



**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

**“EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS
DE CHOCOLATES OBTENIDOS DE GRANOS DE CACAO CCN-51
FERMENTADOS CON ADICIÓN DE PULPAS DE FRUTAS EN
CONDICIONES CONTROLADAS Y GRANJA”**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:
INGENIERA EN ALIMENTOS**

Autores:

Valeria Marisol Jara Bernal

Ana María Garcés Noboa

Director:

Ing. María Alicia Peña González, Msc.

CUENCA-ECUADOR

2023

RESUMEN

El cacao CCN-51 es el más producido en Ecuador, mediante modificaciones en la fermentación se busca mejorar sus características organolépticas. El objetivo de esta investigación fue establecer el perfil sensorial del chocolate y determinar si existen diferencias significativas en licor de cacao obtenidos de granos de cacao con inclusión de pulpa de frutas fermentados en condiciones controladas versus granja. Un panel sensorial aplicó pruebas descriptivas y discriminativas y por análisis estadísticos se determinó que existen diferencias significativas entre las muestras, con un p valor de 0.376, lo que demostró que una fermentación controlada puede alcanzar mejores perfiles sensoriales.

Palabras clave: Cacao CCN-51, fermentación modificada, características organolépticas, panel sensorial.



Ing. María Fernanda Rosales, Mgst.

Coordinadora de la Carrera
de Ingeniería en Alimentos.



Valeria Marisol Jara

Autora.



Ing. María Alicia Peña, Mgst.

Directora de Tesis.



Ana María Garcés Noboa

Autora.

Translated by



ABSTRACT

CCN-51 cocoa is the most produced in Ecuador. Through modifications in fermentation, improvement of its organoleptic characteristics is intended. The objective of this research was to establish the sensory profile of chocolate and determine if there are significant differences in cocoa liquor obtained from cocoa beans including fruit pulp fermented under controlled conditions versus farm. A sensory panel applied descriptive and discriminative tests and, by statistical analysis, it was determined that there are significant differences between the samples, with a p value of 0.376, which demonstrated that a controlled fermentation can achieve better sensory profiles.

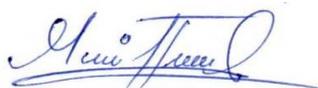
Keywords: Cocoa CCN-51, modified fermentation, organoleptic characteristics, sensory panel.

MA Alicia Peña

Ing. María Alicia Peña
THESIS DIRECTOR



María Fernanda Rosales Medina
FACULTY DIRECTOR



Valeria Marisol Jara
AUTHOR



Ana María Garcés Noboa
AUTHOR

Translated by



INDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	ii
ABSTRACT	iii
INDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
2.1 Formación de jueces sensoriales para la evaluación de licor de cacao y chocolate.....	3
2.1.1 Reclutamiento y preselección de panelistas	3
2.1.2 Entrenamiento	4
2.1.3 Selección y validación de jueces sensoriales.....	6
2.2 Elaboración de muestras de licor de cacao y chocolate.....	6
2.2.1 <i>Elaboración del licor de cacao</i>	6
2.2.2 <i>Elaboración del chocolate</i>	7
2.3 Evaluación sensorial del licor de cacao y chocolate.....	8
2.3.1 Prueba descriptiva del chocolate.....	8
2.3.2 Prueba discriminativa del licor de cacao.....	9
3. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	9
3.1 Selección de jueces sensoriales.....	9
3.2 Pruebas aplicadas al licor de cacao y chocolate	12
3.2.1 Prueba descriptiva del sabor de chocolate.....	12
3.2.2 Prueba descriptiva del aroma de chocolate.....	13
3.2.3 Prueba discriminativa triangular para licor de cacao.....	14
4. CONCLUSIONES	15
5. BIBLIOGRAFÍA	15
6. ANEXOS.....	20

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Formulación del chocolate 70%	7
Tabla 2. Características seleccionadas para la evaluación de sabor y aroma del chocolate	8
Tabla 3. Resultados de pruebas de agudeza sensorial	10
Tabla 4. Resultados de la fase de entrenamiento	10
Tabla 5. Pruebas de entrenamiento en licor de cacao y chocolate	11
Tabla 6. Resultados de las pruebas de validación	11

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Plan de entrenamiento para el panel sensorial de licor de cacao y chocolate	5
Figura 2. Prueba descriptiva del sabor de chocolate fermentado con adición de pulpas de frutas en condiciones controladas versus granja.	13
Figura 3. Prueba descriptiva del aroma del chocolate fermentado con adición de pulpas de frutas en condiciones controladas versus granja	14

1. INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao L*) constituye uno de los principales productos de exportación del Ecuador, con un importante impacto en su economía, especialmente relevante sobre la economía rural de las diferentes regiones donde se cultiva esta fruta (ICCO, 2022). El Ecuador produce el 63% del cacao fino de aroma que se comercializa a nivel mundial (Paéz & Espinosa, 2015) y es considerado el sexto exportador mundial de cacao (Organización Internacional del Cacao, 2019). El cacao fino de aroma se destaca por la riqueza de sus atributos que incluyen notas: afrutadas, florales, herbales y amaderadas, así como por características de chocolate intenso y equilibrado (Chiriboga, 2013). Sin embargo, el 80 % de la producción total de cacao del Ecuador y el 50 % de la superficie sembrada, corresponde a la variedad CCN-51, lo que demuestra la importancia de este cultivo a nivel nacional (Banco de Desarrollo de América Latina, 2020). El híbrido CCN-51 (Colección Castro Naranjal 51) es un cacao clonado de origen ecuatoriano, tolerante a varias enfermedades y de alta productividad y rendimiento. Las ascendencias predominantes para 'CCN 51' son los grupos genéticos Iquitos (45,4%), Criollo (22,2%) y Amelonado (21,5%). Una menor proporción de su genoma corresponde a las mezclas de los grupos genéticos: Contamana (3,9%), Purús (2,5%), Maraón (2,1%) y Nacional (1,1%) (Boza, 2014). El cacao fino de aroma es reconocido internacionalmente por su alta calidad sensorial que a diferencia del cacao CCN-51, posee una menor acidez y astringencia (Boza et al., 2014). La reducción de la astringencia y amargor en los granos de cacao se debe a la pérdida de flavonoides y la formación de taninos condensados (flobafenos) (Aikpokpodion, 2010).

