UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

INFLUENCIA DEL EUCALIPTO (*Eucayptus globulus labill*) Y CÁSCARA DE PIÑA (*Ananas comosus*) EN EL AROMATIZADO DE GRANOS DE CACAO CCN-51*(Theobroma cacao L.)*

Tesis

Para optar el Título de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

CINDY GUTIERREZ HERMOZA

PROMOCIÓN 2011 - II

Tingo María – Perú

2020

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
Carretera Central Km. 1.21. Teléfono (062) 561385
Apartado Postal 156 Tingo María E.mail; fiia@unas.edu.pe

"Año de la Universalización de la Salud"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS Nº 003-2020

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos en acto público el 30 de enero del 2020, a horas 10:00 a.m., en la Sala de Grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicada en la ciudad de Tingo María, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, para calificar la tesis presentada por la Bach. **GUTIERREZ HERMOZA, Cindy**, titulada:

"INFLUENCIA DEL EUCALIPTO (*Eucayptus globulus labill*) Y CÁSCARA DE PIÑA (*Ananas comosus*) EN EL AROMATIZADO DE GRANOS DE CACAO CCN-51 (*Theobroma cacao L.*)"

Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas, lo declaran **APROBADO** con el calificativo de **MUY BUENO;** en consecuencia, la sustentante, queda apta para obtener el título de **Ingeniero en Industrias Alimentarias**, de conformidad con el artículo 45º numeral 45.2, de la Ley Universitaria 30220; los artículos 132 inciso "k" y 135 inciso "f" del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 31 de enero 2020

Ing. Eduardo Alejandro Cáceres Almenara
Presidente

Ing. Alfredo Abelardo Carmona Ruíz
Miembro

Ing. Jaime Eduardo Basilio Atencio
Asesor

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 199 - 2023 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Ingeniería en Industrias Alimentarias

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de investigación	

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
INFLUENCIA DEL EUCALIPTO (*Eucayptus globulus labill*) Y CÁSCARA DE PIÑA (*Ananas comosus*) EN EL AROMATIZADO DE GRANOS DE CACAO CCN-51(Theobroma cacao L.)	CINDY GUTIERREZ HERMOZA	21 % Veintiuno

Tingo María, 25 de julio de 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Dr. Tomas Menacho Mallqui
DIRECTOR

C.C. Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

INFLUENCIA DEL EUCALIPTO (*Eucayptus globulus labill*) Y CÁSCARA DE PIÑA (*Ananas comosus*) EN EL AROMATIZADO DE GRANOS DE CACAO CCN-51*(Theobroma cacao L.)*

Autor	**:**	Cindy Gutiérrez Hermoza
Asesor (es)	**:**	Dr. Jaime Eduardo Basilio Atencio

Programa de investigación	**:**	Ciencia y Tecnología de Alimentos
Línea de investigación	**:**	Ciencia y Tecnología de Alimentos
Eje temático	**:**	Procesamiento y/o conservación de alimentos
Lugar de ejecución	**:**	UNAS
Duración	**:**	Enero 2015 – noviembre 2019
Financiamiento	:	S/. 9563,30

Tingo María – Perú, 2022

DEDICATORIA

*A mi madre **SANTOSA HERMOZA LOZANO**, que con su amor, fortaleza, valentía y esfuerzo me ha permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por enseñarme a no temer las adversidades porque Dios está siempre conmigo.*

*A mis abuelos **FELIPE HERMOZA ROSALES Y AUREA LOZANO HURTADO** por su gran amor y apoyo incondicional.*

*A mis hermanos **HEYDI Y DIEGO GUTIERREZ HERMOZA** por sus consejos y motivación en cada etapa de mi vida.*

*A mi esposo **DARWIN VILLACORTA VERESHIK** por su apoyo e incentivo para alcanzar nuevas metas profesionales y personales.*

AGRADECIMIENTO

*A **Dios** el eterno Padre por la vida, familia, amigos, salud, por brindarme fé, fortaleza y por su amor infinito.*

*A la **Universidad Nacional Agraria de la Selva** por ser mi alma mater, a los docentes de la **facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias** por sus enseñanzas y aportes valiosos en mi formación profesional.*

***A la cooperativa Agroindustrial cacao Alto Huallaga**, **al Ing. Mendis Paredes Arce** por brindarme las facilidades en los módulos de beneficio y laboratorio de control de calidad, para la realización del presente trabajo de investigación.*

***A la cooperativa Agraria cafetalera Divisoria**, **Al Ing. Omar Camasca Piñan** por su apoyo en la catación de muestras con su equipo de catadores entrenados.*

*Al **Dr. Jaime Basilio Atencio**, asesor de la tesis, por su tiempo, sus conocimientos, excelente mentoría y dirección en la ejecución de la tesis.*

*Al **Dr. Raúl Natividad Ferrer**, por su gran aporte y ayuda incondicional durante el desarrollo del presente trabajo de investigación.*

*A los **miembros del jurado**, **Ing. Eduardo Cáceres Almenara, Ing. Alfredo Carmona Ruiz, Ing. Sergio Rodríguez Rubio**; por su guía y orientación en la ejecución y culminación de la presente tesis.*

*Al **Ing. Jorge Castro Gracey** por sus enseñanzas, motivación y profesionalismo.*

*Al **Sr**. **Teodoro Molina Melendez** por sus consejos y apoyo incondicional.*

*A la **Ing. Zara Saavedra Gómez**, por facilitarme sus equipos y brindarme asistencia durante la preparación de muestras para la catación.*

*A la **Ing. Zandra Valencia Delgado** por sus conocimientos y guía durante la evaluación fisicoquímica de las muestras.*

*Al **Ing. Hans Joan Tafur Pereda** por su guía, motivación y orientaciones para la culminación del presente trabajo de investigación.*

ÍNDICE GENERAL

Pág.

RESUMEN 9

ABSTRACT 10

I. INTRODUCIÓN 1

II. REVISIÓN DE LITERATURA 2

2.1. Generalidades del cacao 2

2.1.1. Clasificación taxonómica 2

2.1.2. Características botánicas 2

2.1.3. Variedades de cacao 2

2.1.4. Origen del cacao CCN-51 3

2.1.5. Descripción morfológica del cacao CCN-51 4

2.2. Beneficio del cacao 4

2.2.1. Cosecha 4

2.2.2. Quebrado 4

2.2.3. Fermentación 4

2.2.4. Secado 6

2.3. El Eucalipto 7

2.3.1. Descripción botánica 7

2.3.2. Clasificación taxonómica 8

2.3.3. Composición química 8

2.4. La Piña 8

2.4.1. Clasificación taxonómica 8

2.4.2. Características fisicoquímicas de la pulpa de piña 8

2.4.3. Variedad Cayena lisa 9

III. MATERIALES Y MÉTODOS 10

3.1. Lugar de ejecución 10

3.2. Materia Prima 10
3.3. Materiales y Equipos 10
3.3.1. Materiales de laboratorio 10
3.3.2. Materiales de proceso 10
3.3.3. Equipos de laboratorio 10
3.3.4. Reactivos 10
3.4. Métodos de análisis 10
3.4.1. Medida de la temperatura de la masa de cacao 10
3.4.2. Análisis fisicoquímico 10
3.4.3. Evaluación física de los granos fermentados y secos 11
3.4.4. Evaluación sensorial del licor de cacao 11
3.5. Metodología experimental 11
3.5.1. Beneficio del cacao CCN-51 11
3.5.2. Evaluación del aromatizado en la fermentación 12
3.5.3. Métodos de análisis durante la fermentación y secado 12
3.5.4. Métodos de análisis durante la fermentación 13
3.5.5. Evaluación sensorial 13
3.6. Análisis estadístico 14
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 15
4.1. Evaluación del aromatizado durante la fermentación y secado 15
4.1.1. Grados Brix 15
4.1.2. pH 16
4.1.3. Acidez titulable 17
4.2. Evaluación del aromatizado durante la fermentación 18
4.2.1. Temperatura 18
4.2.2. Índice de fermentación 19
4.3. Evaluación sensorial del licor de cacao 20

4.3.1. Sabor a cacao 21
4.3.2. Sabor ácido 21
4.3.3. Sensación de astringencia 21
4.3.4. Sabor amargo 21
4.3.5. Sabor a frutas 22
4.3.6. Sabor a flores 22
4.3.7. Sabor a nuez 22
4.3.8. Sabor a panela 23
4.3.9. Sabor a crudo / verde 23
4.3.10. Puntaje Total 23
V. CONCLUSIONES 24
VI. PROPUESTAS A FUTURO 25
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 26
ANEXOS 33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Pág.

1. Operaciones unitarias en proceso de beneficio de cacao CCN-51 11
2. Diseño experimental para medir el efecto de los aromatizantes en los atributos sensoriales de los granos de cacao CCN-51 12
3. Descenso de los grados brix durante la fermentación de granos aromatizados (a) cáscara de piña, (b) hojas de eucalipto 15
4. Valores de pH a lo largo del proceso de fermentación de cacao aromatizado con (a) cáscara de piña, (b) hojas de eucalipto 16
5. Comportamiento de la acidez titulable durante el proceso de fermentación de cacao aromatizado con (a) cáscara de piña, (b) hojas de eucalipto 17
6. Proceso fermentativo del cacao CCN-51, se muestra la evolución de la temperatura (a) hojas de eucalipto (b) cáscara de piña 18
7. Índice de fermentación del cacao CCN-51, aromatizado con diferentes concentraciones (a) cascara de piña, (b) hojas de eucalipto 19
8. Perfil sensorial del licor de cacao CCN-51 aromatizado con (a) cáscara de piña y (b) hojas de eucalipto 20

RESUMEN

Determinar la influencia de aromatizado de los granos de cacao CCN-51 con hojas de eucalipto y cáscara de piña, fue el propósito general del presente estudio. El beneficio de las mazorcas de cacao se siguió las siguientes operaciones: cosecha y selección, reposo, quiebra y desgrane, fermentado, secado, clasificado y almacenado. En la etapa de fermentación del proceso de beneficio el cacao fue aromatizado con cáscara de piña con 5 concentraciones (T_0=0,0%, T_1=0,5%, T_2=1,0%, T_3=1,5%, T_4=2,0%) y hojas de eucalipto (T_0=0,0%, T_1=0,1%, T_2=0,2%, T_3=0,3%, T_4=0,5%). Se ha demostrado que la aromatización influye en el aroma en los granos de cacao. La aromatización con cáscara de piña concentración de 1 % obtuvo el mejor un puntaje de 7,2, en cuanto a las hojas de eucalipto concentración de 0,3% obtuvo un puntaje de 5,8 en la escala del perfil sensorial. El tratamiento T_2 con una concentración de 1% de cascara de piña presenta menor índice sensorial de amargor y posee a favor mayores valores en los atributos nuez y frutal comparado a la muestra sin cáscara de piña. Y el tratamiento T_3 con una concentración de 0.3% de hojas de eucalipto presenta mayor atributo a floral y nueces, pero valores de cero en el atributo afrutado, por ello el puntaje es menor en comparación con el tratamiento T2 con la concentración de 1% con cascara de piña.

Palabras clave:

Theobroma cacao, Aromatizado, CCN-51, *Ananas comosus*, *Eucayptus globulus*

ABSTRACT

The general purpose of the present study was to determine the influence that eucalyptus leaves and pineapple peels had on CCN-51 cacao beans. The processing of the cacao pods was done using the following operations: harvesting and selection, resting, breaking and shelling, fermeting, drying, classifying, and storing. During the fermentation stage of the processing the cacao was flavored with pineapple peels at five concentrations (T_0=0.0%, T_1=0.5%, T_2=1.0%, T_3=1.5%, and T_4=2.0%) and with eucalyptus leaves (T_0=0.0%, T_1=0,1%, T_2=0.2%, T_3=0.3%, and T_4=0.5%) in separate experiments. It was demonstrated that the flavoring influenced the aroma of the cacao beans. The best score on the sensory profile scale was obtained from the flavoring with a 1% concentration of pineapple peels, at 7.2; with respect to the eucalyptus concentration, the best score of 5.8 was obtained with 0.3%. Treatment T_2, with a concentration of 1% pineapple peels, presented the best sensory index for bitterness, and had greater values for the nutty and fruity attributes in its flavor, in comparison to the sample without pineapple peels. Treatment T_3 with a concentration of 0.3% eucalyptus leaves, presented the greatest floral and nutty attributes, but values of zero for the fruity attribute; due to this, the score was lower in comparison to that of treatement T_2, with a 1% concentration of pineapple peels.

Keywords:

Theobroma cacao, flavoring, CCN-51, *Ananas comosus*, *Eucayptus globulus*

I. INTRODUCIÓN

El cacao es muy productivo y rentable en toda la Amazonía peruana, con una demanda muy exigente en el mercado nacional e internacional especialmente aquellos que tienen características aromáticas superiores, para ello es importante garantizar la calidad aromática con un adecuado beneficio, donde las operaciones más importantes garanticen la calidad física y organoléptica para obtener un chocolate de buena calidad que el mercado exige.

El proceso de beneficio para el cacao se inicia con la recolección de las mazorcas en estado de madurez óptima y termina con el secado de los granos ya fermentados. Los granos de cacao son sometidos a una fermentación donde obtiene características físicas, químicas y sensoriales que eleva la calidad de un buen chocolate.

Como sabemos el clon CCN-51, tiene bajo nivel aromático, por ese motivo su requerimiento es muy limitado por la industria chocolatera, pero se pueden incrementar las características aromáticas utilizando aromatizantes naturales para poder mejorar las características sensoriales, los cuales serán orientados a satisfacer la demanda del consumidor el cual exige calidad.

