



Efecto de tres tiempos de maceración y dos concentraciones de café sobre las características fisicoquímicas y organolépticas de licor de café

Sanmartín Loaiza, Carlos Andrés

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario

Ing. Vargas Arboleda, Martha Cecilia Mgtr.

2 de agosto del 2023



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Certificación:

Certifico que el trabajo de titulación: **Efecto de tres tiempos de maceración y dos concentraciones de café sobre las características fisicoquímicas y organolépticas de licor de café**, fue realizado por el señor: **Sanmartín Loaiza, Carlos Andrés**; el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado en su totalidad por la herramienta para verificación y/o análisis de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Sangolquí, 2 de agosto del 2023



Ing. Vargas Arboleda, Martha Cecilia Mgtr.

C. C. 1802119634

Resultados de la herramienta para verificación y/o análisis de similitud de contenidos



Tesis _ Sanmartín Carlos.docx

Scan details

Scan time:
August 2th, 2023 at 16:17 UTC

Total Pages:
40

Total Words:
9944

Plagiarism Detection



Types of plagiarism		Words
Identical	2.4%	243
Minor changes	0.5%	53
Paraphrased	4.8%	473
Omitted Words	0%	0

AI Content Detection



Text coverage
 AI text
 Human text

Plagiarism Results: (54)

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL. Facultad de Ingenierí...

0.7%

<https://docplayer.es/117035825-universidad-de-guayaquil-fa...>

[Iniciar la sesión...](#)

UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE FACULTAD DE IN...

0.7%

<https://docplayer.es/159764733-universidad-tecnica-del-norte...>



Escaneado y registrado por:
MARTHA CECILIA
VARGAS ARBOLEDA

Ing. Vargas Arboleda, Martha Cecilia Mgtr.

C. C. 1802119634



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Responsabilidad de Autoría:

Yo, **Sanmartín Loaiza, Carlos Andrés**, con cédula de ciudadanía No 1105622979, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo titulación: **Efecto de tres tiempos de maceración y dos concentraciones de café sobre las características fisicoquímicas y organolépticas de licor de café**, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 2 de agosto del 2023

Sanmartín Loaiza, Carlos Andrés
C.C.: 1105622979



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Autorización de Publicación:

Yo, **Sanmartín Loaiza, Carlos Andrés**, con cédula de ciudadanía No. 1105622979 autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Efecto de tres tiempos de maceración y dos concentraciones de café sobre las características fisicoquímicas y organolépticas de licor de café** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios es de mi responsabilidad.

Sangolquí, 2 de agosto del 2023

Sanmartín Loaiza, Carlos Andrés

C.C.: 1105622979

Dedicatoria

A Carmen y René, mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio, por siempre creer en mí, por haberme inculcado ese amor infinito por el sector agrícola y pecuario y, por ser el motivo de mi inspiración y superación.

A Diego, Gicella y Adrián, mis hermanos y Jostin, mi sobrino por su apoyo incondicional durante toda mi carrera universitaria y mi vida.

A mis abuelitos Julia y Víctor, por sus consejos y experiencias de vida.

Carlos Andrés Sanmartín Loaiza

Agradecimiento

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, en especial a los docentes de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria por haber contribuido con sus conocimientos y aportado a mi desarrollo profesional.

A la Ing. Martha Vargas, por la oportunidad de realizar esta investigación, su confianza, recomendaciones y por su excelente disposición de ayuda siempre.

Al Ing. Gabriel Larrea e Ing. Emilio Basantes por sus conocimientos impartidos durante mi proceso académico y por sus recomendaciones realizadas a la presente investigación.

Al Lic. Marco Taco por brindarme su ayuda y compartir sus conocimientos durante la fase experimental de este estudio.

A mis padres y hermanos por su constante apoyo en mi formación académica.

A mi primo Miguel y a todas aquellas personas que contribuyeron en la realización de esta investigación y en el transcurso de toda mi carrera universitaria.

Carlos Andrés Sanmartín Loaiza

Índice de contenidos

Carátula.....	1
Certificación	2
Resultados de la herramienta para verificación y/o análisis de similitud de contenidos.....	3
Responsabilidad de Autoría	4
Autorización de Publicación	5
Dedicatoria	6
Agradecimiento	7
Índice de contenidos.....	8
Índice de tablas.....	13
Índice de figuras.....	14
Resumen.....	15
Abstract.....	16
CAPÍTULO I.....	17
INTRODUCCIÓN	17
Antecedentes.....	17
Justificación	19
Objetivos.....	20
Objetivo general.....	20
Objetivos específicos.....	21
Hipótesis	21
Hipótesis nula	21
Hipótesis alterna	21
CAPÍTULO II.....	22
MARCO REFERENCIAL.....	22
Café arábigo (<i>Coffea arabica</i> L.).....	22

Origen e importancia	22
Taxonomía	22
Descripción botánica	23
Composición nutricional	23
Producción nacional de café	24
Producción de café en la provincia de Loja	24
Producción de café en el cantón Puyango.....	24
Proceso de obtención de café molido	25
Caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.)	25
Origen e importancia	25
Taxonomía	26
Descripción botánica	27
Composición nutricional	27
Producción nacional de caña de azúcar	28
Producción de caña de azúcar en la provincia de Loja	28
Producción de caña de azúcar en el cantón Puyango	28
Aguardiente de caña	29
Composición nutricional	29
Producción de aguardiente en el cantón Puyango	29
Producción de aguardiente y panela en la parroquia Mercadillo	29
Proceso de elaboración de aguardiente de caña	30
Requisitos del aguardiente de caña	30
Azúcar de caña sin refinar o panela.....	31
Composición nutricional	31
Proceso de elaboración de panela.....	32
Requisitos de la panela	32

Maceración	33
Licor	33
Clasificación de licores	33
Requisitos para licores	33
Licor de café	34
Proceso de elaboración de licor de café	34
Características fisicoquímicas	35
Grado alcohólico	35
Sólidos solubles	35
pH.....	36
Productos congéneres.....	36
Azúcares totales	36
Características organolépticas	36
Color:.....	36
Olor:	36
Sabor:.....	36
Normas de calidad.....	37
NTE INEN 362	37
NTE INEN 1837	37
NTE INEN-CODEX 192.....	37
NTE INEN 340	37
NTE INEN 380	37
NTE INEN-ISO 10523.....	37
NTE INEN 2014	37
NTE INEN 358	38
NTE INEN-ISO 11037.....	38

NTE INEN-ISO 13301.....	38
NTE INEN 350	38
CAPÍTULO III.....	39
MATERIALES Y MÉTODOS.....	39
Ubicación política	39
Ubicación geográfica	39
Materiales	40
Materiales para la elaboración de café molido	40
Materiales para la elaboración de aguardiente.....	40
Materiales para la elaboración del licor.....	40
Materiales para la determinación del grado alcohólico.....	41
Materiales para la determinación de sólidos solubles	41
Materiales para la determinación del pH.....	41
Materiales para la determinación de productos congéneres y contenido de azúcares	41
Materiales para la determinación de las características organolépticas	41
Métodos	41
Obtención de café molido.....	41
Elaboración de aguardiente.....	42
Elaboración de licor de café	43
Diseño experimental.....	44
Factores	45
Tratamientos	45
Croquis experimental.....	45
Análisis estadístico	46
Variables de estudio	46
Mediciones experimentales.....	46

Determinación del grado alcohólico (%)	46
Determinación de sólidos solubles (°Brix).....	47
Determinación de pH.....	48
Determinación de las características organolépticas	49
Determinación de grado alcohólico, productos congéneres y azúcares totales del tratamiento de mayor aceptabilidad organoléptica	50
CAPÍTULO IV	51
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	51
Características fisicoquímicas.....	51
Grado alcohólico, sólidos solubles y pH	51
Características organolépticas.....	53
Características fisicoquímicas del tratamiento con mayor aceptabilidad organoléptica.....	56
CAPÍTULO V	57
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57
Conclusiones	57
Recomendaciones.....	58
BIBLIOGRAFÍA	59

Índice de tablas

Tabla 1	Contenido nutricional del café.....	24
Tabla 2	Contenido nutricional de la caña de azúcar	27
Tabla 3	Superficie cosechada, producción, rendimiento nacional de caña de azúcar	28
Tabla 4	Contenido nutricional del aguardiente	29
Tabla 5	Requisitos del aguardiente de caña	31
Tabla 6	Contenido nutricional de la panela	31
Tabla 7	Requisitos físicos y químicos para los licores	34
Tabla 8	Tratamientos evaluados.....	45
Tabla 9	Corrección de las lecturas del refractómetro con escala para sacarosa a una temperatura diferente de $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$	47
Tabla 10	Promedio \pm desviación estándar del grado alcohólico, sólidos solubles y pH de licor de café bajo tres tiempos de maceración y dos concentraciones de café	51
Tabla 11	Regresión lineal múltiple entre variables fisicoquímicas con el tiempo de maceración y concentración de café	52
Tabla 12	Promedio del color, olor y sabor de licor de café bajo tres tiempos de maceración y dos concentraciones de café	54
Tabla 13	Resultado del análisis fisicoquímico del tratamiento con mayor aceptabilidad organoléptica (T5)	56

Índice de figuras

Figura 1	Vista aérea de las áreas de estudio.....	39
Figura 2	Proceso de obtención de café molido.....	42
Figura 3	Proceso de obtención de aguardiente	42
Figura 4	Proceso de elaboración de licor de café.....	43
Figura 5	Diagrama de flujo de la producción de Licor de café	44
Figura 6	Distribución de tratamientos bajo DCA.....	45
Figura 7	Determinación del grado alcohólico de licor de café	47
Figura 8	Determinación de sólidos solubles.....	48
Figura 9	Determinación de pH.....	48
Figura 10	Determinación de características organolépticas.....	49
Figura 11	Matriz de correlación de Pearson entre variables fisicoquímicas	53

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de tres tiempos de maceración (10, 15 y 20 días) y dos concentraciones de café (70 y 100 gramos/500 mililitros de aguardiente) sobre las características fisicoquímicas y organolépticas de licor de café, a fin de obtener el tratamiento de mayor aceptabilidad organoléptica y que cumpla con los requisitos propuestos por la norma INEN 1837. Se evaluaron 6 tratamientos (T1 = 10 días, 70 gramos; T2 = 15 días, 70 gramos; T3 = 20 días, 70 gramos; T4 = 10 días, 100 gramos; T5 = 15 días, 100 gramos; y T6 = 20 días, 100 gramos). Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) en arreglo bifactorial (3*2) con 5 repeticiones, aplicando la prueba de comparación de medias de Tukey ($p < 0,05$); y para la evaluación organoléptica un Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA), empleando la prueba no paramétrica de Friedman ($p < 0,05$). Los resultados mostraron que el T6 presentó los mejores valores en grado alcohólico (15,38 %), sólidos solubles (26,06 °Brix) y pH (5,10), mientras que el T1 presentó los menores valores. Finalmente, el T5 presentó la mayor aceptación en color (4,75), olor (4,50) y sabor (4,85). Este se sometió a un análisis fisicoquímico, dando como resultado un grado alcohólico (15 %), furfural (0,01 mg/100 cm³), metanol (0,18 mg/100 cm³), alcoholes superiores (17,11 mg/100 cm³) y azúcares totales (198,9 mg/100 cm³) dentro de los rangos establecidos por la norma INEN 1837 para una bebida alcohólica tipo licor.