Las cualidades organolépticas del cacao dependen de varios factores tales como: genética, medio ambiente, cultivo y tratamiento post cosecha. Dentro de estos últimos, se considera a la fermentación y los procesos que involucran incrementos de temperaturas (tostado, atemperado), etapas claves en el desarrollo de los precursores de aroma y sabor, debido a que en estas etapas es donde más cambios bioquímicos se producen en el grano de cacao (Crafack et al., 2014). Los cambios que se suscitan se deben en gran medida a reacciones tales como: hidrólisis parcial de sacarosa y proteínas, oxidación de compuestos fenólicos, conversión de glucosa en alcohol, oxidación de azúcares a ácido acético y láctico. Los microorganismos

que se desarrollan durante la fermentación de los granos de cacao son los responsables de la mayor parte de las reacciones mencionadas. Factores, tales como: insectos, manos de trabajadores, hojas de plátano, superficie de los frutos, cajas de madera, ambiente, piso o fuentes utilizadas antes de la fermentación (Camu et al., 2007) determinan los microorganismos que están presentes en granos de cacao fermentados espontáneamente. De manera general la literatura reporta que las levaduras dominan el proceso durante las primeras 24 horas, posteriormente son reemplazadas por las bacterias ácido-lácticas (BAL) y finalmente por las bacterias ácido-acéticas (BAA). En la fermentación del cacao participan un gran número de especies de microorganismos, las cuales dependen del lugar y condiciones del estudio (Nielsen et al., 2010).

El crecimiento del mercado del cacao es motivado por nuevas tendencias y exigencias por parte de los consumidores, especialmente de países industrializados, dentro de las cuales se pueden citar: producción orgánica, comercio justo, procesos de producción ambientalmente sostenibles, productos artesanales y saludables (Villacís, 2022), Estas tendencias del mercado tienen una incidencia en el perfil sensorial del chocolate debido a los cambios que se deben realizar para obtener un cacao beneficiado de alto valor. Con el objetivo de mejorar el perfil sensorial del cacao, se han investigado diversas técnicas de fermentación con buenos resultados (Owusu et al., 2012). En países como Ghana, Malasia y Brasil se han desarrollado estudios, en los cuales se eliminó parcialmente la pulpa del cacao antes de la fermentación entre un 10 a 20% según la especie de cacao, mostrando que se puede reducir la acidez de los chocolates, acelerar los procesos de fermentación y lograr una progresión más rápida en la sucesión microbiana, aumento de temperatura y pH del cotiledón (Schwan & Wheals, 2004). La incorporación de pulpas de frutas en el proceso de fermentación de cacao CCN-51, busca generar cambios favorables a nivel organoléptico. Actualmente se han desarrollado investigaciones en la fermentación modificada de granos de cacao con adición de pulpas de frutas (banano y maracuyá) en la Universidad del Azuay (Vizcaíno et al., 2020; Carrión, 2019).

El principal producto del cacao es el chocolate, el cual es muy apetecido por su sabor y aroma complejo. Actualmente, se han identificado más de 600 compuestos volátiles en el cacao y chocolate, dentro de los cuales se pueden citar: aldehídos, ácidos, cetonas, ésteres, furanos,

pirazinas, pirroles y fenoles (Afoakwa, 2010). El chocolate es un producto de características organolépticas únicas que conforma varios atributos como: sabor, aroma, textura y apariencia. Para el sabor y aroma se han identificado varias notas sensoriales, dentro de las cuales se pueden citar: florales, frutales, caramelo, nuez, ácido, astringente, dulce, madera, cereal, malta, amargo, almendra, entre otros. (Prindiville et al., 2000).

El análisis sensorial es una herramienta metodológica importante que permite evaluar la calidad organoléptica del producto mediante los órganos de los sentidos (Liendo et al., 2015). El diseño e interpretación correcta de los resultados de la evaluación sensorial requiere del conocimiento de aspectos psicológicos y fisiológicos de los jueces sensoriales, las características organolépticas de los alimentos, constituyen un conjunto de estímulos que interactúan con los receptores de los órganos de los sentidos. El receptor transforma el estímulo en un proceso nervioso que se transmite a través de los nervios aferentes o centrípetos hasta los sectores corticales del cerebro y se perciben las diferentes sensaciones: color, forma, tamaño, aroma, textura y sabor (Espinoza, 2007). Con los antecedentes antes descritos, el objetivo principal que se plantea en esta investigación es estudiar las características organolépticas del licor de cacao y chocolate elaborados a partir de granos de cacao CCN-51 fermentados con adición de pulpas de frutas (banano y maracuyá) tanto en condiciones controladas como de granja, mediante un panel entrenado de jueces sensoriales, para así determinar si existen diferencias significativas entre las mismas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Formación de jueces sensoriales para la evaluación de licor de cacao y chocolate

2.1.1 Reclutamiento y preselección de panelistas

Para el proceso de formación de jueces sensoriales se tomó como referencia la norma ISO 8586:2012. Se inició con una fase de reclutamiento, la cual se realizó mediante una convocatoria abierta en la comunidad universitaria, a través de redes sociales. A las personas interesadas, se les solicitó llenar una encuesta en línea, en la cual se analizaron diversos aspectos tales como: estado de salud, hábitos alimenticios, alergias, disponibilidad de tiempo, interés y motivación en la temática (Anexo 1). Con los resultados obtenidos, se estableció la idoneidad de los aspirantes para formar parte del panel sensorial y aquellos candidatos que

fueron seleccionados, pasaron a las pruebas de agudeza sensorial, en las cuales se evaluaron sus aptitudes y destrezas para la evaluación sensorial. Se desarrollaron pruebas de agudeza gustativa, olfativa y de detección de color, así como una prueba discriminativa (triangular). Los aspirantes que obtuvieron una calificación por encima del 80% en las pruebas de agudeza desarrolladas pasaron a la fase de entrenamiento.

2.1.2 Entrenamiento

El entrenamiento se desarrolló a través de un componente teórico (charlas magistrales), y un componente práctico (talleres de evaluación). Para el desarrollo de la fase de entrenamiento, se estableció un plan de capacitación, descrito en la Figura 1, en el cual se indican los temas y objetivos específicos propuestos. Este plan incluye las siguientes temáticas: a) introducción al análisis sensorial, b) normativa e instalaciones sensoriales, c) métodos de trabajo, d) vocabulario sensorial, e) proceso de elaboración y f) atributos del cacao y chocolate. Se desarrollaron diversas actividades y pruebas en la parte práctica, de tipo descriptivas y discriminativas, tales como: a) intensidad de aromas, b) intensidad de texturas, c) intensidad de sabores, d) pruebas triangulares, e) generación de vocabulario sensorial, f) uso de descriptores sensoriales para evaluación de licor de cacao y chocolate, las cuales tienen un sistema de evaluación propuesto en la norma ISO 8586:2012. De esta manera, se pretende brindar todos los instrumentos y mecanismos necesarios para generar respuestas precisas, reales y aplicativas. Todos estos talleres permitieron mejorar y validar las habilidades y el conocimiento adquirido por los aspirantes. Los estudiantes con el puntaje más alto en la fase de entrenamiento fueron seleccionados para la siguiente etapa, misma que permitió mejorar el conocimiento y destrezas de los posibles jueces sensoriales. El tiempo establecido para la fase de entrenamiento fue de 3 meses.