Las Asociaciones, Cooperativas y agricultores cada día están tratando de mejorar dichas características sensoriales con diferentes metodologías, es por ello por lo que en este trabajo de investigación se espera mejorar dichas características planteando el siguiente objetivo:

Objetivo general:

Determinar la influencia de aromatizado de los granos de cacao CCN-51 con hojas de eucalipto y cáscara de piña.

Objetivos específicos:

- Evaluar la concentración de aromatizantes naturales de Eucalipto y cáscara de piña durante el proceso de fermentación de los granos de cacao CCN-51.
- Evaluar las características aromáticas de los granos y licor de cacao.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del cacao

El cacao se origina en las regiones de selva tropical de América tropical desde Perú hasta México. El cacao tiene alrededor del 80% de su constitución en la corteza y el 20% restante incluye semillas, pulpa y otros constituyentes. El principal uso del cacao es en la producción de chocolate. Otros productos, como los cosméticos, también utilizan esta fruta como materia prima. En la industria del chocolate, el proceso comienza con la recolección de la fruta, la eliminación de la pulpa y la semilla, la fermentación (una serie de reacciones que conducen al desarrollo del sabor y aroma del chocolate), el secado y el tostado (de Souza et al., 2018).

2.1.1. Clasificación taxonómica

Familia de las esterculiáceas, clase Dicotiledónea, orden Malvales, género Theobroma. Su nombre científico *Theobroma cacao L*. le fue dado en 1758 por el botánico Carlos Linneo, que significa en griego "alimentos de los dioses". Gustavo Bernouille botánico suizo. en 1869 realizó la primera clasificación de las plantas familiarizadas con el cacao en Guatemala. En 1964 el biólogo español José Cuatrecasas Arumi clasificó un total de 22 especies de Theobromas (Romero, 2016).

2.1.2. Características botánicas

La planta del cacao crece hasta una elevación de 8 a 10 metros una vez que cuenta con sombra de árboles forestales elevados. La mazorca del cacao es parecida a la del pepino, mide entre 15 a 25 centímetros de largo, 8 a 10 centímetros de diámetro, una cáscara carnosa de 20 mm de grosor y pesa entre 300 a 400 gramos. La mazorca tiene entre 25 a 50 semillas cubiertas de una pulpa gelatinosa y agridulce, llamada mucilago, que tiene un elevado nivel de azúcares. Las semillas, que son de sabor amargo son fermentadas y secadas, éstas se transforman en el grano del cacao (Romero, 2016).

2.1.3. Variedades de cacao

De los aproximadamente 101 a 155 tipos y orígenes (genotipos) de *Theobroma cacao L*., solo se cultivan tres grupos principales y sus cultivares, en gran parte basados en las características y rasgos morfológicos de los granos. Estos son criollo, forastero y trinitario (Lerceteau et al., 1997).

2.1.3.1. Criollo

El árbol criollo y sus cultivares son originarios de América Central y del Sur, así como de las islas del Caribe y Sri Lanka. Por lo general, producen vainas de frutas rojas o amarillas, aunque algunas también son verdes o blancas (sus granos tienen un tono blanco rosado), mientras que el sabor de los granos ha sido descrito como delicado pero complejo con notas especiadas y afrutadas (Henderson et al., 2007). De hecho, a pesar de que producen un grano relativamente suave y delicado, el criollo es considerado, entre muchos, como el más fino de los granos de cacao que existen y, de hecho, es muy apreciado como ingrediente en los chocolates más finos (Argout et al., 2011).

2.1.3.2. Forastero

Las vainas inmaduras son verdes, se vuelven amarillas al madurar, discretamente surcadas, superficie lisa, extremos redondeados o puntiagudos, pared de la vaina gruesa, semillas aplanadas, cotiledones frescos profundamente pigmentados y de color violeta oscuro, dando un producto astringente. Los árboles dan altos rendimientos y son resistentes. La calidad no es comparable con el criollo. Los frijoles tardan de 5 a 6 días en fermentar (Nair, 2010). Forastero puede haberse originado en el Alto o Bajo Amazonas, la cuenca del Orinoco o las Guayanas. Ahora ocurre en todos los trópicos, pero la mayoría de las cosechas provienen de Ghana, Costa de Marfil, Santo Tomé, Togo, Nigeria, Brasil, Indonesia y Malasia (Gardea et al., 2017).

2.1.3.3. Trinitario

Los árboles Trinitario se cultivaron originalmente en Trinidad, actualmente también se cultivan en Venezuela y Ecuador, Camerún, Samoa, Sri Lanka, Java y Nueva Guinea. Este tipo es cada vez más popular gracias a su riqueza aromática (Oracz et al., 2015). Es básicamente un híbrido de cruces Criollo y Forastero y, en consecuencia, produce cacaos con sabores especiales. Por último, pero no menos importante, está lo que se conoce como "Nacional", que solo se cultiva en Ecuador y es reconocido por tener un carácter floral mejorado. Aunque el tipo de frijol juega un papel importante en la determinación del sabor, el sabor final del chocolate es consecuencia de una serie compleja de reacciones químicas que comienzan desde el momento en que se cosechan los granos hasta el momento en que se procesan en chocolate terminado (Vega & Kwik-Uribe, 2012).

2.1.4. Origen del cacao CCN-51

Muchas décadas de mejoramiento del cacao han ayudado a obtener cultivares con características de tolerancia a enfermedades, adaptabilidad a diferentes

condiciones edafoclimáticas y mayores rendimientos. En Ecuador, como resultado de varios programas de mejoramiento, se obtuvo el clon CCN 51, que se expandió paulatinamente por las regiones productoras de cacao de Ecuador, Colombia, Brasil y Perú. Reconocido por su alto rendimiento y adaptabilidad a diferentes regiones y ambientes, se ha convertido en uno de los clones más populares para programas de mejoramiento y cultivo en todo el mundo (Jaimez et al., 2022).

2.1.5. Descripción morfológica del cacao CCN-51

El tamaño del fruto es grande, de forma Alargada (elíptica), de aspecto rugoso, cuyo color en estado inmaduro es rojo, con semillas de tamaño mediano, cada fruto tiene de 35 a 55 semillas y el color del cotiledón morado (Mendoza, 2000).

2.2. Beneficio del cacao

El sabor del cacao y el chocolate se genera a través de varios pasos de procesamiento, siendo los más importantes la fermentación posterior a la cosecha y el secado de las semillas de cacao, el tostado del cacao crudo y el proceso de conchado de chocolate (Ziegleder, 2017).

2.2.1. Cosecha

Cuando maduran, la mayoría de las mazorcas cambian de color, generalmente de verde o rojo a amarillo o naranja. Se cortan a mano de los troncos y ramas. No todo el cultivo madura al mismo tiempo, por lo que la cosecha debe llevarse a cabo durante un período de varios meses. Las mazorcas normalmente se cosechan cada 2 a 4 semanas. La recolección frecuente reduce las pérdidas causadas por la polilla barrenadora del cacao, las ratas, las ardillas y los monos. También permite a los agricultores desinfectar la plantación eliminando las vainas enfermas y reduciendo así el impacto de las enfermedades (Fowler & Coutel, 2017).

2.2.2. Quebrado

Esta operación debe realizarse preferentemente con machetes sin filo, también puede realizarse golpeando las mazorcas entre si (Isla & Andrade, 2009). El quebrado es más seguro para el operario y para el fruto cuando se realiza sin machete u otra herramienta cortante, se evita accidentes y daños en el fruto que podría ser invadida por hongos e insectos (Avila et al., 2013).

2.2.3. Fermentación

El cultivo de cacao, la técnica de cosecha y el tratamiento posterior a la cosecha desempeñan un papel importante en el desarrollo del sabor (Engeseth & Ac Pangan,

2018). La fermentación es un paso inicial de los tratamientos poscosecha. Es una etapa crucial del procesamiento de los granos de cacao que determina la formación de precursores del sabor, la reducción del nivel de amargura y astringencia y el desarrollo del color de los granos de cacao (Afoakwa et al., 2008). El resultado de la fermentación está influenciado por la composición de la pulpa, ya que la levadura y las bacterias la utilizan para desarrollar precursores del sabor (Ho et al., 2014).

En general, el proceso de fermentación se lleva a cabo en las primeras 24 a 36 horas después de la cosecha y apertura de las mazorcas. El proceso de fermentación se divide en 2 fases. La primera fase es una condición anaeróbica, cuando las levaduras, las bacterias y los hongos filamentosos comienzan a fermentar los granos y la pulpa. En esta fase, las levaduras están dominadas por el proceso de fermentación. Las levaduras predominantes son *Saccharomyces cerevisiae, Kluyverymyces marxianus, Saccharomyces exiguous, Candida castelli, Candida saitoana, Candida guilliermondii, Schizosaccharomyces ombe, Pivhia farinose y Torulopsis spp* (Schwan & Wheals, 2004). Las levaduras son capaces de catalizar sacarosa, glucosa y fructosa de la pulpa ácida (pH inferior a 4) y generar el etanol como producto de fermentación (Afoakwa, 2012). La levadura ayuda a la degradación de la pectina que favorece la aireación (Nigam, 2014).

La segunda fase es una condición aeróbica, comienza después de 48 a 96 h y está dominada por bacterias del ácido láctico. ya que la actividad de la levadura es inhibida por la aireación, seguida por la concentración de alcohol y el aumento del pH que provoca el crecimiento de bacterias del ácido láctico. Antes de que finalice esta fase, las bacterias del ácido láctico son reemplazadas por bacterias del ácido acético. Algunas bacterias del ácido acético que se encuentran en esta fermentación son *Acetobacter lovaniensis, Acetobacter rancens, Acetobacter xylinum, Gluconobacter oxydans, Lb. fermento, lb. plantarum, Leuconostoc mesenteroides y Lactococcus (Streptococcus) lactis* (Schwan & Wheals, 2004). El dominio de las bacterias del ácido acético crea una condición ácida que aumenta la masa de cacao que provoca la difusión e hidrólisis de las proteínas en los cotiledones. Las bacterias del ácido acético tienen un papel importante en la formación de los precursores del sabor (Afoakwa, 2012). En la primera fase, se han cambiado algunos compuestos químicos, como la sacarosa parcialmente hidrolizada a azúcares reductores, la proteína se transformó en péptidos y aminoácidos, y algunos polifenoles se hidrolizaron y oxidaron. Luego, la segunda fase se trata más del atributo sensorial, que es la reducción del nivel de astringencia causado por la oxidación de los complejos de proteína-polifenol y la condensación de carbonil-amino (Afoakwa et al., 2008).

El método y la duración de la fermentación del grano de cacao son las principales variables para determinar los precursores del sabor. La descomposición de los azúcares de la pulpa de los granos de cacao después de 72 h da como resultado un nivel creciente de algunos ácidos orgánicos, como el ácido propanoico, el ácido 2-metilpropanoico, el ácido 3-metilbutanoico y el ácido acético (Aculey et al., 2010). Esos ácidos orgánicos son responsables de los compuestos activos del olor en el cacao (Bonvehí, 2005). Además, algunos derivados de aminoácidos se producen durante la fermentación, incluidos 3-metilbutanol, fenilacetaldehído, 2-metil-3- (metilditio) furano, 2-etil-3,5-dimetil- y 2,3-dietil-5-metilpirazina (Taylor & Linforth, 2002). El método apropiado (caja o montón) y la duración durante la fermentación conducen a la formación óptima de precursores del sabor (Afoakwa, 2014).

La duración de la fermentación tiene consecuencias sobre el pH y la temperatura, afectando entonces cierta inactivación de procesos enzimáticos como la inactivación de aminopeptidasa, invertasa y polifenoloxidasa, inactivación parcial de carboxipeptidasa, mientras que la endoproteasa y las glucosidasas permanecen activas. Si la fermentación continúa demasiado tiempo y el valor del pH se vuelve demasiado ácido, algunas de esas enzimas se inactivarán y los precursores del sabor disminuirán (Camu et al., 2008). El grano de cacao sin fermentar tiene un poco de desarrollo de sabor a cacao y chocolate, mientras que los granos de cacao fermentados en exceso están relacionados con un aumento del valor del pH, sabores a jamón y putrefactos, y el grano se oscurece o ennegrece (Afoakwa, 2014). Por lo tanto, se considera una duración óptima de la fermentación de 6 días para la producción efectiva de precursores del sabor (Giacometti et al., 2015).

2.2.4. Secado

Después del proceso de fermentación viene el proceso de secado. El secado de los granos de cacao reduce el contenido de humedad de alrededor del 60 % al 7 % (Afoakwa, 2014) para evitar la sobre fermentación, el daño del grano (Afoakwa, 2012) y la infestación de moho durante el almacenamiento (Kyi et al., 2005). Esta fase permite mejorar el desarrollo del sabor ya que aún continúan algunos cambios químicos iniciados durante la fermentación. Esos cambios químicos durante el proceso de secado también son responsables de los atributos sensoriales, como la reducción de la acidez, el amargor, la astringencia, así como la característica del desarrollo del sabor y el color marrón (Merkus & Meesters, 2013). Cuando el proceso de secado ocurre lentamente, afecta a los granos de cacao de color más pobre y permite que algunos ácidos volátiles disminuyan, lo que resulta en una baja acidez (Zahouli et al., 2010). Si los frijoles se secan rápidamente, se endurece la cáscara y se evita la pérdida de ácido acético, lo que aumenta la acidez (Hashim et al., 1999).