Palabras clave: CAFÉ, MACERACIÓN, LICOR, CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y ORGANOLÉPTICAS.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the effect of three maceration times (10, 15 and 20 days) and two concentrations of coffee (70 and 100 grams/500 milliliters of schnapps) on the physicochemical and organoleptic characteristics of coffee liquor, in order to obtain the treatment with the highest organoleptic acceptability and that meets the requirements proposed by the INEN 1837 standard. 6 treatments were evaluated (T1 = 10 days, 70 grams; T2 = 15 days, 70 grams; T3 = 20 days, 70 grams; T4 = 10 days, 100 grams; T5 = 15 days, 100 grams; and T6 = 20 days, 100 grams). A Completely Random Design (DCA) was used in a bifactorial arrangement (3*2) with 5 repetitions, applying Tukey's mean comparison test ($p < 0.05$); and for the organoleptic evaluation, a Completely Random Block Design (DBCA), using the non-parametric Friedman test ($p < 0.05$). The results showed that T6 presented the best values in alcoholic degree (15.38%), soluble solids (26.06 °Brix) and pH (5.10), while T1 presented the lowest values. Finally, the T5 presented the highest acceptance in color (4.75), smell (4.50) and flavor (4.85) and was subjected to a physicochemical analysis, resulting in an alcoholic degree (15%), furfural (0.01 mg/100 cm³), methanol (0.18 mg/100 cm³), higher alcohols (17.11 mg/100 cm³) and total sugars (198.9 mg/100 cm³) within the ranges established by the INEN 1837 standard for a liquor-type alcoholic beverage.

Keywords: COFFEE, MACERATION, LIQUOR, PHYSICOCHEMICAL AND ORGANOLEPTIC CHARACTERISTICS.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

Según el Banco Central del Ecuador (BCE), entre 2007 y 2018, las bebidas alcohólicas tuvieron un aporte del 61 % del rubro de bebidas en general (alcohólicas y no alcohólicas). Alrededor de la industria de bebidas alcohólicas, se podría decir que esta se encuentra conformada por el 91 % de productos de origen local, el porcentaje restante son productos importados. Así, esta industria está enmarcada bajo 3 grandes categorías: a) producción de bebidas malteadas; b) destilación, corrección y mezcla de bebidas alcohólicas; y c) elaboración de vinos; con ventas de USD 636, 194 y 5 millones, respectivamente (Andrade *et al.*, (2020).

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), Ecuador ocupa el puesto número nueve en América Latina en lo que respecta al consumo de alcohol con 7,2 litros por habitante al año (El Comercio, 2014). Por su parte, el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC] (2013) señaló que alrededor de 900 mil personas en Ecuador consumen alcohol; en esa medida, Galápagos es considerada la provincia con mayor consumo y Bolívar la que menor consumo registra.

Actualmente, la oferta de bebidas alcohólicas en el mercado es muy alta, entre estos, se encuentran los licores de café. Una gran cantidad de estos son procedentes de naciones que se dedican al producto de café. Ecuador no es la excepción, puesto que allí se elaboran ciertos licores de esta clase. En lo que respecta a la elaboración clásica de licor de café, esta lleva un proceso de maceración de una bebida alcohólica destilada con café en grano o molido, el cual puede tomar desde horas hasta varios días. Por otro lado, este tipo de licor es una bebida excelente para finalizar una comida y un óptimo ingrediente para coctelería y preparación de alimentos (Calle & Torres, 2020).

Es sabido que el 85 % de la producción mundial de café se produce en América Latina, la diferencia se encuentra distribuida entre Asia y África con el 10 y 5 %, respectivamente (Yara, 2023). Teniendo en cuenta esto, se estima que para el 2029 la producción y el nivel de consumo en el mundo de este grano crecerá un 1,8 % anual, hasta llegar a 12 millones de toneladas (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2021). En Ecuador, el café es uno de los cultivos que constituye parte de los productos de exportación y su principal destino está en Europa y Asia. Por otra parte, a raíz de la variedad de ecosistemas presentes en este país, la producción se ha esparcido por todo el territorio: desde la provincia de Loja hasta Galápagos (Sistema Nacional de Información Agropecuaria [SIPA], 2023).

Asimismo, se espera que el consumo anual de café en Latinoamérica y el Caribe aumentará un 1,5 % llegando a 2,2 millones de toneladas para el 2029 (FAO, 2021). La demanda nacional de café en 2019 fue de 132 mil toneladas, donde 72 mil se destinaron para la elaboración de café soluble; 48 mil para exportaciones de café en grano; y 12 mil para consumo interno. Así, el consumo per cápita para 2022 estuvo alrededor de 135 tazas de café por habitante; es decir, un promedio de 0,7 kg (El Universo, 2022) .

La producción mundial por año de caña de azúcar es de aproximadamente 1 700 millones de toneladas; de tal modo que este productor ocupa un rango de 24 millones de ha. Por lo tanto, Colombia, Argentina, Australia y Brasil son los países que presentan rendimientos superiores a 80 t/ha, lo cual los convierte en los mayores productores (Yara, 2023). En Ecuador, la caña de azúcar constituye el 3,3 % del Valor Agregado Bruto (VAB) agropecuario y ocupa el 8 % del territorio total para cultivos permanentes. En esta actividad participan alrededor de 15 mil personas, por lo que se considera uno de los cultivos más significativos dentro de la economía agrícola nacional (SIPA, 2023).

Justificación

En Ecuador la superficie cosechada de café durante los últimos años ha reducido. En el 2018 se registraron 61,254 ha; mientras que en el 2022 se registraron 29,901 ha; esto representó una disminución del 51,18 %. Tal comportamiento corresponde principalmente a los altos costos de producción, la importación de café verde para reexportar como café instantáneo y a los bajos precios del café. Estas situaciones desmotivan a los caficultores y a las nuevas generaciones, puesto que fomenta el abandono y el cambio del cultivo por actividades más rentables (SIPA, 2023).

La producción de caña de azúcar durante las últimas décadas ha venido en ascenso; no obstante, se registró una disminución en el año 2022, donde se obtuvieron 8,11 millones de toneladas, lo que significó un 30,47 % menos comparado con el 2021, donde la producción fue de 11,67 millones de toneladas. De igual manera, los precios a nivel de productor guardaron una tendencia al alza en el transcurso del año siguiente, situándose a finales del año en USD 30,17 la tonelada, un 0,30 % mayor al precio de diciembre de 2021. Sin embargo, durante el tercer trimestre del 2022, los precios a nivel de productor registraron un decremento, especialmente en septiembre (USD 29,70/t); en consecuencia, se presentó una conducta inestable a lo largo de todo el año (SIPA, 2023). Esta problemática afecta a los pequeños cañicultores; y, a pesar del leve incremento en el precio, este no cubre los costos de producción, aun cuando los productores buscan conceder valor agregado al producto básico mediante la elaboración y comercialización de panela y aguardiente.

Por su parte (León, 2016; Hurtado, 2020; Calderón, 2021) diseñaron planes de negocios y proyectos de viabilidad para la formación de empresas productoras y comercializadoras de licor de café en la ciudad de Loja. En esa medida, estos autores concluyeron que sí es factible ejecutar dichos proyectos. Sin embargo, hasta la fecha de inicio de este trabajo no se han realizado estudios acerca de la formulación adecuada para elaborar un licor de café que sea de gran aceptabilidad por parte del consumidor.

En la parroquia Mercadillo, el precio de la caña de azúcar y el café que pagan las bodegas no cubre los costos de producción; igualmente, no existen estudios realizados en torno a la elaboración de licor de café a base de aguardiente de caña de azúcar, café molido y panela. A pesar de ello, la importancia económica del rubro del café y la caña será superior cuando estos sean procesados y se les añada el valor agregado.

Como es conocido la provincia de Loja se caracteriza por la producción de café de altura y caña de azúcar, que su cultura ha girado en torno al licor, y está demostrado que a pesar de las dificultades económicas los índices de consumo de bebidas alcohólicas no han llegado a cero. Por tal motivo, esta situación se consideró una oportunidad para el desarrollo de esta investigación. En ese sentido, se buscó determinar la formulación del licor de mayor aceptabilidad organoléptica y que esta, a su vez, cumpla con los lineamientos establecidos por el Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN) para producir una bebida alcohólica tipo licor. Lo anterior se realizó con el propósito de elaborar y ofrecer al mercado un producto de calidad con los atributos característicos del café de altura y aguardiente de la parroquia Mercadillo, e incentivar al consumidor local y nacional a optar por lo nuestro, de esta manera evitar que el dinero que se genera dentro del país salga por el consumo de bebidas importadas. Contribuyendo así al desarrollo económico, cultural y social del productor, quién mejorará su calidad de vida al recibir un pago digno por la venta de un producto terminado. Así, este estudio busca ser un paso importante para el desarrollo agroindustrial y crecimiento de la economía local.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar el efecto de tres tiempos de maceración y dos concentraciones de café sobre las características fisicoquímicas y organolépticas de licor de café.

Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de tres tiempos de maceración y dos concentraciones de café sobre las características fisicoquímicas grado alcohólico, sólidos solubles y pH.
- Establecer la formulación del tratamiento de mayor aceptabilidad organoléptica en color, olor y sabor.
- Determinar si las características fisicoquímicas grado alcohólico, productos congéneres y azúcares totales del tratamiento con mayor aceptabilidad organoléptica, se ajustan a las normas establecidas por el INEN para una bebida alcohólica tipo licor.

Hipótesis

Hipótesis nula

El tiempo de maceración y la concentración de café no influyen significativamente en el sabor del licor de café.

Hipótesis alterna

El tiempo de maceración y la concentración de café influyen significativamente en el sabor del licor de café.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

Café arábigo (*Coffea arabica* L.)

Origen e importancia

El altiplano del Sudán y el norte de Kenia en el África nororiental, así como las zonas montañosas del sur occidente de Etiopía, es el territorio donde probablemente se encuentra el origen del café arábigo, este se ubica entre 1,300 a 2,000 m s. n. m. En América el café arábigo proveniente de Holanda fue introducido en 1714. En 1720 se introdujo a la isla Martinica y desde allí se trasladó a México, Brasil, Colombia, Venezuela y a Centroamérica durante los siguientes 60 años. Este producto llegó a Ecuador en 1830, y comenzó a cultivarse en las localidades de Las Maravillas y El Mamey, pertenecientes al cantón Jipijapa de la provincia de Manabí (Amores *et al.*, 2004)

En esa medida, el cultivo de café forma parte de los ingresos más relevantes a nivel socioeconómico de Ecuador. Así, este país ocupa el cuarto lugar en exportar café arábigo y robusta de Sudamérica. Sobre esto, dentro de los principales destinos de exportación de café en grano y derivados del año 2022, según el Sistema de Información Pública Agropecuaria (SIPA), están Alemania (26 %), Colombia (16 %), Rusia (10 %) y Estados Unidos (8 %), lo que contribuye así con el 1,2 % al VAB Agropecuario y el 0,6 % a las exportaciones No Petroleras (SIPA, 2023).

Taxonomía

Según Kuauka (2023) la clasificación taxonómica del café arábigo es la siguiente:

- Reino: Plantae
- División: Magnoliophyta
- Clase: Magnoliopsida
- Subclase: Asteridae

- Orden: Rubiales
- Familia: Rubiaceae
- Género: *Coffea*
- Especie: *arabica* L.

Descripción botánica

Por su parte, Venegas (2016) describió a la planta de café arábigo del siguiente modo:

Raíz: pivotante de la cual se desprenden unas raíces fuertes en sentido lateral que ayudan de sostén de la planta y otras que nacen de estas raíces y son de tipo secundario y terciario.

Tallo: este es recto con ramas laterales y con nudos provistos de yemas que dan origen a ramas y flores.

Hojas: de pecíolo corto, textura fina, de forma ovalada a lanceolada, de color verde brillante en el haz y el envés verde claro, y con ramificaciones muy notorias.

Flores: pequeñas, color blanco, olor fragante, de 4 a 5 sépalos, situándose en los nudos de las ramas y su desarrollo requiere un tiempo promedio de 4 a 5 meses.