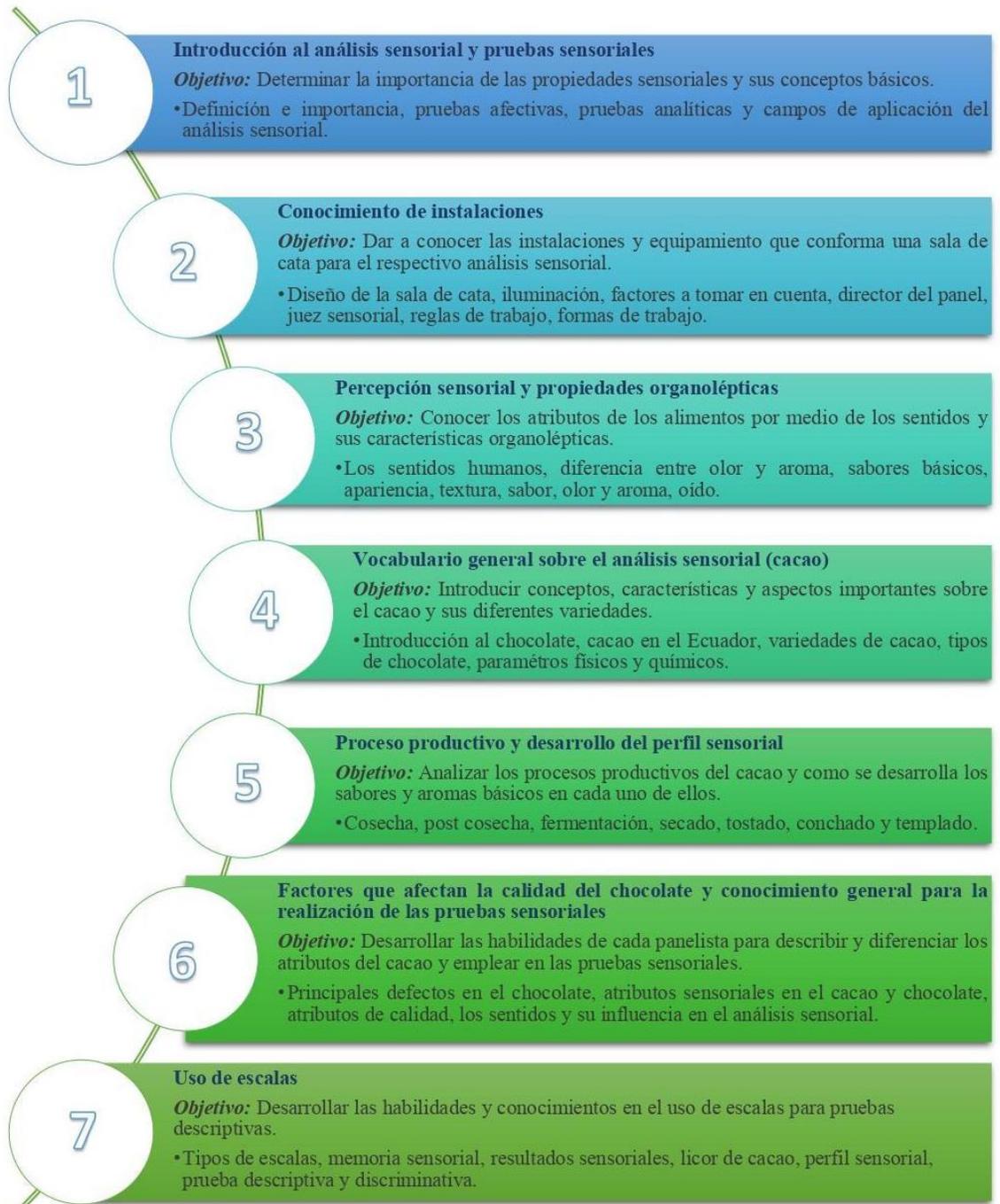


Figura 1.

Plan de entrenamiento para el panel sensorial de licor de cacao y chocolate

2.1.3 Selección y validación de jueces sensoriales

Los panelistas con el puntaje más alto en la fase de entrenamiento fueron seleccionados como jueces sensoriales. Para la fase final, en la cual se desarrollaron pruebas descriptivas y discriminativas en muestras de licor de cacao y chocolate. Este proceso tuvo una duración de una semana y las pruebas realizadas fueron: intensidad de textura, uso de escalas de categoría, uso de escalas lineales, prueba dúo - trío, prueba de comparación pareada, prueba triangular.

Para seleccionar al grupo final de panelistas sensoriales, se aplicaron tres pruebas: prueba de comparación pareada, prueba Dúo - Trío y prueba triangular, el criterio para la selección de jueces fue que debían alcanzar por lo menos el 80% de aciertos en las pruebas, tal como indica la Norma ISO 8586, 2012. Esta selección se realizó con el objetivo de garantizar que la información obtenida del panel sensorial sea repetible, discriminatoria, homogénea y reproducible. Todas estas pruebas sensoriales fueron realizadas en el laboratorio de análisis sensorial de la Universidad del Azuay, misma que cuenta con todos los requisitos descritos en la Norma ISO 8589: 2007.

2.2 Elaboración de muestras de licor de cacao y chocolate

Para el desarrollo de estas muestras, se trabajó con los granos de cacao de variedad CCN-51 fermentados con pulpas de frutas (maracuyá y banano) obtenidos del proyecto de investigación: Implicaciones en la calidad sensorial del chocolate elaborado con granos fermentados con pulpa de frutas en granja o bajo condiciones controladas (Fase III). Para cada uno de los tratamientos se procesó licor de cacao y chocolate al 70%. Las muestras fueron elaboradas en el laboratorio de procesamiento de cacao y chocolate de la Universidad del Azuay.

2.2.1 Elaboración del licor de cacao

Para la elaboración del licor de cacao, se trabajó con el protocolo descrito por Afoakwa, 2010. Para este proceso se partió de los granos secos de cacao CCN-51 obtenidos de la fermentación modificada con la incorporación de pulpas de frutas tanto en condiciones controladas como en granja, con un porcentaje de humedad de 6.1%, los cuales, inicialmente pasaron por una inspección de calidad, en la cual se constató que los granos estén bien fermentados, no pizarrosos ni sobre fermentados, mohosos, germinados, planos o infestados. Posteriormente los granos pasaron al proceso de tostado, el cual se realizó en un tostador

rotatorio de procedencia China, a temperatura baja y constante, hasta alcanzar una temperatura de 120 a 130 °C en el grano de cacao, temperatura a la cual se desarrollan los precursores de sabor y aroma. Los granos tostados se descascarillaron y trocearon para obtener los nibs de cacao. Estos nibs posteriormente pasaron a un proceso de molienda en un molino de piedra (Fairuz, Quito, Ecuador), hasta obtener un licor de cacao con una granulometría entre 15 y 20 μm , la cual es adecuada para garantizar un chocolate de buena calidad (Beckett, 2009).

2.2.2 Elaboración del chocolate

El protocolo que se utilizó para la elaboración de las muestras de chocolate fue el descrito por Afoakwa, 2010. Se partió del licor de cacao previamente obtenido y se realizó un chocolate al 70%, según la formulación propuesta en la Tabla 1. Primero se derritió el licor de cacao y la manteca de cacao en el microondas para incorporar en el molino de piedras, junto con la lecitina de soya y finalmente el azúcar. Se realizó un refinado por un lapso de aproximadamente 5 horas. A continuación, se atemperó el chocolate a 52°C, se enfrió rápidamente hasta 32 °C, y se procedió al moldeado y solidificado a temperatura ambiente por un tiempo de 24 horas. Finalmente, los chocolates fueron desmoldados y empaquetados en papel aluminio para evitar su contaminación y oxidación, que puedan alterar las características organolépticas.

