



**UNIVERSIDAD
DEL AZUAY**

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS
" PROPUESTA DE UNA METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS
SENSORIAL DE CACAO TOSTADO "**

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

Autor:

Paola Belén Prado Monge

Director:

Ing. María Alicia Peña González, Msc.

CUENCA-ECUADOR

2021

DEDICATORIA

A toda mi familia, especialmente a mis padres Juan y Ana, por ser mi inspiración, mi fuerza y el motivo por el cual todo ha valido la pena. Ustedes han arraigado valores y principios en mi vida que me han permitido luchar por mis metas, priorizando la bondad, respeto y humildad.

AGRADECIMIENTO

A mi Dios, por haber transformado mi vida con amor y por las bendiciones que me ha dado a lo largo de toda mi carrera. A todos los docentes que han contribuido en mi desarrollo académico, especialmente a la Ingeniera María Alicia Peña por su compromiso, paciencia y responsabilidad.

"Propuesta de una metodología para el análisis sensorial de cacao tostado"

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue desarrollar una metodología para la formación de jueces semientrenados para evaluar sensorialmente cacao. Para lo cual, se adaptaron normativas y se establecieron las etapas para la selección y entrenamiento básico de los evaluadores sensoriales. Se determinaron pruebas sensoriales aplicables a la evaluación de cacao y el análisis estadístico correspondiente a cada una de ellas. Se puede concluir que, para la ejecución de la presente metodología es primordial contar con un líder sensorial preparado, que pueda aplicar las etapas adecuadamente y mantenga la motivación de los participantes. Además, es de gran importancia la validación del panel sensorial, pues esta permitirá garantizar la confiabilidad de los resultados obtenidos.

Palabras clave: Cacao, calidad, entrenamiento, pruebas sensoriales, validación



Ing. María Fernanda Rosales M.
Coordinadora de Escuela
Ingeniería en Alimentos



Ing. María Alicia Peña
Directora del trabajo de graduación



Paola Belén Prado Monge

"Proposal of a methodology for the sensory analysis of roasted cocoa"

ABSTRACT

The objective of this work was to develop a methodology for the formation of semi-trained judges for the sensory evaluation of cocoa. For this purpose, regulations were adapted and the stages for the selection and basic training of sensory evaluators were established. Sensory tests applicable to the evaluation of cocoa and the statistical analysis corresponding to each of them were determined. It can be concluded that, for the execution of the present methodology, it is essential to have a prepared sensory leader, who can apply the stages adequately and maintain the motivation of the participants. In addition, the validation of the sensory panel is of great importance, as this will guarantee the reliability of the results obtained.

Keywords: Cocoa, quality, training, sensory tests, validation



Ing. María Fernanda Rosales M.
Faculty Coordinator
Food Engineering



Ing. María Alicia Peña
Thesis Director

Translate by



Paola Belén Prado Monge



ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
RESUMEN	4
ABSTRACT	5
INTRODUCCIÓN.....	13
OBJETIVOS	13
Capítulo 1	14
Referente teórico.....	14
1.1 Generalidades del cacao.....	14
1.1.1 Cultivo de cacao (<i>Theobroma cacao L</i>)	14
1.1.2 Variedad genotípica.....	14
1.1.2.1 Forastero	15
1.1.2.2 Criollo.....	15
1.1.2.3 Trinitario.....	15
1.1.3 Tipos de cacao ecuatoriano.....	15
1.1.3.1 Cacao Nacional.....	16
1.1.3.2 Cacao CNN-51.....	16
1.1.4 Cosecha de cacao.....	17
1.1.5 Manejo postcosecha.....	18

1.1.5.1 Fermentación	18
1.1.5.2 Secado.....	19
1.1.6 Tostado	19
1.1.7 Composición Nutricional.....	20
1.2 Análisis sensorial	22
1.2.1 Los sentidos en la percepción sensorial	23
1.2.1.1 Gusto	23
1.2.1.2 Olfato	23
1.2.1.3 Vista.....	24
1.2.1.4 Oído.....	24
1.2.1.5 Tacto.....	24
1.2.2 Pruebas sensoriales	25
1.2.2.1 Pruebas de discriminación	25
1.2.2.2 Pruebas descriptivas.....	25
1.2.2.3 Pruebas de tipo afectivo o hedónico	26
1.2.3 Tipos de jueces sensoriales.....	26
1.3 Análisis sensorial de cacao	26
1.3.1 Desarrollo del perfil sensorial del cacao.....	26
1.3.2 Calidad del cacao	29
1.3.3 Factores que influyen en la calidad del cacao.....	32
1.3.3.1 Suelo.....	32

1.3.3.2	Clima.....	32
1.3.3.3	Material de siembra.....	33
1.3.3.4	Enfermedades y plagas del cacao	33
1.3.3.5	Estado de maduración del fruto.....	33
1.3.3.6	Abertura y desgranado del fruto	34
1.3.3.7	Tratamientos de prefermentación.....	34
1.3.3.8	Método y cultivo iniciador de la fermentación	34
1.3.3.9	Tiempo de fermentación.....	35
1.3.3.10	pH y temperatura	35
1.3.3.11	Método de secado.....	36
1.3.3.12	Almacenamiento	37
1.3.3.13	Tratamientos previos al tostado	37
1.3.3.14	Tiempo y temperatura de tostado.....	38
1.3.3.15	pH del tostado.....	38
Capítulo 2	39
2.1	Proceso de formación de jueces sensoriales de cacao	39
2.1.1	Reclutamiento	40
2.1.1.1	Convocatoria para análisis sensorial de cacao.....	40
2.1.1.2	Encuesta de reclutamiento	41
2.1.1.2.1	Condiciones de salud	41
2.1.1.2.2	Características personales	42

2.1.1.2.3 Hábitos de consumo	42
2.1.2 Selección.....	42
2.1.2.1 Prueba de agudeza gustativa.....	43
2.1.2.2 Prueba de agudeza olfativa.....	45
2.1.2.3 Prueba de detección de color.....	47
2.1.2.4 Prueba discriminativa triangular	49
2.1.2.5 Consideraciones de aceptación	51
2.1.3 Entrenamiento	52
2.1.3.1 Actividades para las sesiones de entrenamiento.....	54
2.1.3.1.1 Identificación de olores	54
2.1.3.1.2 Test de percepción visual	55
2.1.3.1.3 Juego de negociación.....	55
2.1.3.1.4 Charadas sensoriales	56
2.1.3.1.5 Identificación de variedades cacaoteras	57
2.1.3.2 Pruebas sensoriales para las sesiones de entrenamiento.....	58
2.1.3.2.1 Prueba de ordenamiento entre niveles de intensidad	58
2.1.3.2.2 Prueba para la descripción de olores.....	60
2.1.3.2.3 Prueba dúo trío.....	62
2.1.3.2.4 Prueba de notas indeseables (off-notes)	64
2.1.3.2.5 Prueba de control de calidad de grano de cacao	68
2.1.3.2.6 Prueba de calidad in/out	72

	10
2.1.3.2.7 Prueba de estaciones de sabor	73
2.1.3.2.8 Prueba de escala.....	76
2.1.3.2.8.1 Escala de categoría.....	76
2.1.3.2.8.2 Escala lineal	76
2.1.3.2.8.3 Escala de estimación de magnitud	76
2.1.3.2.9 Perfil descriptivo cualitativo.....	81
2.1.3.2.9.1 Preparación de licor de cacao	81
2.1.3.2.9.2 Pasos para obtener el perfil sensorial de cacao	83
2.1.3.2.9.2.1 Identificación de términos descriptivos.....	83
2.1.3.2.9.2.2 Discusión general y clasificación inicial de descriptores.....	84
2.1.3.2.9.2.3 Perfil sensorial de cacao	84
2.1.3.2.9.3 Instrucciones para llenar la ficha de cata.....	85
2.1.4 Validación del panel sensorial	90
2.1.4.1 Datos discriminatorios.....	90
2.1.4.2 Repetibilidad de datos.....	93
2.1.4.3 Reproducibilidad de datos.....	94
Conclusiones.....	96
Recomendaciones.....	97
Referencias bibliográficas.....	98
Anexos	105
Anexo 1. Encuesta para el análisis sensorial de cacao	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diferencias de las variedades de cacao.....	16
Tabla 2. Perfil de sabor de diferentes variedades cacaoteras.....	17
Tabla 3. Composición química del cotiledón de las principales variedades cacaoteras .	21
Tabla 4. Composición proximal de granos de cacao seco de la variedad nacional y CCN-51.....	21
Tabla 5. Compuestos aromáticos del licor de cacao	31
Tabla 6. pH del cacao, según su zona de origen	36
Tabla 7. Sustancias para la prueba de detección de sabor.....	43
Tabla 8. Sustancias de olor para pruebas de detección	45
Tabla 9. Volúmenes de disolución para prueba de detección de color.....	47
Tabla 10. Combinaciones de muestras para pruebas triangulares	49
Tabla 11. Número crítico de respuestas correctas para la prueba triangular	51
Tabla 12. Sustancias para la prueba de descripción de olores	60
Tabla 13. Número crítico de respuestas correctas para prueba dúo-trío.....	63
Tabla 14. Grado de fermentación y defectos físicos del cacao	64
Tabla 15. Requisitos de calidad para cacao	70
Tabla 16. Alimentos para prueba de estaciones de sabor	74
Tabla 17. Sustancias para el entrenamiento en el uso de escalas.....	79
Tabla 18. Escala de intensidad.....	81
Tabla 19. Parámetros para tostar muestras de cacao	83
Tabla 20. Escala de calidad.....	86

Tabla 21. Resultados de la prueba A-No-A	92
Tabla 22. Puntos de probabilidad de la distribución chi-cuadrado (χ^2).....	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sabores percibidos en la lengua.....	23
Figura 2. Etapas para el desarrollo del perfil sensorial del cacao	29
Figura 3. Etapas para la formación de un panel sensorial de cacao	40
Figura 4. Ejemplo de convocatoria para interesados en participar en análisis sensorial de cacao	41
Figura 5. Plan de entrenamiento para el panel sensorial de cacao.....	53
Figura 6. Reglas de un panelista sensorial y formas de trabajo	54
Figura 7. Fichas para el Juego de negociación.....	56
Figura 8. Carteles para el Juego de charadas sensoriales	57
Figura 9. Prueba de escala en papel	78
Figura 10. Ejemplo de descriptores generados para el licor de cacao	85
Figura 11. Perfil sensorial de cacao.....	90

INTRODUCCIÓN

El cacao es una especie del género theobroma, su cultivo es de plantación tropical y es la materia prima fundamental para la elaboración de chocolate (Arvelo et al, 2016). El Ecuador cuenta con alrededor de 470000 hectáreas de cultivo y es el principal productor de cacao fino y de aroma, contribuyendo con el 50 % de las exportaciones de este producto. Gran parte de esta producción se ve afectada por un deficiente proceso productivo, perjudicando la calidad del cacao (Espín & Samaniego, 2016). En efecto, grandes lotes de cacao son rechazados a nivel nacional e internacional, generando pérdidas económicas considerables a los cacaoteros del país.

Por tanto, en el sector alimenticio, en donde mantener el nivel de calidad es primordial, es necesario implementar métodos que permitan evaluar eficientemente los atributos de un alimento. Lo cual da lugar al análisis sensorial, una ciencia basada en la percepción humana, que se emplea para fines investigativos, control de calidad, desarrollo de nuevos productos e incluso para establecer precios de materias primas. En esta ciencia son importantes las habilidades sensoriales de los jueces, pero estas se deben complementar con un correcto diseño de pruebas, proceso de selección y entrenamiento e interpretación de resultados (Meilgaard et al., 2007).

OBJETIVOS

Objetivo general

- ✓ Establecer una metodología para la formación de jueces semientrenados para la evaluación sensorial de cacao tostado.

Objetivos específicos

- ✓ Identificar la metodología idónea para seleccionar y capacitar a jueces específicos para la evaluación sensorial de cacao tostado.
- ✓ Determinar el tipo de pruebas que se pueden aplicar en la evaluación sensorial de cacao tostado

- ✓ Establecer el tratamiento estadístico idóneo para cada tipo de prueba sensorial de cacao tostado.

Capítulo 1

Referente teórico

1.1 Generalidades del cacao

1.1.1 Cultivo de cacao (*Theobroma cacao L*)

El árbol de cacao se originó en América del Sur y América Central, mide de 12 a 15 metros de altura y posee hojas perennes y ramas gruesas (Beckett, 2009). El cacao requiere condiciones específicas para garantizar su óptimo cultivo, necesitando temperaturas de 18 a 32 °C, humedades relativas entre 70 y 80% y épocas de lluvia a lo largo de todo el año. El suelo de cultivo debe estar bien aireado, drenado y contar con un pH de 5 y 7.5 (Afoakwa, 2010).

Con respecto al desarrollo del fruto, este empieza cuando brota la yema a través de la corteza del árbol. Posteriormente, la flor se desarrolla hasta abrirse completamente y se produce la polinización. Cabe mencionar que solo alrededor del 5% de las flores del árbol son polinizadas y fertilizadas con éxito, en gran medida, de esto depende la producción cacaotera (Afoakwa, 2010). En general, el rendimiento del cultivo puede variar de 150kg/ha a 250 kg/ha (Beckett, 2009).

1.1.2 Variedad genotípica

Las particularidades de sabor, aroma y calidad del cacao, dependen esencialmente de su variedad (Beckett, 2009). Existe una diversidad genética de 14000 variedades de *Theobroma cacao L*, dentro de las principales se pueden citar: forastero, criollo y trinitario (Aprotosoai et al., 2015).

1.1.2.1 Forastero

Esta variedad domina el mercado potencial del cacao, se originó en la cuenca del río Amazonas, posteriormente, se extendió a África Occidental, en donde, se produce bajo el dominio de Ghana y Costa de Marfil (Jurgen & Díaz, 2010). Es más resistente a las enfermedades y plagas, por ende, posee buen rendimiento (Alegría, 2015). La subvariedad más conocida de este tipo es el amelonado, cuya denominación se debe a sus vainas en forma de melón (Beckett, 2009). Además, esta variedad presenta fuertes notas básicas de cacao (Aprotosoai et al., 2015).

1.1.2.2 Criollo

Su origen fue en México, en la actualidad se produce principalmente en: Venezuela, América Central, Papúa Nueva Guinea, las Antillas e Indonesia (CCI, 2001). Presenta bajo rendimiento porque es poco resistente a las plagas y a las variaciones climáticas. Posee un perfil sensorial bastante aromático, con notas de sabor a nuez, terrosas, florales o parecidas al té (Aprotosoai et al., 2015).

1.1.2.3 Trinitario

Esta variedad resulta de la polinización cruzada entre el cacao criollo y forastero, presenta varias ventajas con relación a otras variedades, tales como: rápido desarrollo, mayor resistencia a las plagas y alto rendimiento (Beckett, 2009). Desde el punto de vista sensorial, tiene excelentes atributos organolépticos constituidos por intensas notas de chocolate y leve sabor a vino. Se cultiva principalmente en: India, América central y América del sur (Aprotosoai et al., 2015).

1.1.3 Tipos de cacao ecuatoriano

En Ecuador, se cultivan principalmente dos variedades: nacional (fino de aroma) y CCN-51. Sin embargo, es importante mencionar que existe el denominado banco de germoplasma de cacao que recolecta accesiones en diferentes zonas para evaluarlas e identificar nuevos híbridos

con buenas propiedades, entre los cuales se pueden citar: EET-544, EET-558, EET-575, EET-576, entre otros (INIAP, 2014).

1.1.3.1 Cacao Nacional

El cacao fino de aroma es una de las variedades de mayor demanda en el mundo debido a su calidad y excelente aroma, por ello es uno de los principales productos de exportación en el país. Surgió en la cuenca alta de los ríos Daule y Babahoyo, en el Guayas. Se caracteriza por tener una fermentación muy corta y sabores florales entre jazmín, rosas y lilas. Además, al masticar el grano sin la testa, se genera un sabor ligeramente amargo y con poca astringencia. Una vez que culmina el proceso de secado las almendras se tornan amarillentas, por lo cual las llaman "pepas de oro" (Quingaísa, 2007).

1.1.3.2 Cacao CNN-51

Las siglas del cacao CCN-51 significan "Colección Castro Naranjal", los diferentes clones CCN fueron obtenidos del híbrido entre los clones ICS-95 x IMC-67, creado por Homero Castro (Carrión, 2012). La composición genética corresponde a "1.1% Nacional, 45.4% IMC, 22.2% Criollo, 21.5% Amelonado, 3.9% Contamana, 2.5% Purús y 2,1% Marañón" (Boza et al., 2014, p. 219). Tiene un alto nivel de grasa, alrededor del 54 %, por ello es tan cotizado y apto para la obtención de manteca de cacao. Es una variedad con gran capacidad productiva debido a su resistencia a las plagas (Anecacao, 2003). Además, posee un perfil sensorial, en el cual predominan los sabores frutales, cítricos, nuez y chocolate (NTE INEN 176, 2018). En la tabla 1 y tabla 2, se pueden observar las principales diferencias morfológicas y sensoriales, respectivamente, de las variedades cacaoteras.

Tabla 1. Diferencias de las variedades de cacao

Variedad	Cotiledón	Mazorca
Forastero	-Color morado, excepcionalmente blanco -Forma aplanada	-Color amarillo -Textura lisa

Criollo	-Color blanco o violeta - Forma redonda	-Color rojo o amarillo, a veces verde -Textura rugosa -Puntas puntiagudas
Trinitario	-Color morado -Forma variable	-Color rojo o marrón -Textura lisa
Nacional	-Color morado pálido o marrón	-Color amarillo claro -Forma amelonada con surcos profundos
CCN-51	-Color morado	-Color rojizo -Forma alargado

Fuente: M&O CONSULTING S.A.C., 2008; Jurgen & Díaz, 2010

Tabla 2. Perfil de sabor de diferentes variedades cacaoteras

País de origen	Variedad	Notas de sabor
Ecuador	Nacional (arriba)	Aromático, floral, picante y verde
Ecuador	CCN-51	Acidez, fuerte, bajo en cacao
Venezuela	Criollo	Notas frutales y nuez
Brasil	Forastero	Amargo, ácido, astringente, algunas notas frutales
Trinidad	Trinitario	Notas de vino, melaza y pasas
Ghana	Forastero	Intensidad de sabor básico de cacao, notas frutales
Perú	Forastero	Sabor ligeramente amargo y afrutado
Madagascar	Criollo	Vino, pútrido y cítrico
Java	Criollo/Forastero	Perfil suave, notas acidas y leve sabor a cacao

Fuente: Afoakwa et al., 2008; Reed, 2010, citado en Edem et al., 2016

1.1.4 Cosecha de cacao

Los frutos del árbol de cacao se desarrollan, aproximadamente, en un periodo de 5 a 6 meses (Beckett, 2009). Llegan a medir de 10 a 35 cm de largo, pesan de 200 a 1000 gramos y

la coloración del fruto cambiará de acuerdo a su variedad (Afoakwa, 2010). Se recomienda establecer indicadores de madurez específicos para que los frutos puedan ser recolectados oportunamente (David, 2005). Es importante, considerar que las vainas no maduran simultáneamente, por lo cual la etapa de recolección puede tomar algún tiempo. Sin embargo, se debe evitar prolongar esta etapa para que los frijoles no germinen en las vainas (Beckett, 2009).