Fruto: es una drupa; al principio de color verde, luego se torna amarillo y finalmente rojo, de sabor dulce y fragante, y de forma ovalada. Generalmente contiene dos semillas planas y, el tiempo que transcurre entre la floración y la maduración de la cereza es de 6 a 8 meses.

Composición nutricional

Pese a que existe evidencias positivas y negativos acerca del consumo del café, este aporta nutrientes al organismo. En ese sentido, en la Tabla 1 se observan los nutrientes más importantes del café.

Tabla 1

Contenido nutricional del café

Contenido nutricional en 1 g de café	
Energía	2,400 kcal
Proteína	0,100 g
Grasa	0,005 g
Carbohidratos	0,415 g
Potasio	35,60 g
Fósforo	3,000 mg
Hierro	0,040 mg
Calcio	1,420 mg
Zinc	0,003 mg
Magnesio	3,300 mg

Nota. Café, cafeína vs. salud revisión de los efectos del consumo de café en la salud.

Adaptado de Ramírez (2010).

Producción nacional de café

De acuerdo con la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC), en el año 2022, la superficie cosechada de café a nivel nacional fue de 29 901 ha, lo cual abarcó una producción de 7,996 toneladas con un rendimiento de 0,27 t/ha (SIPA, 2023).

Producción de café en la provincia de Loja

Para el 2019, las empresas productoras de café a nivel nacional reportaron USD 9,1 millones en ventas, de los cuales, USD 1,9 millones, es decir el 21,4 %, fue producido en la provincia de Loja, Chamba (2022). Según la ESPAC, para el año 2022, en Loja, la superficie cosechada de café fue de 3,630 ha, con una producción de 1,245 t y un rendimiento de 0,34 t/ha (SIPA, 2023).

Producción de café en el cantón Puyango

Para el 2021, el cultivo de café abarcó una superficie de 2,636 ha a nivel de provincia, de las cuales 93,84 ha correspondieron al cantón Puyango. Esto representó el 3,56 % de la producción provincial. Por otro lado, el café se cultiva bajo el bosque húmedo ubicado a una

altitud entre 400 y 1,300 m s. n. m., con precipitaciones anuales de 1,000 a 1,500 mm y con una temperatura promedio de 21 °C (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial [PDOT], 2019).

Proceso de obtención de café molido

Según Castillo *et al.* (2016) el proceso para la obtención de café molido consta de las siguientes actividades:

Cosecha de materia prima: consiste en recoger fruto por fruto, únicamente aquellos que están en su pleno estado de madurez (color rojo).

Fermentación: los frutos cosechados son separados de hojas y de toda impureza, luego las cerezas se colocan en un contenedor plástico cerrado herméticamente, dejando únicamente que salgan los gases producto del proceso de la fermentación.

Secado: el café fermentado se expone al sol en patios de cemento, tierra, o sobre lonas. Durante el proceso de secado las cerezas se remueven varias veces al día para conseguir un secado uniforme. El secado termina cuando el café alcanza el 12 % de humedad y, dependiendo de las condiciones atmosféricas el secado puede tomar hasta 4 semanas.

Pelado: el café seco es llevado a la piladora donde se elimina la cáscara; es decir, se quitan todas las capas exteriores de la cereza seca.

Tueste: se realiza a una temperatura promedio de 200 °C y, el tiempo de tostado depende de la variedad y de la calidad del grano. El tipo de tueste que se realiza es el natural, donde no se emplea ningún tipo de aditivos.

Molienda: consiste en reducir el grano de café tostado a polvo al utilizar un molino o moladora para cantidades pequeñas y grandes, respectivamente.

Caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.)

Origen e importancia

La caña de azúcar es una poácea procedente de Nueva Guinea. Se cultivó por primera vez en el sureste de Asia y el occidente de India. A Egipto se introdujo aproximadamente en el

año 647 d.C., y a España cerca de un siglo después, en el año 755 d.C.). A partir de entonces, la caña de azúcar se introdujo aproximadamente a todas las regiones ubicadas en los trópicos y subtropicos. A América, especialmente la zona tropical, se introdujo a partir de los viajes de Cristóbal Colón (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA], 2015).

En Ecuador la caña de azúcar es uno de los cultivos de vital importancia agroindustrial debido a la gran capacidad de creación de empleos directos e indirectos. Así, de la superficie total cosechada, el 80 % es destinada a la producción de azúcar y alcohol etílico; y el 20 % restante para la elaboración de panela. Actualmente, la fabricación anual de azúcar excede los 11 millones de sacos de 60 kg, de los cuales solamente el 10 % se consumen dentro del país y el 90 % se destina a la demanda de mercados internacionales (Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador [CINCAE], 2004).

Taxonomía

De acuerdo con La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, SAGARPA (2015), la clasificación taxonómica de la caña de azúcar es la siguiente:

- Reino: Plantae
- División: Magnoliophyta
- Clase: Liliopsida
- Subclase: Commelinidae
- Orden: Poales
- Familia: Poaceae
- Género: *Saccharum*
- Especie: *officinarum* L.

Descripción botánica

Raíz: delgadas, numerosas, de acelerado desarrollo, bastante ramificadas, su propagación aumenta con el desarrollo de la planta y su tiempo de vida varía entre 2 y 3 meses de edad (CINCAE, 2004).

Tallo: cilíndrico, erecto y compuesto de nudos y entrenudos. “La altura varía desde 1 a 5 m, y el diámetro varía de 1 a 5 cm dependiendo de la variedad” (Duarte & González, 2019, p. 17).

Hojas: lanceoladas, de bordes aserrados, provistas de una vaina que rodea al tallo y dispuestas de manera alterna y opuesta (Duarte & González, 2019).

Flores: son unas panículas muy sedosas también llamada espigas, que pueden llegar a medir desde 20 a 60 cm de longitud. Son de color amarillo al inicio de la floración y moradas cuando alcanzan su madurez (Rivera, 2008).

Fruto: es una cariósida, de forma elíptica, con una leve depresión en el embrión. Este presenta un color blanquecino y amarilla antes y después de su madurez (Rivera, 2008).

Composición nutricional

Respecto al aporte nutricional, la caña de azúcar destaca por su alto contenido en hidratos de carbono y calorías.

Tabla 2

Contenido nutricional de la caña de azúcar

Contenido nutricional en 100 g	
Energía	394,50 kcal
Carbohidratos	98,70 g
Potasio	161,10 mg
Fósforo	12,15 mg
Calcio	42,80 mg
Magnesio	11,10 mg
Sodio	20,15 mg

Nota. Clasificación y propiedades de la caña

de azúcar. Adaptado de Anvilla (2012).

Producción nacional de caña de azúcar

Para el 2022, el área cosechada de caña de azúcar para azúcar en Ecuador fue de 113,148 ha, lo cual abarcó una producción de 7, 740,492 t; mientras que la superficie cosechada de caña de azúcar para otros usos (aquella destinada a la producción de alcohol etílico, panela y melaza) fue de 22,501 ha, con una producción de 372,801 t. Esto representa un decrecimiento del 30,47 % en la producción total respecto al año anterior y cuya producción fue 11,671,700 t (INEC, 2023).

Producción de caña de azúcar en la provincia de Loja

La ESPAC reportó que para el año 2022 la superficie cosechada de caña para producción de azúcar en la provincia de Loja fue de 2,068 ha, con una producción total de 214, 718 t y un rendimiento de 103,84 t/ha; a su vez, el área cosechada de caña de azúcar para otros usos fue de 717 ha, con una producción de 3,423 t y un rendimiento de 4,77 t/ha. Lo cual representó el 2,68 % de la producción nacional anual (INEC, 2023).

Tabla 3

Superficie cosechada, producción, rendimiento nacional de caña de azúcar

Año	Provincia	Superficie Cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)
2022	Guayas	100 742	6 717 574	66,68
	Cañar	10 598	455 638	42,99
	Imbabura	2 569	253 476	98,67
	Loja	2 785	218 141	78,33
	Los Ríos	2 294	142 867	62,28
	Carchi	347	25 718	74,12

Nota. Superficie bajo labor agropecuaria. Adaptado de INEC (2023).

Producción de caña de azúcar en el cantón Puyango

De acuerdo con el Censo Nacional Agropecuario [CNA] (2021), realizado en el año 2020, el cantón Puyango cuenta con 372 Unidades de Producción Agropecuarias (UPA) y 520 hectáreas destinadas a la producción de caña de azúcar para otros usos (producción de alcohol etílico, panela y melaza).

Aguardiente de caña

“El producto obtenido mediante la fermentación alcohólica y destilación de jugos y otros derivados de la caña de azúcar de modo que conserve sus características organolépticas” (INEN 362, 2014, p. 2).

Composición nutricional

Los nutrientes por cada 100 g de aguardiente con grado alcohólico de 31,70 % se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4

Contenido nutricional del aguardiente

Contenido nutricional en 100 g de aguardiente	
Energía	222,00 kcal
Proteína	0,00 g
Grasa	0,00 g
Carbohidratos	0,00 g
Potasio	0,00 g
Fósforo	1,00 mg
Hierro	0,00 mg
Calcio	1,00 mg
Zinc	0,00 mg

Nota. Propiedades del aguardiente. Adaptado de Alimentos (2021).

Producción de aguardiente en el cantón Puyango

Según el CNA (2021), realizado en el año 2020, el cantón Puyango cuenta con 520 hectáreas de cultivo de caña de azúcar, donde la producción es destinada para la elaboración de aguardiente y panela.

Producción de aguardiente y panela en la parroquia Mercadillo

La parroquia Mercadillo es conocida por el proceso que emplea para que la caña se convierta en panela y en aguardiente. Por tal motivo, la elaboración de dichos productos constituye una fuente de ingresos para la mayoría de agricultores que se dedican a esta actividad. Estos productos son consumidos por ciudadanos locales y visitantes (PDOT, 2019).

Proceso de elaboración de aguardiente de caña

Según la Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones [CORPEI] (2008), el proceso básico de elaboración de aguardiente a partir de caña de azúcar es el siguiente:

Cosecha: se corta lo más abajo posible, se quita hojas y raíces y, se apila la caña a lo largo del cultivo, de donde es recogida para su transporte al molino.

Recepción: esta actividad consiste en recibir y almacenar la caña cortada cerca del molino.

Molienda: la caña de azúcar pasa a través del molino, el cual está formado por tres mazas metálicas que mediante presión muele y extrae el jugo o guarapo.

Fermentación: el jugo se deposita en tanques de acero inoxidable o plástico, donde la enzima invertasa presente en la levadura hidroliza la sacarosa en glucosa y fructosa. Luego la enzima zimasa convierte la fructosa y glucosa en etanol y CO₂.

Destilación: una vez fermentado el jugo y mediante la aplicación de calor se procede a la separación física del alcohol y, a la vez, la eliminación de impurezas del resto de componentes presentes en el fermentado.

Requisitos del aguardiente de caña

Conforme a la norma INEN 362 (2014), el aguardiente de caña debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Transparente, incoloro, de olor y sabor característicos del aguardiente de caña.
- Contenido de sustancias edulcorantes, ingredientes y aditivos alimentarios, únicamente establecidos en la NTE INEN 2074.
- Permitido mezclar entre materias primas proveniente de caña con diferentes concentraciones de productos congéneres, sin que el producto final pierda las características propias.

- No debe existir contaminaciones de sustancias distintas a los productos propios de la fermentación.
- El agua por utilizar para la hidratación debe ser potable, la misma que puede ser sometida a un proceso de tratamiento adecuado, conforme a las exigencias que demanda el producto.
- Debe cumplir con los requisitos establecidos en la Tabla 5.

Tabla 5

Requisitos del aguardiente de caña

Requisito	Unidad	Mínimo	Máximo	Método
Grado alcohólico a 20 °C	% v/v	28	50	INEN 340
Furfural	mg/100 cm ³ (*)	-	1,5	INEN 2014
Alcoholes superiores (**)	mg/100 cm ³ (*)	-	150	INEN 2014
Metanol	mg/100 cm ³ (*)	-	10	INEN 2014

* 100 cm³ corresponde al alcohol absoluto.