Tabla 1. Formulación de chocolate 70%

<i>INGREDIENTES</i>	<i>PORCENTAJE</i>
<i>Licor 100% cacao</i>	<i>70%</i>
<i>Manteca de cacao</i>	<i>3%</i>
<i>Azúcar</i>	<i>26%</i>
<i>Lecitina de soya</i>	<i>1%</i>

2.3 Evaluación sensorial del licor de cacao y chocolate

2.3.1 Prueba descriptiva del chocolate

Los panelistas finalmente seleccionados realizaron la prueba descriptiva de chocolate, en la cual se evaluaron el sabor, aroma y regusto de las muestras procesadas en el punto 3.2.2. Inicialmente se realizó una reunión grupal, en la cual se establecieron los descriptores a evaluar (Tabla 2), se utilizó como referencia la rueda de sabores propuesta por Lemarcq et al., (2022).

Para el desarrollo de este protocolo se tomó como referencia la norma ISO 13299: 2017, se utilizó una escala de intensidad de cinco puntos en la cual uno representa la ausencia del atributo y cinco la mayor intensidad del atributo. Las características seleccionadas para el sabor fueron: astringente, banano, cacao, maracuyá, caramelo y heno; de la misma manera para el aroma fueron: pasas secas, frutos secos, tierra y cacao.

Tabla 2. Características seleccionadas para la evaluación de sabor y aroma del chocolate

<i>Sabor</i>	<i>Aroma</i>
<i>Astringente</i>	<i>Pasas secas</i>
<i>Banano</i>	<i>Frutos secos</i>
<i>Cacao</i>	<i>Cacao</i>
<i>Maracuyá</i>	<i>Tierra</i>
<i>Caramelo</i>	
<i>Heno</i>	

Para el análisis de los resultados, se realizó una prueba de normalidad Anderson Darling de las evaluaciones de los atributos y a través de técnicas gráficas de estadística descriptiva se presentó la comparación de los atributos del chocolate fermentado en condiciones controladas versus en condiciones granja.

2.3.2 Prueba discriminativa del licor de cacao

Con el fin de determinar si existen diferencias significativas desde el punto de vista sensorial entre los granos de cacao fermentados en condiciones de laboratorio versus granja, se realizó una prueba discriminativa de tipo triangular a las muestras de licor de cacao. Para lo cual, se tomó como referencia la norma ISO 4120:2004. A cada evaluador se presentaron tres muestras codificadas con números aleatorios de tres cifras y en un orden específico en el cual dos muestras eran iguales y una diferente. La prueba se realizó por duplicado, según el diseño experimental propuesto por Taylor & Buckle (2009). Esta prueba se realizó en el laboratorio de análisis sensorial de la Universidad del Azuay y se utilizó la luz roja, con el objetivo de enmascarar el color y aspecto y así los evaluadores se centren únicamente en el sabor. Los resultados se analizaron mediante estadística inferencial paramétrica y no paramétrica para la comparación de las respuestas de interés, con una comparación de igualdades mediante la prueba t- pareada para evaluar la significancia del estudio y el resultado final se obtuvo mediante tablas (Número mínimo de respuestas correctas necesarias para concluir que existen diferencias perceptibles, basado en una prueba triangular) de la Norma ISO 4120:2004, donde se indica el número mínimo de respuestas correctas que debe tener el análisis para que cumpla la hipótesis.

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1 Selección de jueces sensoriales

Posterior a la convocatoria realizada mediante redes sociales, 35 estudiantes respondieron la encuesta propuesta, de los cuales únicamente 28 aspirantes fueron escogidos como idóneos para pasar a la siguiente fase. Este grupo estuvo conformado por un 67 % de mujeres y un 33% de hombres en edades comprendidas entre 20 a 30 años. Los resultados de las pruebas de agudeza sensorial se muestran en la Tabla 3, en esta se puede observar que la prueba con menor porcentaje de error fue la olfativa y la que más error presentó fue la de tipo gustativa. Los resultados mostraron que 18 estudiantes tenían habilidades y conocimientos para continuar en la siguiente etapa de entrenamiento para ser jueces sensoriales. En la fase olfativa todos los participantes acertaron en sus respuestas, puesto que los olores eran conocidos o familiarizados con su entorno. En la fase visual se presentaron varios errores debido a que los participantes no diferenciaban bien la intensidad o escala de colores que se

les presentó como muestras. Es importante tomar en cuenta, que el COVID-19 pudo ser un impedimento para algunos participantes, debido a que está relacionado con alteraciones en los sentidos del olfato y gusto (anosmia), esto se debe a que el SARS-CoV-2 puede invadir el sistema nervioso central y provocar estas alteraciones. (Lechien et al., 2020).

Tabla 3. Resultados de pruebas de agudeza sensorial

<i>Pruebas de agudeza sensorial</i>				
<i>Resultado</i>	<i>Olfativa</i>	<i>Gustativa</i>	<i>Color</i>	<i>Triangular</i>
<i>Aciertos</i>	100%	75%	93,60%	82,14%
<i>Desaciertos</i>	0%	25%	3,40%	17,90%

En la Tabla 4 se observan los resultados de la fase de entrenamiento, en esta etapa se pudo evidenciar que hubo aspirantes que demostraron habilidades sensoriales más desarrolladas, no solamente por las respuestas acertadas en cada prueba, sino también demostraron interés y motivación durante el entrenamiento. Además, es importante recalcar que los candidatos demostraron aptitudes para comunicar y describir las sensaciones percibidas por los sentidos. Las pruebas con el porcentaje de aciertos más elevado fue la de intensidad de sabores y texturas y la que mayor cantidad de desaciertos presentó fue la de intensidad de olores.

Tabla 4. Resultados de la fase de entrenamiento

<i>Pruebas de entrenamiento</i>						
<i>Resultado</i>	<i>Intensidad olores</i>	<i>Intensidad textura</i>	<i>Intensidad sabores</i>	<i>Triangular</i>	<i>Diferencia de texturas</i>	<i>Usos descriptores</i>
<i>Aciertos</i>	65,30%	98,60%	98,60%	66,60%	67,60%	83,33%
<i>Desaciertos</i>	34,70%	1,40%	1,40%	33,40%	32,40%	16,67%

Posteriormente se realizó la selección de los posibles jueces finales, para lo cual, concluidas las sesiones de entrenamiento tanto teóricas como prácticas, se aplicaron las pruebas en licor de cacao y chocolate con el fin de que se familiaricen con el tema y evaluar su rendimiento. De todo el grupo, únicamente 10 panelistas demostraron poseer las destrezas, riqueza de

vocabulario sensorial, conocimiento y habilidades descriptivas y discriminativas. Este grupo acertó en su totalidad las pruebas de comparación pareada, dúo-trío y triangular. Por otro lado, en las pruebas descriptivas se evidenció un 12% de error, en el uso de la escala categórica e intensidad de textura, los resultados de las pruebas se observan en la Tabla 5.

Tabla 5. Pruebas de entrenamiento en licor de cacao y chocolate

<i>Pruebas de entrenamiento en licor de cacao y chocolate</i>					
<i>Resultado</i>	<i>Intensidad textura</i>	<i>Escala categórica</i>	<i>Dúo-Trio</i>	<i>Comparación pareada</i>	<i>Triangular</i>
<i>Aciertos</i>	<i>87,50%</i>	<i>87,50%</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>
<i>Desaciertos</i>	<i>12,50%</i>	<i>12,50%</i>	<i>0%</i>	<i>0%</i>	<i>0%</i>

Finalmente, en la Tabla 6 se muestran los resultados de la validación de los jueces sensoriales, en el análisis de estos resultados se demuestra que los jueces desarrollaron una mejor destreza y habilidad en cada prueba y demostraron estar preparados para realizar la evaluación sensorial final que es la prueba descriptiva para chocolate y discriminativa tipo triangular para licor de cacao. Los 10 jueces aprobaron las pruebas de validación.

Tabla 6. Resultados de las pruebas de validación

<i>Pruebas de validación</i>			
<i>Resultado</i>	<i>Dúo-Trio</i>	<i>Comparación pareada</i>	<i>Triangular</i>
<i>Aciertos</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>
<i>Desaciertos</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>

3.2 Pruebas aplicadas al licor de cacao y chocolate

3.2.1 Prueba descriptiva del sabor de chocolate

Los resultados de la prueba de perfil de sabor de las muestras de chocolate fermentado en condiciones laboratorio y granja se observan en la Figura 2. Los datos que estadísticamente mostraron una distribución normal, se trabajaron con los datos de la media y en el caso de los atributos que no mostraron una distribución normal, se trabajó con la mediana de los datos. Los descriptores que mostraron una distribución normal en la muestra de chocolate en condiciones granja fueron: astringente, cacao y terroso y en la muestra de chocolate en condiciones controladas fueron: astringente, maracuyá, terroso y regusto.

En la muestra de chocolate fermentado en granja, se puede observar un sabor marcado a heno, mismo que se describió como a hierba húmeda, a esta característica se le puede considerar como un defecto y podría deberse a que esta muestra proviene de una fermentación espontánea. Los microorganismos que se desarrollan durante el proceso de fermentación, dependen en gran parte del lugar y de las condiciones en las que se realice y de estos condicionan los sabores y aromas que se desarrollan (Sarbu & Csutak, O, 2019). Por otro lado, en una fermentación en granja, la lluvia que incide directamente a los granos puede incrementar la humedad del proceso, favoreciendo el desarrollo de mohos en el grano (Ganeswari et al., 2015). Especies como *Aspergillus*, *Penicillium* y *Mucor* se han asociado al desarrollo de gustos indeseables; condiciones como humedad y temperatura del grano, valores bajos de pH, favorecen su crecimiento. Los mohos son capaces de liberar lipasas que alteran el punto de fusión de la manteca, produciendo sabores desagradables en el chocolate (Agell, 2000). Los compuestos químicos relacionados a sabores herbales en el chocolate son: n-Hexanal o 2-Nonenal (Afoakwa, 2012).

De igual manera, en la Gráfica 2 se evidencia que el sabor astringente destaca en la muestra de chocolate fermentado bajo condiciones controladas. El compuesto responsable de la astringencia principalmente son los polifenoles no reducidos cuando la fermentación no ha sido completa o por un tostado inadecuado (Illegheems et al., 2012). El valor de pH en el grano, también tiene una influencia directa sobre el sabor del chocolate, mientras más

alcalino sea, menor será su astringencia (Sharif, 1997). De igual manera, en la muestra fermentada en laboratorio, se observa que el sabor banano se destaca sobre la muestra en condiciones granja, el compuesto responsable de este sabor es 2- acetato de furfurilo (Ramos. et al, 2014).

En cuanto a la intensidad del sabor a cacao, maracuyá, terroso y el regusto en ambas muestras mostraron similitud en las puntuaciones (Figura 2).

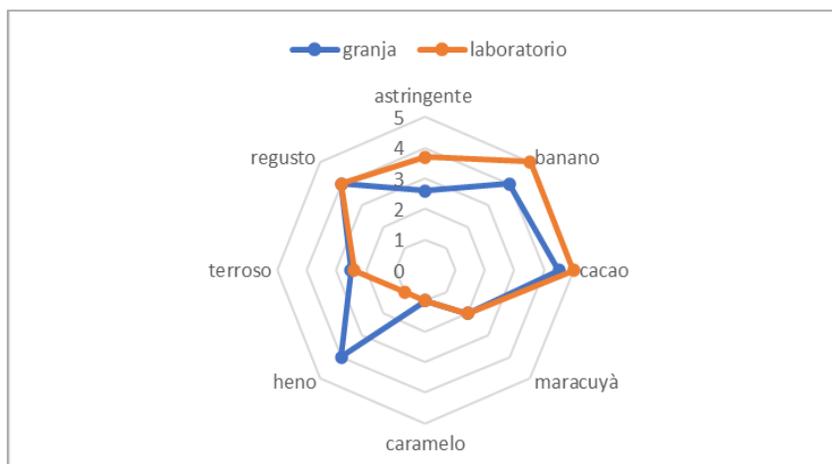


Figura 2. Prueba descriptiva del sabor de chocolate fermentado con adición de pulpas de frutas en condiciones controladas versus granja

3.2.2 Prueba descriptiva del aroma de chocolate

Para el caso del aroma, los descriptores que mostraron una distribución normal en la muestra de granja fueron: pasas secas y tierra y en la muestra de chocolate fermentado en condiciones controladas fueron: pasas secas y cacao. En la Figura 3, se observa que en la muestra de granja existe un aroma marcado a tierra y esto se debe a que los granos de cacao fueron fermentados en sacos en el suelo, por lo que, pueden desarrollarse ciertas características indeseables. El desarrollo de aromas y sabores indeseables pueden presentarse por: largos tiempos de fermentación, condiciones de almacenamiento inadecuado y contaminaciones por mohos (Guzmán & Gómez, 2014). Los compuestos químicos responsables del aroma a tierra son: 2 etil 3,5 dimetilpirazina y 2,3 dietil 5 metilpirazina (Afoakwa, 2012). Es importante destacar que el aroma a frutos secos es más intenso en la muestra de granja. Compuestos no volátiles como polifenoles y alcaloides participan indirectamente como precursores de

aromas en el cacao, mismos que dependen de factores genéticos y ambientales en la planta y los compuestos químicos responsables de estos aromas son: Pirrol 2 carboxaldehído, 2 furfural, benzonitrilo (Bonvechi, 2005).

En la muestra de chocolate fermentado en laboratorio predomina el aroma a pasas secas sobre la muestra de chocolate fermentado en granja, es importante diferenciar una fermentación en granja de una de laboratorio ya que condiciones de laboratorio la microbiota está controlada, lo que ayuda a que se desarrollen los aromas y sabores característicos.

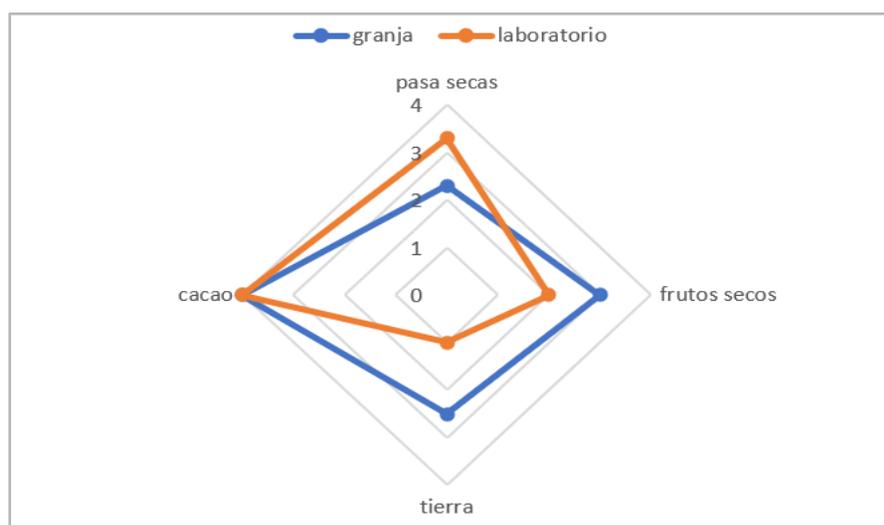


Figura 3. Prueba descriptiva del aroma del chocolate fermentado con adición de pulpas de frutas en condiciones controladas versus granja

3.2.3 Prueba discriminativa triangular para licor de cacao

En la prueba discriminativa de licor de cacao se evaluó la significancia en el diseño experimental, donde el $p = 0.376$, por lo tanto, es significativo. Es decir, tanto las respuestas en la réplica 1 como en la réplica 2 muestran concordancia en el análisis, la significancia se evaluó mediante la prueba t-pareada. El modelo del diseño experimental con el que se trabajó, se muestra en el Anexo 2.

De acuerdo con el Anexo 3, se puede observar que para 25 jueces y un nivel de significancia de 0.05, el número mínimo de respuestas correctas debe ser 13; por lo tanto, al obtener 13 respuestas correctas en la réplica 1 y 16 respuestas correctas en la réplica 2 se puede afirmar

que la diferencia entre la muestra fermentada con adición de pulpas de frutas en condiciones controladas versus granja es significativa.

4. CONCLUSIONES

Se pudo conformar un grupo de jueces sensoriales para la evaluación de licor de cacao y chocolate, mismos que demostraron las habilidades y destrezas necesarias. Se pudo confirmar que los jueces fueron capaces de emitir respuestas homogéneas y reproducibles en el tiempo. Por otro lado, se lograron estudiar las características organolépticas de las muestras de licor de cacao obtenidos de granos fermentados con adición de pulpa de frutas tanto en condiciones controladas de laboratorio como en granja, constatando que existe una diferencia significativa entre las muestras. Por lo que, se puede concluir que el método de fermentación tiene incidencia en el desarrollo de aromas y sabores. De la misma manera, en los perfiles aroma y sabor de las muestras de chocolate, se pudo determinar que durante la fermentación en laboratorio se desarrollan mejor estos atributos al tratarse de un proceso controlado.

5. BIBLIOGRAFÍA

- ADM Cocoa (2006). The De ZaanR Cocoa Manual. The Netherlands: Archer Daniels Midland Company BV.
- Agell, O. (2000). La seguridad alimentaria del chocolate. Observatori de Seguretat Alimentària. <http://canacacao.org/wp-content/uploads/La-seguridad-alimentario-del-chocolate.pdf>
- Afoakwa, E. O. (2010). Science and Technology of Enrobed and Filled Chocolate, Confectionery and Bakery Products. In Science and Technology of Enrobed and Filled Chocolate, Confectionery and Bakery Products. <https://doi.org/10.1533/9781845696436>
- Afoakwa, E. O. (2012). Influence of pulp-preconditioning and fermentation on fermentative quality and appearance of ghanaiian cocoa (theobroma cacao) beans. International Food Research Journal.

https://www.researchgate.net/publication/279581651_Influence_of_pulp-preconditioning_and_fermentation_on_fermentative_quality_and_appearance_of_ghanaian_cocoa_theobroma_cacao_beans.

- Aikpokpodion, P. (2010). Effects of fermentation intensity on polyphenols and antioxidant capacity of cocoa beans. In *Optical Int. J. Sustain. Crop Prod* (Vol. 5, Issue 4). [http://ggfjournals.com/assets/uploads/MIN-164_Fermentation_Aikp\(_NAZ.\)_66-70_.pdf](http://ggfjournals.com/assets/uploads/MIN-164_Fermentation_Aikp(_NAZ.)_66-70_.pdf)
- Banco de Desarrollo de América Latina. (2020). Observatorio del cacao fino y de aroma para América latina. *Iniciativa Latinoamericana Del Cacao*, 8, 1–3. <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1530>
- Beckett, S. T. (2009). *Industrial chocolate manufacture and use*. Wiley-Blackwell.
- Bonvechi, J. (2005). Investigation of aromatic compounds in roasted cocoa powder. *European Food Research and Technology*. https://www.researchgate.net/publication/226542434_Investigation_of_aromatic_compounds_in_roasted_cocoa_powder
- Boza, E. J., Motamayor, J. C., Amores, F. M., Cedeño-Amador, S., Tondo, C. L., Livingstone, D. S., Schnell, R. J., & Gutiérrez, O. A. (2014). Genetic characterization of the cacao cultivar CCN 51: Its impact and significance on global cacao improvement and production. <https://doi.org/10.21273/jashs.139.2.219>
- Camu, N., DeWinter, T., Verbrugge, K., Cleenwerck, I., Vandamme, P., Takrama, J.S. (2007). Dynamics and biodiversity of populations of lactic acid bacteria and acetic acid bacteria involved in spontaneous heap fermentation of cocoa beans in Ghana. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. PMID: 17277227; PMCID: PMC1828797. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17277227/>
- Carrión, S. (2019). Efecto de la adición de pulpa de maracuyá y banano como coadyuvantes en la fermentación de granos de cacao de la variedad CCN-51. Universidad del Azuay. Ecuador. <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/8684>
- Chiriboga, M. (2013). *Jornaleros, grandes propietarios y exportación cacaotera*. Quito: Universidad Andina Simón Bolívar. <https://www.uasb.edu.ec/publicacion/jornaleros-grandes-propietarios-y-exportacion-cacaotera-1790-1925/>