Polifenol oxidasa cataliza activamente las reacciones de oxidación de polifenoles, mejora los nuevos componentes del sabor e induce la formación de color marrón al perder la integridad de la membrana. también reduce dl nivel de amargor y astringencia, así como también desarrolla el color marrón chocolate de los frijoles bien fermentados (Afoakwa, 2016). Generalmente, hay cuatro cambios durante el proceso de secado. Primero, la formación de volátiles por la reacción de pardeamiento no enzimático que afecta la disminución de azúcares reductores. En segundo lugar, durante el primer secado, la disminución de azúcares no reductores indica que la fermentación aún continúa. En tercer lugar, el proceso de hidrólisis de las proteínas del frijol conduce a una disminución de la concentración de proteínas; y cuarto, la existencia de lipasa en los granos de cacao también aumenta los ácidos grasos libres (Afoakwa, 2014).

Los métodos de secado dan diferentes resultados de sabor a chocolate. El método de secado al sol da un fuerte sabor a chocolate (Afoakwa et al., 2008). Por el contrario, el secado artificial puede generar sabores desagradables, como notas ahumadas, a jamón, a goma o a gasolina (Bernaert et al., 2012). Los granos de cacao de buena calidad producidos a partir de granos bien secos visualmente tienen un color marrón, poca astringencia y amargor, y tampoco tienen sabores desagradables. Si el frijol tiene un secado incompleto, producirá sabores desagradables (jamón) y una alta concentración de carbonilo (Afoakwa et al., 2008).

2.3. El Eucalipto

2.3.1. Descripción botánica

Es un árbol forestal alto con flores solitarias que se encuentra en la costa sureste de Tasmania fue descrito como *Eucalyptus globulus* por Labillardiere en 1800. Pronto se descubrió que la especie se encontraba bastante extendida y se cultivaba extensamente tanto dentro de Australia y en el extranjero (KIRKPATRICK, 1974). *Eucalipto globulus Labill*, originaria de Australia, es la especie de madera más extendida por los seres humanos. Hoy en día, se cultiva ampliamente en Europa, África, el sudeste de Asia y en la mayor parte de América del Sur (Viera et al., 2016).

Hay más de 50 especies en el género *Eucalyptus*, incluido *Eucalyptus globulus* (goma azul de Tasmania), *Eucalyptus fruticetorum*, *Eucalyptus pulverulenta Sims* (goma de montaña de hoja plateada) y *Eucalyptus robusta Sm*. (eucalipto robusto, caoba de pantano) (Barceloux, 2008).

Eucalyptus globulus Labill es una especie de hoja ancha de rápido crecimiento con gran adaptabilidad, resistencia a plagas y enfermedades y alto valor económico (Barbosa et al., 2016).

2.3.2. Clasificación taxonómica

El eucalipto pertenece a la familia Myrtaceae, orden Myrtales, clase Magnoliopsida, género eucaliptus, especie globulus.

2.3.3. Composición química

E. globulus contiene alfa-pinenos, endo-fenchol, α-eudesmol, mirceno, canfeno, alfa-felandreno, limoneno y alcanfor (Mworia et al., 2020).

2.4. La Piña

Se cree que un ancestro silvestre (*Ananas comosus* var. ananassoides) de la piña cultivada actual (*Ananas comosus* var. comosus) se originó en América del Sur (probablemente en el área de drenaje del río Paraná-Paraguay, que se extiende a ambos lados del ecuador). La piña domesticada ha sido comercializada y adoptada como un importante cultivo frutícola a escala continental durante más de 3000 años. Después del "descubrimiento" del Nuevo Mundo a fines del siglo XV, la piña se extendió rápidamente por los trópicos (Carr, 2012).

La piña es una fruta comercial de los trópicos y en muchos países tropicales se cultiva durante todo el año. La piña es conocida por la presencia de la enzima proteolítica bromelina en su pulpa. Además, la fruta también es una buena fuente de carotenoides, vitamina C, vitaminas B1 y B2. La fruta ocupa el sexto lugar en términos de producción mundial (Gomez et al., 2022).

2.4.1. Clasificación taxonómica

Ananas comosus, es comúnmente conocida como piña perteneciente a la familia Bromeliaceae. Esta familia de las Bromeliáceas comprende alrededor de 50 géneros y 200 especies. En español se le conoce como pina; en portugués como abacaxi; como ananas en holandés y francés, y como nanas en el sur de Asia (Yuris & Siow, 2014). *A. comosus* es originaria de América del Sur y su recolección es importante por su participación en la producción mundial de frutas tropicales. Los productores famosos son China, India, Costa Rica, Brasil, Tailandia, Filipinas, Indonesia, Nigeria y Colombia (Debnath et al., 2021).

2.4.2. Características fisicoquímicas de la pulpa de piña

La piña (*Ananas comosus*) es una fruta ampliamente consumida que se cultiva en muchas regiones tropicales y subtropicales (Debnath et al., 2021). La piña y sus derivados son conocidos por su agradable aroma y sabor. La fruta es rica en ciertas vitaminas,

minerales, polifenoles antioxidantes y otros fitoquímicos (Mohd Ali et al., 2020). Aproximadamente el 60 % de la piña fresca es comestible, lo que da como resultado que entre el 45 y el 55 % de la masa de fruta fresca se deseche como desecho en las operaciones de procesamiento comercial (da Silva et al., 2013).

2.4.3. Variedad Cayena lisa

Es una variedad que se caracteriza por tener porte vigoroso, de hojas sin espinas de color verde morado, de pedúnculo corto y grueso. Su fruto es de forma cilíndrica y cónica dependiendo del manejo; de pulpa amarillo cremoso y fibroso, de buena apariencia externa; en promedio tiene 15 grados brix y es muy aceptado en el mercado; orientada al consumo en fresco y en la industria.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

Laboratorio de control de calidad de la Cooperativa Agroindustrial Cacao Alto Huallaga (CAAH) ubicada en el distrito de Castillo Grande y el laboratorio de calidad de la Cooperativa Agraria Cafetalera Divisoria (CACD), situadas en distrito de Luyando, ambas locaciones pertenecen a la provincia de Leoncio Prado en la Región Huánuco Perú.

3.2. Materia Prima

El cacao CCN-51 (*Theobroma cacao L.*) se obtuvo de los socios de Cooperativa Agroindustrial Cacao Alto Huallaga. Los aromatizantes tales como el eucalipto y la piña variedad cayena lisa fueron obtenidos en el mercado de abastos de la ciudad de Tingo María.

3.3. Materiales y Equipos

3.3.1. Materiales de laboratorio

Se utilizó probetas, matraces, vasos de precipitados, pipetas de diferentes volúmenes y otros materiales de laboratorio.

3.3.2. Materiales de proceso

Durante el proceso se utilizó, termómetros, machetes sin filo, Cajones fermentadores, sacos de yute, tarimas, herramientas de madera como mazos, palas y rastrillos.

3.3.3. Equipos de laboratorio

Balanza de precisión marca Ohaus, modelo AP210S. Balanza analítica de 210 g, modeloTimberline Tp-214, marca Denver Instrument. Refractómetro de mesa tipo ABBE – Hungría, 0 a 100 ºBx. pH-metro con rango de pH de 0 -14, modelo Orion 4 Star, marca Thermo. Cocina eléctrica doméstica, molino marca RETSCH, guillotina para cortar granos de cacao, Descascarillador.

3.3.4. Reactivos

Agua destilada, alcohol Etílico de 96º, hidróxido de Sodio al 0,1N y fenolftaleína al 0,1%.

3.4. Métodos de análisis

3.4.1. Medida de la temperatura de la masa de cacao

Método desarrollado por Portillo et al. (2005)

3.4.2. Análisis fisicoquímico

Se realizó los análisis de Humedad, acidez y pH, métodos dados por la AOAC (931.04, 942.15 y 970.21 respectivamente).

3.4.3. Evaluación física de los granos fermentados y secos

Se evaluó mediante la prueba de corte norma técnica peruana, NTP ISO 1114:2006.

3.4.4. Evaluación sensorial del licor de cacao

Fue evaluado de acuerdo con la metodología desarrollada en el Área de Control de Calidad de la CACD.

3.5. Metodología experimental

3.5.1. Beneficio del cacao CCN-51

Se realizó mediante el siguiente flujograma de operaciones:

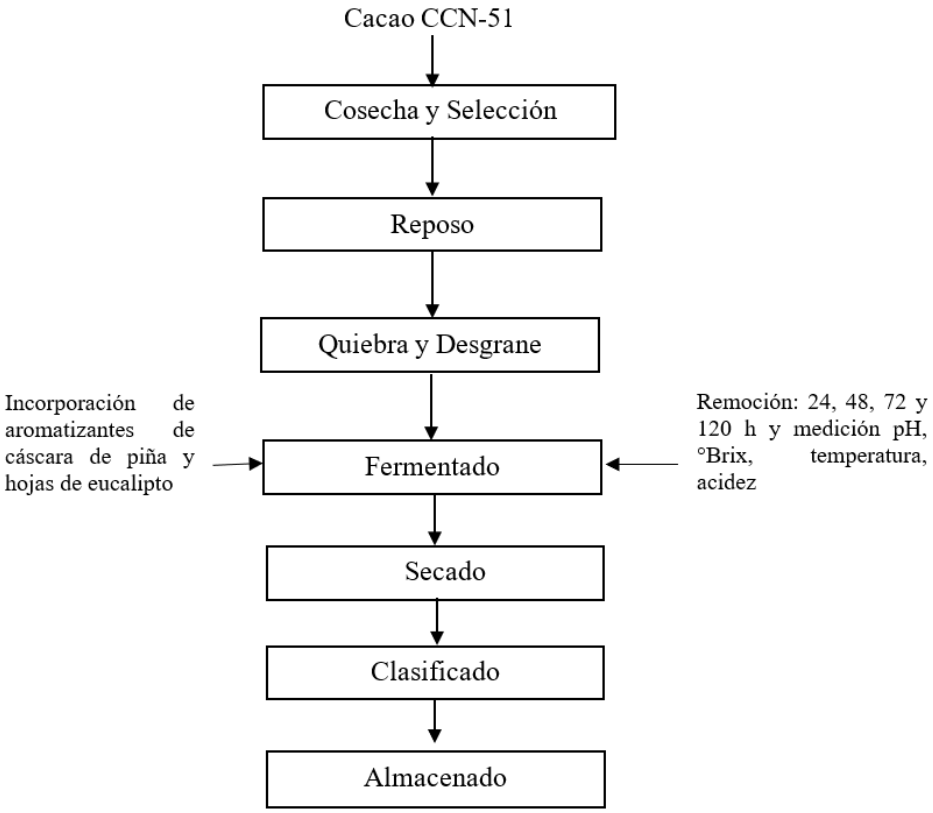

Figura 1. Operaciones unitarias en proceso de beneficio de cacao CCN-51

En el beneficio cacao evaluamos las siguientes operaciones:

Fermentación

Llevado a cabo mediante fermentadores de madera tipo escalera con las siguientes dimensiones 0,40 m x 0,60 m x 0,50 m y una capacidad de 20 kg de masa de cacao en mucílago. Cada lote es cubierto con hojas de plátano y costales de yute, también es removido después de 24, 72 y 120 horas utilizando remos de madera.

En la primera remoción se incorpora los aromatizantes (eucalipto y piña) a las concentraciones planteadas, y se realizaron los análisis de ºBrix, pH, acidez, temperatura en la masa del cacao y temperatura ambiental, todos los días.

Secado

Se realizó en el módulo de secado el cual cuenta con techo de calaminas blancas y transparente, con tarimas y con mallas tipo rashell. Durante el secado se efectuó remociones a cada hora con un rastrillo de madera para que los granos obtengan un secado homogéneo, hasta obtener un promedio de 7 % de humedad en cada uno de los tratamientos evaluándose al final del secado el pH, acidez, humedad e índice de fermentación de los granos secos mediante la prueba de corte.

3.5.2. Evaluación del aromatizado en la fermentación

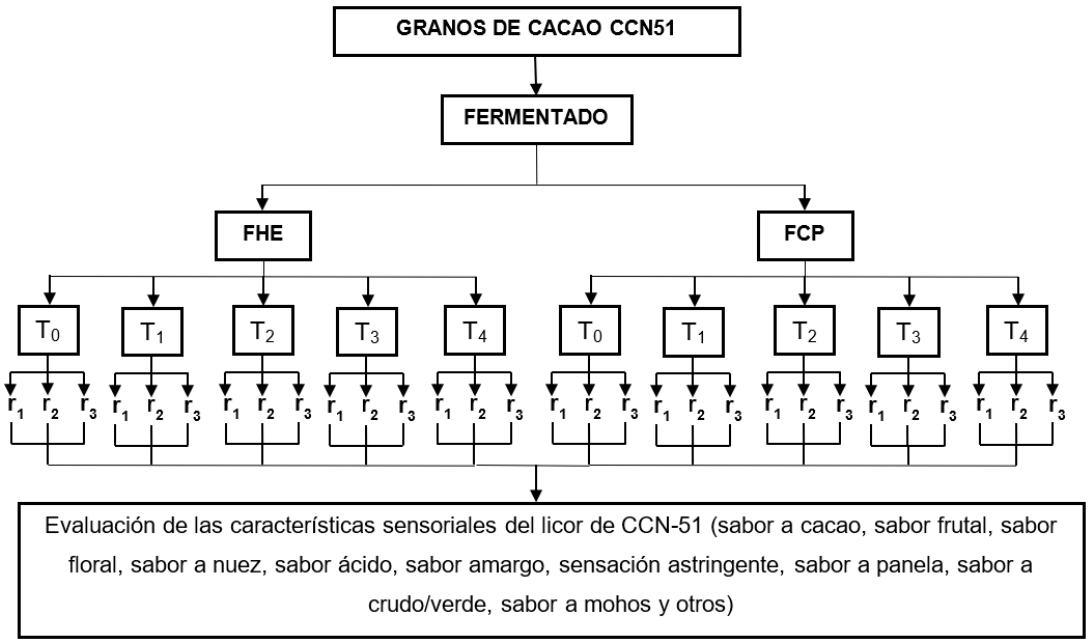

Figura 2. Diseño experimental para medir el efecto de los aromatizantes en los atributos sensoriales de los granos de cacao CCN-51

FHE: Fermentado con hojas de eucalipto

Concentraciones T_0: 0,1%; T1: 0,2%; T2:0,3%; T3: 1,5% y T4: 0,5%

FCP: Fermentado con cáscara de piña

Concentraciones T_0: 0,0%; T1: 0,5%; T2:1,0%; T3: 1,5% y T4: 2,0%

3.5.3. Métodos de análisis durante la fermentación y secado

Acidez

Los granos fueron triturados con la ayuda de un mortero y pilón, se tomó 5 g de muestra y 45 mL de agua destilada, luego se agitó y se mantuvo en reposo por 10 minutos. Se extrajo 10 mL a un matraz donde se agregó 3 gotas de fenolftaleína al 0,1% de concentración.

