°	192

Nota. Elaboración Propia. Resultados de las muestras experimentales sin levadura.

Figura 26*Variación °Brix y temperatura en los días de fermentación*

En esta grafica se indica el comportamiento de las variables ° Bz y temperatura a lo largo de los 8 días del proceso de fermentación, además la línea de tendencia decreciente de la concentración de azúcares (°Bx), que inicia con un porcentaje de 9.3° y finaliza con un 5.7°, lo que quiere decir que hay una producción de alcohol, gracias a lo microorganismos que se desarrollaron.

Figura 27

Mosto después del proceso de tamizado a destilar

**Figura 28**

Sobrenadante del mosto



Nota. Elaboración Propia. Sobrenadante del mosto, se lo obtuvo después de terminar su proceso de fermentación y tamizarlo. Se divide en tres partes el resultado de la destilación que son punta, cuerpo y cola.

Figura 29

Momento de la toma de grados de alcohol y temperatura del experimento.



Nota. Elaboración propia. La punta tuvo una concentración alcohólica de 85° el cuerpo de 42° y la cola de 21°

Figura 30

Cuerpo de la destilación



Figura 31

Medición de pH del destilado.

**Figura 32**

Frascos ámbar con los resultados obtenidos del destilado



Tabla 13*Resultados Generales de la muestra.*

Descripción	% alcohol	pH	Temperatura	Cantidad obtenida
Punta	85 °	4.5	27.4°	217 ml
Cuerpo	45°	4.03	27.0°	3.244 ml
Cola	21°	4.05	27.7°	179ml

Tabla 14*Cálculo del rendimiento del destilado sin levaduras.*

Mosto	Alcohol. Etílico	Rendimiento
16 litros	3.64 litros	23%

Análisis 2 y 3.

Muestras con levaduras con un tiempo total de fermentación de 72 horas. Se almaceno en tachos plásticos con tapa, recubiertos con film uso alimenticio dejando una abertura para obtener la muestra, recordando que debe ser un proceso anaeróbico.

La levadura utilizada fue *Saccharomyces cerevisiae*, o conocida comúnmente como Levapan, el procedimiento a realizar para activar la levadura fue:

1. Disolver 10 ml de levadura seca por cada litro de mosto.
2. Añadir 1 onzas de azúcar por litro.
3. Agregando agua a temperatura ambiente.

Luego con una cuchara desinfectada envolvemos hasta formar una pequeña masa, batimos de formar constante hasta disolverla por completo, reservamos y tapamos por 10 minutos y se la agrega al mosto.

Tabla 15

Tabla de datos obtenidos del muestreo, tiempo 0 horas.

# de ensayo	Cant. Lt	Muestra	°Brix	pH	°C
2	8		12.3°	5.54	25.2°
3	8		11.5°	5.39	26.3°

Nota. Elaboración Propia. Cada 8 horas, después de la aplicación de la levadura al mosto, se realizó la toma de las mediciones.

Tabla 16*Resultados del Ensayo 2*

Toma #	° Brix	pH	°C
1	12.3°	5.54	26.7°
2	11.7°	5.39	24.3°
3	10.1°	5.2	27.8°
4	9.5°	5.12	25.1°
5	8.7°	4.9	24.2°
6	6.2°	4.68	26.6°
7	5.9°	4.52	26.3°
8	4.7°	4.35	25.1°
9	4.1°	4.1	29.9°

Nota. Elaboración Propia. Detalle de los resultados del Ensayo 2 en cuanto a las variables Brix, pH y °C. Cantidad de muestra: 8 litros. Tiempo de fermentación: 72 horas.

El proceso de destilación para el análisis 2 y 3 se llevó a cabo de manera similar, el punto de ebullición del alcohol es de 78°.

En las siguientes gráficas, podremos observar cómo se comportó el pH, grados Brix y la temperatura post adicción de la levadura, para luego poder sacar rendimiento del fermentado 100% natural y con la levadura.

Variables del análisis 2

En esta grafica observamos la disminuci3n de las mol3culas de az3car en el mosto, con una disminuci3n del 33% de °Bx en 72 horas, con una disminuci3n promedio de cada 8 horas del 12%. La levadura en cantidades y el tiempo de fermentaci3n son las adecuadas para poder llevar el mosto hasta el alambique.