- Crafuck, M., Keul, H., Eskildsen, C. E., Petersen, M. A., Saerens, S., Blennow, A., Skovmand-Larsen, M., Swiegers, J. H., Petersen, G. B., Heimdal, H., & Nielsen, D. S. (2014). Impact of starter cultures and fermentation techniques on the volatile aroma and sensory profile of chocolate. Department of Plant and Environmental Sciences, University of Copenhagen, Denmark <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.04.032>
- Espinoza, J. (2007). Evaluación Sensorial de los Alimentos. <http://revistas.mes.edu.cu/EDUNIV/legalcode-ar.htm>
- Ganeswari, J., Bariah, S., Amizi, M.A., Sim, K.Y., (2015). Effects of different fermentation approaches on the microbiological and physiological changes during cocoa beans fermentation. *International Food Research Journal*. 22(1):70-76
- https://www.researchgate.net/publication/280311929_Effects_of_different_fermentation_approaches_on_the_microbiological_and_physicochemical_changes_during_cocoa_bean_fermentation
- Guzmán, D. Gomez, P. (2014). Evaluación sensorial de cacao (*Theobroma cacao* L.) cultivado en la región del sur del departamento de Bolívar (Colombia). *Artículos de Investigación*. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20163151153>
- ICCO. (2021). Cocoa organization. <https://www.icco.org/shop/international-symposium-on-cocoa-research/>
- Illegheems, K., Weckx, S., De Vuyst, L. (2015). Applying meta-pathway analyses through metagenomics to identify the functional properties of the major bacterial communities of a single spontaneous cocoa bean fermentation process sample. *Research Group of Industrial Microbiology and Food Biotechnology (IMDO)*. 50, 54–63. Applying meta-pathway analyses through metagenomics to identify the functional properties of the major bacterial communities of a single spontaneous cocoa bean fermentation process sample - ScienceDirect
- Lechien, R., Chiesa, M., De Sisti, R., (2020). Olfactory and gustatory dysfunctions as a clinical presentation of mild-to-moderate forms of the coronavirus disease (COVID-19): a multicenter European study. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32253535/>

- Lemarcq, V., Vane de Walle, D., Monterde, V. et al. (2022). Assessing the flavor of cocoa liquor and chocolate through instrumental and sensory analysis: a critical review. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33605811/>
- Liendo, R. (2015). Efecto del volteo sobre los perfiles sensoriales del cacao fermentado Effect of the turning on the sensory profiles of the fermented cocoa. https://www.revfacagronluz.org.ve/PDF/enero_marzo2015/v32n1a20154162.pdf
- Nielsen, D.S., J. Jakobsen, J.J., Jespersen. (2010) *Candida halmiae* sp. nov., *Geotrichum ghanense* sp. nov., and *Candida awaia* sp. nov. , isolated from Ghanaian cocoa fermentations. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19671722/>
- Owusu, A., Aneani, F., Anchirinah, V. (2012). Adoption of Some Cocoa Production Technologies by Cocoa Farmers in Ghana. *Sustainable Agriculture Research*. <https://www.ccsenet.org/journal/index.php/sar/article/view/14550>
- Paéz, L., & Espinosa, F. (2015). Ecuador tierra del Cacao. En L. Paéz, F. Espinosa, & S. Leisa (Ed.), *Ecuador tierra del Cacao* (1a ed., pág. 209). Quito, Ecuador: Trama ediciones. https://libroecuador.com/admin/paginas_interiores/choco%20peq.pdf
- Prindiville, E.A., H. Marshall y H. Heymann; (2000). Effect of milk fat, cocoa butter and whey protein fat replacer on the sensory properties of lowfat and notfat chocolate. Department of Food Science and Human Nutrition, University of Missouri, Columbia 65211 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030200751058>
- Ramos, C., Ribeiro, D., Dias, R., Schwan, F. (2014). Impact of different cocoa hybrids (*Theobroma cacao* L.) and *S. cerevisiae* UFLA CA11 inoculation on microbial communities and volatile compounds of cocoa fermentation. Department of Food Science. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996914005717>
- Sarbu, I., & Csutak, O. (2019). The microbiology of cocoa fermentation. In *Caffeinated and Cocoa Based Beverages: Volume 8. The Science of Beverages* (pp. 423–446). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815864-7.00013-1>
- 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*, <https://doi.org/10.1080/10408690490464104>

- Sharif, S. (1997). Effect of Alkalization and Quality of Cocoa Liquor from Different Origins. MSc thesis, Pennsylvania State University.
- Organizaciòn Internacional del cacao (2019). Estadísticas internacionales. <http://www.organic-world.net/statistics-data-tables-excel.html#c6167>
http://www.msc.org/?set_language=es.
- Taylor, S. L., Board, A., Buckle, K., Chassy, B., Fox, P., Gordon, D., Hutkins, R., Quebec, R. J., Daryl, C., Lund, B., Weaver, C., & Zhang, H. (2004). Food Science and Technology International Series Series Editor. <http://www.elsevier.com>
- Villacis, A., & Domínguez, J. (2022). Prices, speciality varieties, and postharvest practices: Insights from cacao value chains in Ecuador. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5802/1/Agribusiness%20-%202022%20-%20Villacis%20-%20Alwang%20-%20Barrera%20-Dom%c3%adnguez.pdf>
- Vizcaíno, C. (2020). Effect of co-fermentation of probiotic microorganisms and fruit pulps in the cocoa beans of the CCN-51 variety. <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/10404?locale=es>

6. ANEXOS

Anexo 1. Encuesta de autoevaluación.

Test de autoevaluación

Hola con todos ! Este cuestionario nos ayudará a tomar en cuenta ciertos factores para poder formar parte del panel sensorial. El potencial de cada uno y la predisposición para poder desempeñarse como juez sensorial . Responder de manera sincera y clara.

CACAO Y CHOCOLATE



1. Nombres y Apellido

2. Teléfono

3. ¿ Qué carrera estudia ?

4. Género

Marca solo un óvalo.

Masculino

Femenino

5. Edad

Marca solo un óvalo.

- 18-22 años
- 23-27 años
- 28-32 años
- 33-40 años

6. ¿ Usted presenta algunas de las siguiente enfermedades ?

Marca solo un óvalo.

- Problemas respiratorios
- Asma
- Hipoglucemia
- Disgeusia (Transtornos del gusto)
- Alergia a algún alimento en particular ?
- Ninguna
- Otro: _____

7. ¿ Con qué frecuencia usted fuma ?

Marca solo un óvalo.

- Todos los días
- Una o dos veces por semana
- Una vez al mes
- Ocasionalmente
- No fumo

8. ¿ Se ha contagiado de Covid-19?

Marca solo un óvalo.

SI

NO

9. ¿ Usted se ha contagiado con Covid-19 ? Si la respuesta es SI . ¿ Ha perdido el sentido del gusto y el olfato ?

Marca solo un óvalo.

SI

NO

10. ¿ Toma algún medicamento regularmente? Si la respuesta es afirmativa, por favor especificar.

11. A continuación, indicar los días que puede asistir a las sesiones de entrenamiento y capacitación. Se puede seleccionar varias opciones.