La titulación se realizó con hidróxido de sodio 0,1 N. Los resultados fueron expresados en ácido acético y se determinaron mediante la fórmula:

$$\%\ acides\ acética = \frac{Gasto\ de\ titulación\ x\ Normalidad\ x\ mEq\ de\ Acido\ Acético\ x100}{Volumen\ de\ la\ muestra}$$

pH

Se utilizó un pH-metro calibrado con solución buffer, cada tratamiento fue medido por triplicado y las muestras fueron tomadas a 0, 24, 48, 72, 96, 120 horas de fermentado. Asimismo, se evaluó el pH al final del secado.

Grados Brix

Mediante un refractómetro se realizó diariamente las mediciones de los grados brix durante todo el proceso de fermentación del cacao CCN-51 aromatizados con cascara de piña y hojas de eucalipto.

3.5.4. Métodos de análisis durante la fermentación

Temperatura

Los registros de temperatura se realizaron en tres niveles del cajón fermentador cada 24 horas en todos los tratamientos.

Índice de fermentación

Se realizó mediante el método del cuarteo, en cada tratamiento se utilizó 100 granos, utilizando la prueba de corte separamos granos en función del color y grietas formadas internamente: granos bien fermentados, violetas, parcialmente violetas, pizarrosos o mohosos.

3.5.5. Evaluación sensorial

La preparación y catación del licor de cacao CCN-51 se realizó por el personal encargado del Área de Control de Calidad de la CACD, como se describe a continuación:

Pesado. Se tomó 250 g de caco seco

Tostado. Realizado a 115 °C por 30 minutos sobre una malla metálica

Descascarillado. El objetivo es separar la cascarilla del cotiledón, se realizó manualmente.

Molido. Se realizó manteniendo la temperatura menor a 50 °C, obteniéndose así el licor de cacao.

Conchado. Se realizó en una conchadora (capacidad 5 kg) hasta alcanzar 22 a 18 micras de fineza.

Almacenado. En refrigeración, previamente envasados en frascos de plástico.

Atemperado. Se utilizó vasos de precipitación y agua caliente a 55 °C aproximadamente.

Personal entrenado de la CACD realizaron la catación del licor de cacao utilizando su propia metodología. Previamente atemperaron hasta obtener una consistencia fluida y luego por triplicado de cada tratamiento realizaron la evaluación sensorial como se indica a continuación:

0 : ausente
1 – 3 : ligeramente presente
3 – 5 : moderadamente presente
5 – 7 : fuertemente presente
7 – 8 : muy fuerte
8 – 10 : intenso

3.6. Análisis estadístico

El efecto de los aromatizantes agregados durante el proceso de fermentación de los granos de cacao CCN-51 fue medido mediante el diseño completo al azar (DCA); teniendo en cuenta 2 factores (hojas de eucalipto y cáscara de piña) con 5 niveles cada uno (concentración), cada tratamiento se analizó por triplicado.

$$Y_{ijk} = U + A_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : Atributo sensorial (sabor a caco, sabor frutal, sabor floral, etc.)

U : Media global

A_{ij} : Efecto del aromatizante (hojas de eucalipto o cáscara de piña)

E_{ijk} : Error experimental

La prueba de medias fue realizada mediante la prueba de Tukey con 5% de significancia.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Evaluación del aromatizado durante la fermentación y secado

4.1.1. Grados Brix

Los sólidos solubles disminuyen durante el proceso de fermentación de los granos de cacao CCN-51 aromatizados con cáscara de piña y hojas de eucalipto (Figura 3).

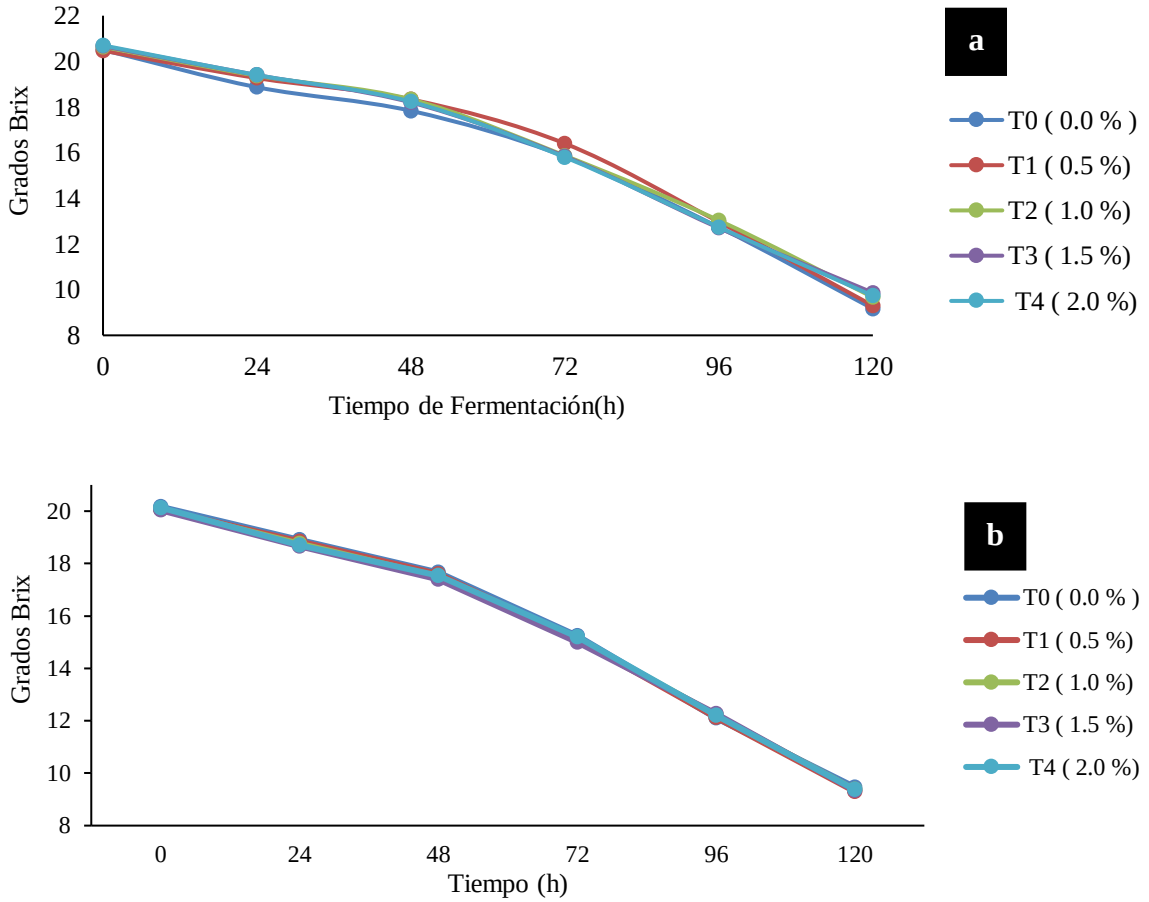

Figura 3. Descenso de los grados brix durante la fermentación de granos aromatizados (a) cáscara de piña, (b) hojas de eucalipto

Como se indicó anteriormente los sólidos solubles tienden a descender conforme transcurre la fermentación (Figura 3); esto se debe a que los azúcares son transformados en alcohol por las levaduras que generalmente son del género *Sacharomyces sp*., *Bitabacterium sp* entre otras (Natividad, 2007).

Los valores de grados brix al cuarto día son similares a los reportados por Vidal (2013) quien registró los valores de 12,17 y 12,33 grados brix aromatizado con hierba luisa y cáscara de naranja.

Abarca (2010), reportó 13,43 y 12,18 grados brix en la variedad complejo nacional por trinitario, tomados en la pulpa y testa del grano de cacao provenientes del sector Taura y Cone. También fueron determinados los grados brix de cacao amelonado provenientes de Cumboto y Cuyaga Ecuador; 7,86 y 14,89 °Brix respectivamente (Álvarez et al., 2010). Esta información hace suponer que el genotipo y la procedencia de cacao influye en el contenido de sólidos solubles.

4.1.2. pH

El análisis estadístico del pH durante el proceso de fermentación muestra diferencias significativas ($p<0,05$). El pH inicialmente muestra un ascenso hasta la primera remoción, en esta etapa la fermentación anaeróbica con producción de alcohol a partir del mucílago de cacao, posteriormente se produce una caída de la cura debido a la acidez acética generada a base de la oxidación del alcohol (Figura 4).

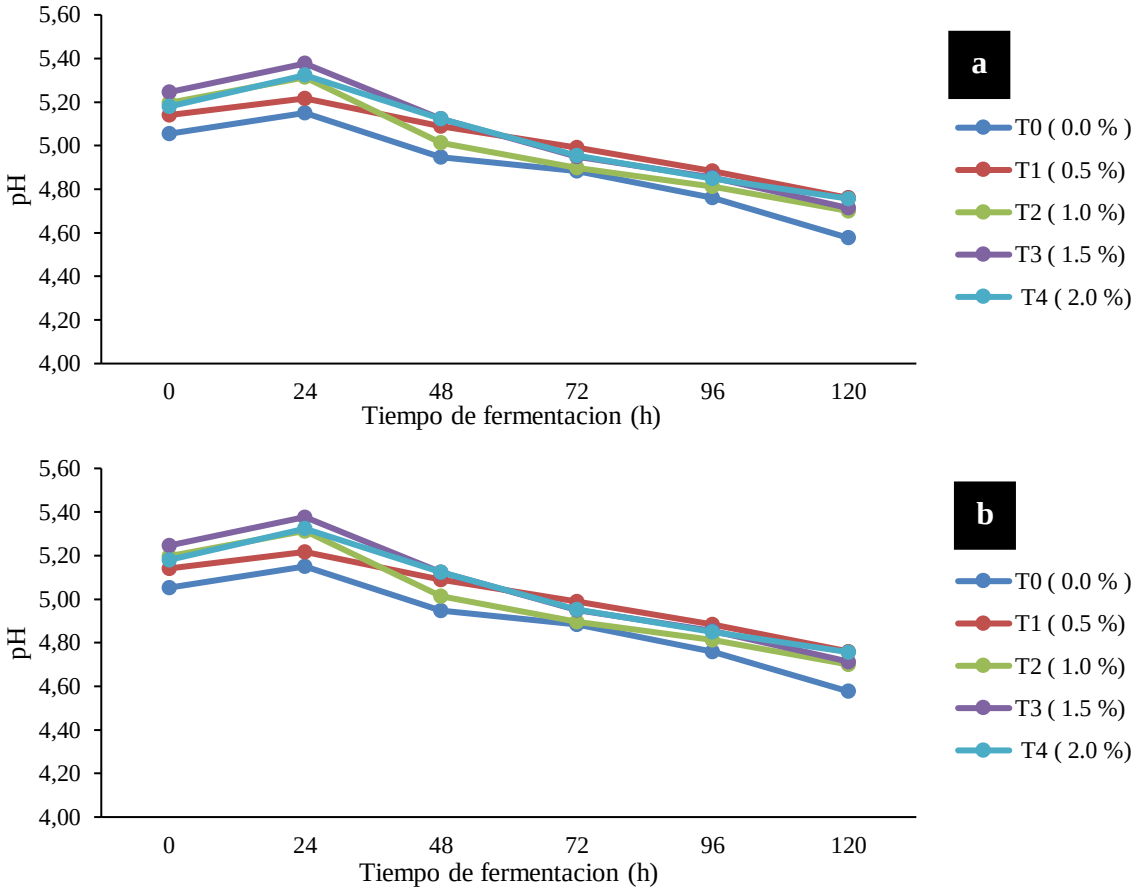

Figura 4. Valores de pH a lo largo del proceso de fermentación de cacao aromatizado con (a) cáscara de piña, (b) hojas de eucalipto

Fernández et al. (2012), reportó que al final de la fermentación de cacao CCN-51, el pH de cotiledón fue de 5,02. Este reporte está muy próximo a los valores de pH

entre 5,2 a 5,4 determinados al finalizar el secado tanto en la aromatización con cascara de piña y hoja de eucalipto.