La temperatura promedio de fermentaci3n de este an3lisis es de 26° que cumple con los par3metros definidos.

En este an3lisis al sacar un promedio de las variables en 8.13 °Bx , con un pH de 4.86 y temperatura de 26.2°C.

Figura 33

Promedio de Brix del Ensayo 2

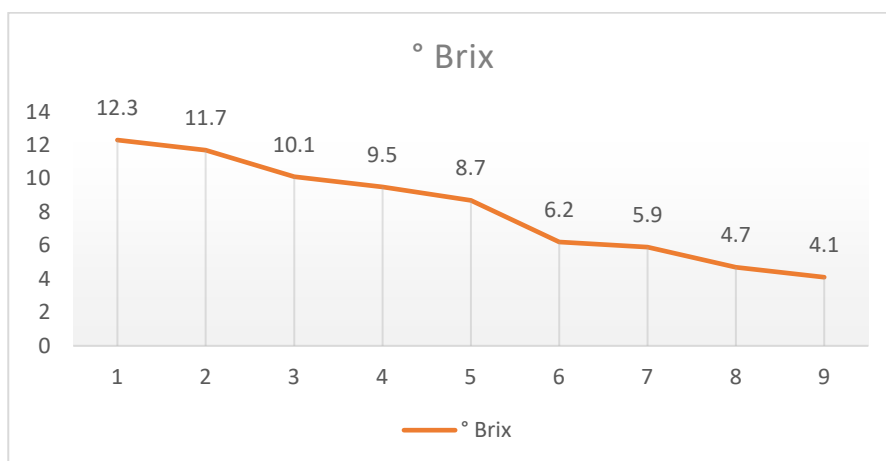


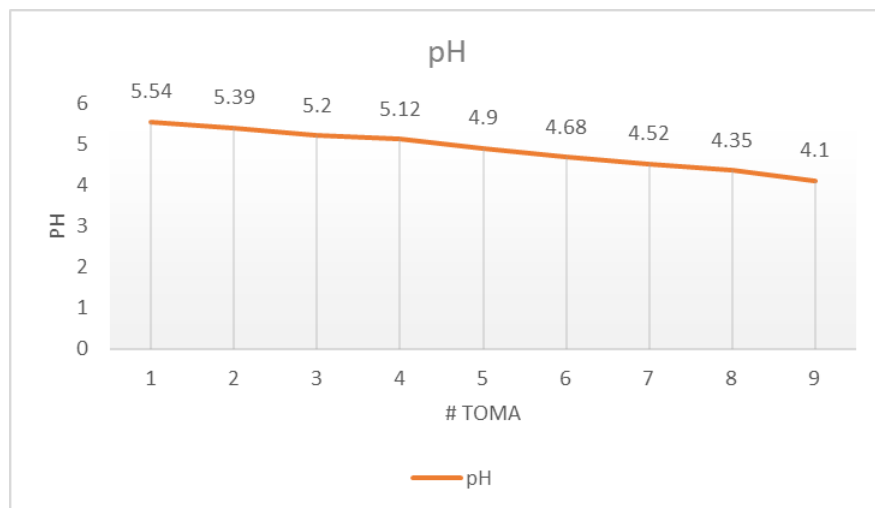
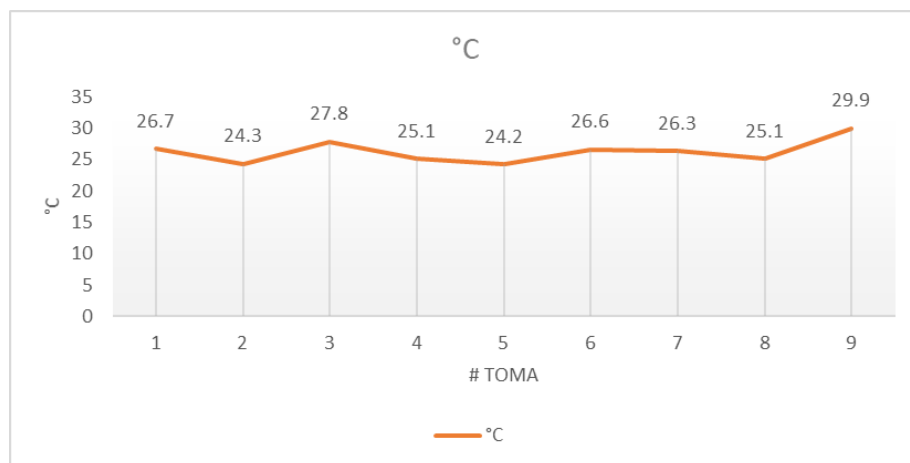
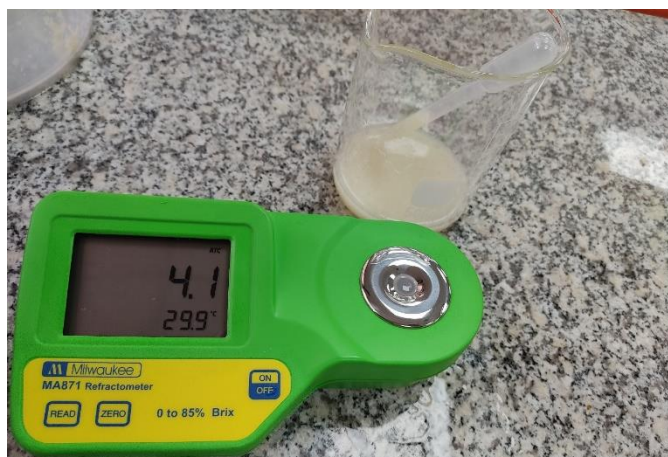
Figura 34*Promedio pH del Ensayo 2***Figura 35***Promedio °C del Ensayo 2*