1.1.5 Manejo postcosecha

1.1.5.1 Fermentación

Este proceso es de vital importancia para el desarrollo de los precursores particulares de sabor. Se lleva a cabo dentro de la propia finca, al igual que el tratamiento de secado. Por lo general, se realiza introduciendo los granos con mucílago en cajas de madera. Estos recipientes contienen de 1 a 2 toneladas de frijol y tienen incorporados orificios en la parte inferior para permitir el paso del aire y el exudado. Incluso, se suele transferir el grano de una caja a otra para asegurar una aireación homogénea (Beckett, 2009).

La fermentación se compone de tres fases: una fase anaeróbica que puede durar de 24 a 36 horas, con bajos niveles de oxígeno y un pH ácido. Actúan las levaduras, que degradan el mucílago del grano, produciendo etanol, CO₂ y energía. En la fase microaerofílica, se produce el paso de pequeños niveles de oxígeno hacia el grano debido a la licuefacción de la pulpa. También, dentro de las 48 y 96 horas comienzan a actuar las bacterias ácido lácticas, degradando los azúcares y ciertos ácidos orgánicos para producir ácido láctico (Beckett, 2009).

Cuando en el sistema existe gran cantidad de oxígeno, inicia la tercera fase, la aeróbica (Afoakwa, 2010). Los microorganismos que intervienen son las bacterias ácido acéticas, se encargan de transformar el alcohol en ácido acético. La reacción es exotérmica, por lo cual aumenta la temperatura hasta un nivel de 50 °C. Es justamente el ácido acético y el alcohol

originados que dan muerte al embrión, generando condiciones idóneas para la formación de precursores de sabor y aroma en el grano (Beckett, 2009).

En cuanto al desarrollo del sabor, se forman precursores, como aminoácidos y péptidos. Estos compuestos estarán disponibles para reacciones de condensación carbonil-amino, en etapas posteriores en las que se trabaje con altas temperaturas (tostado). Además, se produce la oxidación de complejos proteína-polifenol que reduce la astringencia y amargor del cacao (Afoakwa, 2010). La polifenol oxidasa es responsable del pardeamiento oxidativo que produce el color marrón característico (Aprotosoai et al., 2015).

1.1.5.2 Secado

Por lo general los granos son secados al sol colocándolos en esteras, superficies de cemento o madera, este método es de bajo costo y provee granos de mejor calidad sensorial (CAOBISCO/ECA/FCC, 2015). Se realiza con el fin de reducir la humedad de los frijoles, hasta un valor de 7 a 7.5 %, para evitar alteraciones por contaminación microbiana. Por otro lado, se recomienda no secarlos en exceso (<6%), puesto que se tornan quebradizos al momento de la manipulación (Beckett, 2009). Los granos se deben voltear hasta 10 veces, promoviendo así un secado más homogéneo (CAOBISCO/ECA/FCC, 2015).

Luego del secado, se realiza una limpieza mediante un tamizado mecánico, con el fin de retirar las impurezas y restos de granos rotos. Posteriormente, se empacan dentro de sacos de yute o contenedores a granel para ser almacenados o distribuidos. Estos sacos contienen de 60 a 65 kg de cacao seco (Beckett, 2009).

1.1.6 Tostado

En la industria, comúnmente, se efectúa el tostado tradicional, que consiste en un sistema de convección, en el cual se colocan los granos en las rejillas del horno, para que el aire caliente fluya hacia ellos de forma homogénea (Vega et al., 2016). Regularmente, se aplica una

temperatura de 120 a 150 ° C, durante 20 a 40 minutos, estos valores varían en función a la variedad de cacao.

El propósito fundamental de este proceso, es que los precursores de sabor formados en la etapa de postcosecha, se metabolicen en compuestos propios del sabor a chocolate (Pérez, 2015). De modo que, continua su desarrollo de la reacción de Maillard, la cual es compleja, e incluye aminoácidos (leucina, alanina, fenilalanina y tirosina), péptidos y azúcares reductores (fructosa y glucosa) (Afoakwa, 2010). A partir de esta reacción se derivan, principalmente, aldehídos y pirazinas que a través de una serie de reacciones secundarias dan lugar a compuestos de sabor y olor, como veremos más adelante (Beckett, 2009).

También, se reduce la humedad (2%) y los niveles de ácidos volátiles, como el ácido acético (Afoakwa, 2010). Por lo tanto, este proceso es capaz de eliminar riesgos microbiológicos que provienen de etapas anteriores y pueden causar daños al consumidor. Luego del tostado del grano, la cáscara se vuelve fácil de remover, en una operación llamada aventado (Beckett, 2009).

1.1.7 Composición Nutricional

En primer lugar, se debe considerar que la composición química del cacao va a diferir de acuerdo a: fenotipo, origen, estado de madurez, tratamiento postcosecha (reducción de proteínas y cenizas y un incremento de azúcares) y tostado (Camino, 2014).

En la tabla 3, se muestra la composición química de las principales variedades cacaoteras. Como se puede evidenciar, el cacao forastero, posee mayor porcentaje lipídico. Con respecto a los carbohidratos, las variedades forastero y criollo predominan, pero el nivel de significancia es mínimo. De acuerdo con los valores proteicos, trinitario, contiene los mayores niveles. De igual manera, se indica que el cacao criollo, es el fenotipo que posee mayor porcentaje de materia inorgánica.

En la tabla 4, se expone la composición proximal de los granos de cacao ecuatoriano, luego de haber sido fermentados y secados. El cacao nacional presenta mayores niveles de carbohidratos, proteínas, fibra y acidez, mientras que, el clon CCN-51 destaca por su contenido de grasa y cenizas. De igual forma, se puede notar que el tratamiento postcosecha varía las características químicas del grano, pues si comparamos el porcentaje de los nutrientes del cotiledón fresco y del grano fermentado y seco (tabla 4), nos podemos dar cuenta de las diferencias.

Tabla 3. Composición química del cotiledón de las principales variedades cacaoteras

Componente (%)	Forastero	Criollo	Tritario
Humedad	36.87	36.36	35.86
Proteína	13.59	13.88	13.97
Grasa	49.52	50.99	52.24
Azúcares totales	8.07	8.05	7.62
Azúcares reductores	3.24	3.02	2.90
Cenizas	3.59	3.67	3.63
Taninos	0.80	0.68	0.72
Acidez total	0.31	0.31	0.35

Fuente: (Graciani de Fariñas et al., 2003).

Tabla 4. Composición proximal de granos de cacao seco de la variedad nacional y CCN-51

Componente (%)	Cacao nacional	CCN-51
Humedad	6.03	6.00
Proteína	8.60	8.08
Grasa	50.87	51.02
Carbohidratos totales	32.28	32.17
Fibra cruda	4.64	4.28
Cenizas	2.23	2.73
Acidez total	0.82	0.61

Fuente: (Andrade et al., 2019)

A su vez, los principales azúcares presentes en el cacao son: sacarosa, fructosa y glucosa. El contenido lipídico está constituido por: 95% de triacilgliceroles, 2% de diacilgliceroles y menores niveles de monoacilgliceroles. De igual forma, las proteínas que prevalecen son: las albúminas, globulinas, prolaminas y glutelinas (Edem et al., 2016).

Además, el cacao está integrado por una gran variedad de polifenoles. Dentro de este grupo, predominan tres: proantocianidinas (58%), catequinas (37%) y antocianinas (4%), cuya fracción está conformada por cianidin-3- α -L-arabinósido y cianidin-3- β -D-galactósido (Afoakwa et al., 2008). El contenido de polifenoles es bastante variable, en un estudio en Ecuador se identificó que comprende un rango de 33.55 a 62.89 mg ácido gálico/g cacao desengrasado (Camino, 2014).

En relación con, los alcaloides del cacao se identifican: teobromina (3%), cafeína (0.2%) y teofilina, en mínimas cantidades (Franco et al., 2013). Asimismo, el cacao es uno de los alimentos que contiene gran cantidad de flavonoides (quercetina, isoquercitina, hiperósido) y flavonas (apigenina, vitexina, luteolina) (Lacueva et al., 2008).

Por último, los minerales presentes en el cacao (cobre, hierro, magnesio, calcio, potasio, zinc), dependen directamente de los nutrientes del suelo en el que se haya cultivado, por ello los niveles de estos micronutrientes varían. No obstante, el contenido de magnesio y potasio destacan en el cacao, incluso, superan los valores que poseen las manzanas y el té negro (Colombo et al., 2011).

1.2 Análisis sensorial

Es la disciplina que mide, analiza e interpreta los estímulos que provocan los alimentos en las personas, a través de los sentidos. Para su desarrollo, se emplea cierto número de catadores, con los que se espera obtener resultados que puedan extrapolarse a poblaciones

mayores (Stone, 2018). El análisis sensorial es muy importante para la industria alimentaria, pues constituye una herramienta indispensable con diferentes aplicaciones, tales como: desarrollo de nuevos productos alimenticios, control de calidad de materias primas y productos terminados, estudios de mercado, entre otros (Lawless & Heymann, 2010).

1.2.1 Los sentidos en la percepción sensorial

1.2.1.1 Gusto

El estímulo de este sentido se da en las papilas gustativas, cuando el alimento entra en contacto con la lengua. De modo que, las personas pueden identificar cinco sabores básicos (dulce, salado, ácido, amargo, umami), y existen entre 20 y 30 niveles de intensidad para cada sabor (FONA, 2012). Estos sabores básicos se pueden percibir en partes específicas de la lengua, como se puede ver en la figura 1. Los factores que influyen en la percepción gustativa son: la edad, género, cultura, sensibilidad y hábitos alimentarios (Espinosa, 2007).

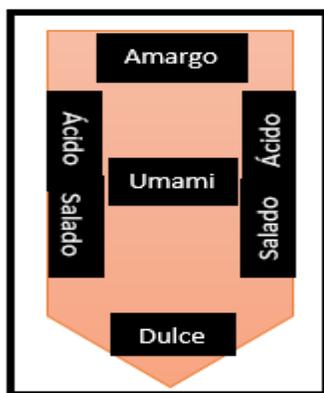


Figura 1. Sabores percibidos en la lengua

Fuente: (Espinosa, 2007).

1.2.1.2 Olfato

Este sentido reacciona ante las moléculas volátiles de los alimentos, cuando estas se transportan en el aire y entran en contacto con los receptores de las fosas nasales, que luego envían las señales a los nervios nasales y del cerebro. El sentido del olfato es agudo y adaptativo, pues, al principio se perciben fácilmente olores nuevos, cierto tiempo después la información

pasa desapercibida (FONA, 2012). El flujo de aire, humedad del medio, edad y las variaciones fisiológicas de cada individuo son algunos factores importantes. Por otra parte, es importante aclarar que los términos olor y aroma no se refieren a lo mismo. El olor indica la percepción de compuestos volátiles, a través de las fosas nasales. El aroma hace mención al estímulo que se genera en la membrana mucosa del paladar, cuando el alimento está en la boca (Espinosa, 2007).

1.2.1.3 Vista

Este estímulo se genera por la incidencia de la luz sobre la retina del ojo. Los colores que se perciben son atributos primordiales para evaluar la aceptabilidad, de los alimentos (FONA, 2012). Incluso, este sentido se asocia con el sabor y apariencia del producto. Es decir, una persona relaciona un color rojo con un sabor a fresa y un color verde con un sabor a menta o a limón (Espinosa, 2007). Los factores influyentes son la longitud de onda, reflectancia y superficie del producto. También, se debe considerar la edad y las alteraciones fisiológicas de cada individuo (FONA, 2012).

1.2.1.4 Oído

Este sentido se percibe a través del sonido, cuando las ondas sonoras llegan al tímpano y se producen vibraciones. Las cuales pasan a la cóclea y mediante las células sensoriales se envía una señal del nervio auditivo hasta el cerebro. El sonido se mide por la frecuencia y amplitud de onda. El oído está relacionado con la percepción de textura (crujencia) del alimento. Los factores que limitan este sentido son las deficiencias auditivas (FONA, 2012).

1.2.1.5 Tacto

Se estimula principalmente por la piel, un órgano con miles de receptores con terminaciones nerviosas, y se relaciona con la percepción de la textura del alimento (FONA, 2012). La textura refleja la estructura a menor y mayor escala de un alimento y se deriva de la manipulación manual u oral. Se puede caracterizar mecánicamente por la masticabilidad,

viscosidad, elasticidad, cohesión y dureza. Mientras que, las características geométricas se relacionan con el tamaño y forma del alimento (Espinosa, 2007).

1.2.2 Pruebas sensoriales

Existen tres tipos de pruebas sensoriales que se pueden aplicar, dependiendo del objetivo del estudio.

1.2.2.1 Pruebas de discriminación

Permiten identificar diferencias sensoriales entre los alimentos. Se pueden aplicar en casos como: sustitución de ingredientes, modificación en los procesos tecnológicos o estudios de mercado. Una situación de aplicación en la industria es cuando se reemplaza una esencia de alta gama por una de menor costo, con el objetivo de reducir precios, pero manteniendo el sabor original del producto. Pues bien, estas pruebas permiten comparar ambas formulaciones para determinar si la fórmula modificada mantiene los mismos atributos del alimento original. Se efectúan comúnmente entre dos alimentos, y son útiles al haber diferencias mínimas entre las muestras (Lawless & Heymann, 2010).

1.2.2.2 Pruebas descriptivas

Señala diferencias específicas, empleando caracteres precisos para describir los alimentos. Se aplica para identificar los atributos más importantes de un alimento, desarrollar nuevos productos, controlar parámetros de calidad, estudios de vida útil o solucionar quejas de los clientes. Existen algunos métodos para realizar este tipo de prueba, dependiendo del enfoque y las necesidades (Lawless & Heymann, 2010).

En la prueba de perfil de sabor, se determinan las características sensoriales de todo el alimento o de cada ingrediente, intensidad, amplitud y regusto. Durante las sesiones iniciales, los panelistas eligen el rango de muestras, el orden de evaluación de caracteres y establecen la terminología clave para analizar los atributos (Lawless & Heymann, 2010).

1.2.2.3 Pruebas de tipo afectivo o hedónico

Busca determinar cuán agradable es el producto, proveyendo muestras a cada evaluador para saber si tienen una preferencia marcada por algún alimento (Lawless & Heymann, 2010). Se puede evaluar todo el alimento o un atributo en especial, y se comparan dos o más muestras. Las herramientas que se emplean en este tipo de pruebas, son las escalas hedónicas o las escalas just about right (JAR). En general, estas pruebas no se realizan con jueces sensoriales, sino con consumidores (Espinosa, 2007).

1.2.3 Tipos de jueces sensoriales

Muchos años atrás, se utilizaba la percepción de los sentidos del humano para determinar las propiedades sensoriales de los alimentos. Sin embargo, no todas las personas poseen la sensibilidad sensorial para pertenecer a un panel, y en la actualidad existen jueces con mucha preparación. (Lawless & Heymann, 2010). Hay dos tipos de jueces sensoriales, a continuación, se describirá a cada uno de ellos. El juez analítico es aquel que destaca por su agudeza sensorial para evaluar alimentos, y tiene gran experiencia en el campo. El juez afectivo se refiere a aquella persona que no ha pasado por un proceso de reclutamiento y capacitación, en general son consumidores (Espinosa, 2007).

1.3 Análisis sensorial de cacao

1.3.1 Desarrollo del perfil sensorial del cacao

El sabor del cacao se constituye en varias etapas del procesamiento, principalmente en la fermentación. Los precursores de sabor y aroma comienzan a desarrollarse en el cotiledón, cuando los ácidos (acético y láctico) de la fermentación penetran en el grano y muere el embrión. Posteriormente, se eliminan los compartimentos y sustratos, permitiendo que reaccionen los diversos compuestos con las enzimas respectivas (Beckett, 2009).

En la fermentación, lo que ocurre básicamente es que las macromoléculas (carbohidratos y proteínas) se hidrolizan parcialmente. La sacarosa se hidroliza en fructosa y glucosa por acción

de la invertasa. Asimismo, se produce la proteólisis que da lugar a aminoácidos y péptidos hidrofóbicos (alanina, valina, leucina, fenilalanina), por acción de las peptidasas (Beckett, 2009). Los péptidos y aminoácidos formados intervienen en las reacciones de condensación carbonil-amino no oxidativas, que ocurren durante el secado, tostado y molido (Afoakwa, 2010).

Por otra parte, los polifenoles son los responsables del sabor astringente del grano, concretamente la epicatequina y las procianidinas (Beckett, 2009). Sin embargo, estos compuestos se reducen en la fermentación por reacciones de oxidación de complejos fenol-proteína (Afoakwa, 2010). También, los aminoácidos N-fenilpropenoílicos aportan esta característica al cacao (Beckett, 2009). Los compuestos responsables del amargor son las metilxantinas, igualmente, el 30% de ellas se reducen durante la fermentación (Afoakwa, 2010).

En esta etapa, la variación del color se da por la hidrólisis de antocianinas, en donde, se forman cianidinas y azúcares por acción de glicosidasas. Lo antes expuesto, ocasiona el cambio de la coloración púrpura de los cotiledones (Beckett, 2009).

Siguiendo con el tratamiento postcosecha, los primeros intermediarios de la reacción de Maillard se han encontrado en el secado (compuestos de Amadori). De hecho, provienen de la reacción entre aminoácidos libres (fenilalanina) y la glucosa. Estos compuestos intermediarios de Amadori (Fructosa-Fenilalanina) son importantes porque en el tostado se descomponen en múltiples componentes volátiles debido a que son altamente reactivos (Beckett, 2009). También, se desencadenan múltiples reacciones de oxidación de polifenoles que originan nuevos compuestos del sabor y forman colores más pardos en la almendra (Afoakwa et al., 2008).

En la etapa de tostado, los precursores de sabor y aroma complementarán su desarrollo. Parte de los compuestos relevantes son los aldehídos, que se forman por la degradación de Strecker a partir de aminoácidos hidrofóbicos que reaccionan con un grupo carbonilo. Luego, estos compuestos se modifican por medio de reacciones secundarias, es decir, los aldehídos

(acetaldehído, 3-metil-butanal, 2-metil-propanal) pasan por una condensación aldólica con fenilacetaldehído y forman compuestos responsables del aroma (2-fenil-alqui-2-enaes). Igualmente, los aldehídos actúan como intermediarios para la formación de pirazinas y otros compuestos del sabor (Beckett, 2009).