Álvarez et al. (2010), investigaron el pH en la fermentación completa de cacao trinitario reportando valores entre 5,37 a 5,59, estos valores son menores al compararlos con fermentación de cacao de variedad ICS-6. Durante el secado de cacao el valor de pH puede aumentar de 4,6 a 5,1 (Zambrano et al., 2010).

4.1.3. Acidez titulable

En general la acidez titulable se incrementa conforme transcurre el tiempo de fermentación (Figura 5). Los porcentajes de acidez acética al final del proceso de fermentación oscilan entre 1,94 a 2% en todos los tratamientos. Fernández et al. (2012) obtuvo resultados similares al final de la fermentación 2,04 y 2,33% en ácido acético en cacao CCN-51 y ICS-6 respectivamente. Portillo et al. (2005), reportó acidez titulable en cacao sin fermentar de 2,92% y de 5,63% para cacao fermentado. Las diferencias pueden justificarse a dos factores como la variedad y la tecnología empleada en el proceso de fermentación. Por otro lado, los valores de acidez están en le rango de 0,07 a 0,09% después del secado.

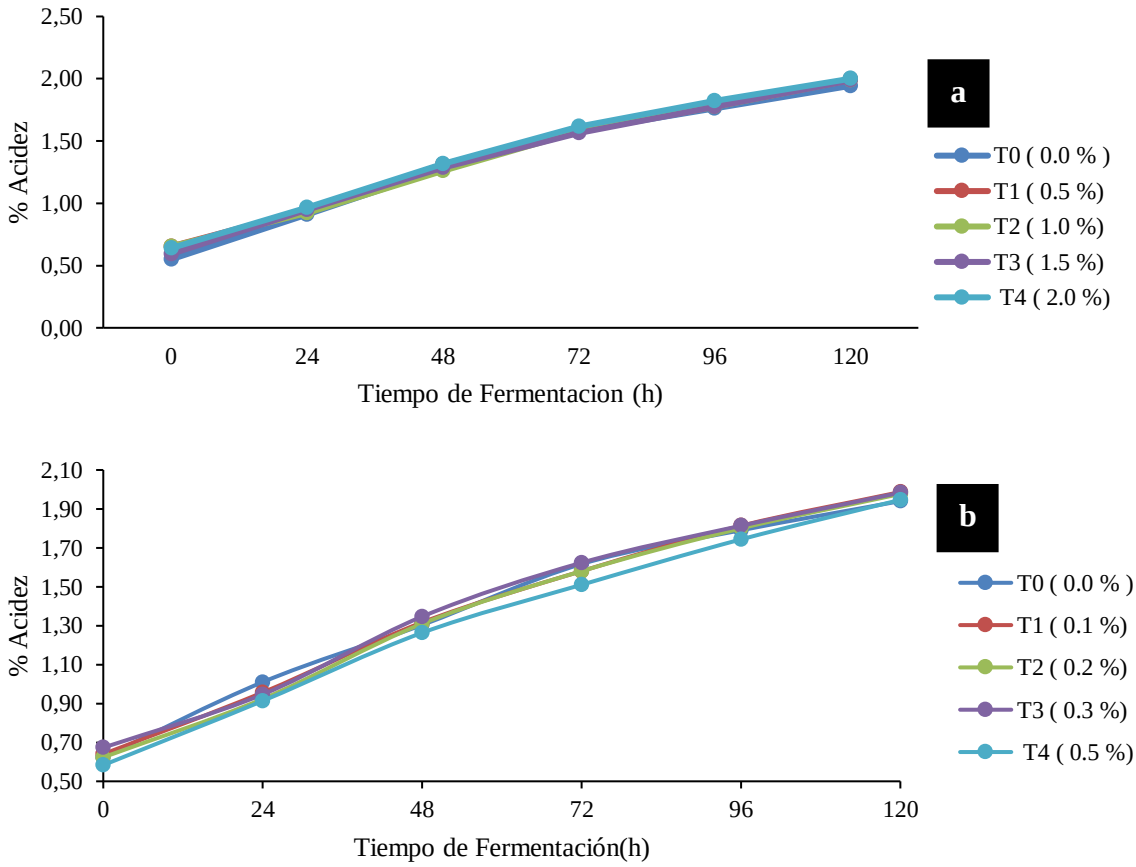

Figura 5. Comportamiento de la acidez titulable durante el proceso de fermentación de cacao aromatizado con (a) cáscara de piña, (b) hojas de eucalipto

4.2. Evaluación del aromatizado durante la fermentación

4.2.1. Temperatura

Todos los tratamientos muestran incremento de la temperatura durante el proceso de fermentación alcanzando sus valores más altos a las 72 horas (Figura 6).

Fernández et al. (2012), informó que la temperatura de fermentación alcanza 44,6 °C en cacao CCN-51, influyendo de manera significativa en el índice de fermentación. Según Mendoza (2000), el segundo día de fermentación comienza la producción de ácido acético, la cual produce el incremento de la temperatura.

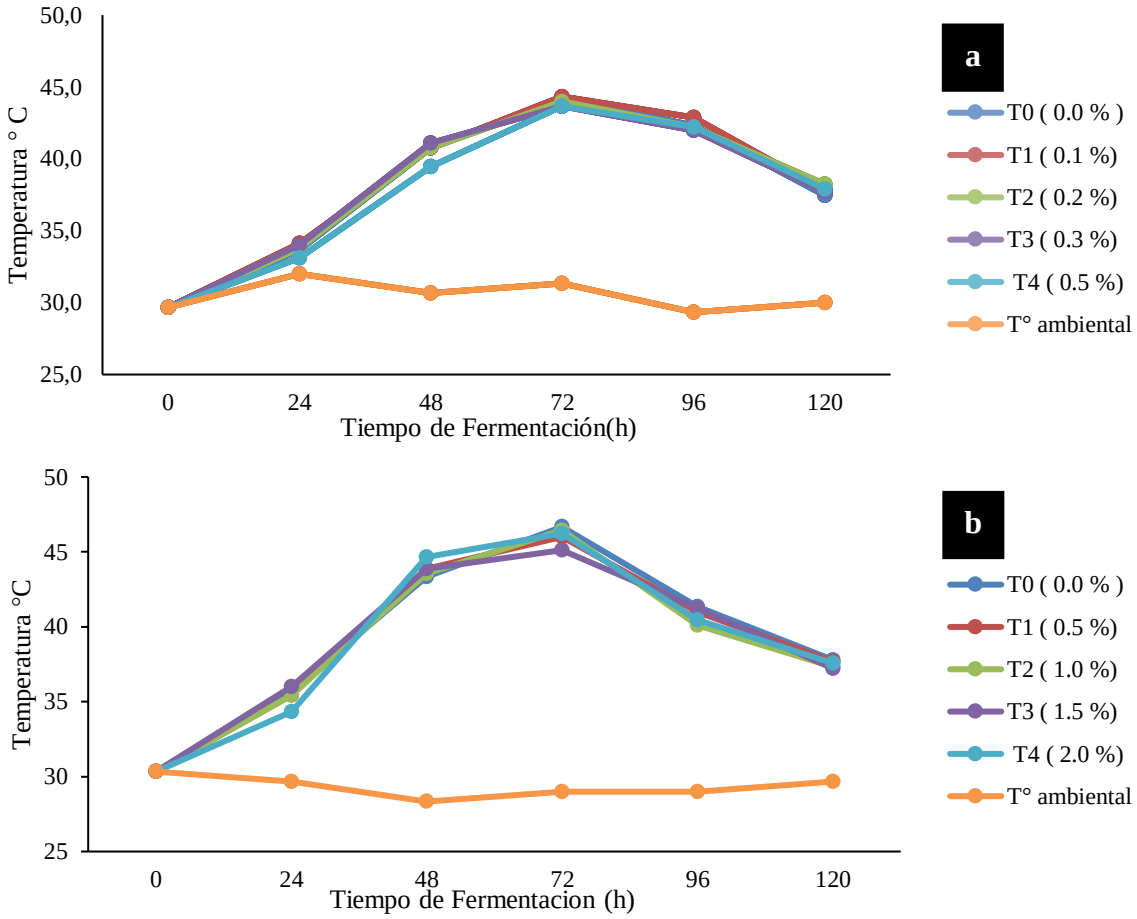

Figura 6. Proceso fermentativo del cacao CCN-51, se muestra la evolución de la temperatura (a) hojas de eucalipto (b) cáscara de piña

Transcurridos cuatro días de fermentación hay escasa presencia de actividad microbiana manifestando un descenso de temperatura del medio de fermentación (Portillo et al., 2005).

Iniciada la fermentación la temperatura de la masa mucilaginosa mezcladas con los granos de caco oscila entre 45 y 50 °C, posteriormente la temperatura

desciende y vuelve a incrementarse hasta alcanzar los 48 y 50 °C, la muerte del embrión se produce a 45 °C iniciándose así cambios bioquímicos que conllevaran la síntesis de precursores de sabor y aroma a chocolate (Amores et al., 2009). La caída de la temperatura es ocasionada por la reducción del crecimiento en la microflora predominante, por lo tanto la temperatura desciende a 40 °C aproximadamente (Senanayake et al., 1997).

El incremento de la temperatura es ocasionado por el calor producido en la oxidación del etanol acetato y de la transformación de acetato a dióxido de carbono y agua (Senanayake et al., 1997).

4.2.2. Índice de fermentación

Fernández et al. (2012), informó que el índice de fermentación para cacao CCN-51 es de 81,8%. Bravo (2012), fermentó granos de cacao en cajones entre 0 y 72 horas, registrando índice de fermentación entre 77,0 ± 1% a 83,0 ± 1%. Carrillo (2011), señala que índice de fermentación entre las 168 y 192 horas fue de 79,0 ± 1% y 89,0 ± 2% respectivamente. Portillo et al. (2005), estudió la fermentación de cacao criollo determinó valores de índice de fermentación de 65,41%. Los índices de fermentación reportados aquí corresponden a 80,7 a 82,3% en promedio para cada tratamiento (Figura 7), estos valores están cerca de los reportados en trabajos previos.

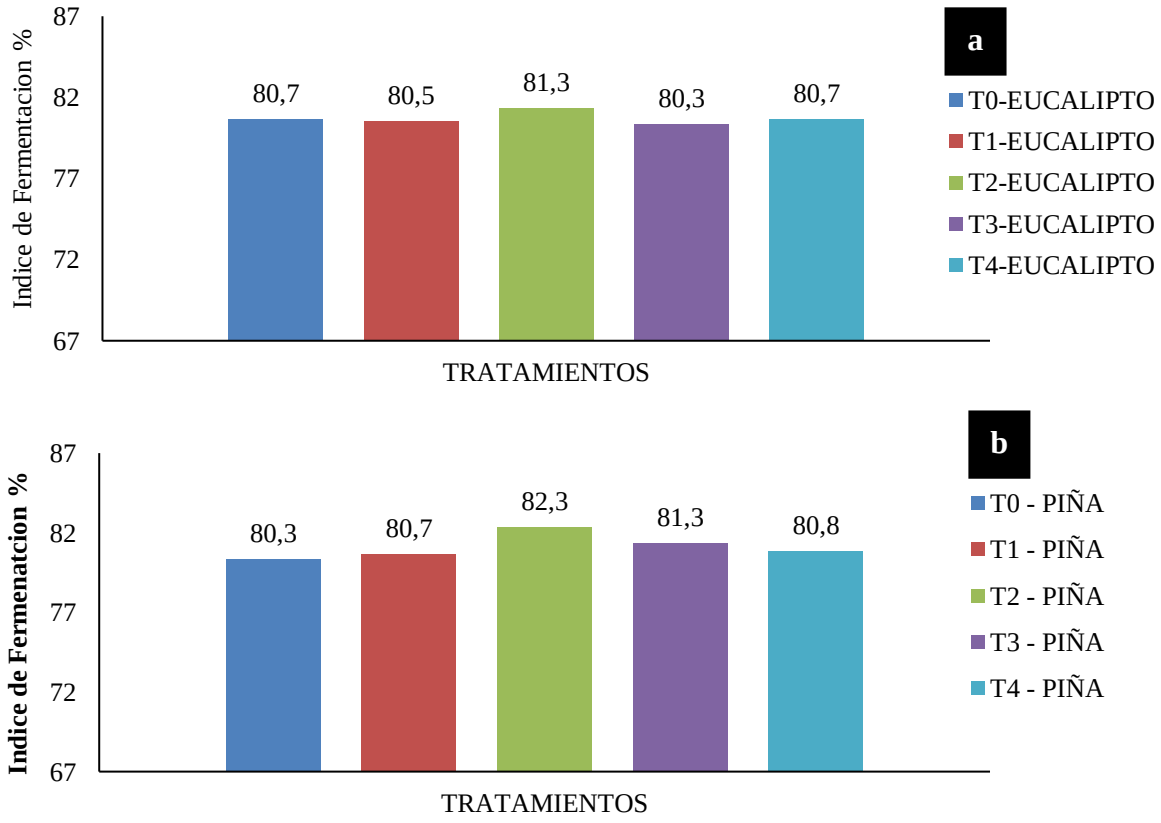

Figura 7. Índice de fermentación del cacao CCN-51, aromatizado con diferentes concentraciones (a) cascara de piña, (b) hojas de eucalipto

Se observó que los factores que el volumen fermentado y las técnicas de fermentación tienen influencia en el proceso de fermentación, nuestros resultados también se asemejan a los reportados por Gutiérrez-Correa (2012) cuyo índice de fermentación determinado fue de 85,7% y Torres et al. (2004) reportó 81,55% para mazorcas de aguante (sin almacenamiento antes del desgrane).