** Alcoholes superiores: isopropanol, propanol, isobutanol, isoamílico, amílico.

Nota. Bebidas alcohólicas. Recuperado de INEN 362 (2014).

Azúcar de caña sin refinar o panela

“El azúcar de caña sin refinar es sacarosa parcialmente purificada, cristalizada a partir de jugo de caña parcialmente purificado sin más purificación, que se caracteriza por cristales de sacarosa cubiertos con una película de melaza de caña”, (INEN-CODEX 192, 2016).

Composición nutricional

Durán (1998) menciona que el contenido nutricional de la panela depende de la variedad, de las características edafoclimáticas y de la edad de la caña de azúcar.

Tabla 6

Contenido nutricional de la panela

Contenido nutricional en 100 g de panela	
Energía	351,00 kcal
Proteína	0,70 g
Fibra	0,27 g
Grasa	0,14 g

Contenido nutricional en 100 g de panela	
Carbohidratos	80,00 g
Potasio	165,00 mg
Fósforo	66,00 mg
Hierro	5,00 mg
Calcio	204,00 mg
Sodio	60,00 mg
Vitamina B1	5,00 mg
Vitamina B2	1,50 mg
Vitamina C	3,00 mg

Nota. Valor nutricional de la panela. Recuperado de Durán (1998).

Proceso de elaboración de panela

Para la elaboración de panela se realiza las siguientes actividades:

Cosecha de materia prima: igual al proceso de elaboración de aguardiente de caña de azúcar.

Recepción de materia prima: igual al proceso de elaboración de aguardiente de caña de azúcar.

Molienda: igual al proceso de elaboración de aguardiente de caña de azúcar.

Cocción: el jugo de caña es colocado en la evaporadora, donde, antes y después de hervir, se elimina la cachaza y cerca del 90 % del agua, hasta alcanzar el punto caramelo.

Batido: se agita la miel incorporando aire, de manera que los cristales de sacarosa crezcan y adquieran porosidad.

Moldeado: consiste en dar forma a la miel batida, para lo cual se coloca en moldes de madera hasta que se solidifique.

Enfundado: una vez que la panela está formada y fría, de los moldes es retirada, pesada (2 libras/funda) y colocada en fundas plásticas transparentes.

Requisitos de la panela

Según la norma INEN-CODEX 192 (2016), en la elaboración de azúcar de caña sin refinar conocido comúnmente como panela, no se permite el uso de anilinas ni blanqueadores

a base de hidrosulfito de sodio. Asimismo, el producto final debe estar libre de metales pesados que puedan provocar un peligro en la salud humana.

Maceración

Este consiste en el procedimiento de extracción sólido-líquido, en el que el producto básico posee un conjunto de composiciones solubles en el líquido de extracción que se desea separar. Así, durante este proceso se generan dos productos: el sólido carente de esencias y el extracto propiamente dicho (Cajum *et al.*, (2018).

Licor

Bebida alcohólica que se obtiene por destilación de mostos fermentados, por mezcla de aguardientes, alcohol etílico rectificado (neutro o extraneutro) o bebidas alcohólicas destiladas o sus mezclas, con o sin, sustancias de origen vegetal, extractos obtenidos por infusiones, percolaciones, maceraciones o destilaciones de los citados productos, o con sustancias aromatizantes, edulcoradas o no, a las que se puede añadir ingredientes y aditivos alimentarios aptos para el consumo humano. (INEN 1837, 2016, p. 1)

Clasificación de licores

La norma INEN 1837 (2016) clasifica los licores de acuerdo al contenido de azúcares, así:

Licor seco: con contenido de azúcares hasta 50 g/L.

Licor semiseco: con contenido de azúcares de 51 g/L a 100 g/L.

Licor dulce: con contenido de azúcares de 101 g/L a 250 g/L.

Licor crema: con un contenido de azúcares superior a 251 g/L.

Licor escarchado: aquel producto sobresaturado de azúcar y con presencia de formación de cristales de azúcar.

Requisitos para licores

Según la norma INEN 1837 (2016), una bebida alcohólica tipo licor debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Agua potable para la hidratación, de acuerdo la norma INEN 1108.
- Tener un color, olor y sabor específicos de las materias primas empleadas.
- Contener los niveles máximos de aditivos alimentarios establecidos por la norma INEN-CODEX 192.
- Cumplir los requisitos fisicoquímicos establecidos en la Tabla 7.

Tabla 7

Requisitos físicos y químicos para los licores

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método
Alcohol, fracción volumétrica	%	15	50	INEN 340
Furfural	mg/100 cm ³ (*)	-	10	INEN 2014
Metanol	mg/100 cm ³ (*)	-	10	INEN 2014
Alcoholes superiores (**)	mg/100 cm ³ (*)	-	150	INEN 2014
Azúcares totales	g/L			
Licor seco		-	50	
Licor semiseco		51	100	INEN 358
Licor dulce		101	250	

* 100 cm³ corresponde al alcohol absoluto.

** Alcoholes superiores: isopropanol, propanol, isobutanol, isoamílico, amílico.

Nota. Bebidas alcohólicas. Recuperado de INEN 1837 (2016).

Licor de café

“Bebida alcohólica obtenida por difusión o maceración alcohólica de café, destilada o no y edulcorada” (INEN 338, 2014, p. 2).

Proceso de elaboración de licor de café

Según Gordón (2015), el proceso de elaboración tradicional de licores es sencillo. Este incorpora las siguientes etapas:

Recepción de ingredientes: recibimiento cuidadoso de la bebida alcohólica seleccionada, café y el edulcorante, estos deben estar en buen estado, previo a una selección y verificación de la materia prima obtenida.

Maceración: parte del pesaje del café y medición de la bebida alcohólica. El café se mezcla con el solvente y se deja macerar por un lapso de tiempo que varía de 6 hasta 30 días.

Filtración: actividad que consiste en separar los sólidos del café dejando solamente la parte líquida.

Edulcoración: adición del almíbar (agua + edulcorante) al macerado filtrado para obtener un producto final con sabor y buena consistencia.

Control de calidad: medición del grado alcohólico, sólidos solubles, color y aroma. Procedimientos que deben cumplir un riguroso protocolo en el cual se respeten las normas de asepsia e higiene.

Envasado: una vez realizado el control de calidad del licor, el producto obtenido se envasa en botellas de vidrio y luego se verifica que todos los envases cumplan con la cantidad de líquido descrito en la etiqueta del producto.

Sellado, etiquetado y empacado: luego del control de envasado, se procede al sellado y etiquetado de cada botella; finalmente, se empacan en cajas de cartón.

Almacenamiento y comercialización: empacado el producto, se traslada hasta el área de almacenamiento (lugar fresco y oscuro) para su posterior comercialización.

Características fisicoquímicas

Grado alcohólico

“Relación entre el volumen del alcohol etílico (etanol) contenido en una mezcla hidroalcohólica, medido a temperatura de 20 °C y el volumen total de la mezcla medido a la misma temperatura, expresado en fracción volumétrica (%)” (INEN 340, 2016, p. 1).

Sólidos solubles

Según la norma INEN 380 (2014), el contenido de los sólidos solubles determinado por el método refractométrico es la “concentración de sacarosa (en porcentaje de masa), en una solución acuosa, que tiene el mismo índice de refracción que el producto analizado, en condiciones de concentración y temperatura específicas”.

pH

De acuerdo con la norma INEN-ISO 10523 (2014), el pH es la “medida de la actividad de los iones hidrógeno en solución”.

Productos congéneres

Según la norma INEN 2014 (2015), los productos congéneres son impurezas o sustancias volátiles que se forman durante los procesos de fermentación y añejamiento de las bebidas alcohólicas. Dentro de los cuales se consideran:

Furfural: aldehído industrial que se deriva de ciertos agrícolas, como: maíz, avena, trigo y aserrín.

Alcoholes superiores: hace referencia a la mezcla de alcoholes de alto peso molecular que se forman en el transcurso de la fermentación, y entre los principales está el isopropanol, propanol, isobutanol, isoamílico y el amílico.

Metanol: o también llamado alcohol metílico, mismo que es obtenido por síntesis a partir de gas natural, como combinación de óxidos de hidrógeno y carbón. Luego del proceso de sintetizado, el metanol crudo se purifica por destilación a grado químico (Yacimientos Petrolíferos Fiscales [YPF], 2020).

Azúcares totales

Son los azúcares que se encuentran presentes tanto de forma natural en el producto como los añadidos durante el proceso de elaboración (Administración de Alimentos y Medicamentos [FDA], 2020).

Características organolépticas

Color: es la tonalidad que adquiere una bebida alcohólica como resultado del añejamiento, maceración o difusión.

Olor: debe ser propio y característico de las materias primas utilizadas.

Sabor: debe ser propio y característico de las materias primas utilizadas.

Normas de calidad

NTE INEN 362

Esta norma determina los lineamientos que el aguardiente de caña debe cumplir para que sea considerado idóneo para el consumo de las personas (INEN 362, 2014).

NTE INEN 1837

Esta norma determina los lineamientos para los licores que son asumidos como aptos para el consumo de las personas (INEN 1837, 2016).

NTE INEN-CODEX 192

Esta norma determina los agregados alimentarios establecidos para el consumo del ser humano (INEN-CODEX 192, 2016).

NTE INEN 340

Esta norma determina el método para determinar el contenido de alcohol etílico en bebidas alcohólicas destiladas, cocteles, bebidas alcohólicas mixtas, aperitivos y licores (INEN 340, 2016).

NTE INEN 380

Esta norma determina la metodología para establecer el contenido de sólidos solubles a través de la lectura refractométrica a 20 °C (INEN 380, 2014).

NTE INEN-ISO 10523

Esta norma se basa en proponer el método para determinar el pH en bebidas alcohólicas que han sido destiladas (INEN-ISO 10523, 2014).

NTE INEN 2014

Esta norma detalla el método para determinar en bebidas alcohólicas el contenido de los siguientes productos congéneros: etanal, metanol, propanol, isopropanol, butanol, isobutanol, alcohol amílico normal, alcohol amílico activo, alcohol isoamílico y furfural a partir de la cromatografía de gases (INEN 2014, 2015).

NTE INEN 358

Esta norma se centra en instaurar el recurso metodológico para precisar el contenido de azúcares por inversión en bebidas alcohólicas (INEN 358, 2014).

NTE INEN-ISO 11037

Esta norma presenta una guía general del proceso a seguir para la evaluar sensorialmente los colores de productos sólidos, semisólidos, líquidos y en polvo. Estos, a su vez, pueden ser de índole opaca, límpida, oscura o diáfana, con un tono mate o brillante. Igualmente, posee información adicional alrededor de las disposiciones de observación, iluminación y empleo de ciertas pruebas de análisis sensorial (INEN-ISO 11037, 2014).

NTE INEN-ISO 13301

Esta norma es una guía que indica la manera correcta de cómo obtener datos de las respuestas olfativas y gustativas; asimismo, indica el procedimiento para interpretar los datos experimentales productos del análisis sensorial. A partir de esto, se estiman diferentes estadísticos relacionados con la detección de los estímulos (INEN-ISO 13301, 2014).

NTE INEN 350

Esta norma busca instaurar el método para llevar a cabo el catado de bebidas alcohólicas (INEN 350, 2014).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación política

La investigación se desarrolló en dos partes: la fase de campo se llevó a cabo en la Finca “El Naranjo”, ubicada en la parroquia Mercadillo, cantón Puyango, provincia de Loja; y la fase de laboratorio se realizó en las instalaciones del laboratorio de agroindustrias de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA I de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, ubicado en la Hacienda “El Prado”, parroquia Sangolquí, cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha.