Además, en el grano tostado de cacao, se han encontrado más de 600 compuestos volátiles, principalmente pirazinas. Estos compuestos heterocíclicos que contribuyen considerablemente al sabor del cacao, se producen mediante la dimerización de cetoaminas a dihidropirazinas, con un paso de oxidación posterior (Beckett, 2009). Las pirazinas más importantes para las propiedades del cacao son: 2-etil-3,5-dimetilpirazina, 2-isopropil-3-metoxipirazina y trimetilpirazinas (Frauendorfer & Schieberle, 2008). También, se ha indicado que las dimetilpirazinas aumentan solo en tratamientos de tostado drásticos, por lo que son indicadores de la intensidad de este tratamiento (Beckett, 2009).

El amargor del cacao se debe a la presencia de teobromina, cafeína y dicetopiperazinas (Edem et al., 2016). Mientras que, las procianidinas y aminoácidos N-fenilpropenoílicos son primordiales en el sabor astringente (Beckett, 2009). Incluso, los polifenoles, vitaminas y grasas intervienen en las reacciones durante este tratamiento para originar compuestos específicos del aroma. Tal como los tiazoles, que provienen de la descomposición térmica de la tiamina (Beckett, 2009). Por lo regular, los ésteres aportan sabores frutales y florales, y las pirazinas notas terrosas (Edem et al., 2016).

Con relación al pardeamiento de los granos de cacao, este se da por los flobafenos que se forman por policondensación y proceden de la formación de compuestos polifenólicos en la fermentación. También, la reacción de Maillard y la dextrinización del almidón contribuyen con esta característica (Krysiak et al., 2013).

En el tostado se reduce gran parte de los ácidos volátiles responsables de la acidez excesiva del grano. No obstante, los ácidos con mayor punto de ebullición (oxálico, cítrico, tartárico, succínico y láctico) no presentan cambios (Afoakwa et al., 2008).

En resumen, todos estos compuestos formados interactúan y se complementan para dar una experiencia sensorial única en el cacao (Beckett, 2009). Una recopilación de las etapas para el desarrollo de sabor se presenta en la figura 2.

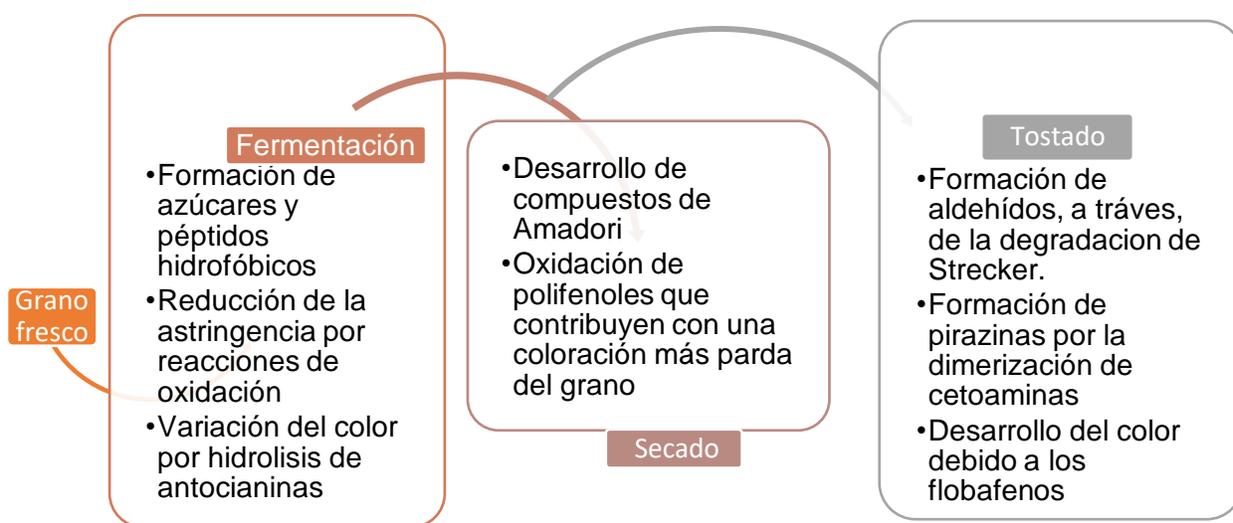


Figura 2. Etapas para el desarrollo del perfil sensorial del cacao

Fuente: (Beckett, 2009).

1.3.2 Calidad del cacao

En el Ecuador, siempre han existido problemas relacionados con la mala calidad del cacao, comúnmente, ocasionados por la falta de asistencia técnica, conocimientos y recursos (CCI, 2001). Pues, los productores al no poseer las herramientas para evaluar su grano, la decisión de aceptación o rechazo rige netamente por el comprador. Por esto, se han implantado algunos proyectos que promueven el establecimiento de "Lab Flavors" en los centros productores de cacao. Para que, los cacaoteros tengan una mejor proyección de la calidad de su grano y así

prevengan los errores de calidad a tiempo (Baumgartner, 2019). También, la necesidad de los productores de vender rápidamente su cacao para recibir la retribución monetaria o cumplir sus contratos, ocasiona que descuiden totalmente los aspectos influyentes en la calidad. Incluso, antes se entregaba el cacao húmedo para que el peso incremente y así cobrar más (CCI, 2001).

Adicionalmente, al ser el cacao un producto mayormente de exportación tiene que cumplir con los requisitos del país exportador y las especificaciones del contrato de venta (Baumgartner, 2019). Tal es el caso, que algunos entes reguladores de los estándares de calidad, a nivel internacional son: Federación de Comercio del Cacao (FCC), Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) y el Intercontinental Exchange (ICE) (Beckett, 2009).

En definitiva, es necesario crear un lenguaje común en cuanto a la calidad del cacao que pueda ser claro y aplicable para todos los miembros de la cadena de producción. De este modo, se crearán mejores líneas de comunicación con los clientes para llegar a más mercados, manteniendo ventas consistentes y buenos precios (Baumgartner, 2019).

Pues bien, existen dos aspectos clave de calidad que regulan este producto. Por una parte, la seguridad alimentaria, debido a que el cacao presenta altos índices bacterianos a causa del tratamiento postcosecha. Ciertamente, estos riesgos pueden ser eliminados en el tostado, no obstante, cada lote debe cumplir con la normativa de seguridad alimentaria para continuar en la cadena productiva. Por ello, es importante que toda la producción cacaotera haya sido realizada con normas de inocuidad para garantizar el menor nivel de contaminación en el grano (CAOBISCO/ECA/FCC, 2015). En segundo lugar, los fabricantes de chocolate llevan a cabo el control de calidad, mediante un análisis físico (prueba de corte) y sensorial (licor de cacao) (Baumgartner, 2019). Consecuentemente, todos los aspectos señalados influyen en el precio final del cacao (CAOBISCO/ECA/FCC, 2015).

En las pruebas físicas, se parten los granos a la mitad para analizar las fisuras y el color, los cuales sirven como parámetros del grado de fermentación del cacao. Adicionalmente, esta prueba permite identificar ciertos defectos del grano que evidentemente afectan su calidad y sabor. Sin embargo, este análisis no tiene el mismo alcance que la evaluación sensorial que se realiza en el licor de cacao (CAOBISCO/ECA/FCC, 2015).

Para evaluar los atributos sensoriales del cacao, se deben convertir los granos en licor, a través de un proceso de tostado y molido (CAOBISCO/ECA/FCC, 2015). Este proceso facilita la determinación del perfil sensorial, pues en el tostado se generan una serie de compuestos volátiles que contribuyen al olor (Afoakwa et al., 2008). Los principales compuestos aromáticos que se han encontrado en el licor de cacao, se indican en la tabla 5.

Tabla 5. Compuestos aromáticos del licor de cacao

Compuesto	Característica de olor
3-Metilbutanal	Malta
2-Metilbutanoato de etilo	Fruta
2 Metoxi-isopropilpirazina	Terroso, grano
Hexanal	Verde
2-Metil-3-(metilditio)furano	Carne cocida
2-Octenal	Graso, ceroso
2-Etil-3,5-dimetilpirazina	Papas fritas
Fenilacetaldehido	Dulce, miel
4-Heptenal	Dulce, galleta
δ-Octenolactona	Dulce, coco
γ-Decalactona	Dulce, durazno
Trisulfuro de dimetilo	Sulfúrico
2-Etil-3,6-dimetilpirazina	Nuez, terroso
3-Hidroxi-4,5-dimetil-2(5H)-furanona	Condimento, picante

Fuente: (Beckett, 2009)

Entonces, este análisis permite identificar los sabores, notas aromáticas y defectos, es decir, brinda una mejor visión de las propiedades del cacao (Beckett, 2009). Por ende, el licor debe permanecer exento de cualquier aditivo (azúcar, manteca de cacao y leche) que pueda contrarrestar los atributos propios del grano. Evidentemente, los métodos y la terminología para evaluar cacao dependen de cada entidad (CAOBISCO/ECA/FCC, 2015).

Con lo antes expuesto, las características sensoriales de un grano de calidad se fundamentan en: sabores básicos (amargor, astringencia, acidez), específicos (frutal, floral, nuez, almendra blanca, entre otros) y adquiridos (sabor a humo, crudo, moho, sobretostado, notas terrosas, jamón ahumado) (Jachero, 2018).

1.3.3 Factores que influyen en la calidad del cacao

Este apartado tiene como propósito destacar los principales factores que influyen en la calidad del cacao, más no proponer una metodología de producción, ni mucho menos se descarta la existencia de otros factores que puedan incidir. Aunque, el perfil sensorial del grano depende en gran medida de la variedad, el tratamiento postcosecha determina si el potencial sensorial del grano se desarrolla o no (CAOBISCO/ECA/FCC, 2015).

1.3.3.1 Suelo

El suelo de cultivo debe ser seleccionado y acondicionado correctamente debido a su gran influencia en los perfiles del cacao (Edem et al., 2016). Debe estar provisto de una excelente riqueza nutricional y un pH óptimo. Puesto que, los suelos muy ácidos o alcalinos, impiden la solubilidad de los nutrientes (Beckett, 2009).

1.3.3.2 Clima

Las fluctuaciones en los patrones climáticos ocasionan que los tiempos de cosecha varíen, reduciendo la producción cacaotera y su calidad (Baumgartner, 2019). Basándonos en esa premisa, el cultivo debe contar con temporadas de sol y lluvia porque los árboles de cacao

son muy vulnerables a la escasez o exceso de agua. Por lo mismo, los suelos deben retener buena cantidad de agua para equilibrar al árbol en épocas de sequía. Se debe disponer de un sistema de drenaje para evitar que los frutos se enfermen por estancamiento de agua (Beckett, 2009).

1.3.3.3 Material de siembra

Se sostiene que el contenido de polifenoles del cacao depende del material de siembra, los cuales priman en las reacciones de formación de sabor y color (reducción de amargor y astringencia). Incluso, se ha determinado que el cacao que proviene de árboles muy diferentes, presentará características aromáticas y de sabor demasiado variados (CAOBISCO/ECA/FCC, 2015).

1.3.3.4 Enfermedades y plagas del cacao

Los árboles de cacao son muy vulnerables al ataque de plagas y enfermedades, por lo cual se perjudican las propiedades físicas del fruto y el rendimiento del cultivo. En consecuencia, alrededor del 20 y 30% de la producción se pierde (Beckett, 2009). Pues, las vainas identificadas con cualquiera de estas características son separadas y destruidas. Las principales enfermedades son: moniliasis, escoba de bruja, mal del machete y mazorca negra (ICA, 2012).

1.3.3.5 Estado de maduración del fruto

Las vainas de cacao deben ser cosechadas en un estado óptimo, evitando que estén verdes, sobremaduras o enfermas. Las mazorcas inmaduras contienen granos más pequeños y un mucílago con bajos niveles de azúcares, por lo tanto, no será un buen sustrato en la fermentación. De la misma manera, cuando se recolecta un fruto muy maduro este tiende a secarse y es probable que germine, perturbando totalmente el sabor del grano. Por otra parte, los frutos dañados son más propensos a contaminarse y perjudican a otros frutos durante el almacenamiento. En efecto, se deben recolectar mazorcas sanas y recién maduras que puedan

dar paso a una buena fermentación, etapa primordial en la formación de sabor (CAOBISCO/ECA/FCC, 2015).

1.3.3.6 Abertura y desgranado del fruto

Las mazorcas se abren para retirar los frijoles de cacao de la parte interna, los cuales estarán cubiertos por una pulpa blanca y dulce (Beckett, 2009). Se recomienda utilizar herramientas mecánicas o de madera, en lugar de machetes, para evitar dañar el grano. Estas prácticas manuales se deben realizar en condiciones higiénicas, por lo cual se debe mantener los instrumentos limpios y en buen estado (CAOBISCO/ECA/FCC, 2015).

1.3.3.7 Tratamientos de prefermentación

En ciertos casos las mazorcas recolectadas se aglomeran y reposan por algunos días antes de ser abiertas, esta condición mejora el desarrollo de sabor del grano. Ciertos estudios demuestran que un período de 3 a 4 días de almacenamiento, contribuye con un rápido incremento de temperatura en la fermentación. Según parece, la gran mayoría de genotipos siguen este patrón, pero se recomienda no sobrepasar el límite de 7 días (CAOBISCO/ECA/FCC, 2015).

Por otro lado, la reducción de la proporción de la pulpa del grano, antes de la fermentación, genera un cacao menos ácido y con menor contenido de citoquinas y epicatequinas, por tanto, menos astringente y amargo. Pues, el mucílago es el sustrato en el que actúan las levaduras, durante la fermentación. Por tal razón, los cambios en su volumen, humedad, azúcar, pH o cualquier otra propiedad, producirán variaciones en la composición del cacao (Edem et al., 2016).

1.3.3.8 Método y cultivo iniciador de la fermentación

Dentro de los principales métodos de fermentación se pueden citar: cajones de madera a un nivel, tipo escalera, a granel (hojas de plátano), en sacos y micro fermentaciones (Aldave,

2016). Se ha determinado que la fermentación en cajones de madera, produce cacao con notas frutales, florales y menor acidez. (Portillo et al., 2006). También, se ha reportado que el cacao nacional, que ha pasado por una fermentación de este tipo, obtuvo 40.64 mg. por cada 100 g. de polifenoles totales (Palacios, 2008, citado en Alegría, 2015).

Con respecto a la influencia del cultivo iniciador, se han encontrado estudios que indican sobre un mejor porcentaje de fermentación en cacao CCN-51, con la adición de un cultivo iniciador conformado por: levaduras, bacterias lácticas y acéticas (Lleren & Uriña, 2017).

1.3.3.9 Tiempo de fermentación

Un tiempo demasiado corto de fermentación, causa granos violetas y pizarrosos con sabores amargos y astringentes. Por otro lado, la sobrefermentación induce el desarrollo de sabores putrefactos, dañando el potencial sensorial del grano (CAOBISCO/ECA/FCC, 2015). Cabe mencionar que el olor a jamón, que se genera en el grano, tiene relación con el exceso de ácido propiónico y metilpropanoico. Este defecto difiere del sabor ahumado, el cual se genera por un secado artificial, cuando el grano absorbe los fenoles del humo (Beckett, 2009).

Adicionalmente, se encontró un mayor número de ácidos orgánicos (ácido propanoico, 2-ácido metilpropanoico, ácido 3-metilbutanoico y ácido acético) en frijoles fermentados por 3 días (Edem et al., 2016). Por otra parte, en cacao ecuatoriano se determinó un ascenso de 4.71% de grasa libre, en muestras con 144 horas de fermentación (Servent et al., 2018). Se debe considerar que el tiempo de fermentación difiere según la variedad, así pues, el cacao nacional requiere más tiempo que el criollo (Aldave, 2016).

1.3.3.10 pH y temperatura

El pH y la temperatura que se alcanza en la fermentación, es primordial para las actividades enzimáticas que ayudan al desarrollo del sabor y color. Estudios indican que con valores de pH de 5.20 a 5.49, se obtienen granos de cacao con alto sabor a chocolate (Afoakwa,

2010). En ese sentido, en la tabla 6 se puede observar los rangos de pH del cacao de ciertas regiones.

Tabla 6. pH del cacao, según su zona de origen

País	pH
Malasia o Brasil	4.7 a 5.2
África Occidental o Indonesia	5.2 a 5.5
América del Sur	5.5 a 5.8

Fuente: (Beckett, 2009).

Además, la relación indica que altos valores de pH producen menor grado de fermentación. Por ende, las buenas técnicas de fermentación ayudan a reducir las notas ácidas y realzar los sabores del cacao (Beckett, 2009).

1.3.3.11 Método de secado

El factor más relevante a considerar en el secado es el método, se consideran dos principales: secado natural y artificial. Cuando se secan los granos al sol, se recomienda no sobrepasar los 10 días para evitar la humidificación y posterior aparición de moho (Edem et al., 2016). Este tipo de contaminación forma compuestos como metilcetonas y aldehídos que perjudican el potencial sensorial del grano (Beckett, 2009). También, es importante que en el secado haya buen flujo de aire, lo cual intensifica el sabor a chocolate y elimina el ácido acético volátil (Afoawka, 2010).

El secado artificial conlleva otras consideraciones, pues se debe controlar la velocidad del aire de secado para evitar el endurecimiento de la corteza que impide que los ácidos volátiles y alcoholes migren. Si esto sucede habrá una acidez excesiva en el grano, lo cual dificulta que se desencadenen las reacciones de formación de sabor, en fases posteriores (CAOBISCO/ECA/FCC, 2015). Del mismo modo, se debe evitar utilizar madera o combustibles

de quema directa para no exponer el grano a humos de combustión porque adquiere sabores anómalos que no se pueden eliminar (sabor áspero, humo o alquitrán) (Beckett, 2009).

1.3.3.12 Almacenamiento

Procurar que el sistema de almacenamiento y transporte no anulen las propiedades de calidad del cacao, por un mal manejo, considerando que esta cadena de suministro es extensa (Beckett, 2009). Por ello, los sacos en donde se almacenan los granos deben garantizar la impermeabilidad y no migrar aromas o sabores extraños. Por otra parte, el tiempo de almacenamiento no debe superar los 3 meses, pues se puede evidenciar una pérdida considerable de calidad (degradación de grasa, presencia de moho) (CAOBISCO/ECA/FCC, 2015). Se recomienda controlar la humedad, ventilación, temperatura y presencia de plagas en los recintos de almacenamiento de granos (Beckett, 2009).

1.3.3.13 Tratamientos previos al tostado

Antes de tostar el cacao, se recomienda reducir la humedad hasta un 4% para facilitar el desarrollo de reacciones que ayudan a la formación del perfil sensorial. Por otra parte, se debe clasificar los granos, con el objetivo de mantener un tamaño lo más uniforme posible. De lo contrario, a cierta temperatura, los granos más pequeños se quemarán y los de mayor tamaño no se tostarán (Pérez, 2015).