Figura 36*Refractómetro***Figura 37***Vasos de precipitación con las muestras obtenidas***Tabla 17***Cálculo del rendimiento del destilado con levadura.*

Mosto	Alcohol. Etílico	Rendimiento
8 litros	3.3 litros	41%

Tabla 18*Resultados del Ensayo 3*

Toma #	° Brix	pH	°C
1	11.5°	5.39	26.5°
2	10.6°	5.23	27.8°
3	10.1°	5.17	26.9°
4	9.2°	5.03	26.3°
5	8.7°	5.01	26.5°
6	7.2°	4.8	27.3°
7	6.5°	4.75	28.2°
8	6.1°	4.63	26.9°
9	5.8°	4.52	29.5°

Nota. Elaboración Propia. Resultados del Ensayo 3 de las variables Brix, pH y °C. Cantidad de muestra: 8 litros. Tiempo de fermentación: 72 horas.

Con los datos de esta tabla podemos obtener el promedio de las variables en ° Bx con un 8.41° y un pH con 4.95, con una temperatura promedio 27.3 °C en comparación con el análisis anterior que tenía 8.13 °Bx, con un pH de 4.86 y temperatura de 26.2°C, hay una alteración en las variables.

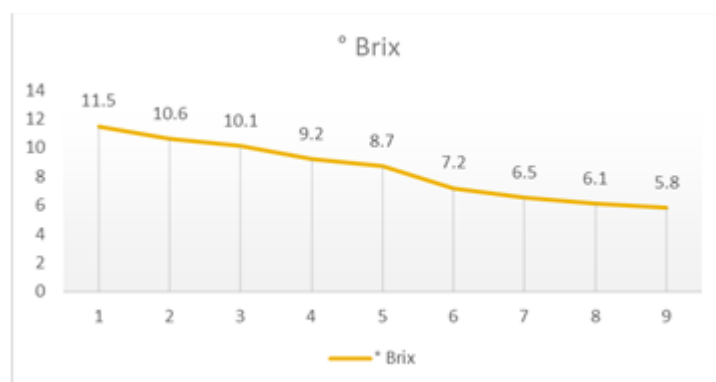
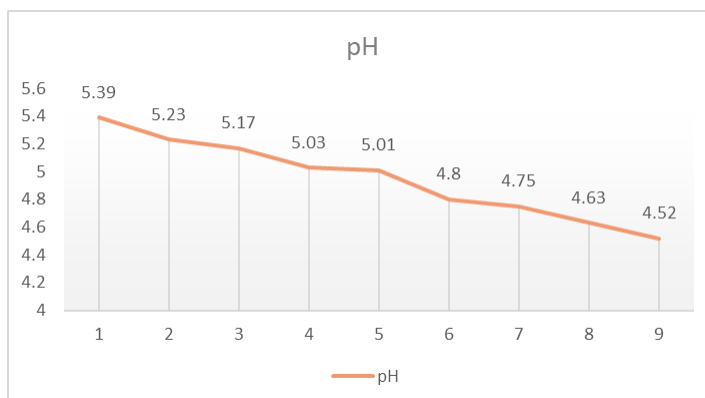
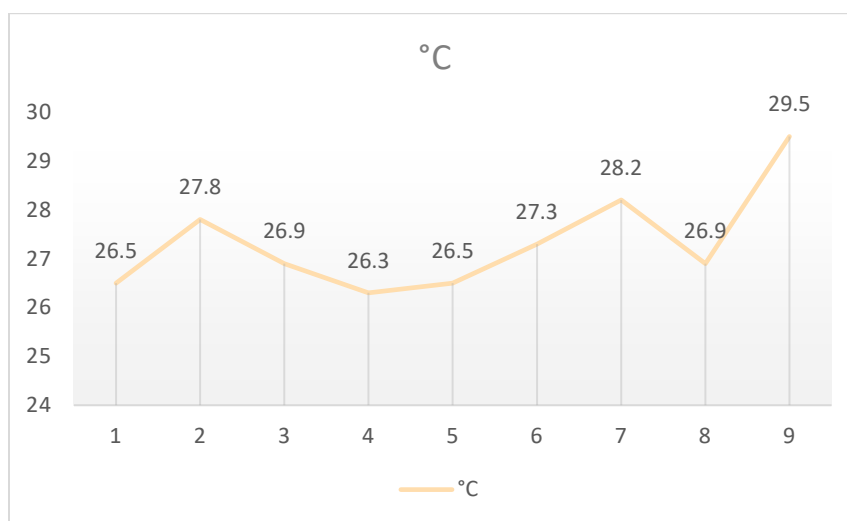
Figura 38*Promedio Brix del Ensayo 3***Figura 39***Promedio pH del Ensayo 3*

Figura 40

Temperatura en la fermentación del análisis 3

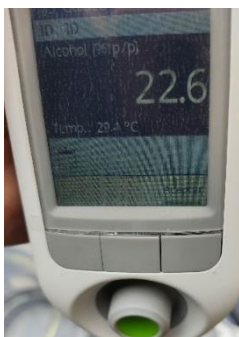
**Figura 41**

Densímetro parte de la punta análisis 3.

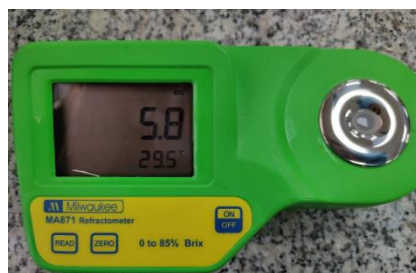


Figura 42

Densímetro parte del cuerpo análisis 3

**Figura 43**

Medición del mosto grados brix del análisis 3

**Figura 44**

Medición de la Temperatura del condensador, antes del punto de ebullición



Figura 45

Color del mosto con y sin fermento, del análisis 3

**Figura 46**

Medición de grados de alcohol con el densímetro

**Tabla 19**

Cálculo del rendimiento del destilado con levadura

Mosto	Alcohol. Étílico	Rendimiento
8 litros	3.51 litros	44%

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES

El proyecto de titulación tuvo como propósito obtener alcohol etílico a partir de la coronta del choclo, mediante la minimización de los residuos orgánicos de la plantación del maíz. Pero en si el proyecto está enfocado en la creación de un subproducto a partir de un desecho, desde la obtención de la materia prima hasta la destilación del alcohol.

La materia prima que utilice para la obtención del alcohol etílico es el maíz suave tipo *Zea mays*. Los ensayos experimentales realizados tuvieron una cantidad de mosto de 16 y 8 litros, la levadura utilizada fue la *Saccharomyces cerevisiae* más conocida como Levapan, *que fue* activada, reposada y puesta a fermentar por un tiempo de 72 horas. En comparación del fermentado natural que duro 8 días. Con la levadura se obtuvo un 20 % más de rendimiento.

Además, la temperatura influye en el proceso adecuado de fermentación, como se sabe en este proceso se sintetizan los azucares y a no tener la temperatura correcta estos grados no bajan.