Ubicación geográfica

La Finca “El Naranjo” se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas UTM:

- Latitud: 4°, 01', 13" S
- Longitud: 79°, 57', 15" O
- Altitud de 1290 m s. n. m.

La Hacienda “El Prado” se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas UTM:

- Latitud: 0°, 23', 20" S
- Longitud: 78°, 24', 44" O
- Altitud de 2748 m s. n. m.

Figura 1

Vista aérea de las áreas de estudio



Nota. a) Finca “El Naranjo”, b) Laboratorio agroindustrias IASA I. Tomado de Google Earth (2022).

Materiales

Materiales para la elaboración de café molido

- 20 kg de café cereza
- Piladora
- Tostadora
- Moledora

Materiales para la elaboración de aguardiente

- Molino
- 250 kg de caña (155 L de jugo)
- Tanque de fermentación de 250 L
- Alambique (equipo de destilación)
- Alcoholímetro
- Caneca de 20 L

Materiales para la elaboración del licor

- 2,55 kg de café molido
- 15 L de aguardiente
- 15 L de agua potable
- 6 kg de panela
- Balanza digital
- Vaso de precipitación de 500 mL
- Olla
- 30 envases de vidrio de 1000 mL
- Mandil
- Filtro

Materiales para la determinación del grado alcohólico

- Alcoholímetro
- Termómetro
- Probeta de 500 mL
- Aparato de destilación

Materiales para la determinación de sólidos solubles

- Refractómetro
- Agua destilada
- Muestra de licor

Materiales para la determinación del pH

- pH-metro

Materiales para la determinación de productos congéneres y contenido de azúcares

- Los descritos en las normas INEN 2014 e INEN 358 respectivamente

Materiales para la determinación de las características organolépticas

- 60 copas de cata, transparentes de vidrio
- 60 muestras de 10 mL de licor de café
- 10 fichas de cata
- 10 botellas de agua

Métodos

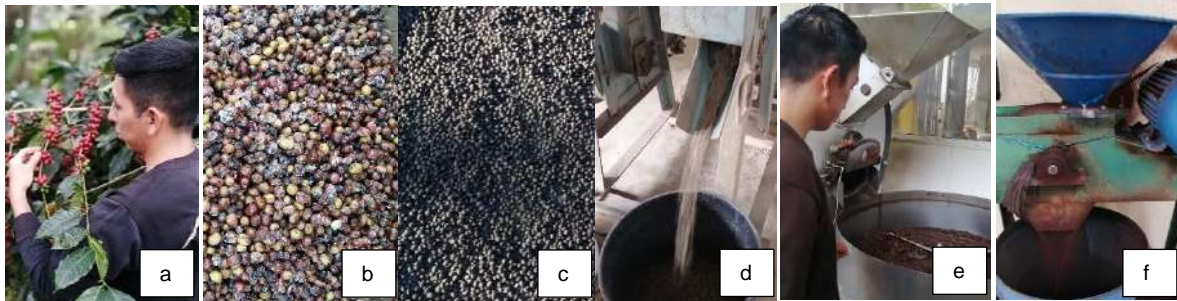
Obtención de café molido

Se cosecharon 20 kg de café cereza, fruto por fruto; se seleccionaron únicamente aquellos en su pleno estado de madurez. Los frutos cosechados se dejaron fermentar a temperatura ambiente (18 a 24 °C) en un tanque plástico por un lapso de tiempo de 10 días. El café fermentado se expuso al sol, en patio de cemento. De igual modo, las cerezas se removieron 2 veces al día, durante 15 días hasta conseguir un secado uniforme (12 % de

humedad). Una vez seco el café, se llevó a la piladora para eliminar la cáscara y dejar únicamente los granos. Acto seguido, el café verde pasó a la tostadora, a una temperatura promedio de 200 ° C por un tiempo de 10 minutos. Finalmente, los granos tostados se llevaron a la moladora, obteniéndose como resultado final 2,57 kg de café molido.

Figura 2

Proceso de obtención de café molido



Nota. a) Cosecha, b) Fermentación, c) Secado, d) Pelado, e) Tueste y f) Molienda.

Elaboración de aguardiente

Se cosecharon 250 kg de caña de azúcar; luego, este se transportó al trapiche para extraer el jugo. Luego, este líquido se depositó en un tanque plástico de 250 L y se dejó fermentar por un tiempo de 10 días, donde alcanzó los 0 grados Brix. Finalmente, se realizó la destilación mediante el empleo de un alambique artesanal; como resultado, se obtuvieron 20 L de aguardiente de un grado alcohólico de 45 %.

Figura 3

Proceso de obtención de aguardiente



Nota. a) Cosecha, b) Transporte, c) Extracción de jugo, d) Fermentación y e) Destilación.

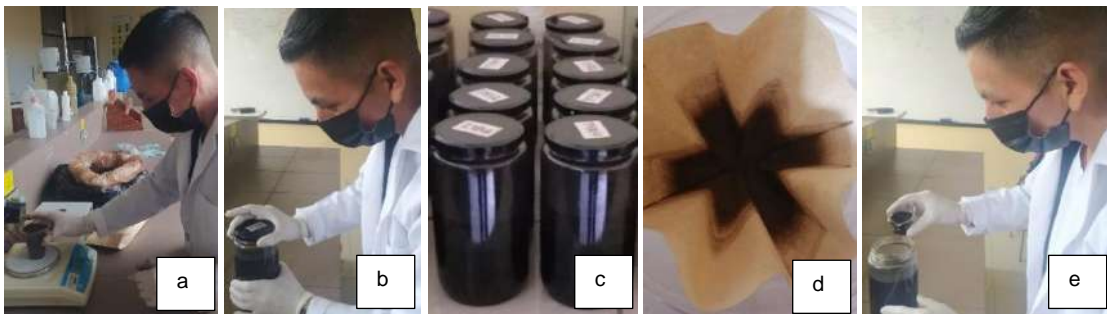
Elaboración de licor de café

Luego de obtener los ingredientes se procedió a la recepción del aguardiente, el café molido y la panela en laboratorio de agroindustrias. En ese sentido, se realizó una maceración en frío, para lo cual se colocaron 500 ml de aguardiente en cada uno de los 30 envases de vidrio de 1 L de capacidad; seguidamente, se pesó el café molido, siendo 70 g para los tratamientos T1, T2 y T3 con 5 repeticiones y 100 g para los tratamientos T4, T5 y T6 con 5 repeticiones. Acto seguido, se añadió el producto a cada uno de los envases; se cerró herméticamente, se rotuló cada uno de los tratamientos y se dejó macerar bajo oscuridad por un periodo de 10, 15 y 20 días.

Al cumplirse los días de maceración establecidos, se separó con tela de algodón los sólidos del café de cada uno de los tratamientos; por ende, se dejó exclusivamente la parte líquida. Para la edulcoración, se preparó el almíbar, por tanto, se utilizaron 200 g de panela por cada 500 ml de agua para cada uno de los tratamientos, se hirvió el agua (15 L) y se añadió la panela (6 kg) hasta disolver por completo. Después de enfriado el almíbar, se introdujo a cada uno de los envases. De este modo, se obtuvo el licor de café.

Figura 4

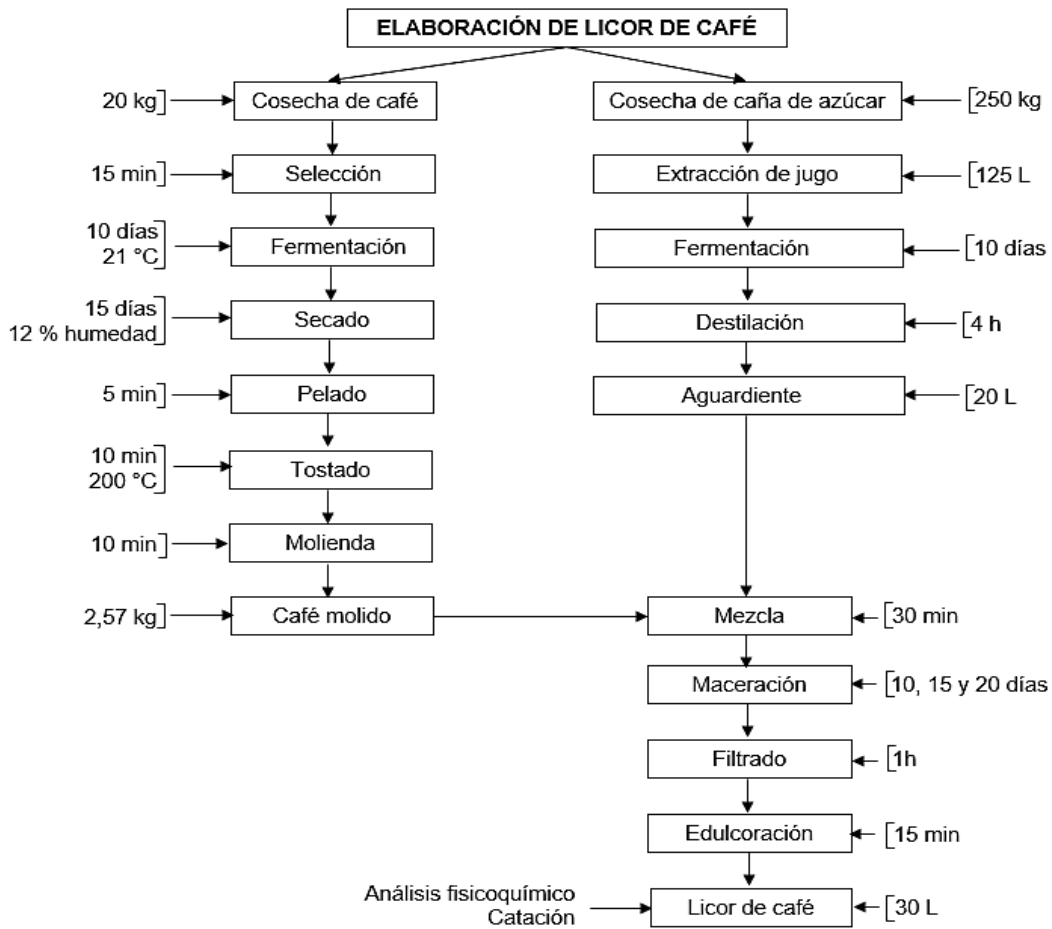
Proceso de elaboración de licor de café



Nota. a) Pesaje de ingredientes, b) Mezcla c) Macerado, d) Filtrado y e) Edulcoración.

Figura 5

Diagrama de flujo de la producción de Licor de café



Nota. Elaboración propia

Diseño experimental

El experimento se realizó bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA) en arreglo bifactorial (3*2) con 5 repeticiones, siendo 30 unidades experimentales y, bajo el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + C_j + TC_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = grado alcohólico, sólidos solubles y pH

μ = media general

T_i = efecto de i-ésimo tiempo

C_j = efecto de la j-ésima concentración

TC_{ij} = efecto de la interacción tiempo*concentración

ε_{ijk} = error experimental

Factores

Los factores de estudio fueron: tiempo de maceración y concentración de café. El factor Tiempo de maceración, se formó de 3 niveles: T1 = 10 días, T2 = 15 días y T3 = 20 días; y el factor Concentración de café, se formó de 2 niveles: C1 = 70 gramos y C2 = 100 gramos.

Tratamientos

Tabla 8

Tratamientos evaluados

Tratamientos	Descripción
T1	10 días de maceración, 70 gramos de café
T2	15 días de maceración, 70 gramos de café
T3	20 días de maceración, 70 gramos de café
T4	10 días de maceración, 100 gramos de café
T5	15 días de maceración, 100 gramos de café
T6	20 días de maceración, 100 gramos de café

Nota. Elaboración propia.

Croquis experimental

Figura 6

Distribución de tratamientos bajo DCA

T2R1	T1R3	T4R5	T6R5	T5R3
T3R2	T6R3	T2R5	T1R4	T4R2
T1R1	T4R1	T5R4	T3R5	T6R1
T5R2	T3R3	T6R4	T2R4	T1R2
T4R3	T2R3	T1R5	T5R5	T3R1
T6R2	T5R1	T3R4	T4R4	T2R2

Nota. Elaboración propia.

Análisis estadístico

Para el análisis fisicoquímico, las variables se analizaron mediante estadística descriptiva (promedio y desviación estándar); asimismo, el análisis de varianza con una prueba de comparación de medias de Tukey ($p < 0,05$).

Para el análisis organoléptico, se estableció un Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA), donde la cantidad de bloques fue igual al número de catadores; de este modo, se tuvieron así 10 bloques, 6 tratamientos y 60 unidades experimentales. En consecuencia, una muestra de 10 ml de licor correspondió a una unidad experimental. Finalmente, las variables se analizaron a través de la prueba no paramétrica de Friedman ($p < 0,05$). Cabe señalar que todos los análisis se realizaron con el software estadístico InfoStat.

Variables de estudio

Las variables fisicoquímicas grado alcohólico, sólidos solubles y pH, se evaluaron a los 10, 15 y 20 días de maceración; productos congéneres (furfural, metanol y alcoholes superiores), azúcares totales y grado alcohólico se determinaron únicamente al tratamiento de mayor aceptabilidad organoléptica. De igual manera, las variables organolépticas como color, olor y sabor se evaluaron al día 21, fecha en que se realizó el catado de todos los tratamientos.

Mediciones experimentales

Determinación del grado alcohólico (%)

Se tomó como referencia la norma INEN 340, la cual describe el método para determinar el contenido de alcohol etílico en licores. Para ello, se destiló 250 ml de muestra. Una vez obtenido el destilado, se añadió el agua destilada hasta completar el volumen de 250 ml. Se llenó la probeta con la muestra destilada hasta unos 5 cm por debajo de su borde; acto seguido, se leyó la temperatura con el termómetro calibrado y se dejó que el alcoholímetro se estabilizara para leer el valor indicado.

Figura 7

Determinación del grado alcohólico de licor de café



Nota. a) Destilación y b) Lectura del grado alcohólico.

Determinación de sólidos solubles (°Brix)

Se tomó como referencia la norma INEN 380, que describe el método refractométrico para la determinación de los sólidos solubles en el macerado.

Para la determinación se colocó una gota de licor sobre la superficie del prisma del refractómetro digital y se procedió a registrar el valor en °Brix. Adicionalmente, los sólidos solubles se midieron a $20\text{ °C} \pm 0,5\text{ °C}$. Finalmente, para los valores de temperatura diferentes se utilizó la tabla de corrección que se muestra a continuación:

Tabla 9

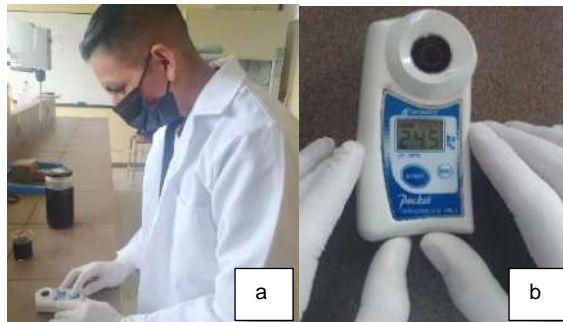
Corrección de las lecturas del refractómetro con escala para sacarosa a una temperatura diferente de $20\text{ °C} \pm 0,5\text{ °C}$

Temperatura (°C)	Lecturas para contenido de sólidos solubles (% m/m)								
	5	10	15	20	25	30	40	50	60
	Sustraer del porcentaje de sólidos solubles								
16	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,28	0,3	0,3	0,31
17	0,18	0,19	0,2	0,21	0,21	0,21	0,22	0,23	0,23
18	0,13	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,16
19	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08
	Añadir del porcentaje de sólidos solubles								
21	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
22	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16
23	0,20	0,21	0,22	0,22	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24

Nota. Determinación de sólidos solubles. Recuperado de INEN 380 (2014).

Figura 8

Determinación de sólidos solubles



Nota. a) Colocación de muestra en el refractómetro y b) Lectura de °Brix.

Determinación de pH

Se tomó como referencia la norma INEN-ISO 10523, que establece el método determinar el pH en bebidas alcohólicas destiladas. A partir de esto, se procedió con un pH-metro a medir el pH de una muestra de 100 ml de licor de café en cada uno de los tratamientos.

Figura 9

Determinación de pH



Nota. Lectura de pH.

Determinación de las características organolépticas

La evaluación de la variable de color se basó en la norma INEN-ISO 11037; la variable olor y sabor bajo, la norma INEN-ISO 13301. Asimismo, se tuvo en cuenta la norma INEN 350, que establece el método para efectuar el catado de bebidas alcohólicas.

Se empezó por la selección de un grupo de 10 personas (no entrenadas) que previamente recibieron una inducción sobre el ensayo. Cada catador recibió 6 muestras correspondientes a los 6 tratamientos; para tal motivo, se utilizaron 60 copas donde cada una tuvo una muestra de 10 ml de licor de café y un código de identificación (T1 = G8F4, T2 = S9C1, T3 = D5I3, T4 = L0A7, T5 = Z8T3 y T6 = M2P6).

Para la calificación del color, se observó detenidamente la fracción de muestra depositada en la copa con el fin de conceder la calificación adecuada. Para el olor, se movió la copa con sutileza y un movimiento circular con el objeto de facilitar su captación. En cuanto al sabor, se probó con absorciones de volúmenes semejantes (aproximadamente de 3 a 4 ml) y, no haciendo perdurar la bebida por más de cinco segundos.

Por último, la asignación de las calificaciones se realizó mediante una escala hedónica de 5 puntos, donde cada variable de respuesta tuvo una valoración de 1, 2, 3, 4 y 5, esto equivale a me disgusta, no me gusta, me gusta poco, me gusta y me gusta mucho.

Figura 10

Determinación de características organolépticas



Nota. a) Preparación de muestras y b) Cata.

Determinación de grado alcohólico, productos congéneres y azúcares totales del tratamiento de mayor aceptabilidad organoléptica

Luego de haber determinado el tratamiento con mayor aceptabilidad organoléptica (T5 = 15 días de maceración, 100 gramos de café), se procedió a enviar dos muestras de 750 mL de licor de café al Laboratorio de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador, para la determinación de grado alcohólico, productos congéneres (furfural, metanol y alcoholes superiores) y azúcares totales. Lo anterior se llevó a cabo mediante el empleo de las normas INEN 340, 2014 y 358, respectivamente.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características fisicoquímicas

Grado alcohólico, sólidos solubles y pH

La interacción tiempo*concentración mostró un efecto significativo ($p < 0,05$) sobre el grado alcohólico ($F = 5,30$; $p = 0,0124$), sólidos solubles ($F = 6,43$; $p = 0,0058$) y pH ($F = 4,96$; $p = 0,0157$).

El tratamiento T6 (20 días de maceración, 100 gramos de café) fue el licor que presentó los mayores valores para las variables grado alcohólico y sólidos solubles con un promedio de 15,38 % y 26,06 °Brix, respectivamente; y el menor valor en pH con 5,10. Mientras que el tratamiento T1 (10 días de maceración, 70 gramos de café), aquel con menor tiempo de macerado y concentración, mostró los menores valores en grado alcohólico con 13,90 % y, en contenido de sólidos solubles con 23,58 °Brix; y el mayor valor en pH con 6,25 (Tabla 10).

Tabla 10

Promedio \pm desviación estándar del grado alcohólico, sólidos solubles y pH de licor de café bajo tres tiempos de maceración y dos concentraciones de café

Descripción TC*	Tratamiento	Grado alcohólico (%)	Sólidos solubles (°Brix)	pH
10 70	T1	13,90 \pm 0,12 d	23,58 \pm 0,18 d	6,25 \pm 0,27 a
15 70	T2	14,20 \pm 0,16 cd	24,09 \pm 0,27 cd	5,82 \pm 0,30 b
20 70	T3	14,34 \pm 0,15 c	24,29 \pm 0,22 c	5,66 \pm 0,13 bc
10 100	T4	14,46 \pm 0,13 c	24,50 \pm 0,19 c	5,54 \pm 0,15 bc
15 100	T5	15,05 \pm 0,27 b	25,53 \pm 0,47 b	5,40 \pm 0,16 cd
20 100	T6	15,38 \pm 0,11 a	26,06 \pm 0,14 a	5,10 \pm 0,12 d

Nota. Promedios con letras distintas son significativamente diferentes (Tukey, $p < 0,05$). *TC

[Tiempo: (días); Concentración (gramos)].

La norma INEN 1837 (2016), establece que para una bebida alcohólica considerarse como licor, esta debe cumplir con un grado alcohólico mínimo de 15 % y un máximo de 50 %. En este estudio únicamente los tratamientos T5 (15,05 %) y T6 (15,38 %) cumplieron con el

requisito del grado alcohólico y por lo tanto se consideran como licor, mientras que los restantes no cumplieron por lo cual no se consideran licores. Por otra parte, Pineda *et al.* (2014) obtuvieron un licor de café con un grado alcohólico de 15 % en un tiempo de 10 días de maceración y una concentración de 125 gramos de café molido.

Quintao *et al.* (2010) en su estudio para determinar el tiempo de maceración y la concentración requerido para la elaboración de un licor de café, encontraron que la interacción entre los factores tiempo y concentración tuvo un efecto significativo ($p < 0,05$) sobre el contenido de sólidos solubles y pH; dando como resultado, un aumento en el contenido de sólidos solubles (de 26,80 a 31,25 °Brix) y una reducción del pH (de 5,31 a 4,75) a medida que el tiempo y la concentración aumentaba; y propusieron un licor de café con un tiempo de 19 días de maceración y una concentración de 100 gramos de café molido, con un contenido de sólidos solubles de 29,03 °Brix y pH de 4,87. De igual manera, Tarifeño (2017) caracterizó seis tipos de licor de café, y reportó valores de sólidos solubles entre 18,20 y 46,20 °Brix y para pH de 6,87 a 4,22. Mencionando que, mientras más tiempo de maceración y concentración de soluto, la cantidad de sólidos solubles aumenta y, el pH disminuye y se estabiliza. Lo cual concuerda con este estudio, ya que el tratamiento T6 (20 días de maceración, 100 gramos de café), aquel con mayor tiempo de macerado y concentración; los valores del pH disminuyeron y empezaron a estabilizarse.

Tabla 11

Regresión lineal múltiple entre variables fisicoquímicas con el tiempo de maceración y concentración de café

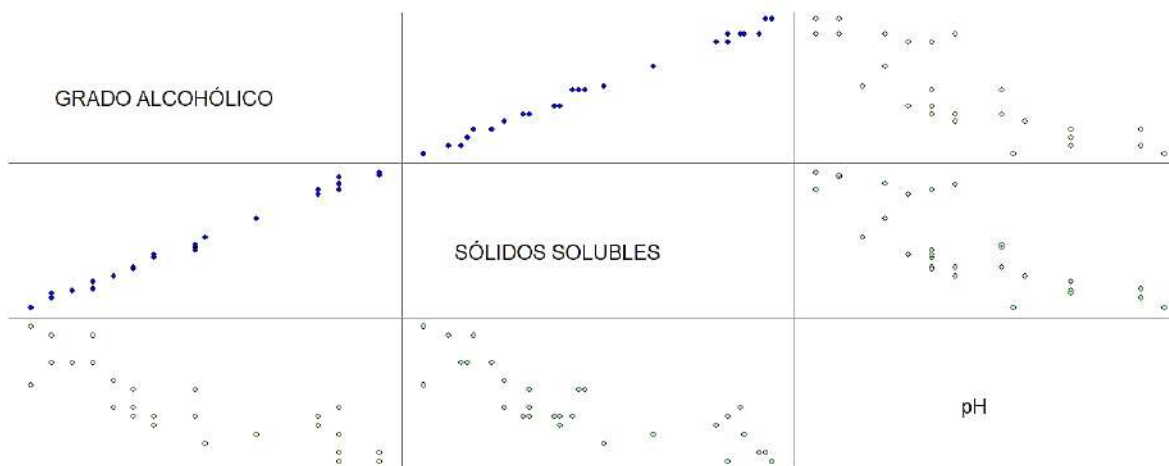
Regresión lineal múltiple
Grado alcohólico = 11,22 + 0,07 Tiempo + 0,03 Concentración; $R^2 = 0,88$
Sólidos solubles = 19,08 + 0,11 Tiempo + 0,05 Concentración; $R^2 = 0,88$
pH = 8 - 0,05 Tiempo - 0,02 Concentración; $R^2 = 0,77$

Nota. R^2 , coeficiente de correlación de Pearson.

Luego de que la interacción tiempo*concentración mostrara un efecto significativo ($p < 0,05$) sobre las tres características fisicoquímicas, se obtuvo la regresión múltiple para cada una de tres variables de respuesta (Tabla 11), lo que nos permite predecir y tener una referencia mucho más clara de los resultados a los que se desea llegar.

Figura 11

Matriz de correlación de Pearson entre variables fisicoquímicas



Nota. Autoría propia.

De acuerdo con el análisis de correlación de Pearson (Figura 11) existió una correlación positiva entre el contenido de sólidos solubles y el grado alcohólico ($r = 0,97$; $p = 0,0001$), es decir, a medida que los °Brix aumentan el grado alcohólico también; y una correlación negativa entre el pH con el contenido de sólidos solubles ($r = -0,79$; $p = 0,0162$) y con el grado alcohólico ($r = -0,78$; $p = 0,0183$), lo que indica que mientras mayor sea el porcentaje de °Brix y alcohol, el pH disminuye.

Características organolépticas

La interacción tiempo*concentración mostró un efecto significativo ($p < 0,05$) sobre el color ($p = 0,0009$), olor ($p = 0,0254$) y sabor ($p = 0,0012$). Por lo tanto, se procedió a aceptar la hipótesis alterna, ya que el tiempo de maceración y la concentración de café influyen significativamente en el sabor del licor de café.

El tratamiento T5 (15 días de maceración, 100 gramos de café) fue el licor que obtuvo las mayores valoraciones en las tres características organolépticas, con un promedio de: 4,75 en color; 4,50 en olor; y 4,85 en sabor, lo cual lo convierte en el tratamiento de mayor aceptabilidad organoléptica. Mientras que los tratamientos con las calificaciones más bajas, es decir, aquellos con la menor aceptación, fueron: para la característica color, el T1 (10 días de maceración, 70 gramos de café) y T6 (20 días de maceración, 100 gramos de café) con un promedio de 2,50 y 2,60 respectivamente; para el olor, el T1 (10 días de maceración, 70 gramos de café) y T2 (15 días de maceración, 70 gramos de café) ambos con un promedio de 2,60; y para el sabor, el T1 (10 días de maceración, 70 gramos de café) y T6 (20 días de maceración, 100 gramos de café) con un promedio de 2,45 y 2,60 respectivamente (Tabla 12).

Tabla 12

Promedio del color, olor y sabor de licor de café bajo tres tiempos de maceración y dos concentraciones de café

Descripción TC*	Tratamiento	Color		Olor		Sabor	
10 70	T1	2,50	a	2,60	a	2,45	a
15 70	T2	3,80	cd	2,60	ab	3,65	abcd
20 70	T3	4,15	cd	3,40	abc	3,15	abc
10 100	T4	3,20	abc	3,65	abc	4,30	cd
15 100	T5	4,75	d	4,50	c	4,85	d
20 100	T6	2,60	ab	4,25	c	2,60	ab

Nota. Promedios con letras distintas son significativamente diferentes

(Friedman, $p < 0,05$). *TC [Tiempo: (días); Concentración (gramos)].

La aceptación por parte de los catadores se puede explicar, que mientras menor es el tiempo de maceración y la concentración de café, el nivel de aceptación de las características organolépticas es menor, debido a la baja intensidad; de la misma manera mientras mayor es el tiempo y la concentración, el color se torna más oscuro, el olor se vuelve más intenso y el sabor se hace más amargo y, por ende, disminuye notablemente la aceptabilidad. Es así que estos resultados indican que las personas prefieren un licor con una formulación media, y mas

no un licor elaborado con un corto o extenso tiempo de macerado y una baja o alta concentración. En definitiva, las personas no prefieren los licores de formulaciones extremas.

Resultados similares reportó, Valenzuela (2010) al evaluar organolépticamente un licor de café con un tiempo de maceración de 15 días y una concentración de 90 gramos de café, con una calificación promedio de: 4,05 en color; 4,06 en olor; y 3,94 en sabor. Además, también las calificaciones de las características organolépticas fueron menores, en el tratamiento que se empleó menos tiempo de maceración y concentración de café (1 día y 90 gramos), con una puntuación promedio de 3,50 en color, de 3,02 en olor y de 2,61 en sabor; así como en aquel tratamiento elaborado con más tiempo y concentración (40 días y 120 gramos), con una puntuación promedio de 3,58 en color; de 3,77 en olor y de 3,77 en sabor.

Asimismo, López (2017) en su estudio sobre la evaluación de las características organolépticas de licor de café, obtuvo un producto con buena aceptabilidad por parte de las personas, siendo: un color caoba oscuro, con una puntuación promedio de 3,6 puntos; un olor delicado, envolvente, y con recuerdos a café recién tostado en un fondo de un aguardiente fino y elegante, con una puntuación promedio de 3,4 puntos; y de un sabor dulce, limpio, persistente y con predominio de notas a café y caramelo, con una puntuación promedio de 3,8 puntos.

En adición a lo antes expuesto, Delgado *et al.* (2019) menciona que las condiciones que aumentan la relación superficie-volumen entre el sólido y el líquido de la mezcla mejoran de forma general las impresiones organolépticas del producto final; así mismo, llevar a cabo la maceración del licor en condiciones de oscuridad y en recipientes cerrados mejora las impresiones olfativas y visuales del producto, respectivamente; y demás, menciona que el color, olor y sabor de los licores está relacionado con el tipo y proceso de obtención de los ingredientes, tipo de maceración, y con el contenido de alcohol y edulcorante.

Características fisicoquímicas del tratamiento con mayor aceptabilidad organoléptica

Una vez determinado el tratamiento T5 (15 días de maceración, 100 gramos de café) como aquel con mayor aceptabilidad organoléptica a través de la prueba no paramétrica de Friedman, este fue sometido al análisis fisicoquímico en el Laboratorio de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador, arrojando los siguientes resultados: grado alcohólico de 15 %; dentro de los productos congéneres furfural de 0,01 mg/100 cm³, metanol de 0,18 mg/100 cm³, alcoholes superiores de 17,11 mg/100 cm³; y un contenido de azúcares totales de 198,9 g/L (Tabla 13).

Tabla 13

Resultado del análisis fisicoquímico del tratamiento con mayor aceptabilidad organoléptica (T5)

Tratamiento	Características	Resultado	Método	
T5	Grado alcohólico	15 %	INEN 340	
	Furfural	0,01 mg/100 cm ³	INEN 2014	
	P. congéneres	Metanol	0,18 mg/100 cm ³	INEN 2014
	Alc. superiores	17,11 mg/100 cm ³	INEN 2014	
	Azúcares totales	198,9 g/L	INEN 358	

Nota. Laboratorio de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador.

La norma INEN 1837 (2016) ,establece los requisitos para los licores considerados aptos para el consumo humano. Grado alcohólico de 15 a 50 %; un máximo de 10 mg/100 cm³, 10 mg/100 cm³ y 150 mg/100 cm³, para el contenido de furfural, metanol y alcoholes superiores respectivamente; y un contenido de azúcares de hasta mayor a 251 g/L (Tabla 7); además, esta misma norma clasifica los licores de acuerdo al contenido de azúcares, clasificando como licor dulce a la bebida alcohólica de un contenido de azúcares totales entre 101 y 250 g/L. Lo cual indica que las características fisicoquímicas del licor de café de mayor aceptación de esta investigación (T5 = 15 días de maceración, 100 gramos de café) están dentro de los parámetros establecidos para una bebida alcohólica tipo licor, además este licor se cataloga como un licor dulce por tener un contenido de azúcares totales de 198,9 g/L.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- El tiempo de maceración y la concentración de café empleados en la elaboración de licor de café mostró un efecto significativo sobre las características fisicoquímicas grado alcohólico, sólidos solubles y pH; y organolépticas color, olor y sabor.
- El licor de café, macerado a 20 días y con 100 gramos de café en su formulación, presentó el mayor valor en grado alcohólico (15,38 %), sólidos solubles (26,06 °Brix) y, registró el valor más bajo de pH (5,10). Mientras que el licor elaborado con un tiempo de maceración de 10 días y 70 gramos de café mostró los valores más bajos en grado alcohólico (13,90 %), sólidos solubles (23,58 °Brix) y, el mayor valor en pH (6,25).
- El tiempo de 15 días maceración con una concentración de 100 gramos de café, fue la formulación del tratamiento de mayor aceptabilidad organoléptica, el cual obtuvo las mayores calificaciones en color (4,75), olor (4,50) y sabor (4,85).
- Los valores de las características fisicoquímicas grado alcohólico (15 %); productos congéneres: furfural (0,01 mg/100 cm³), metanol (0,18 mg/100 cm³), alcoholes superiores (17,11 mg/100 cm³); y azúcares totales (198,9 mg/100 cm³), del tratamiento (15 días de maceración, 100 gramos de café) con mayor aceptabilidad organoléptica, se encontraron dentro de los rangos establecidos por la norma INEN 1837, para una bebida alcohólica tipo licor y, por lo tanto, es un producto apto para el consumo humano.