Igualmente, emplear soluciones acuosas antes del tostado, ayudan a potenciar el desarrollo del sabor. Como ejemplo se puede citar, el uso de glucosa al 1% que contribuye a producir más compuestos aromáticos durante el tostado (Beckett, 2009). Mientras que, aplicando una solución de glucosa y carbonato de potasio, en cacao nacional de Santo Domingo y Lago Agrio, se obtuvieron mayores valores de pH y contenido polifenólico (Alegría, 2015).

1.3.3.14 Tiempo y temperatura de tostado

Se ha indicado que tostar cacao con altas temperaturas, por un lapso de tiempo corto, favorece la formación de precursores de sabor a chocolate (Alegría, 2015). En cierto estudio, se aplicó un tratamiento de 140°C por 35 minutos al cacao CCN-51, se encontró mayores notas de sabor y aroma a chocolate. Esto se debe a las pirazinas que se forman a altas temperaturas (Díaz & Pinoargote, 2012). No obstante, emplear temperaturas demasiado altas reduce los niveles de antioxidantes y ácidos grasos esenciales, y produce acrilamida (Pérez, 2015).

La aplicación de estos parámetros fluctúa en función de: estado del cacao (granos, semillas, licor), tipo de chocolate (negro o con leche) y variedad. Por ello, para elaborar chocolates negros o con leche el tostado suele ser a temperaturas bajas. Asimismo, en cacao fino se usan temperaturas de tostado inferiores a las del cacao a granel (Edem et al., 2016).

1.3.3.15 pH del tostado

El pH es primordial porque determina el tipo de compuestos intermediarios que se forman en la reacción de Maillard. A su vez, estos intermediarios participan en la degradación de Strecker, en la que se generan aldehídos y cetonas que son importantes en la formación del sabor. Las condiciones ácidas forman 3-desoxihexulosas y el pH básico o neutro origina deshidroreductona. (Afoakwa et al., 2008). Se requieren valores de pH superiores a 3 para la reacción de Maillard (Beckett, 2009).

Capítulo 2

Materiales y métodos

En este capítulo se ha establecido la metodología para formar un panel semientrenado para el análisis sensorial de cacao. Se ha planteado cada una de las etapas que se deben llevar a cabo para garantizar que los jueces analíticos generen respuestas confiables y objetivas en los ensayos sensoriales. Se ha propuesto el procedimiento para cada una de las pruebas discriminativas, descriptivas o de control de calidad, con su respectivo análisis estadístico. De esta forma se pueden validar las aptitudes de cada uno de los candidatos para el panel de evaluación sensorial de cacao.

2.1 Proceso de formación de jueces sensoriales de cacao

El proceso de formación de jueces sensoriales contempla varias etapas, mismas que deben llevarse a cabo de manera ordenada y precisa para garantizar la idoneidad de los jueces. Existen diferentes niveles de formación que puede tener un panel sensorial, de acuerdo, al objetivo planteado en cada situación. En este caso se fundamenta el término semientrenado para dar una mejor idea de la experiencia del panel (Rogers, 2018). La formación del panel sigue la secuencia que se puede observar en la figura 3.



Figura 3. Etapas para la formación de un panel sensorial de cacao

Fuente: elaboración propia

El objetivo de esta serie de fases es que, a través de los filtros de cada etapa, se pueda prescindir de aquellas personas que por cualquier razón alterna no puedan cumplir con el rol de un juez sensorial. En el transcurso de las fases de este proceso, se podrá conocer la personalidad, habilidades sensoriales y capacidad de trabajo en equipo de los participantes. (Rogers, 2018).

2.1.1 Reclutamiento

2.1.1.1 Convocatoria para análisis sensorial de cacao

El primer paso para el reclutamiento es realizar una convocatoria general para atraer personas, externas o internas, que estén interesadas en formar parte del panel sensorial para cacao (ISO 8586, 2014). En la figura 4, se muestra a modo de ejemplo la infografía que se puede utilizar para realizar el llamamiento.



Figura 4. Ejemplo de convocatoria para interesados en participar en análisis sensorial de cacao
Fuente: elaboración propia

En este punto, es importante establecer el número de jueces necesarios, pues en base a ese criterio se puede reclutar dos o tres veces más, el número de personas requeridas. Puesto que, luego de la selección se descarta a casi la mitad de los participantes (ISO 8586, 2014).

2.1.1.2 Encuesta de reclutamiento

Las preguntas de la encuesta que se realizará a cada uno de los participantes se han formulado, considerando los siguientes aspectos claves:

2.1.1.2.1 Condiciones de salud

Pretende dar a conocer si la persona tiene alguna afección en su salud que le impida evaluar alimentos. En este caso, pueden presentar alergias al cacao o a un componente

relacionado. De igual forma, podrían tener enfermedades que no les permitan percibir con algún sentido, lo cual dificultará la obtención de datos confiables (Rogers, 2018).

2.1.1.2.2 Características personales

Este aspecto permitirá conocer la disponibilidad de tiempo que tienen las personas para asistir puntualmente a las sesiones de entrenamiento. Para ello, es imprescindible desarrollar el cronograma de sesiones con anterioridad y darlo a conocer oportunamente. Además, las preguntas de este apartado proporcionan información sobre el grado de interés y motivación de la persona. Pues, no servirá mucho las buenas habilidades sensoriales, si no se tiene el interés y motivación necesario (Rogers, 2018).

2.1.1.2.3 Hábitos de consumo

Permite conocer los patrones alimenticios de las personas, con relación al consumo de alcohol, tabaco y comidas muy picantes o especiadas. Este tipo de tendencias perjudican las capacidades del evaluador, limitando su percepción sensorial (Rogers, 2018). Adicionalmente, se pueden hacer preguntas descriptivas con respecto al cacao. Esto es clave, para conocer, relativamente, la facultad que tiene el solicitante para verbalizar lo que percibe, y su memoria descriptiva (Rogers, 2018). Se puede observar el formato de la encuesta final, en el anexo 1.

2.1.2 Selección

Los catadores de cacao deben ser capaces de detectar, describir y en ocasiones hasta medir los atributos de este alimento (Rogers, 2018). Por ende, la selección tiene como objetivo filtrar y reducir el número de solicitantes, identificando únicamente a los candidatos idóneos para catar cacao. Se realizará mediante la aplicación de pruebas sensoriales básicas que permitirán proyectar las aptitudes de los interesados. Además, la ejecución de las pruebas les permitirá vincularse mejor con la ciencia del análisis sensorial.

Se van a considerar los siguientes ensayos: prueba básica de agudeza gustativa, visual y detección olfativa y prueba triangular. Se recomienda aplicar pruebas sensoriales en la selección para evitar que en el entrenamiento salgan a relucir habilidades sensoriales deficientes, bajos rendimientos o retiros inesperados. Pues algunos tienden a tener una idea errónea acerca del rol de un panelista (Rogers, 2018).

2.1.2.1 Prueba de agudeza gustativa

Objetivo: Evaluar la capacidad para identificar los sabores básicos de las soluciones.

En la tabla 7, se indican los sabores y las concentraciones de las soluciones para esta prueba de detección.

Tabla 7. Sustancias para la prueba de detección de sabor

Sabor	Sustancia	Concentración (g/L)
Dulce	Azúcar	10
Salado	Cloruro sódico	2
Amargo	Cafeína	0.3
Ácido	Ácido cítrico	0.3
Umami	Glutamato monosódico	0.18
Astringente	Ácido tánico o quercitina	1

Fuente: (ISO 8586, 2014)

Preparación de muestras

1. Disponer de agua embotellada de buena calidad y recipientes de vidrio para preparar las soluciones.
2. Colocar el agua y las cantidades pertinentes de cada sustancia de sabor en los recipientes.

- Distribuir las soluciones elaboradas en recipientes más pequeños para que puedan ser evaluadas. Todas las muestras deben contener la misma cantidad.
- Codificar con tres dígitos aleatorios, cada una de las muestras (Rogers, 2018).
- Proporcionar las muestras a cada participante. En el conjunto de muestra que reciba el juez, se puede incluir un blanco (agua) o soluciones repetidas (Rogers, 2018).

Ficha de cata para prueba de agudeza gustativa

Facultad de Ciencia y Tecnología Escuela de Ingeniería en Alimentos Prueba de agudeza gustativa				 UNIVERSIDAD DEL AZUAY		
Nombre y Apellido:				Fecha:		
Indicaciones: <ul style="list-style-type: none"> Usted tiene a su disposición, soluciones que representan los sabores básicos: dulce, salado, ácido, amargo, umami y astringente. Por favor, pruebe las muestras de izquierda a derecha, e identifique el sabor que predomina. Registre sus hallazgos, colocando el código de la muestra en el espacio del sabor al que corresponda. En su conjunto de soluciones, puede encontrar un blanco (agua) o soluciones repetidas, en este caso, ubique en el mismo espacio los códigos de las muestras repetidas. 						
Descripción	Dulce	Salado	Ácido	Amargo	Umami	Astringente
Código						

Fuente: elaboración propia

Análisis de datos

- Calificar las fichas de los participantes, 2 puntos cada acierto y 0 cada sabor identificado incorrectamente (Rogers, 2018).
- Recopilar todos los resultados y ordenarlos por nombre.
- Obtener la media para conocer la tendencia central de los datos. Igualmente, la desviación estándar, la cual mide la dispersión de los resultados alrededor de la media.

Estos estadísticos se pueden analizar con los datos de todo el panel o de cada evaluador. Al determinar la desviación estándar individualmente, se puede conocer el nivel de variabilidad (un buen panelista tiene baja variabilidad) (Meilgaard et al., 2007). Además, un valor muy alto en la desviación estándar indica inconsistencia (Kilcast, 2010).

4. Graficar los resultados en un histograma de frecuencia. De tal manera, que se pueda visualizar la relación participante/puntaje. Esto permitirá identificar cualquier anomalía que en análisis estadístico pasaría desapercibida, podría revelar que los procedimientos de análisis no están siendo adecuados (Meilgaard et al., 2007).

2.1.2.2 Prueba de agudeza olfativa

Objetivo: Evaluar la capacidad para identificar olores básicos.

Este tipo de pruebas son importantes porque la mayoría de personas que presentan anosmias específicas no lo saben (Rogers, 2018). En la tabla 8, se establecen las sustancias que se deben usar.

Tabla 8. Sustancias de olor para pruebas de detección

Olor	Sustancia
Vainilla	Vainilla
Vinagre	Ácido acético
Anís	Anetol
Menta	Mentol
Café	Café

Fuente: (ISO 8586, 2014)

Preparación de muestras

1. Sumergir tiras de algodón en las sustancias líquidas para incorporar el olor.
2. Introducir las mismas, en frascos de vidrio con tapa y cerrar muy herméticamente lo antes posible.

3. Verificar que la intensidad de cada olor sea adecuada para la detección antes de la sesión (ISO 8586, 2014).
4. Codificar con tres dígitos aleatorios cada frasco y proporcionarlos a cada juez.

Ficha de cata para prueba de agudeza olfativa

Facultad de Ciencia y Tecnología Escuela de Ingeniería en Alimentos Prueba de agudeza olfativa					 UNIVERSIDAD DEL AZUAY
Nombre y Apellido			Fecha:		
Indicaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Por favor, evalúe los frascos de vidrio de izquierda a derecha. • Retire la tapa del frasco y evalúe el olor que contiene el algodón. • Procure no inhalar demasiado el contenido del frasco. • Tómese un tiempo de 30 segundos, entre la evaluación de cada muestra. • No deje el frasco abierto. • Una vez que haya identificado el olor, regístrelo según el código correspondiente. 					
Olor	Vainilla	Vinagre	Anís	Menta	Café
Código					

Fuente: (Rogers, 2018)

Análisis de datos

1. Calificar todas las fichas de los evaluadores, corroborando que el código de la muestra corresponda al olor correcto, 1 punto cada acierto y 0 el desacierto.
2. Recopilar los resultados de cada participante y ordenarlos por nombre.
3. Obtener el promedio y la desviación estándar de los datos, se pueden analizar a nivel del panel o por evaluador. Seguir los criterios de análisis de resultados, descritos en el punto 2.1.2.1.
4. Graficar los resultados en un histograma de frecuencia.

2.1.2.3 Prueba de detección de color

Objetivo: Evaluar la capacidad de los participantes para diferenciar los colores.

Preparación de muestras

1. Preparación de soluciones madre (amarillo, azul, rojo)

- Colocar 1 gramo de amarillo de quinoleína en un matraz de 500 ml y aforar con agua destilada.
- Colocar 0.1 gramos de colorante azul en un matraz de 1000 ml y aforar.
- Colocar 1 gramo de rojo carmoisina en un matraz de 1000 ml y aforar (ISO 8586, 2014).

2. Diluciones de cada color

-Tomar el volumen que se indica en la tabla 9, de las soluciones madre, colocar en un matraz de 100 ml y aforar con agua. Este procedimiento se debe realizar para las 11 muestras.

-Colocar las diluciones realizadas en tubos de ensayo y rotular cada uno con un código aleatorio de tres dígitos.

-Presentar a los panelistas el conjunto de tubos de ensayo de forma aleatoria y pedirles que los ordenen de acuerdo a las indicaciones de la ficha (ISO 8586, 2014).

Tabla 9. Volúmenes de disolución para prueba de detección de color

Número de muestra	Volumen (ml) de disolución para cada color	
	Amarillo y rojo	Azul
1	25	0
2	23.5	1.5
3	21.5	3.5
4	19	6
5	16.5	8.5

6	12.5	12.5
7	7	18
8	3.5	21.5
9	1.5	23.5
10	0.5	24.5
11	0	25

Fuente: (ISO 8586, 2014)

Ficha para prueba de detección de color

Facultad de Ciencia y Tecnología Escuela de Ingeniería en Alimentos Prueba de detección de color							 UNIVERSIDAD DEL AZUAY				
Nombre y Apellido						Fecha:					
Indicaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Usted dispone de un conjunto de tubos de ensayo, cada uno posee diferente intensidad de color. • Por favor, ordene los tubos de ensayo desde el color amarillo de menor intensidad hasta el azul de mayor intensidad, pasando por el color verde. • También, ordenar el conjunto desde el color rojo hasta el azul, pasando por el color violeta. Luego, registre sus respuestas colocando los códigos de cada tubo, según el orden del conjunto, 											
Conjunto de colores 1											
Conjunto de colores 2											

Fuente: (ISO 8586, 2014)

Análisis de datos

1. Calificar cada ficha, corroborando que los conjuntos estén correctamente ordenados. Se puede establecer un puntaje para cada acierto.
2. Recopilar los datos de cada participante.

3. Obtener la media para conocer la tendencia central de los datos. También, la desviación estándar, la cual mide la dispersión de los datos alrededor de la media (Meilgaard et al., 2007).
4. Graficar los resultados, de modo que, se pueda observar en el eje "X" el nombre del participante y en el eje "Y" el puntaje.

2.1.2.4 Prueba discriminativa triangular

Objetivo: Evaluar la capacidad de los solicitantes para discriminar muestras.

Preparación de muestras

1. Seleccionar dos productos que no difieran en gran medida. Se pueden emplear dos jugos cítricos endulzados con diferentes edulcorantes o bebidas tónicas de diferente marca comercial.
2. Servir las muestras A y B en vasos, en las mismas cantidades. Se debe rotular cada una de estas con números aleatorios de 3 cifras.
3. Proporcionar a cada panelista un conjunto de 3 muestras, combinado como se ve en la tabla 10. En definitiva, todos evaluarán las mismas muestras, pero en distinto orden.
4. Proveer agua como solución de enjuague.

Tabla 10. Combinaciones de muestras para pruebas triangulares

Panelista	Combinación de muestras
1	AAB
2	ABA
3	BAA
4	BBA
5	BAB
6	ABB

Fuente: (Kilcast, 2010).

Ficha para prueba discriminativa triangular

Facultad de Ciencia y Tecnología Escuela de Ingeniería en Alimentos Prueba triangular		 UNIVERSIDAD DEL AZUAY	
Nombre y Apellido		Fecha:	
Indicaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Usted dispone de tres muestras, por favor evalúe cada una de ellas de izquierda a derecha. • Del conjunto, dos muestras son idénticas, identifique aquella que es diferente. • Registre el código de las tres muestras y señale (X) la que no corresponde al conjunto. 			
Código			
¿Cuál es diferente?			

Fuente: (Meilgaard et al., 2007)

Análisis de datos

1. Calificar de forma individual, 5 puntos para cada muestra bien identificada como diferente (Rogers, 2018).
2. Recopilar los datos de cada participante y ordenarlos por nombre.
3. Obtener la media y la desviación estándar de los datos.
4. Graficar los resultados, establecer en el eje "X" el número o nombre del panelista y en el eje "Y" el puntaje.
5. En este caso, la prueba se aplicará para conocer las habilidades discriminativas de los candidatos. Sin embargo, la prueba triangular se usa para determinar si existe diferencia significativa entre dos muestras. En donde, se debe establecer el nivel de riesgo (0.001 a 0.40) y el número de participantes de la prueba. Luego, estos parámetros se ubican en la tabla 11 para saber el número mínimo de respuestas correctas que se requieren para reportar una diferencia significativa entre las muestras (Meilgaard et al., 2007).

Tabla 11. Número crítico de respuestas correctas para la prueba triangular

Número de panelistas	Nivel de riesgo						
	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.01	0.001
3	2	2	3	3	3		
4	3	3	3	4	4		
5	3	3	4	4	4	5	
6	3	4	4	5	5	6	
7	4	4	4	5	5	6	7
8	4	4	5	5	6	7	8
9	4	5	5	6	6	7	8
10	5	5	6	6	7	8	9
11	5	5	6	7	7	8	10
12	5	6	6	7	8	9	10
13	6	6	7	8	8	9	11
14	6	7	7	8	9	10	11
15	6	7	8	8	9	10	12
16	7	7	8	9	9	11	12
17	7	8	8	9	10	11	13
18	7	8	9	10	10	12	13

Fuente: (Meilgaard et al., 2007)

2.1.2.5 Consideraciones de aceptación

Como criterio de selección, se va a considerar la encuesta realizada y las habilidades sensoriales de los participantes. Evidentemente, aquellos candidatos con mayor número de aciertos en las pruebas de detección, pasarán a la etapa de entrenamiento. Se aceptará un rendimiento de 80% o más como válido (ISO 8586, 2014).

Sin embargo, se debe considerar a las personas con adecuada personalidad y motivación. Pues, aquellos que posean buenas habilidades sensoriales, pero que no trabajan en equipo, afectarán la eficiencia del panel. En este sentido, es importante señalar que algunos

creen que para ser evaluadores sensoriales deben poseer sentidos altamente agudos. Pero, en realidad se debe seleccionar a personas con aptitudes sensoriales normales que puedan generar resultados representativos del promedio de la población (Rogers, 2018).