Selecciona todos los que correspondan.

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
Mañana	<input type="checkbox"/>				
Tarde	<input type="checkbox"/>				

12. ¿ Cómo describiría el sabor del chocolate?



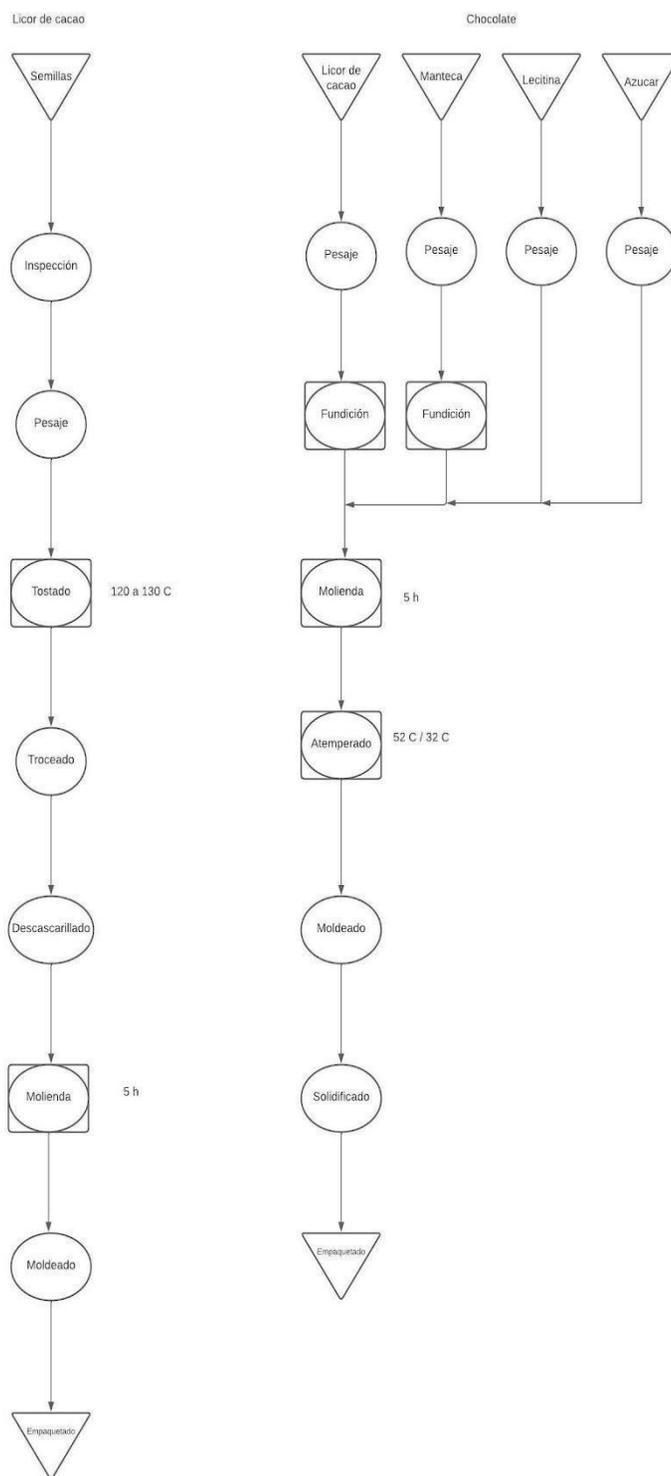
13. ¿ Cómo describiría el olor del chocolate ?



14. ¿ Por qué le gustaría formar parte del panel sensorial ?

Anexo 2. Diagrama de flujo para la elaboración licor de cacao y chocolate

Diagrama de flujo: licor de cacao y chocolate



Anexo 3. *Tabla – diseño experimental para prueba discriminativa triangular*

Table 5.8 A serving order for the triangle test, balanced order^a

Subject	Serving order	
	First set	Second set
1	ABB	ABA
2	BAB	AAB
3	BBA	BAA
4	AAB	BAB
5	BBA	ABA
6	ABB	AAB
7	BAA	BAB
8	ABA	BBA
9	AAB	ABB
10	BAA	BBA
11	ABA	ABB
12	BAB	BAA
13	AAB	BBA
14	BBA	AAB
15	BAA	ABB
16	ABB	BAA
17	ABA	BAB
18	BAB	ABA

^a One replication per subject

(Taylor & Buckle, 2009)

Anexo 4. Números mínimos de juicios correctos para establecer la importancia en varios niveles de probabilidad para la prueba discriminativa triangular

Tabla 5.10 Minimum numbers of correct judgments to establish significance at various probability levels for the triangle test (one-tailed, $p = \frac{1}{2}$)^a

Number of trials (n)	Probability levels						
	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.005	0.001
5	4	5	5	5	5	5	
6	5	5	5	5	6	6	
7	5	6	6	6	6	7	7
8	6	6	6	6	7	7	8
9	6	7	7	7	7	8	8
10	7	7	7	7	8	8	9
11	7	7	8	8	8	9	10
12	8	8	8	8	9	9	10
13	8	8	9	9	9	10	11
14	9	9	9	9	10	10	11
15	9	9	10	10	10	11	12
16	9	10	10	10	11	11	12
17	10	10	10	11	11	12	13
18	10	11	11	11	12	12	13
19	11	11	11	12	12	13	14
20	11	11	12	12	13	13	14
21	12	12	12	13	13	14	15
22	12	12	13	13	14	14	15
23	12	13	13	13	14	15	16
24	13	13	13	14	15	15	16
25	13	14	14	14	15	16	17
26	14	14	14	15	15	16	17
27	14	14	15	15	16	17	18
28	15	15	15	16	16	17	18
29	15	15	16	16	17	17	19
30	15	16	16	16	17	18	19
31	16	16	16	17	18	18	20
32	16	16	17	17	18	19	20
33	17	17	17	18	18	19	21
34	17	17	18	18	19	20	21
35	17	18	18	19	19	20	22
36	18	18	18	19	20	20	22
37	18	18	19	19	20	21	22
38	19	19	19	20	21	21	23
39	19	19	20	20	21	22	23
40	19	20	20	21	21	22	24
41	20	20	20	21	22	23	24
42	20	20	21	21	22	23	25
43	20	21	21	22	23	24	25
44	21	21	22	22	23	24	26
45	21	22	22	23	24	24	26
46	22	22	22	23	24	25	27
47	22	22	23	23	24	25	27
48	22	23	23	24	25	26	27
49	23	23	24	24	25	26	28
50	23	24	24	25	26	26	28
60	27	27	28	29	30	31	33
70	31	31	32	33	34	35	37
80	35	35	36	36	38	39	41
90	38	39	40	40	42	43	45
100	42	43	43	44	45	47	49

^aValues (X) not appearing in table may be derived from $X = 0.4714n \sqrt{n} + [(2n + 3)/6]$. See text.
Reprinted from J. Food Sci. 43, pp. 940-947, 1978. Copyright © by Institute of Food Technologists.

Fuente: (Taylor & Buckle, 2009)