Recomendaciones

- Macerar bajo oscuridad a una temperatura entre 18 y 25 °C y, emplear una granulometría fina de café molido. Estas condiciones permiten una mayor extracción de fenoles (compuestos aromáticos) y, mejoran de forma notable las impresiones en cata (visuales, olfativas y gustativas) del licor de café.
- Con la ayuda de expertos, mejorar las características organolépticas del licor de café de mayor aceptación, para llegar a tener un producto competitivo frente a los ya desarrollados y posicionados en el mercado ecuatoriano.
- Realizar un proyecto de factibilidad agroindustrial de producción y comercialización de licor de café en la parroquia Mercadillo, con base al tratamiento con mayor aceptabilidad. Esto como una alternativa a los bajos precios recibidos a nivel de productor, por la venta de forma tradicional de café y caña de azúcar; contribuyendo así al desarrollo agroindustrial y económico de la localidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Administración de Alimentos y Medicamentos. (1 de marzo de 2020). *Azúcares añadidas: Ahora incluidos en la etiqueta de información nutricional*. FDA
<https://www.fda.gov/media/137912/download#:~:text=Los%20az%C3%BAcares%20totales%20incluyen%20los,estar%20presentes%20en%20el%20producto>
- Alimentos. (12 de febrero de 2021). *Propiedades del aguardiente*. Organización de Alimentos.
<https://alimentos.org.es/aguardiente>
- Amores, F., Duicela, L., Corral, R., Guerrero, H., Vasco, S., Motato, N., Solórzano, G., Zambrano, L., Aveiga, T., & Guedes, R. (2004). *Variedades mejoradas de café arábigo una contribución para el desarrollo de la caficultura en el Ecuador*. INIAP - Cofenac - Ministerio de Agricultura y Ganadería.
<https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1582>
- Andrade, X., Pisco, I., Quinde, L., & Coronel, C. (28 de agosto de 2020). *El mercado de bebidas alcohólicas en Ecuador*. Ind Industrias. <https://revistaindustrias.com/el-mercado-de-bebidas-alcoholicas-en-ecuador/>
- Anvilla, J. (8 de agosto de 2012). *Clasificación y propiedades de la caña de azúcar*. Salud y bueno alimento.
<http://saludybuenosalimentos.es/alimentos/index.php?s1=Verduras%2FHortalizas&s2=Tallos&s3=Ca%F1a+de+Az%FAcar>
- Cajum, F., Zarza, K., & Poot, J. (2018). Obtención de licor de chile X-cat (*Capsicum annuum*) mediante maceración. *Revista de Simulación y Laboratorio*, 5(16), 1–7.
https://www.ecorfan.org/bolivia/rj_simlab_xvii.php
- Calderón, L. (2021). *Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa productora y comercializadora de licor de café en la ciudad de Loja* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/24096>

- Calle, A., & Torres, T. (2020). *Plan de negocios para la instalación de una planta productora de licor a base de café en la región Lambayeque* [Tesis de Pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. <http://hdl.handle.net/20.500.12423/2987>
- Castillo, M., Muñoz, M., & Engler, F. (2016). Manual básico de buenas prácticas para el tostado del café. *Revista Tueste Del Café*, 5(1), 1–20. http://cefaecuador.org/wp-content/uploads/2021/05/13_Manual-basico-del-catador-de-cafe---Vol.-5.pdf
- Censo Nacional Agropecuario, (27 de julio de 2021). *Resultados Nacionales con resúmenes Provinciales CNA 2020*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec//censo-nacional-agropecuario/>
- Centro de Investigación de la Caña de azúcar del Ecuador. (1 de octubre de 2004). *Fisiología, floración y mejoramiento genético de la caña de azúcar en Ecuador*. [Archivo PDF]. CINCAE. <https://cincae.org/wp-content/uploads/2013/05/FISIOLOGIA-Y-MEJORAMTO.pdf>
- Centro de Investigación de la Caña de azúcar del Ecuador. (2020). *Información climática y producción de caña y azúcar en la costa ecuatoriana*. [Archivo PDF]. CINCAE. <https://cincae.org/wp-content/uploads/2021/08/climayproduccion2020.pdf>
- Chamba, L. (2 de diciembre de 2022). *Alimentación con productos tradicionales: cultivos tropicales (VIII)*. Crónica. <https://cronica.com.ec/2022/12/03/alimentacion-con-productos-tradicionales-cultivos-tropicales-vii/>
- Corporación de promoción de exportaciones e inversiones. (8 de junio de 2008). *Ecuador perfil sector licor*. CORPEI, <https://boletines.exportemos.pe/recursos/boletin/Perfil%20Licores.pdf>
- Delgado, M., Jiménez, Y., García, C., Guillén, D., & García, M. (2019). Estudio y desarrollo de un método de maceración acelerada de licor de café elaborado con holandas de vino mediante el uso de energía de ultrasonidos. *Revista XLI Jornadas de Viticultura y*

Enología de La Tierra de Barros, 84(1), 37–55.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7617882>

Duarte, O., & Gonzalez, J. (2019). *Cultivo de caña de azúcar*. [Archivo PDF]. Proyectos paquetes tecnológicos.

https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt_01.pdf

Durán, N. (1998). Valor nutricional de la panela. *Revista Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria*, 44(2), 45–59. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/408>

El Comercio. (12 de mayo de 2014). *Ecuador ocupa el noveno puesto regional en consumo de alcohol, según la OMS*. Recuperado 8 de agosto de 2023.

<https://www.elcomercio.com/tendencias/ecuador-ocupa-noveno-puesto-regional.html>

El Universo. (30 de septiembre de 2022). *Con una producción estancada, pero con un clúster por relanzar, el café ecuatoriano anhela mejores días*. Recuperado 8 de agosto de 2023. <https://www.eluniverso.com/noticias/economia/con-una-produccion-estancada-pero-con-un-cluster-por-relanzar-el-cafe-ecuatoriano-anhela-mejores-dias-nota/>

Google Earth. (2022). *Instituto Agropecuario Superior Andino*. [Fotografía].

https://earth.google.com/web/search/hacienda+el+prado+IASA+I/@-0.3856423,-78.4164022,2718.86699072a,1056.51552932d,35y,0h,0t,0r/data=CigiJgokCV_iz_H-EjNAEYQGIYz-EjPAGRzRZKk5Cj1AIWHOuaqPt1HA

Gordón, M. (2015). *Oportunidades de Mercado en China y la Comercialización del Licor de Café, desde Maldonado Provincia del Carchi* [Tesis de Pregrado, Universidad Politécnica Estatal del Carchi]. <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/452>

Hurtado, A. D. (2020). *Plan de negocios para la creación de una microempresa productora de licor artesanal (café con coñac) y su comercialización en la ciudad de Loja* [Tesis de Pregrado, Universidad Internacional del Ecuador-Loja].

<https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/4345>

Instituto Nacional de Estadística y Censo. (2013). *Más de 900 mil ecuatorianos consumen alcohol*. [Archivo PDF]. INEC. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/mas-de-900-mil-ecuatorianos-consumen-alcohol/>

Instituto Nacional de Estadística y Censo. (2023). *Superficie bajo labor agropecuaria*. [Archivo PDF]. INEC. <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoizTEyY2NiZDIYjIzYi00ZGQ1LTlkNGEtNDE1OGViM2Q1N2VlliwidCI6ImYxNThhMmU4LWNhZWmtNDQwNi1iMGFiLWY1ZTI1OWJkYTExMiJ9&pageName=ReportSection>

Kuauka. (13 de junio de 2023). *Explorando el Café: Un Viaje Científico a Través de sus Secretos Botánicos y Químicos*. Forexproscafe. <https://forexproscafe.com/taxonomia-del-cafe/>

León, D. (2016). *Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa productora de licor de café y su comercialización en la ciudad de Loja* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Loja]. <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/10466>

López, C. (2017). *Evaluación organoléptica y fisicoquímica de licor de café a partir de xinga obtenida del café comercializado en Guatemala* [Tesis de Pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. <https://biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/Tesis/QF1454.pdf>

Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2023). *Boletín situacional cultivo de café*. http://sipa.agricultura.gob.ec/boletines/situacionales/2022/boletin_situacional_cafe_2022.pdf

Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2023). *Boletín situacional cultivo de caña de azúcar*. http://sipa.agricultura.gob.ec/boletines/situacionales/2022/boletin_situacional_cana_azucar_2022.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (12 de marzo de 2021). *Problemas y perspectivas de los mercados internacionales de materias primas y productos básicos tropicales*. <https://www.fao.org/3/ne856es/ne856es.pdf>

- Pineda, C., Reyes, E., & Vivas, H. (2014). *Estudio de prefactibilidad de la instalación de una planta procesadora de Licor de Café y su comercialización en el municipio de Managua* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería].
<https://core.ac.uk/download/pdf/336876607.pdf>
- Quintao, L., Tatagiba, C., Junqueira, M., Souza, J., & Saraiva, S. (2010). Determinação da cinética de extração alcoólica no processamento de licor de café. *Revista Biosfera*, 6(9), 1–9.
<https://www.conhecer.org.br/enciclop/2010/determinacao%20da%20cinetica.pdf>
- Ramírez, D. (2010). Café, cafeína vs. salud revisión de los efectos del consumo de café en la salud. *Revista Universidad y Salud*, 12(1), 156–167.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-71072010000100017
- Rivera, F. (2008). *El cultivo de la caña de azúcar (Saccharum officinarum L) en la región de Cardel, centro de Veracruz*. [Tesis de Pregrado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/1417>
- Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. (2015). *Ficha técnica del cultivo de caña de azúcar (Saccharum officinarum L.)*. SAGARPA.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/141823/Ficha_Tcnica_Ca_a_de_Az_car.pdf
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2014). *Bebidas alcohólicas. Definiciones*. [Archivo PDF]. INEN 338. https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/NTE_INEN_338.pdf
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2014). *Bebidas alcohólicas. Determinación del contenido de alcohol etílico. Método del alcoholímetro de vidrio*. [Archivo PDF]. INEN 340. https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_340-2.pdf
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2014). *Bebidas alcohólicas. Ensayo de catado*. [Archivo PDF]. INEN 350. https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/NTE_INEN_350.pdf

Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2014). *Bebidas alcohólicas. Determinación de azúcares totales por inversión*. [Archivo PDF]. INEN 358.

https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_358.pdf

Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2014). *Determinación del PH*. [Archivo PDF]. INEN-ISO 10523. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/10523-UNIDO-EX.pdf>

Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2014). *Análisis sensorial. Guía general para la evaluación sensorial del color de los productos (ISO 11037:2011, IDT)*. [Archivo PDF]. INEN-ISO 11037.

https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_11037.pdf

Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2014). *Análisis sensorial. Metodología. guía general para la medición del olor, de la sensación olfato-gustativa y del gusto mediante el procedimiento de elección forzosa de una entre tres alternativas (EFA-3). (ISO 13301:2002, IDT)*. [Archivo PDF]. INEN-ISO 13301.

https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_13301.pdf

Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2014). *Bebidas alcohólicas. Aguardiente de caña*. [Archivo PDF]. INEN 362. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/362-5.pdf>

Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2014). *Determinación de sólidos solubles*. [Archivo PDF]. INEN 380. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/380.pdf>

Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2015). *Bebidas alcohólicas. Determinación de productos congéneres por cromatografía de gases*. [Archivo PDF]. INEN 2014.

https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/NTE_INEN_2014.pdf

Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2016). *Bebidas alcohólicas. Licores. Requisitos*. [Archivo PDF]. INEN 1837.

https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1837-2.pdf

- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2016). *Norma general para los aditivos alimentarios (CODEX STAN 192-1995, IDT)*. [Archivo PDF]. INEN-CODEX 192.
https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen-codex_192.pdf
- Secretaría Técnica Planifica Ecuador. (2019). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cantonal Puyango 2019-2023*. PDOT.
<https://www.gadmpuyango.gob.ec/index.php/rendicion-de-cuentas/pdyot?download=152:pdyot-puyango>
- Tarifeño, L. (2017). *Caracterización química y sensorial de bebidas alcohólicas comercializadas en Chile, con café en su formulación* [Tesis de Pregrado, Universidad de Chile]. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/153104>
- Valenzuela, M. (2010). *Desarrollo y evaluación física, química y sensorial de un jarabe de sacarosa con pulpa de café saborizado (Coffea arabica)* [Tesis de Pregrado, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana]. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/488>
<https://www.ypf.com/productosyservicios/Descargas/Metanol.pdf>
- Venegas, F. (31 de agosto de 2016). *Taxonomía del café*. Coffe media.
<https://www.yoamoelcafedecolombia.com/2016/08/31/taxonomia-del-cafe/>
- Yacimientos Petrolíferos Fiscales. (12 de octubre de 2020). *Ficha Técnica Alcoholes*. YPF.
<https://www.ypf.com/productosyservicios/Descargas/Metanol.pdf>
- Yara. (2023). *La producción global de café*. Yara Ecuador. https://www.yara.com.ec/nutricion-vegetal/cafe/produccion-global/?_t_id=PQpnLnV6jocxTFyP3rj20w==&_t_uid=4wXJBS_OSxa6NxdKyRYJQw&_t_q=produccion%20mundial%20de%20caf%C3%A9&_t_tags=language:standard,siteid:93132208-8834-47f3-9ad2-9dc0078f8787,andquerymatch&
- Yara. (2023). *La producción mundial de caña de azúcar*. Yara Ecuador.
<https://www.yara.com.ec/nutricion-vegetal/cana-de-azucar/la-produccion-mundial-de-cana-de-azucar/>