2.1.3 Entrenamiento

El entrenamiento del panel está constituido por una serie de sesiones que conllevan un componente teórico y práctico. El contenido teórico tiene relación con la percepción sensorial, formas de trabajo, atributos físicos y sensoriales del cacao, por mencionar algunos. Estos conocimientos previos complementarán la ejecución de las pruebas sensoriales. Las pruebas de las sesiones permitirán que los jueces desarrollen destrezas para analizar sensorialmente cacao, y cada una de ellas tiene un análisis de datos propuesto. De este modo, se pretende brindar a los potenciales jueces todas las herramientas para que emitan resultados verdaderos, precisos y aplicativos. En la figura 5, se puede observar el plan de entrenamiento propuesto.



Figura 5. Plan de entrenamiento para el panel sensorial de cacao

Fuente: elaboración propia

En la figura 6, se pueden observar las reglas que deben considerar los panelistas y las formas de trabajo para las sesiones de entrenamiento.

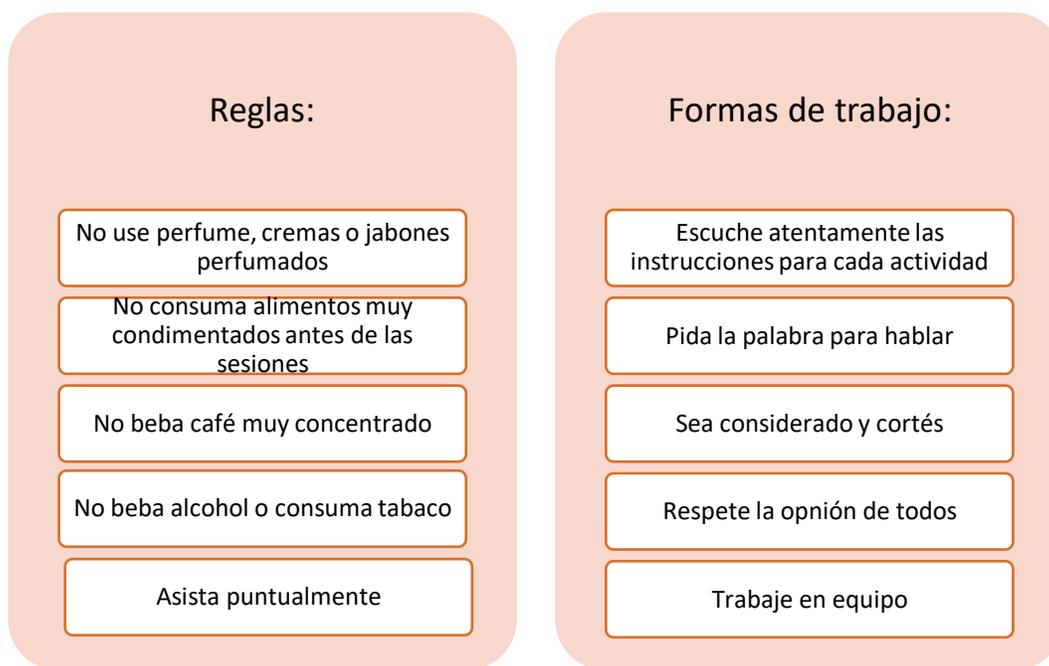


Figura 6. Reglas de un panelista sensorial y formas de trabajo

Fuente: (Rogers, 2018)

2.1.3.1 Actividades para las sesiones de entrenamiento

2.1.3.1.1 Identificación de olores

Objetivo: Relacionar a los participantes con la percepción de olores

Instrucciones:

- ✓ Pedir a los miembros de la sesión que realicen una caminata por el exterior de las instalaciones, por un tiempo de 10 minutos.
- ✓ Deben tomar especial atención a los olores que perciban a lo largo de su recorrido.
- ✓ Una vez transcurrido el tiempo, realizar un conversatorio para que todos puedan dar a conocer los olores identificados y comparen sus hallazgos con los compañeros.

2.1.3.1.2 Test de percepción visual

Objetivo: Determinar los colores que dificulta la percepción visual de los participantes

Instrucciones:

- ✓ Pedir a todos que, excepcionalmente, saquen sus dispositivos móviles e ingresen al siguiente enlace: <https://enchroma.com/pages/color-blindness-test>
- ✓ Al ingresar a la página deben presionar la opción start-test y comenzar a identificar los números que aparecen en la pantalla.
- ✓ Una vez que todos hayan completado el test, deben dar a conocer sus resultados al líder del panel.
- ✓ Finalmente, se deben registrar los datos y prestar atención a las debilidades de cada uno, en cuanto a la percepción de colores.

2.1.3.1.3 Juego de negociación

Objetivo: Fomentar el respeto, la comunicación efectiva y el trabajo en equipo.

Instrucciones:

- ✓ Corte y mezcle los triángulos de colores, que se pueden ver en la figura 7.
- ✓ Coloque todas las fichas en una caja.
- ✓ Forme dos equipos de trabajo entre los asistentes, uno será denominado "A" y el otro "B".
- ✓ Para iniciar, se debe pedir a un integrante de cada grupo que tome 6 fichas del recipiente con los ojos vendados.
- ✓ Posteriormente, ambos equipos deben negociar e intercambiar sus triángulos entre sí. El objetivo es que cada equipo construya tres hexágonos que posean los colores dispuestos para su grupo (A o B). Es decir, el equipo A necesita 9 triángulos azules, 4 verdes y 3

amarillos para triunfar. Deben decidir si intercambian sus fichas o las mantienen hasta el siguiente sorteo, en un tiempo de 3 minutos.

- ✓ Luego, cada equipo debe tomar nuevas fichas de la caja y se debe repetir el proceso de negociación, intercambio y sorteo, hasta que se terminen las fichas del recipiente.
- ✓ Al final, el equipo que más hexágonos correctos haya completado ganará (Rogers, 2018).

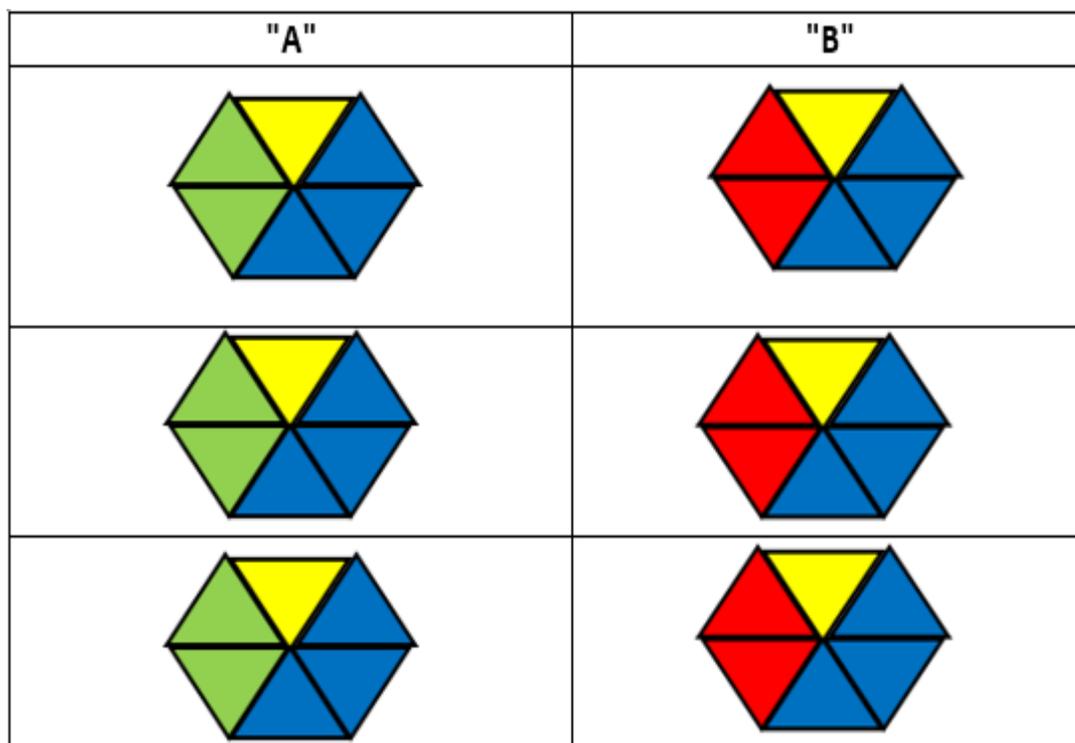


Figura 7. Fichas para el Juego de negociación

Fuente: (Rogers, 2018)

2.1.3.1.4 Charadas sensoriales

Objetivo: Determinar si los conceptos relacionados con el capítulo están claros y fomentar el trabajo en equipo.

Instrucciones:

- ✓ Forme equipos de 4 personas.

- ✓ Proveer a cada grupo un sobre que contenga cartulinas o carteles con palabras o frases relacionadas con la información del capítulo, ninguna de ellas se debe repetir. Considere emplear los términos de la figura 8.
- ✓ Para iniciar, cada grupo debe elegir un representante que debe colocarse al frente de su equipo y sostener los carteles sin visualizar el contenido.
- ✓ El representante debe adivinar la palabra que sostiene, en base a la información que le transmiten los demás miembros de su equipo.
- ✓ El resto del grupo puede dar todo tipo de pista con gestos o palabras, pero ninguno puede pronunciar la frase específica del cartel.
- ✓ Cada equipo tendrá un tiempo de 3 minutos para realizar este proceso.
- ✓ Al finalizar, el grupo que más palabras acertadas ganará.



Figura 8. Carteles para el Juego de charadas sensoriales

Fuente: elaboración propia

2.1.3.1.5 Identificación de variedades cacaoteras

Objetivo: Relacionar a los participantes con las variedades cacaoteras y sus atributos sensoriales.

Instrucciones:

- ✓ Obtener mazorcas de cacao de distintas variedades (preferiblemente, criollo, trinitario, forastero, CCN-51 y nacional).
- ✓ Forme grupos de 4 personas.
- ✓ Proporcionar a cada equipo las mazorcas de cacao de cada variedad y pedirles que llenen la siguiente ficha:

Ficha de identificación de variedades cacaoteras

Facultad de Ciencia y Tecnología Escuela de Ingeniería en Alimentos Identificación de variedades cacaoteras		 UNIVERSIDAD DEL AZUAY
Nombres y Apellidos	Fecha:	
<p>Evalúe las propiedades de las variedades cacaoteras proporcionadas y conteste las siguientes preguntas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Qué variedades pudo identificar? 2. ¿Cómo pudo distinguir entre las variedades de cacao? 3. ¿Cuáles son los aromas predominantes en el mucílago de cada variedad que identificó? 4. ¿Existe alguna diferencia en el sabor de las semillas de cada variedad? 		

Fuente: (USAID, EE Y TCHO, 2018).

- ✓ Revise las fichas y brinde retroalimentación de acuerdo con las falencias y debilidades determinadas en cada grupo.

2.1.3.2 Pruebas sensoriales para las sesiones de entrenamiento

2.1.3.2.1 Prueba de ordenamiento entre niveles de intensidad

Objetivo: Evaluar la capacidad para discriminar niveles de intensidad de un atributo específico.

Preparación de muestras

1. Preparar 4 muestras con diferente nivel de intensidad, de sabor ácido y olor frutal.
2. Realizar soluciones con concentraciones de 0.1, 0.2, 0.3 y 0.5 gramos de ácido cítrico por cada litro de agua. Las soluciones de olor frutal se deben realizar con acetato de isoamilo en las siguientes concentraciones: 5mg/l, 10 mg/l, 20mg/l y 40 mg/l (ISO 8586, 2014).
3. Rotular cada muestra con un código aleatorio de tres dígitos.
4. Proporcionar el conjunto de muestras en el mismo orden aleatorio para todos (ISO 8586, 2014).

Ficha para prueba de ordenamiento entre niveles de intensidad

Facultad de Ciencia y Tecnología Escuela de Ingeniería en Alimentos Prueba de ordenamiento entre niveles de intensidad		 UNIVERSIDAD DEL AZUAY		
Nombre y Apellido		Fecha:		
Indicaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Usted dispone de cuatro soluciones con diferente intensidad de sabor y olor, por favor evalúe las muestras de cada conjunto de izquierda a derecha. • Ordene las soluciones de forma ascendente y registre según su código. • Recuerde limpiar su paladar entre cada muestra con agua. 				
	1 Sabor más débil	2	3	4 Sabor más fuerte
Código				
	Olor más débil			Olor más fuerte
Código				

Fuente : (Rogers, 2018)

Análisis de datos

1. Calificar las fichas, 2 puntos cada muestra acertada, 1 punto aquella solución intercambiada incorrectamente solo por un puesto, sea de derecha o izquierda, y 0 puntos el desacierto (Rogers, 2018).
2. Recopilar los datos de cada participante y ordenar por nombre.
3. Obtener el promedio y la desviación estándar de los datos.
4. Graficar los resultados, según la relación candidato/puntaje.
5. Identificar el rendimiento de cada solicitante, aceptar aquellos que clasifiquen correctamente o inviertan solo pares adyacentes (Meilgaard et al., 2007).

2.1.3.2.2 Prueba para la descripción de olores

Objetivo: Evaluar la capacidad de identificar olores y la memoria descriptiva del participante (ISO 8586, 2014).

En la tabla 12, se establecen las sustancias que representan los olores que se pueden emplear para esta prueba.

Tabla 12. Sustancias para la prueba de descripción de olores

Olor	Sustancia
Floral, lirio del valle, jazmín	Acetato de bencilo
Almendras amargas, cerezas	Benzaldehído
Violetas, frambuesa	B-Ionona
Fruta, caramelos ácidos, plátano, pera	Acetato de Isoamilo

Fuente: (ISO 8586, 2014)

Preparación de muestras

1. Sumergir tiras de algodón en las sustancias líquidas para incorporar el olor.

2. Introducir las tiras de algodón con olor, en frascos de vidrio con tapa y cerrar herméticamente.
3. Verificar que la intensidad de cada olor sea adecuada para la detección (ISO 8586, 2014).
4. Codificar con tres dígitos aleatorios cada frasco.

Ficha para la prueba de descripción de olores

Facultad de Ciencia y Tecnología Escuela de Ingeniería en Alimentos Prueba de descripción de olores				 UNIVERSIDAD DEL AZUAY	
Nombre y Apellido			Fecha:		
Indicaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Por favor, retire la tapa del frasco y evalúe el olor que contiene el algodón. • Una vez que lo haya identificado, descríballo con una sola palabra y regístrelo según el código correspondiente. • No deje el frasco abierto. • Tómese un tiempo de 30 segundos, entre la evaluación de cada muestra. • Procure no inhalar demasiado el contenido del frasco. 					
Descripción					
Código					

Fuente: (Rogers, 2018)

Análisis de datos

1. Calificar todas las fichas, 3 puntos cada acierto. Floral, lirio del valle o jazmín, se pueden usar para describir el acetato de bencilo. Almendras amargas o cerezas, corresponden al benzaldehído. Para la sustancia B-ionona se pueden emplear las palabras violetas o frambuesas. El acetato de isoamilo se puede describir con: fruta, caramelos ácidos, plátano o pera. La puntuación de 2, 1 o 0, dependerá de lo cercano que sea el descriptor a la respuesta correcta (ISO 8586, 2014).
2. Recopilar los resultados de cada participante y ordenarlos por nombre.

3. Obtener el promedio y la desviación estándar de los datos, se pueden analizar a nivel del panel o individualmente.
4. Graficar los resultados en un histograma de frecuencia. De tal manera, que se pueda visualizar la relación participante/puntaje (Meilgaard et al., 2007).
5. Reiterar la prueba con los olores que menos aciertos hayan tenido.

2.1.3.2.3 Prueba dúo trío

Objetivo: Evaluar la capacidad para discriminar muestras de cacao de diferentes variedades, tratamiento de fermentación o tostado.

Preparación de muestras

1. Obtener cacao que provenga de dos diferentes tratamientos de fermentación o tostado. Se sugiere cacao fermentado en cajones (muestra A) y cacao fermentado a granel o con algún otro método alternativo (muestra B). El propósito es comparar ambas muestras para conocer si el tratamiento alternativo de fermentación tiene algún efecto significativo en el olor del cacao (nivel de ácidos volátiles). De esta manera, los jueces tendrán una mejor proyección de la influencia del tratamiento postcosecha. De igual forma, se puede trabajar con cacao de diferentes variedades.
2. Proveer a cada juez una muestra A y B codificadas con tres dígitos. Adicionalmente, se dará una muestra de referencia (cacao fermentado en cajones) para que los panelistas se familiaricen con este cacao y elijan la muestra compatible.

Ficha de cata para prueba dúo-trío

Facultad de Ciencia y Tecnología Escuela de Ingeniería en Alimentos Prueba dúo-trío		 UNIVERSIDAD DEL AZUAY
Nombre y Apellido	Fecha:	

<p>Indicaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usted dispone de una muestra de referencia y dos muestras codificadas. • Por favor evalúe la muestra de referencia, luego pruebe las muestras codificadas de izquierda a derecha. • Identifique y señale (X) cuál es la muestra idéntica a la de control o de referencia. • No olvide enjuagar su boca con agua. 		
Referencia	Código: 	Código: 

Fuente: (Rogers, 2018)

Análisis de datos

1. Calificar las fichas para conocer el número de panelistas que acertaron.
2. En la tabla 13, se debe ubicar en las filas el número de personas que participaron en la prueba y en las columnas el nivel de riesgo con el que se trabajará. El punto de intersección entre estos dos parámetros, será el número de respuestas correctas necesarias para confirmar o negar una diferencia significativa entre las muestras (Meilgaard et al., 2007). Por ejemplo, si evaluaron 20 panelistas con nivel de riesgo del 40%, 12 o más panelistas deben acertar la prueba para reportar que las muestras presentan una diferencia significativa.

Tabla 13. Número crítico de respuestas correctas para prueba dúo-trío

Número de panelistas	Nivel de riesgo						
	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.01	0.001
2	2	2					
3	3	3	3				
4	3	4	4	4			
5	4	4	4	5	5		
6	4	5	5	6	6		
7	5	5	6	6	7	7	

8	5	6	6	7	7	8	
9	6	6	7	7	8	9	
10	6	7	7	8	9	10	10
11	7	7	8	9	9	10	11
12	7	8	8	9	10	11	12
13	8	8	9	10	10	12	13
14	8	9	10	10	11	12	13
15	9	10	10	11	12	13	14

Fuente: (Meilgaard et al., 2007)

2.1.3.2.4 Prueba de notas indeseables (off-notes)

Objetivo: Entrenar al panelista para que sea capaz de detectar las notas indeseables en el cacao, las cuales son primordiales en las pruebas de control de calidad de esta materia prima.

Preparación de muestras de cacao

1. Obtener muestras de cacao que posean notas no deseables. Considerar los defectos físicos que se pueden ver en la tabla 14.
2. Introducir las muestras de cacao en frascos y etiquetarlos con tres dígitos. De modo que, en cada recipiente predomine un defecto.
3. Proporcionar a cada participante los frascos, en diferente orden (Rogers, 2018).

Tabla 14. Grado de fermentación y defectos físicos del cacao

Denominación	Características	Causa
Grano bien fermentado 	- Grano de color marrón oscuro o claro, con estrías bien marcadas	Proceso de fermentación completo

<p>Grano parcialmente fermentado</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Grano de color marrón y violeta - Ligeramente compactos - Posible amargor y astringencia 	<p>Proceso de fermentación incompleto</p>
<p>Grano no fermentado</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Grano de color violeta - La parte interna permanece compacta. No se han generado las reacciones químicas y enzimáticas correspondientes - Sabor astringente y amargor. - Posible acidez 	<p>Fermentación interrumpida o secado muy rápido</p>
<p>Grano pizarroso</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Grano de color negro grisáceo - Muy compacto y sin surcos - Extremadamente astringente y amargo 	<p>Sin proceso de fermentación</p>
<p>Grano sobre-fermentado</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Grano de coloración muy oscura - Presenta una textura como la de un corcho - olor a jamón, humo o avinagrado 	<p>Sobre-fermentación</p>

Defectos		
<p>Grano mohoso</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Aparición de colores blancos, amarillos y grises debido a la presencia de hongos. - Poseen sabor terroso y a moho 	Contaminación provocada por un mal manejo durante el secado, almacenamiento o transporte
<p>Grano germinado</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Presencia de radículas 	Cosecha de frutos muy maduros
<p>Granos planos</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - No contiene cotiledón, gran parte de su peso es cáscara 	Cosecha de frutos inmaduros
<p>Granos infestados</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Presencia de cualquier insecto dentro de la testa - Aparición de agujeros 	Deficiente control de plagas
<p>Granos múltiples</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Unión de dos o más granos que no se pueden separar 	Incorrecta remoción durante la fermentación o el secado

		
<p>Granos rotos</p> 	<p>- Granos incompletos que han perdido más de la mitad del grano</p>	<p>Mal manejo en la abertura de las mazorcas o extenso proceso de secado</p>

Fuente: (USAID, EE Y TCHO, 2018).

Ficha para la prueba de notas indeseables (off-notes)

<p align="center">Facultad de Ciencia y Tecnología Escuela de Ingeniería en Alimentos Prueba de notas indeseables</p>		
<p>Nombre y Apellido</p>	<p>Fecha:</p>	
<p>Indicaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evalúe los frascos de izquierda a derecha. • Analice el color y aspecto de las muestras. • Señale en los espacios en blanco, el defecto físico que predomina en cada frasco junto con su código. • Tome como referencia las imágenes del material de apoyo para dar su respuesta. 		
<p>Código</p>	<p>Nota indeseable</p>	

Fuente: (Rogers, 2018).

Análisis de datos

1. Calificar las fichas para conocer los aciertos.
2. Recopilar los datos de cada participante y ordenar por nombre.
3. Analizar la media y la desviación estándar de los datos.
4. Graficar los resultados, según la relación candidato/puntaje.
5. Retroalimentar a los participantes, conforme a sus respuestas incorrectas, para que mejoren.
6. Reiterar la prueba las veces necesarias, tomando en cuenta los defectos que más dificulta a los jueces.

2.1.3.2.5 Prueba de control de calidad de grano de cacao

La técnica utilizada para control de calidad de cacao es la prueba de corte. Es un procedimiento en donde se corta longitudinalmente el grano para exponer su cotiledón, permitiendo identificar el grado de fermentación y los defectos organolépticos más evidentes. Sin embargo, esta prueba no provee criterios tan fiables como la evaluación de licor de cacao (CAOBISCO/ECA/FCC, 2015).

Objetivo: Identificar y categorizar los granos de cacao según sus atributos de calidad (USAID, EE Y TCHO, 2018).

Preparación de muestras

1. Obtener muestras de cacao que incluyan granos defectuosos y una guillotina o tijeras para la prueba de corte.
2. Colocar 100 granos de cacao de la muestra, en recipientes codificados (USAID, EE Y TCHO, 2018).
3. Formar grupos de 3 a 4 personas.
4. Proporcionar a cada grupo las muestras y el material de referencia de la tabla 14.

- Primero, se debe realizar la prueba de análisis externo, en donde, los jueces evalúan la apariencia de los granos y los clasifican según corresponda (múltiples, planos, rotos, material extraño).
- Luego, deben partir los granos (longitudinalmente) e iniciar a evaluar el grado de fermentación y defectos (USAID, EE Y TCHO, 2018).

Ficha para análisis externo del grano de cacao

Facultad de Ciencia y Tecnología Escuela de Ingeniería en Alimentos Análisis externo del grano de cacao		 UNIVERSIDAD DEL AZUAY
Nombre y Apellido	Fecha:	
Indicaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Evalúe la parte externa de las muestras de cacao. • Clasifique los granos de cacao según sus características, tome como referencia la hoja adjunta. • Registre en los espacios en blanco la cantidad de granos que pertenecen a cada categoría. 		
Análisis para 100 granos	Cantidad	
Múltiples		
Rotos		
Planos		
Material extraño		
Subtotal		
Granos sin defectos		

Fuente: (USAID, EE Y TCHO, 2018)

Ficha para prueba de corte

Facultad de Ciencia y Tecnología Escuela de Ingeniería en Alimentos Prueba de corte del cacao		 UNIVERSIDAD DEL AZUAY
Nombre y Apellido	Fecha:	
Indicaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Corte los granos de cacao por la mitad (longitudinalmente), con una guillotina o una tijera. • Evalúe el grado de fermentación y los defectos, tome como referencia el material adjunto. • Clasifique los granos de cacao según las categorías que se indican. 		

<ul style="list-style-type: none"> Registre la cantidad de granos que pertenecen a cada categoría. 	
Análisis para 100 granos	
Categoría	Cantidad
Bien fermentado	
Parcialmente fermentado	
No fermentado	
Pizarroso	
Sobrefermentado	
Defectos	
Moho	
Infestado	
Germinado	

Fuente: (USAID, EE Y TCHO, 2018)

Análisis de datos

- Dividir cada valor que se registró en las categorías (bien fermentados, parcialmente fermentados, no fermentados, pizarrosos y sobre fermentados) para el número total de granos que se sometieron a la prueba de corte y multiplicar este valor por 100. Esto permitirá calcular el porcentaje de granos que pertenecen a cada categoría y se compararán con los establecidos por la norma de calidad de cacao (Aguilar, 2016). De igual forma, se debe proceder para obtener el porcentaje de defectos e impurezas.
- Consultar la tabla 15 para determinar si la muestra se encuentra dentro o fuera de los requisitos de calidad.

Tabla 15. Requisitos de calidad para cacao

Requisitos	Cacao CCN-51		Cacao fino		
	Cacao Superior Selecto	Cacao Superior Corriente	Arriba Superior Summer	Arriba Superior Selecto	Arriba Superior Época

			Selecto		
Máximo de Humedad (%)	7	7	7	7	7
Peso de 100 granos (g)	>125	110 a 125	>130	>120 a 130	100 a 120
Mínimo de granos fermentados (%)	68	55	75	65	53
Máximo de granos violetas (%)	18	26	15	21	25
Máximo de granos pizarrosos (%)	12	15	9	12	18
Máximo de granos mohosos (%)	2	4	1	2	4
Totales mínimos (análisis sobre 100 granos)	100	100	100	100	100
Máximo de granos defectuosos (%)	1	3	0	1	3
Máximo de material extraño (%)	0	0	0	0	0
Máximo de material relacionado con cacao (%)	1	1	1	1	1

Fuente: (NTE INEN 176, 2018)

2.1.3.2.6 Prueba de calidad in/out

Objetivo: Evaluar si la muestra de cacao se encuentra dentro o fuera de los parámetros de calidad.

Preparación de muestras

1. Documentar las especificaciones de calidad de cacao para evitar que las preferencias personales influyan en la aceptación o rechazo de la muestra. Se puede tomar como referencia la tabla 15.
2. Obtener muestras de cacao de lotes que hayan sido aceptados o rechazados, por fábricas u otro panel, para tener constancia de las respuestas que se espera que los jueces generen.

De manera que, se pueda mejorar la capacidad analítica de los candidatos con retroalimentación fundamentada (Kilcast, 2010).

3. Colocar muestras de 100 granos de cacao en recipientes de vidrio y rotularlos con un código de tres dígitos.
4. Proveer a cada juez un frasco rotulado, junto con la hoja de requisitos.

Ficha para prueba de calidad in/out

<p style="text-align: center;">Facultad de Ciencia y Tecnología Escuela de Ingeniería en Alimentos Prueba de calidad in/out</p>	 UNIVERSIDAD DEL AZUAY
Nombre y Apellido	Fecha:
<p>Indicaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Por favor, evalúe las muestras del recipiente que tiene a su disposición. • Determine si la muestra cumple con los requisitos de calidad de la hoja de referencia. • Para registrar su respuesta, coloque el código del frasco y señale (X), si se encuentra dentro o fuera de las especificaciones. • Comente brevemente las razones de su decisión. 	

Código:		
	Dentro	Fuera
Comentario:		

Fuente: (Kilcast, 2010)

Análisis de datos

- ✓ Registre las respuestas de cada evaluador.
- ✓ Si la muestra de cacao es aprobada por 60% o más de los panelistas, esta será aceptada.
- ✓ Si la muestra de cacao tiene un nivel de aceptación entre 40 o 60%, debe pasar a una revisión más detallada.
- ✓ Si la muestra es aprobada por 40% o menos de los panelistas, esta será rechazada.
- ✓ Se recomienda realizar esta prueba con 25 panelistas (Kilcast, 2010).
- ✓ Para retroalimentar a los jueces, revise los comentarios de las fichas.

2.1.3.2.7 Prueba de estaciones de sabor

Objetivo: Identificar los sabores de productos naturales que regularmente se usan para describir cualitativamente el cacao. De esta forma, se expandirá el vocabulario sensorial, mejorando las habilidades descriptivas de los jueces (USAID, EE Y TCHO, 2018).

Preparación de muestras

1. Disponer de los alimentos específicos que se indican en la tabla 16. En caso de no contar con alguno de ellos, se puede sustituir con alguno parecido.
2. Trocear estos alimentos e introducirlos en recipientes pequeños.
3. Agrupar los alimentos por categoría, de tal manera que se vayan formando estaciones de sabor. Colocar cada una de estas estaciones en mesas.

Es primordial que la evaluación se realice en el orden correcto, primero el olor y luego el sabor del alimento. Además, todos los jueces tienen el mismo tiempo para permanecer en las estaciones de sabor. (USAID, EE Y TCHO, 2018).

Tabla 16. Alimentos para prueba de estaciones de sabor

Categoría	Alimentos
Cacao	- frijoles de cacao - cocoa en polvo - chocolate - brownie
Frutos secos	- avellanas - nueces - almendras - maní
Frutas frescas	- naranja - piña - banana - limón
Frutas secas	- cereza - ciruela - durazno - pasas
Floral	- té negro - miel - jazmín - flor de naranja
Dulce	- azúcar en polvo - jarabe - panela
Amargo	- Verbena - Achicoria
Espicias	- pimienta negra - canela

Fuente: (USAID, EE Y TCHO, 2018)

Ficha para prueba de estaciones de sabor

Facultad de Ciencia y Tecnología Escuela de Ingeniería en Alimentos Prueba de estaciones de sabor		 UNIVERSIDAD DEL AZUAY
Nombre y Apellido		Fecha:
Indicaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Usted dispone de estaciones de sabor de frutos secos, frutas frescas y secas, floral, dulce y de especias. Cada una de ellas está conformada por alimentos que pertenecen a la misma categoría. Por ejemplo, la categoría de frutos secos contiene avellanas, nueces, almendras y maní. • Por favor, evalúe el olor y el sabor de los alimentos, a continuación, descríbalos en los espacios en blanco. Igualmente, registre el nombre del alimento y la categoría. 		
Categoría:		
Nombre	Olor	Sabor

Fuente: (USAID, EE Y TCHO, 2018)

Análisis de datos

1. Revisar las fichas de los participantes.
2. Recopilar todos los datos y ordenarlos por juez y por categoría de alimentos.
3. Verificar que categoría o alimento específico dificulta más la identificación o descripción de los jueces y reitere la prueba con énfasis en esos alimentos.

2.1.3.2.8 Prueba de escala

Esta prueba consiste en usar números o palabras para expresar la intensidad de un atributo específico (Meilgaard et al., 2007). Dentro de los principales tipos de escalas se pueden citar:

2.1.3.2.8.1 Escala de categoría

En este tipo de escala, el evaluador califica la intensidad de un estímulo asignando un valor en una escala delimitada generalmente por números. Esta escala se usa para las pruebas de perfil de sabor y textura y proporciona datos de nivel ordinal. Para analizar los datos se puede emplear la prueba chi-cuadrado que permite compara la proporción de respuestas que hay en cada categoría (Meilgaard et al, 2007).

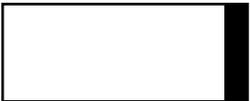
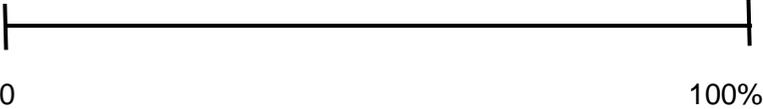
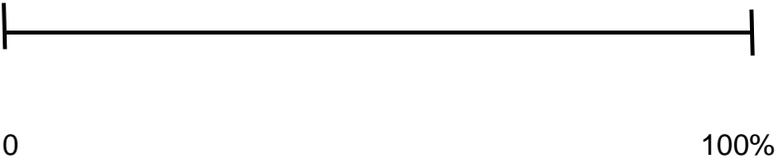
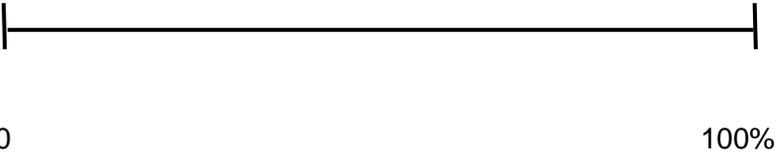
2.1.3.2.8.2 Escala lineal

El evaluador califica la intensidad del estímulo que percibe haciendo una línea vertical en la escala horizontal que se le presenta. Generalmente se usan escalas de 15 centímetros y 6 pulgadas con anclajes en los extremos (Meilgaard et al., 2007). Este tipo de escala produce datos de intervalo que pueden ser tratados con análisis estadísticos paramétricos (Rogers, 2018).

2.1.3.2.8.3 Escala de estimación de magnitud

Se basa en asignar un valor numérico al estímulo de una muestra, de acuerdo con la percepción de la primera muestra evaluada. Es decir, se analiza la primera muestra y las demás se califican tomando como referencia el valor de la primera. Esta escala produce datos de razón (Meilgaard et al., 2007).

Un ejemplo de una prueba de escala en papel, se puede ver en la figura 9.

Facultad de Ciencia y Tecnología Escuela de Ingeniería en Alimentos Prueba de escala		 UNIVERSIDAD DEL AZUAY
Indicaciones:		
<ul style="list-style-type: none">• Se le presenta 5 figuras con diferente proporción de sombreado.• Por favor, identifique cuál es la proporción del área sombreada de cada figura.• Para registrar su respuesta, coloque una línea vertical en la escala de 0 a 100 de cada figura.		
1.		
		
2.		
		
3.		
		

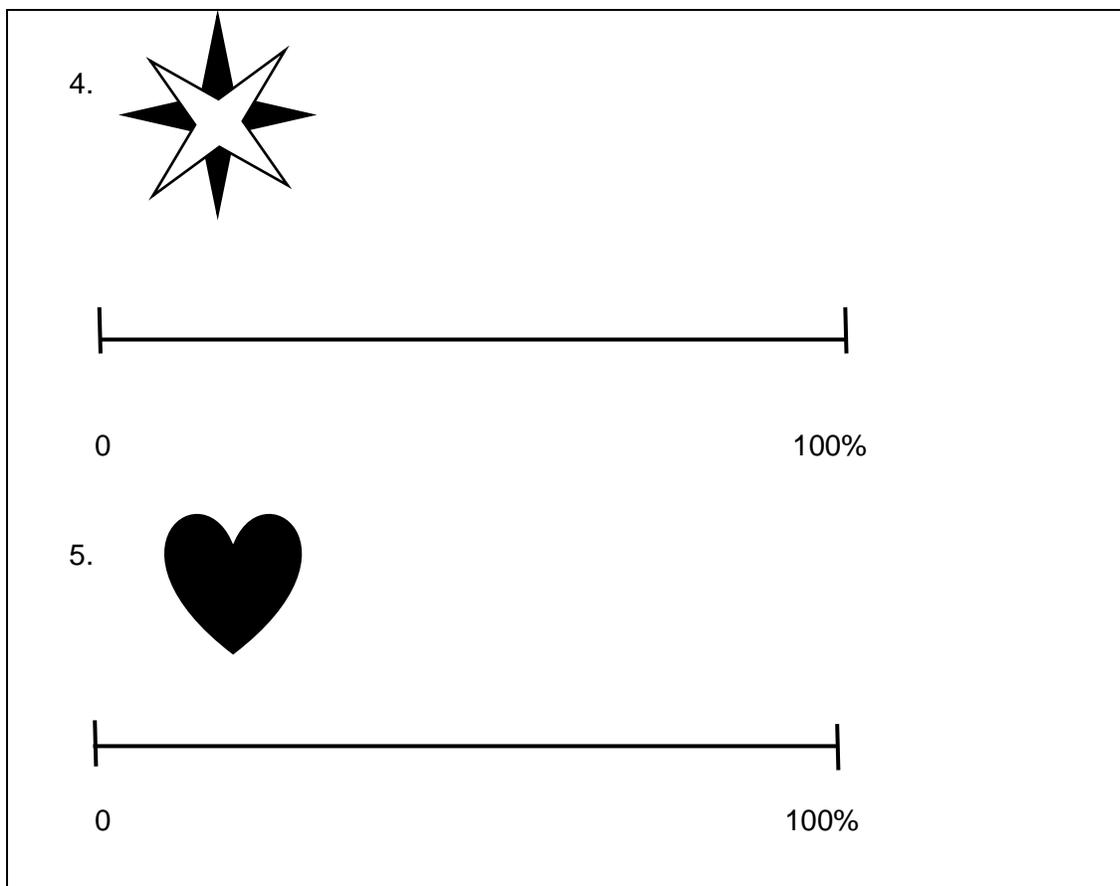


Figura 9. Prueba de escala en papel

Fuente: (Rogers, 2018)

Objetivo: Mejorar la capacidad que tienen los jueces para asignar una magnitud a las muestras conforme a la intensidad de sus atributos.

Preparación de muestras

1. Preparar soluciones de un mismo atributo con diferentes intensidades.
2. Considerar las propuestas de la tabla 17. La cafeína, zumo de limón y el ácido tartárico representan los sabores amargo, ácido y astringente, respectivamente.

Para aplicar la prueba con escala categórica se debe proveer a cada evaluador las muestras con diferentes intensidades en el mismo orden aleatorio. Para la prueba con escala lineal proporcionar solo dos muestras del mismo sabor, pero con diferente concentración.

Tabla 17. Sustancias para el entrenamiento en el uso de escalas

Sustancia	Concentraciones
Cafeína	0.15, 0.22, 0.34, 0.51 g/l
Zumo de limón	10 y 50 ml/l.
Ácido tartárico	0.05, 0.15, 0.4, 0.7 g/l

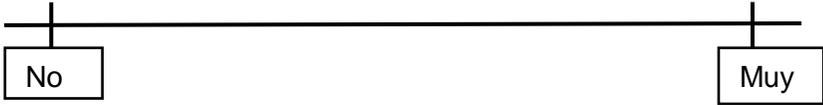
Fuente: (ISO 8586, 2014)

Ficha para prueba con escala de categoría

Facultad de Ciencia y Tecnología Escuela de Ingeniería en Alimentos Prueba con escala de categoría		 UNIVERSIDAD DEL AZUAY
Nombre y Apellido		Fecha:
<p>Indicaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usted dispone de soluciones que representan el atributo acidez, amargor o astringencia en diferentes concentraciones. • Evalúe el conjunto de izquierda a derecha. • Asigne una puntuación a la intensidad de cada una de las muestras, según la escala. • Registre su respuesta, colocando el código de la muestra en el espacio que corresponda. • Recuerde enjuagar su boca entre cada muestra. 		
Código	Puntuación	Escala
	0	Ausente
	1	Apenas detectable
	2	Presente
	3	Caracteriza la muestra
	4	Dominante
	5	Extremo

Fuente: elaboración propia

Ficha para prueba con escala lineal

Facultad de Ciencia y Tecnología Escuela de Ingeniería en Alimentos Prueba con escala lineal		 UNIVERSIDAD DEL AZUAY
Nombre y Apellido	Fecha:	
Indicaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Evalúe las muestras A y B de izquierda a derecha. • Las muestras representan a un mismo atributo (acidez, amargor o astringencia), pero en diferente concentración. • Señale en la escala la intensidad de la muestra A y B, según su criterio. • Recuerde enjuagar su boca entre cada muestra. 		
		

Fuente: (Rogers, 2018)

Análisis de datos

1. Con respecto a la escala de categoría, calificar las fichas para comprobar la coincidencia de las muestras con las intensidades correctas. En esta prueba se empleó la escala de intensidad que se señala en la tabla 18.

En la escala lineal se debe convertir las marcas en números. Medir con una regla la posición de cada marca, alternativamente, se puede emplear un digitalizador para la conversión de datos (Meilgaard et al., 2007). Recuerde que este tipo de escala genera datos de intervalo (Rogers, 2018). Considerar que un problema común es que los evaluadores utilicen solo la parte central de la escala (Meilgaard et al., 2007).

2. Registrar los resultados y verificar la capacidad de los jueces para discriminar entre diferentes intensidades de sabor.

3. Retroalimentar las debilidades identificadas y reiterar la prueba las veces que sean necesarias. Los datos obtenidos en este tipo de pruebas varían de acuerdo con la familiaridad del juez y el atributo (Meilgaard et al., 2007).

Tabla 18. Escala de intensidad

Índice	Término
0	Ausente
1	Apenas detectable
2	Presente
3	Caracteriza la muestra
4	Dominante
5	Extremo

Fuente: (USAID, EE Y TCHO, 2018)

2.1.3.2.9 Perfil descriptivo cualitativo

El objetivo de esta prueba es evaluar y describir el sabor, olor y regusto del licor de cacao de manera reproducible. En donde, los panelistas deben evaluar muestras constantemente para llegar a desarrollar el perfil de sabor del cacao. Se ha indicado que para evaluar descriptivamente cualquier alimento se necesita un tiempo de 60 a 100 horas de entrenamiento, sin embargo, este panel es específico para cacao, por lo tanto, el tiempo requerido será menor (Hootman, 1992).

2.1.3.2.9.1 Preparación de licor de cacao

Se evalúa el cacao como licor porque de esta manera se percibe con mayor facilidad y certeza los atributos potenciales del grano, y nos permite obtener una muestra representativa del lote de cacao. Además, en el tostado se desarrollan mejor los sabores del chocolate (USAID, EE Y TCHO, 2018).

Los granos de cacao son muy susceptibles a absorber los aromas del medio ambiente, por ello se deben almacenar en seguida en bolsas herméticas hasta que se conviertan en licor. El proceso de elaboración de licor se realiza de la siguiente manera:

1. Evaluar la uniformidad del tamaño del grano, si este no se encuentra dentro de una base de 70 a 130 granos por cada 100 gramos, se deben clasificar por tamaños (Cocoa of Excellence, 2017).
2. Determinar la humedad del cacao, si posee una humedad inferior a 6.5% o mayor a 8.5%, se deberán hacer ajustes en el proceso de tostado (Cocoa of Excellence, 2017).
3. Pesar de 300 a 400 gramos de frijoles de cacao.
4. Tostar el cacao, para ello se debe colocar los granos en el horno en finas capas para asegurar homogeneidad en el proceso. Asegurarse que todas las operaciones de tostado contengan la misma cantidad de cacao para evitar variaciones entre las características de las muestras. La temperatura y el tiempo de tostado depende del tipo de horno y la variedad de cacao, puede considerar los parámetros de la tabla 19. Comenzar a tomar el tiempo de tostado una vez que se alcance la temperatura establecida (Cocoa of Excellence, 2017).
5. Enfriar el cacao tostado de 5 a 10 minutos (USAID, EE Y TCHO, 2018).
6. Descascarillar el grano introduciéndolo en fundas plásticas sin aire y con la ayuda de un rodillo para separar las cortezas. Esta es una buena opción cuando se trabaja con pequeñas cantidades de cacao (Cocoa of Excellence, 2017). Es importante retirar toda la cascará porque proveerá un sabor indeseable al licor (USAID, EE Y TCHO, 2018).
7. Triturar la almendra de cacao en el molino. Se puede realizar este proceso en un molino de discos, piedras o bolas, procurando que la temperatura no sobrepase los 50°C (USAID, EE Y TCHO, 2018).

El licor de cacao se debe servir en recipientes de vidrio en estado líquido, a una temperatura de 40 a 50°C (Aguilar, 2016).

Tabla 19. Parámetros para tostar muestras de cacao

Tipo de horno	Peso de granos de cacao (gramos)	Temperatura (°C)	Tiempo (minutos)
Horno de convección mecánico	500	120	20
Horno (no convección)	200	120	25
Tostador rotatorio pequeño	300	120	16
Tostador rotatorio grande	700	120	20

Fuente: (USAID, EE Y TCHO, 2018)

2.1.3.2.9.2 Pasos para obtener el perfil sensorial de cacao

2.1.3.2.9.2.1 Identificación de términos descriptivos

El propósito de esta fase es desarrollar el vocabulario o terminología preliminar para describir el cacao, sin omitir ningún aspecto clave y de forma objetiva. Los descriptores son términos que le permiten al juez sensorial identificar los aspectos de la percepción del alimento (UNE 87027, 1998).

1. Evaluar el licor de cacao de manera individual, en cabinas sensoriales que cuenten con luz roja, mesas amplias, sillas cómodas, control de temperatura (aire acondicionado) y colores neutros. Este espacio debe mantenerse limpio, libre de olores y distracciones. La ubicación del licor, agua, ficha de cata y lápiz debe ser siempre la misma en cada sesión. La muestra de licor debe ser proporcionada en las mismas condiciones y cantidades para cada uno de los jueces (Cocoa of Excellence, 2017).
2. Registrar los descriptores en la ficha de análisis descriptivo.

2.1.3.2.9.2.2 Discusión general y clasificación inicial de descriptores

- Recopilar los datos de cada uno de los miembros y dirigir las discusiones entre todos para llegar a un primer consenso, esta labor queda a cargo del líder del panel (Hootman, 1992). Un ejemplo de la recopilación de descriptores se puede ver en la figura 10.
- Esta revisión grupal brinda retroalimentación para aclarar y rectificar los descriptores. Además, se deben eliminar términos hedónicos, cuantitativos, redundantes e inapropiados, que los miembros hayan registrado, hasta llegar a generar una mejor lista de descriptores (UNE 87027, 1998).

2.1.3.2.9.2.3 Perfil sensorial de cacao

- Luego de haber obtenido un perfil de sabor preliminar, los panelistas lo deben revisar y mejorar continuamente hasta obtener el definitivo. Reportar el perfil de sabor final, toma de tres a cinco sesiones y queda cargo del líder del panel (Hootman, 1992).
- El líder del panel debe poseer un buen conocimiento acerca de la ciencia sensorial, redacción de informes y estadística básica. Igualmente, debe poseer capacidades interpersonales para comunicarse, mantener el orden y la motivación. El líder puede establecerse en un inicio, de acuerdo a sus habilidades demostradas o poner a cargo a un líder experimentado (Rogers, 2018).

Atributo
Olor
Herbal
Naranja
Cereza
Caramelo
Ácido láctico
Amanerado floral
Floral perfumado
Madera resinosa

Sensación gustativa
Cocoa
Nuez
Cítrico
Bayas
Jamón
Fruta tropical
Ciruelas
Verde floral
Picante
Piel de plátano
Café
Corteza de madera

Figura 10. Ejemplo de descriptores generados para el licor de cacao

Fuente: (CAOBISCO/ECA/FCC, 2015)

2.1.3.2.9.3 Instrucciones para llenar la ficha de cata

- Se deben indicar 4 aspectos en la ficha, en el siguiente orden:
- Primero se debe señalar la intensidad de las notas de olor y sabor del licor de cacao. La intensidad sirve para medir el rango de concentración de un atributo y su escala se puede ver en la tabla 18.
- Posteriormente, se deben anotar los descriptores específicos que se percibieron en cada categoría de olor y sabor (USAID, EE Y TCHO, 2018).
- Luego, se calificará la calidad según la escala que se indica en la tabla 20. El nivel de intensidad de cada descriptor está relacionado con la calificación de calidad, pero de diferentes formas. Con respecto al olor, la baja intensidad no implica una baja calificación de calidad. Por otro lado, mientras menor sea la intensidad del amargor y astringencia, mayor será la calificación de calidad que reciba la muestra. La puntuación de calidad para la nota de acidez, depende del tipo de descriptor y su intensidad, es decir, una acidez cítrica tendrá mayor valoración que una a vinagre. La alta intensidad de defectos indicará un bajo nivel de calidad. En cuanto a la evaluación del sabor, los descriptores reciben una sola calificación de calidad que se fundamenta en armonía, claridad y complejidad de los sabores de la muestra (USAID, EE Y TCHO, 2018).

- El regusto siempre se evalúa al final y corresponde a aquel atributo que persiste luego de haber consumido la muestra, puede incluir sabores básicos y aromáticos (UNE-EN ISO 13299, 2016). Considerar que la intensidad del regusto no definirá la puntuación de calidad (USAID, EE Y TCHO, 2018).

Tabla 20. Escala de calidad

Rango	Término
0 a 2	Pésimo
2 a 4	Malo
4 a 6	Regular
6 a 8	Bueno
8 a 10	Excelente

Fuente: (USAID, EE Y TCHO, 2018)

Ficha para prueba de análisis descriptivo

Facultad de Ciencia y Tecnología Escuela de Ingeniería en Alimentos Prueba de análisis descriptivo		 UNIVERSIDAD DEL AZUAY
Nombre y Apellido		Fecha:
Indicaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Usted dispone de una muestra de licor de cacao. • Evalúe el olor y describa sus percepciones (use toda su memoria descriptiva). • Evalúe el sabor de la muestra, ponga un poco de muestra en su boca y deje que se derrita, luego describa sus percepciones en orden de aparición. • Recuerde enjuagar su boca entre cada muestra. 		
Olor		
Sabor (Orden de aparición)		

Fuente: (USAID, EE Y TCHO, 2018)

Ficha para el perfil sensorial del cacao

Facultad de Ciencia y Tecnología Escuela de Ingeniería en Alimentos Prueba de perfil sensorial de cacao		 UNIVERSIDAD DEL AZUAY	
Nombre y Apellido		Fecha:	
<p>Indicaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evalúe el olor y sabor del licor de cacao que se le presenta y registre sus resultados en el siguiente orden: <ul style="list-style-type: none"> - Intensidad de las notas de olor y sabor, con respecto a la escala adjunta. Evalúe la intensidad del regusto del licor 1 minuto después de haber consumido el licor. - Coloque los descriptores de cada una de las notas de carácter, si lo cree necesario señale descriptores extras en Otros. - Califique la calidad según la escala adjunta, tomando en cuenta la relación que tiene con la intensidad de los descriptores. Recuerde que el sabor obtiene una única calificación de calidad. 			
Escala de intensidad		Escala de calidad	
0	Ausente	0 a 2	Pésimo
1	Apenas detectable	2 a 4	Malo
2	Presente	4 a 6	Regular
3	Caracteriza la muestra	6 a 8	Bueno
4	Dominante	8 a 10	Excelente
5	Extremo		
Nota de carácter	Intensidad	Descriptor	Calidad
Olor			
Acidez			
Amargor			

Astringencia			..X2
Defectos			
Sabor			
Cacao			
Dulce			
Nuez			
Frutas secas			
Frutas frescas			
Floral			
Espicias			
Otros			
Regusto			
Total, puntaje calidad			

Fuente: (USAID, EE Y TCHO, 2018)

Análisis de datos

Calidad

1. Sumar el puntaje de calidad total de cada ficha.
2. Obtener el promedio general que obtuvo el licor de cacao, según los datos de todos los panelistas. Evidentemente, el licor con mayor puntaje, será el mejor. Esta información nos puede servir para saber si la muestra es aceptada o rechazada, el precio del cacao o incluso para corregir errores de postcosecha (USAID, EE Y TCHO, 2018).

Perfil sensorial

Reducción de descriptores: Estos métodos de análisis son óptimos para reducir la gran cantidad de descriptores que regularmente se generan.

1. Realizar una tabla de contingencia en donde se pueda observar la relación entre el producto, los descriptores y el número de incidencias que ha tenido el descriptor por parte de los panelistas (UNE-EN ISO 13299, 2016).
2. Realizar la prueba Chi-cuadrado para conocer si existen diferencias significativas entre la intensidad de los atributos (UNE-EN ISO 13299, 2016).
3. Ejecutar un análisis multidimensional, específicamente, análisis de componentes principales (PCA) (UNE-EN ISO 13299, 2016). Este método permite agrupar términos de correlación positiva (sinónimos) o negativa (antónimos) y ayuda a eliminar descriptores de baja contribución. Si existen términos muy correlacionados positiva o negativamente, estos se deben eliminar porque se están refiriendo al mismo atributo (UNE 87027, 1998). Para ello, PCA convierte los descriptores originales en nuevas dimensiones no correlacionadas, simplificando la estructura de los datos para que estos se puedan interpretar mejor. Los resultados se representan en un gráfico, en donde, se muestran las interrelaciones entre las variables (Lawless & Heymann, 2010). También, ayuda a conocer la tendencia de los panelistas hacia ciertos atributos del cacao, permitiendo reforzar su entrenamiento (Quintana et al., 2016). El número final de descriptores no debe ser mayor a 15, de esa forma, los panelistas podrán evaluar varias muestras en un tiempo menor a 1 hora (UNE 87027, 1998).

Representación gráfica

1. Obtener el promedio de cada una de las notas de sabor y olor del licor.
2. Representar los datos en un gráfico de telaraña, como se puede observar en el ejemplo de la figura 11. Esta representación contiene líneas simétricas separadas que representan la terminología de sabor o aroma y su extensión tiene relación con la intensidad de cada nota de carácter (Espinosa, 2007).



Figura 11. Perfil sensorial de cacao

Fuente: elaboración propia

2.1.4 Validación del panel sensorial

El objetivo es validar las habilidades sensoriales del panel, mediante el análisis de los datos obtenidos durante el entrenamiento, verificando que estos sean discriminatorios, repetibles, reproducibles y homogéneos (ISO 8586, 2014). De igual forma, permite medir la confiabilidad del panel y documentar su integridad (Meilgaard et al., 2007). Por tanto, siempre se debe verificar que los participantes llenen correctamente las fichas y usen bien las escalas (Kilcast, 2010). Se recomienda emplear los siguientes métodos:

2.1.4.1 Datos discriminatorios

Para validar la capacidad discriminatoria de los panelistas se aplican pruebas como la **A-no-A** (Rogers, 2018). Para lo cual se puede seguir el siguiente procedimiento:

- a. Seleccionar muestras de cacao de diferente variedad o que provengan de distinto tratamiento de fermentación, usar las muestras que se hayan empleado en las pruebas de discriminación del proceso de entrenamiento.

- b. Establecer que una de las dos muestras seleccionadas es "A" y la segunda "No-A" (Meilgaard et al., 2007).
- c. Preparar para cada panelista una serie aleatoria de combinaciones de muestras A y No-A y codificarlas con tres dígitos. Adicionalmente, se deben rotular dos muestras de referencia como A y No-A para que los panelistas se puedan familiarizar con ellas, y luego discriminen el conjunto correspondiente (Meilgaard et al., 2007).

Ficha para prueba A-No-A

Facultad de Ciencia y Tecnología Escuela de Ingeniería en Alimentos Prueba A-No-A		 UNIVERSIDAD DEL AZUAY	
Nombre y Apellido		Fecha:	
Indicaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Usted dispone de dos muestras de referencia rotuladas como "A" y "No-A". • Por favor, evalúe ambas muestras para que se pueda familiarizar con sus atributos. • Luego, evalúe el conjunto de muestras codificadas, de izquierda a derecha. • Identifique que muestra es A y No-A, de acuerdo con las muestras de referencia. • Registre su respuesta, colocando el código de la muestra y una "X" en el espacio que corresponda. 			
	Código	A	No-A

Fuente: (Meilgaard et al., 2007).

Análisis de datos

1. Recopilar los datos de todos los panelistas, en la primera columna se registra la cantidad de muestras recibidas, luego, los datos que registraron los panelistas, como se puede ver en la tabla 21.