En general los valores reportados en la literatura sobre el índice de fermentación de cacao se debe a la polifenoloxidasa quien responsable de la oxidación de polifenoles y posterior condensación de proteínas (Nogales et al., 2006).

4.3. Evaluación sensorial del licor de cacao

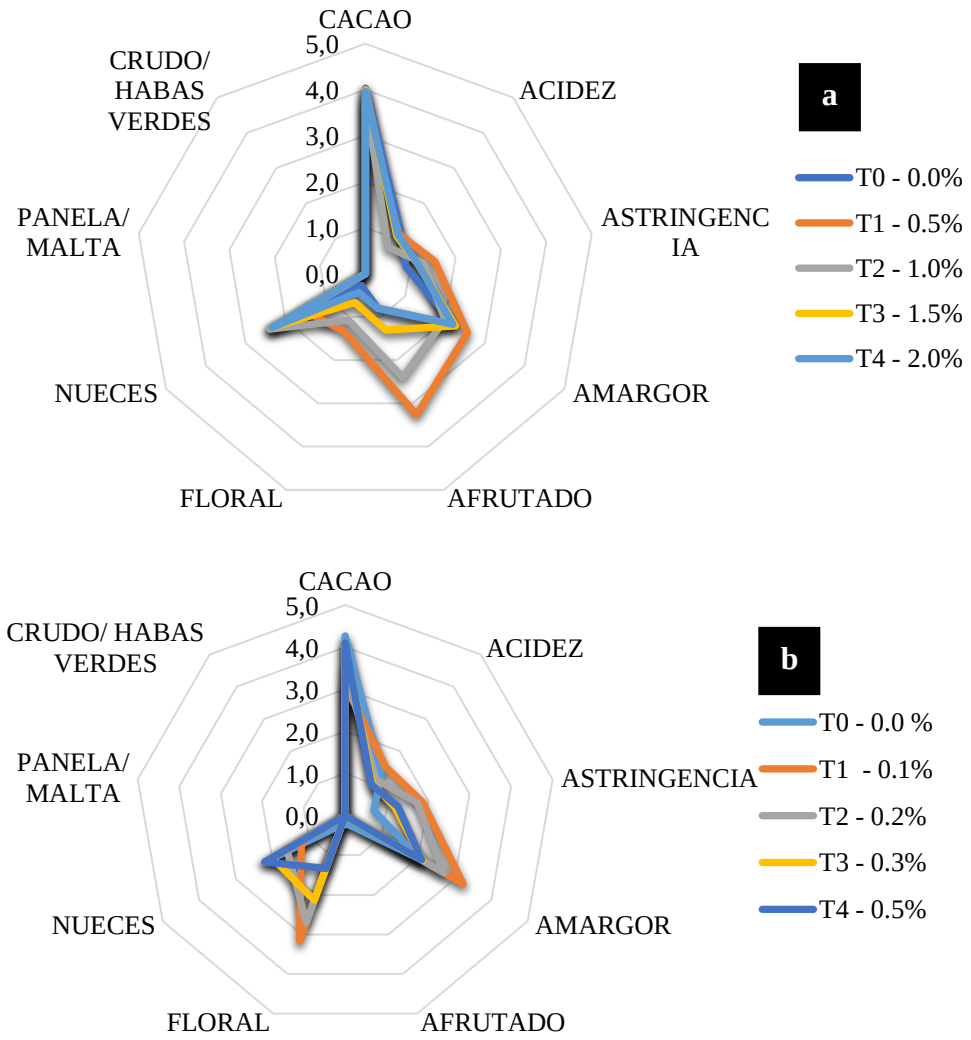

Figura 8. Perfil sensorial del licor de cacao CCN-51 aromatizado con (a) cáscara de piña y (b) hojas de eucalipto

4.3.1. Sabor a cacao

Se analizó este atributo para ambos tipos de aromatizado, la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis mostró diferencias significativas entre los tratamientos realizados con aromatizado de cascara de piña y hojas de eucalipto ($p<0,05$) (Anexo-II). Luna et al. (2002), señala que el tiempo de fermentación contribuye incrementando el desarrollo del sabor a cacao.

4.3.2. Sabor ácido

De acuerdo con los resultados podemos afirmar que tanto el aromatizado con cascara de piña y hojas de eucalipto tienen influencia significativa ($p<0,05$) sobre el sabor ácido de los granos de cacao CCN-51 (Anexo-III).

Se encontró valores de acidez ente 0,8 a 1,2 para cacao aromatizado con cascara de piña y 1 a 1,5 para caco aromatizado con hojas de eucalipto. Se ha reportado acidez de 0,8 en cacao porcelana (González et al., 1999). Durante el proceso de fermentación del grano de cacao acentúa el sabor final influenciada por la acidificación que se produce (Rohsius et al., 2006).

4.3.3. Sensación de astringencia

El aromatizado con cascara de piña y hojas de eucalipto tienen influencia significativa en el desarrollo de la sensación de astringencia ($p<0,05$) en el licor de cacao CCN-51 (Anexo-IV).

El puntaje más alto en los aromatizados con cáscara de piña y hojas de eucalipto se aprecia en el tratamiento T1 en ambos casos, 1,5 y 1,9 respectivamente (Figura 8), al respecto Meza (2011) reportó valores sensación de astringencia de granos fermentados en cajones de forma cuadrada y trapezoidal de 4,6 y 3,6 respectivamente. Los compuestos polifenolicos determinan la astringencia del chocolate (Cros & Jeanjean, 1995), existe una relación inversa con el tiempo de fermentación, es decir a mayor tiempo de fermentación disminuye la astringencia (Luna et al., 2002).

4.3.4. Sabor amargo

De acuerdo con los resultados podemos afirmar que tanto el aromatizado con cascara de piña y hojas de eucalipto tienen influencia significativa ($p<0,05$) sobre el sabor amargo de los granos de cacao CCN-51 (Anexo-V). Así mismo se puede observar que el tratamiento T2 aromatizado con cascara de piña tiene el valor más bajo de 2,0 y el tratamiento T1 aromatizado con hoja de eucalipto tiene el valor más alto con 3,2 (Figura 8).

La fermentación de 72 horas de cacao criollo porcelana indicó un valor de 2,52 en este atributo (Portillo et al., 2006). Otros valores reportados son 0,5 para cacao porcelana, 0,9 para Mérida y 5,9 para cacao Río Caribe (González et al., 1999). La cafeína y teobromina son purinas que determinan el amargor (Cros & Jeanjean, 1995).

4.3.5. Sabor a frutas

La prueba no paramétrica de Kruskal Wallis demostró que tanto los tratamientos de aromatizado con cáscara de piña y hojas de eucalipto tienen influencia significativa ($p<0,05$) sobre el sabor a frutas que presentan los granos de cacao CCN-51 al final del proceso (Anexo-VI). También se observa que en el tratamiento T1 aromatizado con cáscara de piña tiene el valor más alto en la catación con un valor de 3,3, seguido del tratamiento T2 aromatizado con cascara de piña con un valor de 2,4 (Figura 8).

Portillo et al. (2006), reportó un valor de 1,12 en cacao criollo porcelana fermentados en cajón de forma cuadrada. Las pirazinas y los aldehídos son compuestos volátiles que presentan un sabor básico son responsables del sabor a fruta juntamente con los esteres (Cros & Jeanjean, 1995).

Zonas de cultivo de cacao comprendidos entre 200 a 400 msnm concentran los sabores a frutales (Salvador & Gutierrez, 2008). Asimismo, Enrrique (1982) señala que valores elevados de sabor a fruta y floral son indicativos de suavidad y finura en el sabor del grano de cacao. Pero la intensidad del sabor a fruta disminuye en el tostado, como lo reporta (Cros & Jeanjean, 1995).

4.3.6. Sabor a flores

El licor de cacao CCN-51, según la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis mostró influencia del aromatizado con cáscara de piña y hojas de eucalipto ($p<0,05$) sobre el sabor a flores (Anexo-VII). Los puntajes más altos de 1,3 y 1,1 para los tratamientos T1 y T2 respectivamente ambos aromatizados con cascara de piña (Figura 8a) y puntajes de 3,2 y 2.7 para los tratamientos de T1 y T2 respectivamente ambos aromatizados con hojas de eucalipto (Figura 8b).

4.3.7. Sabor a nuez

El análisis estadístico demostró que licor de cacao CCN-51 aromatizado con cascara de piña no tuvo influencia en desarrollo de sabor a nuez ($p>0,05$). Sin embargo, las hojas de eucalipto si influyen en el sabor a nuez del licor de cacao ($p<0,05$) (Anexo-VIII). El complejo polipeptidos – fenoles y pirazinas es en parte responsable de la ligera intensidad de sabor a nuez (Cros & Jeanjean, 1995). Por otro lado los sabores a nuez se concentran en

locaciones alrededor de los 400 a 800 msnm habiendo coincidencia en la altitud de la provincia de Leoncio prado (Salvador & Gutierrez, 2008). También se sabe que las tonalidades de sabor a nuez resaltan con un buen tostado (Bravo, 2012).

4.3.8. Sabor a panela

Referente al nivel de sensorial a panela en el licor del clon CCN-51, todos los tratamientos tuvieron puntajes de 0, tanto aromatizados con cáscara de piña y hojas de eucalipto. En consecuencia, no es posible realizar el análisis estadístico con la prueba no paramétrica Kruskal Wallis.

4.3.9. Sabor a crudo / verde

Respecto al nivel sensorial a crudo / verde en el licor del clon CCN-51, al igual que el atributo panela todos los tratamientos tuvieron puntajes de 0, tanto aromatizados con cascara de piña y hojas de eucalipto. Es decir, no es posible realizar la prueba no paramétrica Kruskal Wallis.

4.3.10. Puntaje Total

El análisis estadístico mediante la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis demostró que el puntaje total (suma de todos los atributos sensoriales estudiados) fue influencia tanto por la aromatización con cáscara de piña y hojas de eucalipto de manera significativa ($p<0,05$) (Anexo-IX).

Los tratamientos aromatizados con cáscara de piña y hojas de eucalipto mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p<0,05$) en ambos casos, existiendo incidencia de la aromatización en los granos del clon CCN-51 durante la fermentación en diferentes niveles de los atributos a frutas y flores en los tratamientos aromatizados con cascara de piña en comparación a las muestras al 0% de aromatizantes (Anexo-IX).

Las pruebas de aromatización con cáscara de piña el mejor tratamiento es T2 con un puntaje total de 7,2 (Figura 8a) y en las pruebas de aromatización con hoja de eucalipto el mejor tratamiento fue T3 con un puntaje total de 5,8 (Figura 8b). Se puede observar que la diferencia entre los puntajes totales se debe al atributo afrutado presente en las aromatizaciones con cascara de piña.

V. CONCLUSIONES

- Las hojas de eucalipto y las cáscaras de piña incorporados durante la fermentación influyen en el aroma en los granos de cacao CCN-51.
- Del análisis sensorial, el mejor tratamiento con aromatización con cáscara de piña fue el tratamiento T2 con una concentración de 1 % aplicado durante la fermentación con un puntaje de 7,2 en la escala del perfil sensorial. Y el mejor tratamiento de aromatización con hoja de eucalipto fue el tratamiento T3 con una concentración de 0,3 % aplicado durante la fermentación, con un puntaje total de 5,8 en la escala del perfil sensorial.
- El tratamiento T2 con una concentración de 1% de cascara de piña presenta menor índice sensorial de amargor y posee a favor mayores valores en los atributos nuez y frutal comparado a la muestra sin cáscara de piña. Y el tratamiento T3 con una concentración de 0.3% de hojas de eucalipto presenta mayor atributo a floral y nueces, pero valores de cero en el atributo afrutado, por ello el puntaje es menor en comparación con el tratamiento T2 con la concentración de 1% con cascara de piña.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

- Realizar la fermentación de cacao CCN-51 incorporando cáscara de piña al 1% y hoja de eucalipto al 0.3% durante la fermentación para mejorar las características organolépticas del cacao.
- Realizar estudios de aromatización del CCN-51 con pulpas y jugos de frutas en concentraciones diferentes, en la etapa de fermentación y secado.
- Efectuar estudios de aromatizado del CCN-51, con mezcla de diferentes concentraciones de frutos tropicales.
- Estudiar el contenido químico de los compuestos de los aceites esenciales que se transfieren en el proceso de aromatizado con hojas, flores y cáscaras de frutas tropicales que son percibidos durante la catación.
- Realizar estudios comparativos con variedades de cacao que tengan mayor interés comercial.
- Estudiar el efecto bioquímico de la adición de cáscara de piña y hojas de eucalipto durante la fermentación en el pardeamiento del grano de cacao.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abarca, R. (2010). Identificación de fibra dietaría en residuos de cacao (Theobroma cacao L.) variedad complejo nacional por trinitario.

Aculey, P. C., Snitkjaer, P., Owusu, M., Bassompiere, M., Takrama, J., Nørgaard, L., . . . Nielsen, D. S. (2010). Ghanaian cocoa bean fermentation characterized by spectroscopic and chromatographic methods and chemometrics. *Journal of Food Science*, *75*(6), S300-S307.

Afoakwa, E. O. (2012). Chocolate and Cocoa, Flavor and Quality. In *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology* (pp. 1-19). https://doi.org/https://doi.org/10.1002/0471238961.chocafoa.a01

Afoakwa, E. O. (2014). *Cocoa production and processing technology*. CRC Press.

Afoakwa, E. O. (2016). *Chocolate science and technology*. John Wiley & Sons.