En los análisis experimentales realizados tienen un tiempo aproximado de 15 a 20 minutos para que alcance la temperatura y salga la primera gota del destilado.

De la cual la mayor concentración alcohólica que se pudo obtener en los ensayos fue de 85° alcohólicos y otros que no llegaron al 17° alcohólico.

CAPÍTULO VI

6. RECOMENDACIONES

En futuros trabajos de investigación se recomienda cuidar el almacenamiento de las tusas sean o no recogidas de desechos, clasificarlas correctamente por su grado de maduración y tipo de choclo.

Que no presenten ningún tipo de ente externo, como gusanos maiceros, tanto como el pedúnculo o la misma tusa estén correctamente limpios. No entrever maíz tierno con el seco o hecho, ya que no proporcionarían el mismo nivel de azúcar para la sinterización, además se cree que tendrá una significancia en el rendimiento, por lo que sí es maíz seco, se le debería agregar agua para poder hacer el proceso de extracción de la coronta y se diluiría el mosto para fermentar.

Realizar estudios con otros tipos de levadura industriales y de nivel licorero para poder calcular el rendimiento de la destilación.

En el proceso de fermentación cuidar mucho de que se realice anaeróbicamente, ya que las bacterias fermentativas monopolizan rutas catabólicas, ya sean de polisacáridos, aminoácidos y glicerol para la elaboración de azúcares (glucosa), las cuales son utilizadas en las rutas de fermentación alcohólica, láctica o acética. Y por este proceso se obtiene como resultado alcoholes, todo esto se realiza sin la intervención de insectos que retrocedan o contaminen el mosto con bacterias no anaerobias.

En el proceso de destilación cuidar la temperatura de ebullición del alcohol, la separación de la punta, cuerpo y cola, ya que se sabe que el primero como ultimo tienen nivel alto de metanol, propanoles, butanoles y penta- noles que son nocivos para la salud (intoxicación), y obtener el alcohol en condiciones normales que es incoloro e inoloro.

Ante la necesidad de alcohol sanitizante y el alto nivel de demanda por la pandemia, situación mundial preocupante, se recomienda volver a destilar estos alcoholes y obtener uno de mayor concentración, para diluirla así obtener un alcohol antiséptico adecuado.

BIBLIOGRAFIA

Saavedra-Molina, A. (2016). Levaduras Termotolerantes: Aplicaciones Industriales, Estrés Oxidativo y Respuesta Antioxidante. *Inf. tecnol. La Serena* , vol 27 n4 .

Aguirre Lituma, J. S. (2019). Obtención de cerveza artesanal a partir de una malta de maíz morado (Zea Mays L.). (*Tesis de grado*). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Chimborazo.

Baena Paz, G. (2017). *Metodología de investigación*. Grupo Editorial Patria. http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf

Ballestrini. (2006). *Cómo se elabora el proyecto de investigación*. Consultores Asociados. <https://drive.google.com/file/d/0B1sTcIvKGVSYT1FFa0JYMXFEejg/view>

Basantes, M. (2015). *Manejos de cultivos andinos del Ecuador*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/325483923_MANEJO

Basantes, M. (2015). *Manejos de cultivos andinos del Ecuador [Versión PDF]*. Researchgate: https://www.researchgate.net/publication/325483923_MANEJO_DE_CULTIVOS_ANDINOS_DEL_ECUADOR

Betancourt, S., Germán, G., & Toroa, B. (2013). Fermentación del maíz de alta calidad con *Lactobacillus plantarum* (CPQBA 087-11 DRM) aislado en Colombia de masas tradicionales fermentadas [Versión PDF]. *Revista Argentina de microbiología*, 282-283. <https://www.redalyc.org/pdf/2130/213029412012.pdf>

Bonilla, A. y. (2019). La productividad agrícola más allá del rendimiento por hectárea: análisis de los cultivos de arroz y maíz duro en Ecuador. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, vol. 29, núm. 1, .

Bonilla, A., & Singaña, D. (2019). La productividad agrícola más allá del rendimiento por hectárea: análisis de los cultivos de arroz y maíz duro en Ecuador. Redalyc. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, 29(1). <https://www.redalyc.org/jatsRepo/4760/476058342006/index.html>

Carretero Casado, F. (s.f.). *Procesos de fabricación de bebidas alcohólicas [Versión PDF]*. Universidad Politécnica de Cataluña: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/4867/03_Memoria.pdf?sequence=4

Casco Méndez, G. M. (2018). Diseño IN SILICO del proceso tecnológico para la obtención de etanol carburante con hidrólisis enzimática del bagazo de caña en la provincia de Pastaza. (*Tesis de Grado*). Universidad Estatal Amazónica, Pastaza. <https://repositorio.uea.edu.ec/xmlui/handle/123456789/680>

Chicaiza, M. (2018). Diseño de una planta productora de barras energéticas con base a quinua (*Chenopodium quinoa willd*), amaranto (*Amaranthus caudatus*) y uvilla (*Physalis peruviana L.*). (*Tesis de Grado*). Escuela Politécnica Nacional. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19559>

Clarence, Y., Sunny, I., & Unuabonah, E. (2016). Temperatura optimization for Bioetahanol Production from Corn Cobs. *OnLine Journal of Biological Sciences* , 103-105.

Constitución de la República del Ecuador [Const.]. (2008). *Artículo 13 [Derechos del buen vivir. Sección Primera. Agua y Alimentación]*.

DA SILVA, J., CHAVES , R., & CUNHA , V. (2013). Extraccion, adicion y caracterizacion de hemicelulosas de mazorca de maiz para desarrollo de las propiedades. *JUSBASIL*, 09(ISU 07), 09 ISU 07.

Digital Books. (s.f.). *Bebidas alcohólicas y no alcohólicas*. Obtenido de Digital Books: http://reader.digitalbooks.pro/content/preview/books/40030/book/OPF/19_chapter12.xhtml

El Manazas. (2020). *¿Cómo hacer un alambique?* Obtenido de El Manazas: <https://www.elmanazas.com/como-hacer-un-alambique-casero/>

España Pinta, G. A. (2019). Caracterización de las variedades del maíz para el desarrollo de productos en la Empresa Asopramaiza del cantón Celica de la provincia de Loja. (*Tesis de Grado*). Universidad Técnica Particular de Loja, Loja. <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/20.500.11962/24572>

Friedrichs, S. (27 de Marzo de 2018). *Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos*. (OECD Science) Recuperado el 5 de marzo de 2020, https://www.oecd-ilibrary.org/industry-and-services/report-on-statistics-and-indicators-of-biotechnology-and-nanotechnology_3c70afa7-en

Garay, J. A., & Colazo, J. C. (2015). Ecofisiología Del Cultivo De Maiz. *El cultivo de maiz en San Luis*.

Gilces, P., & Veloz, P. (2006). Estudio Del Uso De Los Nutrientes Para La Levadura en *Rev. Ing Química* , 73.

Hernández Hernández, B. R., Santiago Ibañez, D. P., & Miguel Velasco, A. E. (2018). Empresas sociales rurales, estrategia de desarrollo sustentable y conservación del patrimonio cultural inmaterial. Caso: “amaranto (*amaranthus spp*) de mesoamerica. Redalyc. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 42, 955-966. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/141/14156175014/html/index.html>

Hernández Siamperi, R. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico: McGRAW-HILL / Interamericana Editores, S.A. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Instituto Nacional De Ciencias Agrícolas. (Agosto De 2019). *Instituto Nacional De Ciencias Agrícolas*. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v30n2/ctr160209.pdf>.

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2016). *Información ambiental en hogares [Versión PDF]*.https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Hogares/Hogares_2016/Documento%20tecnico.pdf

Instituto Nacional De Estadísticas Y Censos. (2019). *Instituto Nacional De Estadísticas Y Censos*. Obtenido de www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas-agropecuarias/espac

Instituto Nacional de Estadísticas y censos. (2019). *Encuesta de Superficie y Producción agropecuaria continua*. Ecuador: INEC.

Instituto Nacional de Investigadores Agropecuarios. (2017). *Caracterización morfológica de la diversidad de razas de Zea mays en la Sierra norte de Ecuador*. Ecuador: INIAP .

Larrea, H., Ugaz, C., & Flores, M. (2018). El sistema de agronegocios en el Perú: de la agricultura familiar al negocio agroalimentario. Redalyc. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 43. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/141/14158242001/html/index.html>

Loja Sánchez, E. M. (2020). Elaboración de cerveza artesanal tipo Pale Ale utilizando almidón de achira (*Canna indica*), como reemplazo parcial de malta. (*Tesis de Grado*). Universidad de Cuenca, Cuenca.

Meneses, K., Cisneros, M., & Braganza, M. (2019). Análisis socioeconómico del consumo excesivo de alcohol en Ecuador. Redalyc. *Revista Ciencias de la Salud*, 17(2), 293-308. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/562/56259511009/index.html>

Ministerio De Medio Ambiente Ecuador. (2019). *FUNDACYT*. Obtenido de : <http://www.ambiente.gob.ec/#>. [Último acceso: Julio 2019].

Miranda Cruz, J. J. (2017). Evaluación de una bebida alcohólica destilada a partir de dos variedades de camote (*Ipomoea batatas*) utilizando dos tipos de enzimas. (*Tesis de Grado*). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo. <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/2376>

Muñoz de Cote Orozco, J. (2010). *Las bebidas alcohólicas en la historia de la humanidad [Versión PDF]*. Medigraphic: <https://www.medigraphic.com/pdfs/aapaunam/pa-2010/pae101i.pdf>

Narváez Guerrero, G. (2020). Estudios comparativos del rendimiento de la producción de bioetanol mediante métodos de extracción de primera segunda generación a partir de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). (*Tesis de Grado*). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/15511>

Normas APA. (s.f.). *Guía normas APA 7ª edición [Versión PDF]*. Obtenido de Normas APA: <https://normas-apa.org/wp-content/uploads/Guia-Normas-APA-7ma-edicion.pdf>

NTE INEN. (1994). *Bebidas alcohólicas. Determinación del grado alcohólico*. Obtenido de Study Lib: <https://studylib.es/doc/5147131/nte-inen-0340--bebidasalcoh%C3%B3licas.-determinaci%C3%B3n-del-grado>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2016). *Manejo sostenible de los recursos naturales para la seguridad alimentaria y Nutricional*. Quito.

Oliveiro, G., & Lopez, G. (2017). *Potencial y Limitantes del Maiz*. Recuperado el 29 de 10 de 2020, de <http://www.maizar.org.ar/vertext.php?id=511>

Omeida Saire, F. (2019). *Evaluación de la calidad nutritiva de los residuos del cultivo de maíz (zea mays l.) en el centro agronómico k'ayra-Cusco*. Obtenido de <https://docplayer.es/155274759-Universidad-nacional-de-san-antonio-abad-del-cusco.html>

Omeida Saire, F. (2019). Evaluación de la calidad nutritiva de los residuos del cultivo de maíz (zea mays l.) en el centro agronómico-Kayra-Cusco. (*Tesis de grado*). Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco. <https://docplayer.es/155274759-Universidad-nacional-de-san-antonio-abad-del-cusco.html>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2003). *Capítulo IX [Conservación de heno y paja para pequeños productores y en condiciones pastoriles - Residuos secos de los cultivos]*. Roma.

Paucar De La Cruz, M. E. (2020). Evaluación del rendimiento de aceite de higuierilla (ricinus communis l.) en zonas óptimas y no óptimas de Imbabura para obtener biodiesel b5. (*Tesis de Grado*). Universidad Técnica del Norte de Ibarra, Ibarra. https://www.mag.go.cr/rev_meso/v27n01_183.pdf

Pinto, M., & Abad, A. (2017). Valor Cultural del maíz y tecnologías ancestrales. *Revista Chakiñan de Ciencias Sociales y Humanidades*, 2,7-9. Obtenido de <https://www.redalyc.org/>

Salinas, P. J. (s.f.). *Metodología de la investigación científica*. Obtenido de Universidad de Los Andes:
http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/34398/metodologia_investigacion.pdf;jsessionid=AE3284311F7E7C88BBAFC47B8036F8B1?sequence=1

Sousa Ramírez, G. (2009). *Metanol y Etanol [Versión PDF]*. Obtenido de Profesores :
<http://profesores.fi-b.unam.mx/l3prof/Carpeta%20energ%EDa%20y%20ambiente/MetanolEtanol.pdf>

Tellez, J., & Cote, M. (2016). ALCOHOL ETÍLICO. *Scielo*, 54(01).

Trañez Candiotti, C. (2019). *Ánalysis de los factores y sistemas productivos del cultivo de maíz (zea may l.) en la comunidad de la Anchonga – Angaraes – Huancavelica*.

Trañez, C. (2019). Análisis de los factores y sistemas productivos del cultivo de maíz (zea may l.) en la comunidad de Anchonga - Angaraes - Huancavelica. (*Tesis de Grado*). Universidad Nacional de Huancavelica, Anchonga. Obtenido de <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3062>

UNAM. (2016). *Hoja de seguridad XII etanol [Versión PDF]*. Obtenido de UNAM: <https://quimica.unam.mx/wp-content/uploads/2016/12/12etanol.pdf>

UNERG. (2020). *Modelo para elaborar el capítulo III*. Obtenido de UNERG: <https://metinvest.jimdofree.com/cap%C3%ADtulo-iii/>

Valladares, C. A. (2010). *Taxonomía y Botánica de los cultivos de granos [Versión PDF]*. Curlacavunah: <https://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/unidad-ii-taxonomia-botanica-y-fisiologia-de-los-cultivos-de-grano-agosto-2010.pdf>

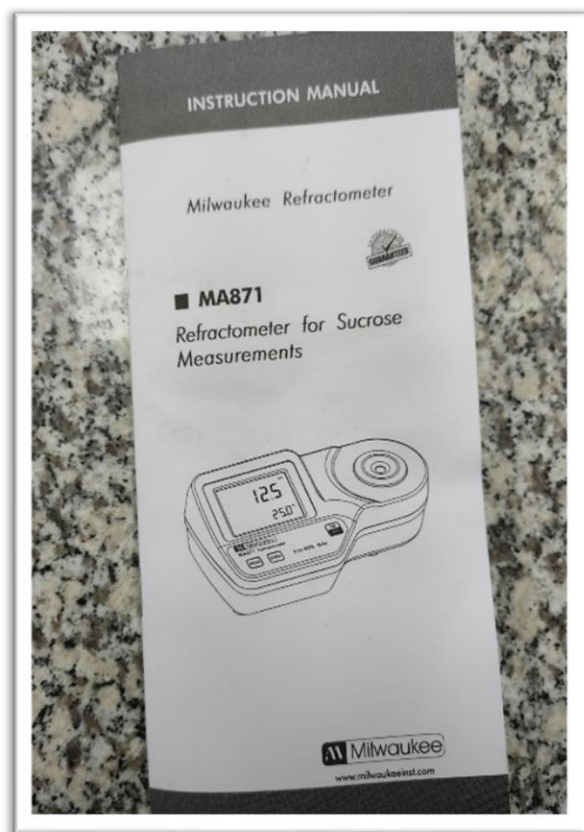
Vasquez , H., & Dacosta, O. (2017). Alcoholic fermentation: An option for renewable energy production from agricultural residues. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 8(4).

Viñals-Verde, , & Bell-García, Antonio; Michele. (2012). En esta parte de la investigación se analizarán las etapas en la obtención de alcohol etílico de una muestra de 200gr. *Instituto Cubano de Investigaciones de los*, 7-16.

weatherspark. (2021). *weatherspark*. Obtenido de <https://es.weatherspark.com/y/19346/Clima-promedio-en-Guayaquil-Ecuador-durante-todo-el-a%C3%B1o>

ANEXOS

Anexo 1: Evidencia del desarrollo del proyecto



Instruction Manual MA871 Refractometer for Sucrose Measurements	
SPECIFICATIONS	
Range	0 to 85% Brix 0 to 80 °C (32 to 175 °F)
Resolution	0.1% Brix 0.1 °C (0.1 °F)
Accuracy	± 0.2% Brix ± 0.3 °C (± 0.5 °F)
Light Source	Yellow LED
Measurement Time	Approximately 1.5 seconds
Minimum Sample Volume	100 µL (cover prism totally)
Sample Cell	SS ring and flint glass prism
Temperature Compensation	Automatic between 10 and 40 °C (50 to 104 °F)
Case Material	ABS
Enclosure Rating	IP 65
Battery Type/Life	1 x 9 volt AA batteries / 5000 readings
Auto-Shut off	After 3 minutes of non-use
Dimensions	19.2 x 10.2 x 6.7 cm (7.5 x 4 x 2.6")
Weight	420 g (14.8 oz.)