Tabla 21. Resultados de la prueba A-No-A

	Muestras recibidas	Muestras percibidas	Total filas
A	60	35	95
No-A	40	65	105
Total columnas	100	100	200

Fuente: (Meilgaard et al., 2007)

2. Calcular chi-cuadrado (X^2) según la fórmula: $\sum \frac{(O-E)^2}{E}$, donde O es el número observado y E es el número esperado. $E = \frac{\text{Total filas} \times \text{total columnas}}{\text{Suma total}}$
3. Establecer los grados de libertad (v) y grado de error (α) para obtener el X^2 crítico de la tabla 22.

Si X^2 calculado es mayor a X^2 crítico, las muestras son significativamente diferentes. De esta forma, se puede verificar que las respuestas de los jueces son las esperadas.

Tabla 22. Puntos de probabilidad de la distribución chi-cuadrado (X^2)

V	A				
	0.100	0.050	0.025	0.010	0.005
1	2.71	3.84	5.02	6.63	7.88
2	4.61	5.99	7.38	9.21	10.6
3	6.25	7.81	9.35	11.3	12.8
4	7.78	9.49	11.1	13.3	14.9
5	9.24	11.1	12.8	15.1	16.7

Fuente: (Meilgaard et al., 2007).

4. Realizar un análisis de varianza unidireccional.

ANOVA, es un método en el que se divide la variación total de observaciones para facilitar las pruebas de diversas hipótesis. El análisis de varianza unidireccional es aquel en el que solo hay un factor de entrada o una sola fuente de variación que incide en el factor de salida estudiado (Gacula, 1993). El análisis de varianza de un factor, permite conocer la capacidad discriminativa de todo el panel (ISO 8586, 2014).

2.1.4.2 Repetibilidad de datos

La repetibilidad mide la concordancia de los datos de las pruebas realizadas con la misma muestra y bajo las mismas condiciones (mismo panel, sesión y entorno) (ISO 8586, 2014).

Procedimiento:

- a. Establecer una sesión de cata en una fecha determinada. Proporcionar a los evaluadores muestras de licores de cacao, preferiblemente muestras ya evaluadas. Utilizar la ficha de cata para el perfil sensorial de cacao y pedirles que sigan las instrucciones.
- b. Al terminar, dar al panel las mismas muestras de licor y pedirles que las evalúen.
- c. Reiterar el anterior paso una vez más, pues, es importante que en las evaluaciones se mantenga el mismo panel, muestras y condiciones. La codificación de las muestras debe variar en cada evaluación.

Análisis de datos

1. El juez debe calificar las fichas como en la prueba de perfil sensorial de cacao.
2. Calcular la desviación estándar de las puntuaciones de calidad que ha señalado el juez en cada evaluación, y compararlas entre sí para verificar la repetibilidad de los datos (ISO 8586, 2014).

2.1.4.3 Reproducibilidad de datos

La reproducibilidad mide la correspondencia de los resultados de las pruebas realizadas con la misma muestra en diferentes condiciones (horario y entorno) (ISO 8586, 2014).

Procedimiento:

- a. Coordinar una sesión de cata a cierta hora de la mañana. Proporcionar muestras de 100 granos de cacao a cada panelista y pedirles que las evalúen según las indicaciones de la ficha para análisis externo de grano de cacao.
- b. Coordinar una sesión de cata a cierta hora de la tarde, una semana después de la anterior sesión. Proporcionar las mismas muestras de cacao a los panelistas y pedirles que las evalúen.
- c. Programar una tercera sesión una semana después, en la mañana preferiblemente, y pedirles a los panelistas que analicen el mismo cacao que se les ha dado desde la primera sesión. Evidentemente, los jueces no deben saber que las muestras son las mismas, por ello se debe variar la codificación entre sesiones.

Análisis de datos

1. Los panelistas deben llenar las fichas como se ha indicado en la prueba de análisis externo.
2. Realizar un análisis de varianza multidireccional

Cuando en el diseño experimental existen más variables o efectos principales se denominan bidireccionales o tridimensionales (Gacula, 1993). Un ANOVA de tres factores (muestras, sesiones y jueces) permite evaluar la reproducibilidad de los datos de varias sesiones porque estudia el factor sesión y la interacción sesión-muestra (ISO 8586, 2014). Este método compara algunas variables de interés, de forma simultánea (Lawless & Heymann, 2010). Además, el

análisis de varianza de tres factores permite garantizar la homogeneidad de los datos al evaluar la interacción muestra-juez (ISO 8586, 2014).

Conclusiones

Se logró establecer una metodología adecuada para formar un panel sensorial de cacao que pueda contribuir con proyectos concernientes a la Universidad del Azuay. El proceso de formación está constituido por reclutamiento, selección, entrenamiento y validación. Para transcurrir de la etapa de reclutamiento a la de selección es necesario conocer el estado de salud, hábitos de consumo, disponibilidad, compromiso y motivación de los solicitantes. En la selección de los participantes, se deben aplicar pruebas sensoriales básicas, que permitan distinguir a las personas con mejores aptitudes, considerando también su personalidad. Las sesiones de entrenamiento deben iniciar con una parte teórica, que vincule a los jueces con el análisis sensorial y las características del cacao, pues se pudo evidenciar que existen varios factores que influyen en la obtención de un cacao con altos estándares de calidad. Con estos conocimientos preliminares, se desarrollarán las cataciones con mayor conciencia y funcionalidad. Las pruebas sensoriales, discriminativas, de control de calidad, escala y descriptivas, se diseñaron tomando como referencia la norma ISO 8586, UNE 87027 y UNE-EN ISO 13299, además de la bibliografía citada. Los tratamientos estadísticos permiten analizar la información obtenida para su correcta interpretación.

Finalmente, la validación del panel es fundamental porque comprueba la discriminación, repetibilidad, reproducibilidad y homogeneidad de los juicios emitidos por los evaluadores.

Recomendaciones

- Se recomienda acondicionar un espacio cómodo para los jueces, con adecuado nivel de luz y temperatura y libre de distracciones visuales o auditivas.
- Realizar una correcta preparación de las muestras a analizar.
- Se debe mantener y fomentar la comunicación, trabajo en equipo y motivación del panel con ayuda de actividades didácticas
- Seleccionar a los panelistas con pruebas sensoriales básicas, pero que tengan relación con las de la fase de entrenamiento.
- Realizar una visita técnica a las plantaciones cacaoteras para que los panelistas se relacionen mejor con la incidencia del proceso productivo en los atributos del cacao.
- Verificar al final de cada sesión que los datos de las pruebas se hayan registrado correctamente para poder interpretar los resultados, y siempre brindar retroalimentación a los jueces acerca de sus falencias.

Referencias bibliográficas

- Afoakwa, E. (2010). *Chocolate Science and Technology*. New York: WILEY-BLACKWELL.
- Afoakwa, E., Paterson, A., Fowler, M., & Ryan, A. (2008). Flavor Formation and Character in Cocoa and Chocolate: A Critical Review. *Food Science and Nutrition*.
- Aguilar, H. (Septiembre de 2016). *Manual para la Evaluación de la Calidad del Grano de Cacao*. Obtenido de Fundación Hondureña de investigación agrícola:
http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/Manual_para_la_Evaluacion_de_la_Calidad_del_Grano_de_Cacao.pdf
- Aldave, G. (2016). Efecto de la temperatura y tiempo de tostado en los caracteres sensoriales y en las propiedades química de granos de cacao (*Theobroma cacao* L.) procedentes de Uchiza, San Martín-Perú para la obtención de nibs. *Tesis de maestría*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.
- Alegría, E. (2015). Evaluación de tratamientos previos al proceso de tostado de semillas de cacao para el diseño del área de producción de pasta de cacao. *Tesis de Ingeniería*. Escuela Politécnica Nacional, Quito.
- Andrade, J., Rivera, J., Chire, G., & Ureña, M. (2019). Propiedades físicas y químicas de cultivares de cacao *Theobroma cacao* L. de Ecuador y Perú. *Scielo*.
- Anecacao. (6 de Enero de 2003). *Cacao nacional: un producto emblemático del Ecuador*. Obtenido de Asociación Nacional de Exportadores de Cacao:
<http://www.anecacao.com/index.php/es/quienes-somos/cacao-nacional.html>
- Aprotosoai, A., Luca, S., & Miron, A. (2015). Flavor Chemistry of Cocoa and Cocoa Products. *Wiley Online Library*, 73-91.

Arvelo, M., Delgado, T., Maroto, S., Rivera, J., & Higuera, I. (2016). Estado actual sobre la producción y el comercio del cacao en América. *Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura*.

Baumgartner, J. (2 de Marzo de 2019). *Programa de desarrollo cooperativo*. Obtenido de Equal exchange:

https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://equalexchange.coop/sites/default/files/cdp_eval_spanish_vf.pdf&ved=2ahUKEwiNt_SSjtHvAhXBrFkKHYNAYAXcQFjABegQIAxAG&usg=AOvVaw2oguoY_yi_7eHvHScs3Lrr

Beckett, S. (2009). *Industrial chocolate manufacture and use*. Nueva York: Blackwell.

Boza, E., Motamayor, J., Amores, F., Cedeño, S., Tondo, C., Livingston, D. S., & Gutiérrez, O. (2014). Genetic characterization of the cacao cultivar CCN 51: its impact and significance on global cacao improvement and production. *American society for horticultural science*.

Camino, C. (2014). Estudio del contenido de grasa, alcaloides y polifenoles totales en almendras de cacao nacional fino de aroma en zonas del litoral ecuatoriano para comparar su calidad y facilitar su comercialización. *Tesis de ingeniería*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato.

CAOBISCO/ECA/FCC. (Septiembre de 2015). *Cocoa Beans: Chocolate and Cocoa Industry Quality Requirements*. Obtenido de Cocoa quality:
<http://www.cocoaquality.eu/downloads.php>

Carrión, J. (2012). Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de cacao (*Theobroma cacao L.*) variedad CCN-51. *Tesis de Ingeniería*. Universidad San Francisco de Quito, Quito.

- CCI. (10 de Enero de 2001). *Cacao: Guía de prácticas comerciales*. Obtenido de Centro de Comercio Internacional: [Cocoa-A-Guide-to-Trade-Practices-Spanish.pdf](#)
- Cocoa of Excellence. (11 de Septiembre de 2017). *Elements of a harmonized international standard for cocoa quality and flavour assessment*. Obtenido de Cocoa of Excellence: <http://www.cocoaofexcellence.org/about-us/quality-and-flavour-assessment/>
- Colombo, M., Pinorini, M., & Conti, A. (Diciembre de 2011). *Botany and pharmacognosy of the cacao tree*. Obtenido de Research Gate: https://www.researchgate.net/publication/278687848_Botany_and_Pharmacognosy_of_the_Cacao_Tree
- David, S. (Marzo de 2005). *Organic cocoa production: A guide for farmer field schools in Sierra Leona*. Obtenido de Internacional Institute of Tropical Agriculture: [OrganicCocoa_FFS_Guide.pdf](#)
- Diaz, S., & Pinoargote, M. (2012). Análisis de las características organolépticas del chocolate a partir de cacao CCN51 tratado enzimáticamente y tostado a diferentes temperaturas. *Tesis de ingeniería*. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil.
- Edem, J., Hinneh, M., Van de Walle, D., Afoakwa, E., Boekx, P., & Dewettinck, K. (2016). Factors influencing quality variation in cocoa (*Theobroma cacao*) bean flavour profile- A review. *ELSEVIER*.
- Espín, S., & Samaniego, I. (Noviembre de 2016). *Manual para el análisis de parámetros químicos asociados a la calidad de cacao*. Obtenido de INIAP: <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4072>
- Espinosa, J. (2007). *Evaluación Sensorial de los Alimentos*. Habana: Editorial Universitaria.

- FONA. (4 de Abril de 2012). *Understanding Senses in Sensory Evaluation*. Obtenido de FONA International: <https://www.fona.com/understanding-senses-in-sensory-evaluation/>
- Franco, R., Oñatibia, A., & Martínez, E. (2013). Health Benefits of Methylxantines in Cacao and Chocolate. *Nutrients*.
- Frauendorfer, F., & Schieberle, P. (2008). Changes in key aroma compounds of criollo cocoa beans during roasting. *Agricultural and food chemistry*.
- Gacula, M. (1993). *Design and analysis of sensory optimization*. Trumbull: Food & Nutrition Press, INC.
- Graciani de Fariñas, L., Ortiz de Bertorelli, L., & Parra, P. (2003). Características químicas de la semilla de diferentes tipos de cacao de la localidad de cumboto, aragua . *Scielo*.
- Hootman, R. (1992). *Manual on Descriptive Analysis Testing for Sensory Evaluation* . Philadelphia: ASTM.
- ICA. (4 de Diciembre de 2012). *Manejo fitosanitario del cultivo de cacao (Theobroma cacao L.)*. Obtenido de Instituto colombiano agropecuario: cartilla-cacao-ICA-final. pdf
- INIAP. (2014). *Theobroma cacao L*. Obtenido de Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias: <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcafec/rcacao>
- ISO 8586. (Julio de 2014). *Guía general para la selección, entrenamiento y control de catadores y catadores expertos*. Obtenido de Normalización Española: <https://www.une.org/Buscador>
- Jachero, R. (Julio de 2018). Optimización del proceso de tostado de Theobroma cacao L. variedad CCN-51 utilizado en la elaboración de chocolate amargo. *Tesis de ingeniería*. Universidad de Cuenca, Cuenca. Obtenido de Universidad de Cuenca.

- Jurgen, H., & Díaz, V. (2010). *Growth and production of cacao*. Oxford: EOLSS.
- Kilcast, D. (2010). *Sensory analysis food and beverage quality control*. New York: Woodhead Publishing.
- Krysiak, W., Adamski, R., & Dorota, Ż. (2013). Factors affecting the color of roasted cocoa bean. *Journal of Food Quality*, 21-31.
- Lacueva, A., Monagas, M., Khan, N., Izquierdo-Pulido, M., Urpi-Sarda, M., Permanyer, J., & Lamuela-Raventós, R. (2008). Flavanol and flavonol contents of cocoa powder products: influence of the manufacturing process. *Agric Food Chem*.
- Lawless, H., & Heymann, H. (2010). *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices*. New York: Springer.
- Lleren, K., & Uriña, Z. (2017). Uso de Cultivos Iniciadores (Starter) en la Fermentación de Cacao Tipo Nacional Clon 103 y CCN51 en la Estación Pichilingue ubicada en Quevedo - Provincia de los Ríos. *Tesis de ingeniería*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil.
- M&O CONSULTING S.A.C. (Septiembre de 2008). *Estudio de caracterización del potencial genético del cacao en el Perú*. Obtenido de MINCETUR: estudio_caracterizacion.pdf
- Meilgaard, M., Vance Civille, G., & Carr, T. (2007). *Sensory Evaluation Techniques*. New York: CRC Press.
- NTE INEN 176. (Febrero de 2018). *Granos de cacao. Requisistos*. Obtenido de Servicio Ecuatoriano de Normalización:
https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_176-5.pdf&ved=2ahUKEwjjoTphaTxAhXNmeAKHZ0eBusQFjAAegQIBBAC&usg=AOvVaw2fSUa6JSfX4qWuPJVQaUpZ

- Pérez, E. (2015). *Chocolate cocoa byproducts technology, rheology, styling, and nutrition*. New York: nova publishers.
- Portillo, E., Graziani, L., & Cros, E. (2006). Efecto de algunos factores post-cosecha sobre la calidad sensorial del cacao criollo porcelana (*Theobroma cacao* L.). *SciELO*.
- Quingaísa, E. (Febrero de 2007). *Estudio de caso: denominación de origen "Cacao Arriba"*. Obtenido de Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A7704E/A7704E.PDF>
- Quintana, I., Gómez, S., García, A., & Martínez, N. (2016). Conformación de un panel de jueces de entrenamiento para el análisis sensorial de licores de cacao obtenidos de diferentes modelos de siembra. *Ciencias Agrícolas*.
- Rogers, L. (2018). *Sensory Panel Management: A Practical Handbook for Recruitment, Training and Performance*. New York: Woodhead Publishing.
- Servent, A., Boulanger, R., Davrieux, F., Pinot, M., Tardan, E., Forestier-Chiron, N., & Hue, C. (2018). Assessment of cocoa (*Theobroma cacao* L.) butter content and composition throughout fermentations. *Food Res Int*.
- Stone, H. (2018). Example food: What are its sensory properties and why is that important. *npj science of food*.
- UNE 87027. (Octubre de 1998). *Identificación y selección de descriptores para la elaboración de un perfil sensorial mediante distintos enfoques*. Obtenido de Normalización Española: <https://www.une.org/Buscador>
- UNE-EN ISO 13299. (Enero de 2016). *Guía general para establecer un perfil sensorial*. Obtenido de Normalización Española: <https://docplayer.es/77358825-Analisis-sensorial-metodologia-guia-general-para-establecer-un-perfil-sensorial-iso-13299-2016.html>

USAID, EE Y TCHO. (2018). *Proyecto de desarrollo de cooperativas (CDP) USAID-Equal Exchange-TCHO*. Obtenido de Equal Exchange: <http://equalexchange.coop/usaid-cooperative-development-program>

Vega, F., Rodríguez, J., Escalona, H., & Lugo, E. (2016). Optimización del proceso de tostado de *Theobroma cacao* var. Criollo en función del perfil cromatográfico. *Academia Mexicana de Investigación y Docencia de Ingeniería Química*.

Anexos

Anexo 1. Encuesta para el análisis sensorial de cacao



Encuesta

Este cuestionario nos permitirá conocer más de cerca su potencial y predisposición para desempeñarse como juez sensorial, por favor, responda de forma objetiva y sincera.

Nombre y Apellido

Tu respuesta _____

Teléfono

Tu respuesta _____

Fecha

Fecha

dd/mm/aaa:

Género

Masculino

Femenino

Edad

Estado de salud

¿Usted presenta alguna de las siguientes afecciones?

- Asma
- Hipoglucemia
- Sinusitis
- Prótesis dentales
- Alergia a algún alimento

¿Usted se ha contagiado con Covid-19? Si la respuesta es afirmativa conteste. ¿Perdió el sentido del gusto y olfato?

- Sí
- No

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

Tu respuesta _____

Características personales

Indique los días que podría asistir a las sesiones de entrenamiento

	Mañana	Tarde
Lunes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Martes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Miércoles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jueves	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Viernes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

¿Por qué le interesa formar parte del panel sensorial de cacao?

Tu respuesta _____

¿Qué conoce acerca del cacao?

Hábitos de consumo

Indique algunos de los alimentos que más consume

Tu respuesta _____

¿Usted tiende a consumir alimentos picantes o muy especiados?

Sí

No

¿Usted fuma? Solo conteste si la respuesta es afirmativa. ¿Podría abstenerse de fumar antes de las sesiones de entrenamiento?

Sí

No

Habilidades descriptivas

¿Cómo describiría el sabor del cacao?

Tu respuesta _____

¿Cómo describiría el olor del cacao?

Tu respuesta _____