Afoakwa, E. O., Paterson, A., Fowler, M., & Ryan, A. (2008). Flavor formation and character in cocoa and chocolate: a critical review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *48*(9), 840-857.

Álvarez, C., Tovar, L., García, H., Morillo, F., Sánchez, P., Girón, C., & De Farias, A. J. R. c. U. a. (2010). Evaluación de la calidad comercial del grano de cacao (Theobroma cacao L.) usando dos tipos de fermentadores. *10*(1), 76-87.

Amores, F., PALACIOS, A., JIMENEZ, J., & ZHANG, D. (2009). *Entorno ambiental, genética, atributos de calidad y singularización del cacao en el nor oriente de la provincia de esmeralda*. Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuarios.

Argout, X., Salse, J., Aury, J.-M., Guiltinan, M. J., Droc, G., Gouzy, J., . . . Lanaud, C. (2011). The genome of Theobroma cacao. *Nature Genetics*, *43*(2), 101-108. https://doi.org/10.1038/ng.736

Avila, A., Campos, M., Guharay, F., & Camacho, A. (2013). *Aprendiendo e innovando sobre la cosecha, fermentación y secado del cacao: Guía no. 8*.

Barbosa, L. C. A., Filomeno, C. A., & Teixeira, R. R. (2016). Chemical Variability and Biological Activities of Eucalyptus spp. Essential Oils. *21*(12), 1671. https://www.mdpi.com/1420-3049/21/12/1671

Barceloux, D. G. (2008). Eucalyptus Oil (Eucalyptus Species). In *Medical Toxicology of Natural Substances* (pp. 644-647). https://doi.org/https://doi.org/10.1002/9780470330319.ch99

Bernaert, H., Blondeel, I., Allegaert, L., & Lohmueller, T. (2012). Industrial treatment of cocoa in chocolate production: health implications. In *Chocolate and health* (pp. 17-31). Springer.

Bonvehí, J. S. (2005). Investigation of aromatic compounds in roasted cocoa powder. *European Food Research and Technology*, *221*(1), 19-29. https://doi.org/10.1007/s00217-005-1147-y

Bravo, H. (2012). Influencia del tiempo de reposos de las mozarcas y tipo de secado del cacao clon CCN-51 en la calidad física y organoléptica de los granos y licor.

Camu, N., De Winter, T., Addo, S. K., Takrama, J. S., Bernaert, H., & De Vuyst, L. (2008). Fermentation of cocoa beans: influence of microbial activities and polyphenol concentrations on the flavour of chocolate. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *88*(13), 2288-2297. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/jsfa.3349

Carr, M. K. V. (2012). THE WATER RELATIONS AND IRRIGATION REQUIREMENTS OF PINEAPPLE (Ananas comosus var. comosus): A REVIEW. *Experimental Agriculture*, *48*(4), 488-501. https://doi.org/10.1017/S0014479712000385

Carrillo, A. (2011). Influencia del tiempo de fermentado y método de secado solar en la calidad sensorial del Licor de Cacao (Theobroma cacao L.) CLON CCN51.

Cros, E., & Jeanjean, N. J. P., Recherche, Developpement. (1995). Cocoa quality: effect of fermentation and drying.

da Silva, D. I. S., Nogueira, G. D. R., Duzzioni, A. G., & Barrozo, M. A. S. (2013). Changes of antioxidant constituents in pineapple (Ananas comosus) residue during drying process. *Industrial Crops and Products*, *50*, 557-562. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.08.001

de Souza, P. A., Moreira, L. F., Sarmento, D. H. A., & da Costa, F. B. (2018). Cacao—Theobroma cacao. In S. Rodrigues, E. de Oliveira Silva, & E. S. de Brito (Eds.), *Exotic Fruits* (pp. 69-76). Academic Press. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803138-4.00010-1

Debnath, B., Singh, W. S., & Manna, K. (2021). A phytopharmacological review on Ananas comosus. *Advances in Traditional Medicine*. https://doi.org/10.1007/s13596-021-00563-w

Engeseth, N. J., & Ac Pangan, M. F. (2018). Current context on chocolate flavor development — a review. *Current Opinion in Food Science*, *21*, 84-91. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cofs.2018.07.002

Enrrique, G. (1982). *La cura o beneficio de cacao*. CATIE.

Fernández, R. D. R., Gallo, F. W. M., Cedeño, Á. M. G., Galeas, M. M. P., Quinteros, H. N. M., Ferrín, L. M. C., . . . Morante, P. E. N. J. R. c. y. t. (2012). Efecto del tipo y tiempo de fermentación en la calidad física y química del cacao (Theobroma cacao L.) tipo nacional. *5*(1), 7-12.

Fowler, M. S., & Coutel, F. (2017). Cocoa beans: from tree to factory. In *Beckett's Industrial Chocolate Manufacture and Use* (pp. 9-49). https://doi.org/https://doi.org/10.1002/9781118923597.ch2

Gardea, A. A., García-Bañuelos, M. L., Orozco-Avitia, J. A., Sánchez-Chávez, E., Sastré-Flores, B., & Ávila-Quezada, G. (2017). Cacao (Theobroma cacao L.). In *Fruit and Vegetable Phytochemicals* (pp. 921-940). https://doi.org/https://doi.org/10.1002/9781119158042.ch43

Giacometti, J., Jolić, S. M., & Josić, D. (2015). Chapter 73 - Cocoa Processing and Impact on Composition. In V. Preedy (Ed.), *Processing and Impact on Active Components in Food* (pp. 605-612). Academic Press. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-404699-3.00073-1

Gomez, S., Kuruvila, B., Maneesha, P. K., & Joseph, M. (2022). Variation in physico-chemical, organoleptic and microbial qualities of intermediate moisture pineapple (Ananas comosus (L.) Merr.) slices during storage. *Food Production, Processing and Nutrition*, *4*(1), 5. https://doi.org/10.1186/s43014-022-00084-2

González, F., Bertorelli, L. d., & Fariñas, G. J. R. d. l. F. d. A.-U. (1999). Influencia del índice de cosecha de la mazorca sobre algunas características de la grasa de dos cultivos de cacao (Theobroma cacao, L.). *25*(2), 159-172.

Gutiérrez-Correa, M. J. R. C. U. A. (2012). Efecto de la frecuencia de remoción y tiempo de fermentación en cajón cuadrado sobre la temperatura y el índice de fermentación del cacao (Theobroma cacao L.). *12*(4), 914-918.

Hashim, P., Selamat, J., Muhammad, K., & Ali, A. (1999). Effect of drying time, bean depth and temperature on free amino acid, peptide-N, sugar and pyrazine concentrations of Malaysian cocoa beans. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *79*(7), 987-994. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(19990515)79:7<987::AID-JSFA314>3.0.CO;2-H

Henderson, J. S., Joyce, R. A., Hall, G. R., Hurst, W. J., & McGovern, P. E. (2007). Chemical and archaeological evidence for the earliest cacao beverages. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *104*(48), 18937. https://doi.org/10.1073/pnas.0708815104

Ho, V. T. T., Zhao, J., & Fleet, G. (2014). Yeasts are essential for cocoa bean fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, *174*, 72-87. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.12.014

Isla, E., & Andrade, B. (2009). Manual para la producción de cacao orgánico en las comunidades nativas de la cordillera del Cóndor. *Proyecto paz y conservación binacional en la Cordillera del Cóndor, Ecuador-Perú-Fase II (Componente Peruano)*.

Jaimez, R. E., Barragan, L., Fernández-Niño, M., Wessjohann, L. A., Cedeño-Garcia, G., Cantos, I. S., & Arteaga, F. (2022). Theobroma cacao L. cultivar CCN 51: a comprehensive review on origin, genetics, sensory properties, production dynamics, and physiological aspects. *PeerJ*, *9*, Article e12676. https://doi.org/10.7717/peerj.12676

KIRKPATRICK, J. B. (1974). The numerical intraspecific taxonomy of Eucalyptus globulus Labill. (Myrtaceae). *69*(2), 89-104. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.1974.tb01618.x

Kyi, T. M., Daud, W. R. W., Mohammad, A. B., Wahid Samsudin, M., Kadhum, A. A. H., & Talib, M. Z. M. (2005). The kinetics of polyphenol degradation during the drying of Malaysian cocoa beans. *International Journal of Food Science & Technology*, *40*(3), 323-331. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.00959.x

Lerceteau, E., Robert, T., Pétiard, V., & Crouzillat, D. (1997). Evaluation of the extent of genetic variability among Theobroma cacao accessions using RAPD and RFLP markers. *Theoretical and Applied Genetics*, *95*(1), 10-19. https://doi.org/10.1007/s001220050527

Luna, F., Crouzillat, D., Cirou, L., & Bucheli, P. (2002). Chemical Composition and Flavor of Ecuadorian Cocoa Liquor. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *50*(12), 3527-3532. https://doi.org/10.1021/jf0116597

Mendoza, M. V. (2000). *Caracterización microbiana, bioquímica y cinética del proceso de fermentación tradicional durante el beneficio de cacao* Instituto Tecnológico de Villahermosa].

Merkus, H. G., & Meesters, G. M. H. (2013). *Particulate products: tailoring properties for optimal performance* (Vol. 19). Springer.

Meza, E., A. A. (2011). Fermentación del cacao (Theobroma cacao L.) CCN-51 en dos diseños de cajas de madera.

Mohd Ali, M., Hashim, N., Abd Aziz, S., & Lasekan, O. (2020). Pineapple (Ananas comosus): A comprehensive review of nutritional values, volatile compounds, health benefits, and

potential food products. *Food Research International*, *137*, 109675. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109675

Mworia, J. K., Kibiti, C. M., Ngeranwa, J. J. N., & Ngugi, M. P. (2020). Analgesic potential of dichloromethane leaf extracts of Eucalyptus globulus (Labill) and Senna didymobotrya (Fresenius) in mice models. *Journal of HerbMed Pharmacology*, *9*(4), 391-399. https://doi.org/10.34172/jhp.2020.49

Nair, K. P. P. (2010). 5 - Cocoa (Theobroma cacao L.). In K. P. P. Nair (Ed.), *The Agronomy and Economy of Important Tree Crops of the Developing World* (pp. 131-180). Elsevier. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384677-8.00005-9

Natividad, F. R. (2007). *Manual de cultivo de cacao*. Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Nigam, P. S.-N. (2014). Cocoa and Coffee Fermentations-II. In *Encyclopedia of Food Microbiology*- (pp. 485-492). Elsevier.

Nogales, J., de Fariñas, L. G., & de Bertorelli, L. O. J. A. T. (2006). Cambios físicos y químicos durante el secado al sol del grano de cacao fermentado en dos diseños de cajones de madera. *56*(1), 1.

Oracz, J., Zyzelewicz, D., & Nebesny, E. (2015). The content of polyphenolic compounds in cocoa beans (Theobroma cacao L.), depending on variety, growing region, and processing operations: a review. *Crit Rev Food Sci Nutr*, *55*(9), 1176-1192. https://doi.org/10.1080/10408398.2012.686934

Portillo, E., Graciani, L., & Cros, E. (2006). Efecto de algunos factores post-cosecha sobre la calidad sensorial del cacao criollo porcelana (Theobroma cacao L.). *23*(1), 51-59.

Portillo, E., Graziani de Farinas, L., & Betancourt, E. (2005). Efecto de los Tratamientos post-cosecha sobre la Temperatura y el Índice de Fermentación en la calidad del cacao criollo Porcelana (Theobroma cacao L.) en el Sur del Lago de Maracaibo %J Revista de la Facultad de Agronomía. *22*, 394-406. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182005000400007&nrm=iso

Rohsius, C., Andersson, M., Niemenak, N., Sukha, D., & Lieberei, R. (2006). Calidad de la fermentación y su dependencia en la estructura de la testa y en procesos de transporte. Conferencia internacional sobre investigaciones del cacao,

Romero, C. J. L., Perú: Ministerio de Agricultura y Riego-Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria. P. (2016). Estudio de cacao en el Perú y el mundo. Situación actual y perspectivas en el mercado nacional e internacional al 2015.

Salvador, N., & Gutierrez, M. (2008). Mapeo de la calidad física y organoléptica del cacao (Theobroma cacao L.). a nivel de la sub cuenca del rio bigote como estrategia de la inserción y posicionamientos en nichos del mercado de la asociación de pequeños productores de cacao de Piura.

Schwan, R. F., & Wheals, A. E. (2004). The Microbiology of Cocoa Fermentation and its Role in Chocolate Quality. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *44*(4), 205-221. https://doi.org/10.1080/10408690490464104

Senanayake, M., Jansz, E. R., & Buckle, K. A. (1997). Effect of Different Mixing Intervals on the Fermentation of Cocoa Beans. *74*(1), 42-48. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199705)74:1<42::AID-JSFA768>3.0.CO;2-U

Taylor, A. J., & Linforth, R. S. T. (2002). *Food flavour technology*. Wiley Online Library.

Torres, O., de Fariñas, L. G., de Bertorelli, L. O., & de Leal, A. T. J. A. t. (2004). Efecto del tiempo transcurrido entre la cosecha y el desgrane de la mazorca del cacao tipo forastero de Cuyagua sobre características del grano en fermentación. *54*(4), 7.

Vega, C., & Kwik-Uribe, C. (2012). 2 - Theobroma cacao—An Introduction to the Plant, Its Composition, Uses, and Health Benefits. In N. Garti & N. R. Widlak (Eds.), *Cocoa Butter and Related Compounds* (pp. 35-62). AOCS Press. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-9830791-2-5.50005-0

Vidal, J. (2013). *Efecto del aromatizado con hierba luisa (Cymbopogon citratus Staph) y cáscara de naranja (citrus sinensis L.) durante el fermentado y secado de cacao (Theobroma cacao L) CCN-51 en Industrias Mayo S.A. Tarapoto.* Universidad Nacional Agraria de la Selva].

Viera, M., Ruíz Fernández, F., & Rodríguez-Soalleiro, R. (2016). Nutritional Prescriptions for Eucalyptus Plantations: Lessons Learned from Spain. *7*(4), 84. https://www.mdpi.com/1999-4907/7/4/84

Yuris, A., & Siow, L.-F. (2014). A comparative study of the antioxidant properties of three pineapple (Ananas comosus L.) varieties. *Journal of food studies*, *3*(1), 40-56.

Zahouli, G. I. B., Guehi, S. T., Fae, A. M., Ban-Koffi, L., & Nemlin, J. G. (2010). Effect of drying methods on the chemical quality traits of cocoa raw material. *Advance journal of food science and technology*, *2*(4), 184-190.

Zambrano, A., Gómez, Á., Ramos, G., Romero, C., Lacruz, C., & Rivas, E. J. A. T. (2010). Caracterización de parámetros físicos de calidad en almendras de cacao criollo, trinitario y forastero durante el proceso de secado. *60*(4), 389-396.

Ziegleder, G. (2017). Flavour development in cocoa and chocolate. In *Beckett's Industrial Chocolate Manufacture and Use* (pp. 185-215). https://doi.org/https://doi.org/10.1002/9781118923597.ch8

ANEXOS

Anexo-I. Análisis sensorial del licor de cacao CCN-51 aromatizado con cáscara de piña y hojas de eucalipto respectivamente

T	CACAO	ACIDEZ	ASTRINGENCIA	AMARGOR	AFRUTADO	FLORAL	NUECES	PANELA/ MALTA	CRUDO/ HABAS VERDES	PUNTAJE TOTAL
T0	4.0	1.2	0.9	2.2	0.8	0.3	2.4	0	0	5.5
T1	3.6	1.1	1.5	2.6	3.3	1.3	1.6	0	0	6.8
T2	3.9	0.8	1.3	2.0	2.4	1.1	2.4	0	0	7.2
T3	4.0	1.1	1.2	2.3	1.3	0.7	2.3	0	0	5.9
T4	4.0	1.1	1.2	2.2	0.8	0.4	2.3	0	0	5.3

T	CACAO	ACIDEZ	ASTRINGENCIA	AMARGOR	AFRUTADO	FLORAL	NUECES	PANELA/ MALTA	CRUDO/ HABAS VERDES	PUNTAJE TOTAL
T0	4.3	1.3	0.7	2.1	0.2	0.2	2.2	0	0	5.5
T1	3.1	1.5	1.9	3.2	0.0	3.2	1.2	0	0	3.9
T2	3.5	1.1	1.7	2.7	0.0	2.7	1.6	0	0	4.5
T3	4.0	1.0	1.2	2.1	0.0	2.1	2.0	0	0	5.8
T4	4.1	1.0	1.3	2.1	0.0	1.3	2.2	0	0	5.2

Anexo-II. Pruebas estadísticas para sabor a cacao por tratamiento.

Prueba de Kruskal Wallis para cáscara de piña

Tratamiento	*Tamaño Muestra*	*Rango Promedio*
T0	3	12.3333
T1	3	2.0
T2	3	5.33333
T3	3	11.0
T4	3	9.33333

Estadístico = 12.2325 Valor-P = 0.0157038

Prueba de Kruskal Wallis para hojas de eucalipto

Tratamiento	*Tamaño Muestra*	*Rango Promedio*
T0	3	13.8333
T1	3	2.0
T2	3	5.0
T3	3	8.83333
T4	3	10.3333

Estadístico = 12.9367 Valor-P = 0.0115892

Anexo-III. Pruebas estadísticas para sabor ácido

Tabla ANOVA para acidez por Tratamiento con cáscara de piña

Fuente	*SC*	*GL*	*CM*	*Razón-F*	*Valor-P*
Entre grupos	0.337333	4	0.0843333	7.03	0.0058
Intra grupos	0.12	10	0.012		
Total (Corr.)	0.457333	14			

Prueba de Kruskal Wallis para cáscara de piña

Tratamiento	*Tamaño Muestra*	*Rango Promedio*
T0	3	11.8333
T1	3	9.66667
T2	3	2.0
T3	3	7.66667
T4	3	8.83333

Estadístico = 8.44321 Valor-P = 0.0766274

Tabla ANOVA para acidez por Tratamiento con hojas de eucalipto

Fuente	*SC*	*GL*	*CM*	*Razón-F*	*Valor-P*
Entre grupos	0.617333	4	0.154333	38.58	0.0000
Intra grupos	0.04	10	0.004		
Total (Corr.)	0.657333	14			

Prueba de Kruskal Wallis para hojas de eucalipto

Tratamiento	*Tamaño Muestra*	*Rango Promedio*
T0	3	11.0
T1	3	14.0
T2	3	7.66667
T3	3	4.16667
T4	3	3.16667

Estadístico = 12.7949 Valor-P = 0.0123228

Anexo-IV. Pruebas estadísticas para sensación de astringencia

Tabla ANOVA para sensación de astringencia tratamiento con cáscara de piña

Fuente	*SC*	*GL*	*CM*	*Razón-F*	*Valor-P*
Entre grupos	0.637333	4	0.159333	19.92	0.0001
Intra grupos	0.08	10	0.008		
Total (Corr.)	0.717333	14			

Prueba de Kruskal Wallis para cáscara de piña

Tratamiento	*Tamaño Muestra*	*Rango Promedio*
T0	3	2.0
T1	3	14.0
T2	3	10.5
T3	3	6.83333
T4	3	6.66667

Estadístico = 12.5674 Valor-P = 0.0135949

Tabla ANOVA para sensación de astringencia tratamiento con hojas de eucalipto

Fuente	*SC*	*GL*	*CM*	*Razón-F*	*Valor-P*
Entre grupos	2.59733	4	0.649333	162.33	0.0000
Intra grupos	0.04	10	0.004		
Total (Corr.)	2.63733	14			

Prueba de Kruskal Wallis para hojas de eucalipto

Tratamiento	*Tamaño Muestra*	*Rango Promedio*
T0	3	2.0
T1	3	13.8333
T2	3	11.1667
T3	3	5.83333
T4	3	7.16667

Estadístico = 13.0973 Valor-P = 0.0108099

Anexo-V. Pruebas estadísticas para sabor amargo

Tabla ANOVA para sabor amargo tratamiento con cáscara de piña

Fuente	*SC*	*GL*	*CM*	*Razón-F*	*Valor-P*
Entre grupos	0.497333	4	0.124333	15.54	0.0003
Intra grupos	0.08	10	0.008		
Total (Corr.)	0.577333	14			

Prueba de Kruskal Wallis para cáscara de piña

Tratamiento	*Tamaño Muestra*	*Rango Promedio*
T0	3	7.83333
T1	3	14.0
T2	3	2.0
T3	3	9.0
T4	3	7.16667

Estadístico = 11.3419 Valor-P = 0.0229789

Tabla ANOVA para sabor amargo tratamiento con hojas de eucalipto

Fuente	*SC*	*GL*	*CM*	*Razón-F*	*Valor-P*
Entre grupos	3.13733	4	0.784333	130.72	0.0000
Intra grupos	0.06	10	0.006		
Total (Corr.)	3.19733	14			

Prueba de Kruskal Wallis para hojas de eucalipto

Tratamiento	*Tamaño Muestra*	*Rango Promedio*
T0	3	3.83333
T1	3	14.0
T2	3	11.0
T3	3	6.16667
T4	3	5.0

Estadístico = 11.6884 Valor-P = 0.0198253

Anexo-V. Pruebas estadísticas para sabor a fruta

Tabla ANOVA para sabor a fruta tratamiento con cáscara de piña

Fuente	*SC*	*GL*	*CM*	*Razón-F*	*Valor-P*
Entre grupos	14.1707	4	3.54267	408.77	0.0000
Intra grupos	0.0866667	10	0.00866667		
Total (Corr.)	14.2573	14			

Prueba de Kruskal Wallis para cáscara de piña

Tratamiento	*Tamaño Muestra*	*Rango Promedio*
T0	3	3.5
T1	3	14.0
T2	3	11.0
T3	3	8.0
T4	3	3.5

Estadístico = 12.9173 Valor-P = 0.0116872

Tabla ANOVA para sabor a fruta tratamiento con hojas de eucalipto

Fuente	*SC*	*GL*	*CM*	*Razón-F*	*Valor-P*
Entre grupos	16.1907	4	4.04767	319.55	0.0000
Intra grupos	0.126667	10	0.0126667		
Total (Corr.)	16.3173	14			

Prueba de Kruskal Wallis para hojas de eucalipto

Tratamiento	*Tamaño Muestra*	*Rango Promedio*
T0	3	14.0
T1	3	6.5
T2	3	6.5
T3	3	6.5
T4	3	6.5

Estadístico = 13.8462 Valor-P = 0.00780261

Anexo-VI. Pruebas estadísticas para sabor a flores

Tabla ANOVA para sabor a flores tratamiento con cáscara de piña

Fuente	*SC*	*GL*	*CM*	*Razón-F*	*Valor-P*
Entre grupos	2.344	4	0.586	175.80	0.0000
Intra grupos	0.0333333	10	0.00333333		
Total (Corr.)	2.37733	14			

Prueba de Kruskal Wallis para cáscara de piña

Tratamiento	*Tamaño Muestra*	*Rango Promedio*
T0	3	2.0
T1	3	14.0
T2	3	11.0
T3	3	8.0
T4	3	5.0

Estadístico = 13.6216 Valor-P = 0.00860595

Tabla ANOVA para sabor a flores tratamiento con hojas de eucalipto

Fuente	*SC*	*GL*	*CM*	*Razón-F*	*Valor-P*
Entre grupos	16.1907	4	4.04767	319.55	0.0000
Intra grupos	0.126667	10	0.0126667		
Total (Corr.)	16.3173	14			

Prueba de Kruskal Wallis para hojas de eucalipto

Tratamiento	*Tamaño Muestra*	*Rango Promedio*
T0	3	2.0
T1	3	14.0
T2	3	11.0
T3	3	8.0
T4	3	5.0

Estadístico = 13.5727 Valor-P = 0.00879139

Anexo-VII. Pruebas estadísticas para sabor a nuez

Tabla ANOVA para sabor a nuez tratamiento con cáscara de piña

Fuente	*SC*	*GL*	*CM*	*Razón-F*	*Valor-P*
Entre grupos	1.51333	4	0.378333	29.87	0.0000
Intra grupos	0.126667	10	0.0126667		
Total (Corr.)	1.64	14			

Prueba de Kruskal Wallis para cáscara de piña

Tratamiento	*Tamaño Muestra*	*Rango Promedio*
T0	3	10.3333
T1	3	2.0
T2	3	10.3333
T3	3	8.66667
T4	3	8.66667

Estadístico = 7.73282 Valor-P = 0.10187

Tabla ANOVA para sabor a nuez tratamiento con hojas de eucalipto

Fuente	*SC*	*GL*	*CM*	*Razón-F*	*Valor-P*
Entre grupos	2.24667	4	0.561667	64.81	0.0000
Intra grupos	0.0866667	10	0.00866667		
Total (Corr.)	2.33333	14			

Prueba de Kruskal Wallis para hojas de eucalipto

Tratamiento	*Tamaño Muestra*	*Rango Promedio*
T0	3	13.0
T1	3	2.0
T2	3	5.0
T3	3	8.5
T4	3	11.5

Estadístico = 12.6691 Valor-P = 0.0130111

Anexo-VIII. Pruebas estadísticas para puntaje total

Tabla ANOVA para puntaje total tratamiento con cáscara de piña

Fuente	*SC*	*GL*	*CM*	*Razón-F*	*Valor-P*
Entre grupos	8.33067	4	2.08267	41.11	0.0000
Intra grupos	0.506667	10	0.0506667		
Total (Corr.)	8.83733	14			

Prueba de Kruskal Wallis para cáscara de piña

Tratamiento	*Tamaño Muestra*	*Rango Promedio*
T0	3	4.33333
T1	3	11.6667
T2	3	13.3333
T3	3	8.0
T4	3	2.66667

Estadístico = 12.6344 Valor-P = 0.0132078

Prueba de Kruskal Wallis para hojas de eucalipto

Tratamiento	*Tamaño Muestra*	*Rango Promedio*
T0	3	11.0
T1	3	2.0
T2	3	5.0
T3	3	13.8333
T4	3	8.16667

Estadístico = 13.2557 Valor-P = 0.0100918

Anexo-IX. Galería fotográfica

Pesado del grano fresco de cacao

Fermentación y toma de Temperatura

Cacao aromatizado con hoja de eucalipto y cascara de piña

Secado de muestras

Preparación y almacenamiento del licor de cacao

Anexo-X. Formato para perfil sensorial del licor de cacao

Tasación sensorial (perfil) de licor de cacao

Nombre: _____Organización: _____

Procedencia: _____Fecha: _____

Sesión: _____

Código de muestra: _____

Pruebe las muestras y marque el punto de la línea que corresponde a la intensidad de cada atributo.

	Ausente										**Extremo**
Atributos	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Sabor a cacao											
Acidez											
Astringencia											
Amargor											
Sabor afrutado											
Sabor floral											
Sabor a nuez											
Panela / malta											
Crudo											
Otros sabores											

Comentarios: