



Universidad Nacional
Abierta y a Distancia

Sello Editorial

EVALUACIÓN INTEGRAL DE LA CALIDAD SENSORIAL DEL CACAO

Lucas Fernando Quintana Fuentes
Alberto García Jerez

Grupos de Investigación

Grupo de Investigación Agroalimentaria
de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (GIAUNAD)



EVALUACIÓN INTEGRAL DE LA CALIDAD SENSORIAL DEL CACAO

Autores:

Lucas Fernando Quintana Fuentes

Alberto García Jerez

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA (UNAD)

Jaime Alberto Leal Afanador

Rector

Constanza Abadía García

Vicerrectora académica y de investigación

Leonardo Yunda Perlaza

Vicerrector de medios y mediaciones pedagógicas

Edgar Guillermo Rodríguez Díaz

Vicerrector de servicios a aspirantes, estudiantes y egresados

Julialba Ángel Osorio

Vicerrectora de inclusión social para el desarrollo regional y la proyección comunitaria

Leonardo Evemeleth Sánchez Torres

Vicerrector de relaciones intersistémicas e internacionales

Myriam Leonor Torres

Decana Escuela de Ciencias de la Salud

Clara Esperanza Pedraza Goyeneche

Decana Escuela de Ciencias de la Educación

Alba Luz Serrano Rubiano

Decana Escuela de Ciencias Jurídicas y Políticas

Martha Viviana Vargas Galindo

Decana Escuela de Ciencias Sociales, Artes y Humanidades

Claudio Camilo González Clavijo

Decano Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería

Jordano Salamanca Bastidas

Decano Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente

Sandra Rocío Mondragón

Decana Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios

Evaluación integral de la calidad sensorial del cacao

Autores:

Lucas Fernando Quintana Fuentes

Alberto García Jerez

Grupo de Investigación: Grupo Investigación Agroalimentaria de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (GIAUNAD)

633.74

Q7

Quintana Fuentes, Lucas Fernando

Evaluación integral de la calidad sensorial del Cacao / Lucas Fernando Quintana Fuentes, Alberto García Jerez -- [1.a. ed.]. Bogotá: Sello Editorial UNAD/2021. (Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y de Medio Ambiente -ECAPMA-)

ISBN: 978-958-651-774-4

e-ISBN: 978-958-651-778-2

1. Cacao : Theobroma cacao 2. Cacao - Cultivo 3. Cacao – Poscosecha
4 Cacao – Producción 5. Cacao – Evaluación sensorial I. Quintana Fuentes, Lucas Fernando II. García Jerez, Alberto

ISBN: 978-958-651-774-4

e-ISBN: 978-958-651-778-2

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería. ECBTI

©Editorial

Sello Editorial UNAD

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Calle 14 sur No. 14-23

Bogotá D.C

Mayo de 2021

Corrección de textos: Angie Sánchez Wilchez

Diseño de portada: Paula Cubillos Gómez

Diagramación: Paula Cubillos Gómez

Impresión: Hipertexto - Netizen

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons - Atribución – No comercial – Sin Derivar 4.0 internacional.

https://co.creativecommons.org/?page_id=13.



PREFACIO

La calidad es la expectativa de los consumidores sobre un producto que satisfaga una necesidad de forma adecuada y agradable. Por esto, la industria de los alimentos debe garantizar la calidad del producto alimenticio al 100%, porque un nivel de calidad inferior pondría en riesgo la seguridad y la oportunidad de fidelización del comprador.

Ejemplo de lo anterior es la vigilancia de la calidad del cacao, alimento que tiene una alta proyección de consumo y de productos derivados, tanto en la industria farmacéutica, estética como alimentaria. Esta demanda en aumento ha generado una diversidad de iniciativas para incrementar la producción de cacaos especiales de acuerdo con su origen o calidad.

Teniendo en cuenta lo anterior, en este libro se presentan cinco capítulos que permitirán al lector adquirir conocimientos sobre la calidad del cacao, o reforzar los ya existentes, de una manera sencilla. Inicialmente se abordan generalidades del cacao y saberes acerca de tres importantes aspectos de todo alimento, como lo son su calidad física, química y sensorial. Asimismo, se trata el proceso de poscosecha, factor de alto impacto en la calidad final del grano de cacao, para la producción de derivados en chocolates de mesa, chocolatería fina y confitería. Igualmente, se examinan asuntos claves de la valoración física del grano de cacao seco durante su comercialización, se explica claramente la evaluación de la calidad sensorial como ciencia de los alimentos y se brindan orientaciones para la elaboración de calificaciones objetivas de la calidad final del licor de cacao obtenido del grano de cacao seco.

Los autores esperamos que este libro sea de su agrado, contribuya al desarrollo del sector productor de cacao y dejamos para una próxima publicación el apasionante tema de transformación del grano de cacao seco.

Lucas Fernando Quintana Fuentes

Alberto García Jerez

PRESENTACIÓN

Apreciado lector, es grato presentarle el libro Evaluación integral de la calidad sensorial del cacao, que brinda herramientas teórico-prácticas para que el empresario del campo santandereano en particular, y los actores de la cadena productiva cacaojera colombiana en general, estimen cualitativa y cuantitativamente la calidad del cacao producido en Colombia, y contribuyan de esa manera al fortalecimiento del gremio cacaojero nacional.

Este libro se enmarca científicamente en el esfuerzo de los autores, miembros del Grupo de Investigación Agroalimentaria de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (GIAUNAD), quienes han estudiado por una década el tema de la calidad del cacao en Santander y en Colombia.

Gracias a ese trabajo investigativo se logró la composición del presente libro dividido en cinco capítulos. En el primer capítulo se exponen generalidades del cacao. En el segundo se orienta a la descripción de los procesos de cosecha y poscosecha del producto. El tercero aborda específicamente la calidad del grano de cacao seco antes de su transformación en los diferentes productos de chocolatería y confitería. En el cuarto se presentan los fundamentos necesarios para dar un concepto sobre la calidad física final del grano de cacao. Finalmente, en el quinto capítulo está el proceso para el análisis de la calidad sensorial del cacao y se ofrecen las respectivas recomendaciones de estimación cualitativa del licor de cacao.

CONTENIDO

Prefacio 4

Presentación 6

Capítulo 1

El cacao 17

Capítulo 2

Calidad del cacao 27

2.1 Atributos físicos 29

2.2 Atributos químicos 31

2.3 Atributos sensoriales 34

Capítulo 3

Cosecha y poscosecha del cacao 37

3.1 Cosecha 39

3.1.1 Recolección 39

3.1.2 Partida de mazorcas 41

3.1.3 Desgranado 43

3.2 Poscosecha 43

3.2.1 Secado 46

3.2.2 Almacenamiento 47

3.2.3 Tostado 48

3.2.4 Descascarillado 49

3.2.5 Molienda y refinado 51

3.2.6 Preparación del licor de cacao 51

Capítulo 4.

Evaluación de la calidad física del cacao	57
4.1 Porcentaje de humedad	62
4.2 Índice de grano	65
4.3 Porcentaje de cascarilla	66
4.4 Índice de fermentación	67

Capítulo 5.

Evaluación de la calidad sensorial del cacao	79
5.1 La evaluación sensorial de alimentos	81
5.2 Percepción sensorial	83
5.3 Establecimiento de un panel de evaluadores para análisis sensorial	87
5.4 Condiciones básicas para el establecimiento de un panel de evaluación sensorial	91
5.5 Requisitos para la aplicación de pruebas sensoriales	92
5.6 El laboratorio de evaluación sensorial	93
5.7 Tipos de pruebas en evaluación sensorial de alimentos	96
5.8 Sesgos o errores en la evaluación sensorial de los alimentos	102
5.9 Proceso de conformación de un grupo de evaluadores para análisis sensorial	105
5.10 Prueba de perfil del sabor	106
5.11 Servido de muestras	109
5.12 Evaluación del licor de cacao	111
5.13 Perfil sensorial de sabor del cacao	117
Conclusión	120
Referencias	122
Glosario	132

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Región de Mesoamérica: sur de México y territorios de Nicaragua, Costa Rica, Honduras, El Salvador y Belice	19
Figura 2.	Árbol de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.)	20
Figura 3.	Disposición espacial de las semillas en el fruto	21
Figura 4.	Mapa de localización de grupos genéticos de cacao	22
Figura 5.	Proceso de poscosecha	31
Figura 6.	Bioquímica y genética de las antocianinas del grano de cacao	33
Figura 7.	Distribución actual de los cultivos de cacao en el mundo	39
Figura 8.	Frutos cosechados y recolectados	40
Figura 9.	Corte del pedicelo del fruto de cacao	41
Figura 10.	Partido de mazorca o fruto del cacao para extraer las semillas	42
Figura 11.	Organización longitudinal de los granos de cacao, recubiertos por el mucilago en la mazorca	42
Figura 12.	Desgranado o extracción de los granos del cacao con el mucilago	43
Figura 13.	Fermentación de cacao en cajón de madera	45
Figura 14.	Secado por convección en estructura tipo invernadero	46
Figura 15.	Almacenamiento del grano de cacao seco	48
Figura 16.	Horno rotatorio para tostado de cacao	49
Figura 17.	Diagrama de un descascarillador	50
Figura 18.	Piedras de grafito usadas para la molienda de los nibs de cacao	51
Figura 19.	Molienda de los nibs de cacao y formación del licor de cacao	52
Figura 20.	Moldeado del licor de cacao para almacenamiento	53
Figura 21.	Proceso global de la transformación del grano de cacao a licor de cacao	54
Figura 22.	Cacao en proceso de secado	63
Figura 23.	Detector de humedad para el grano de cacao	64
Figura 24.	Condiciones de laboratorio para realizar el índice de grano	65
Figura 25.	Cascarilla en el vaso de la izquierda y nibs de cacao en el de la derecha	67
Figura 26.	Guillotina para corte del grano de cacao	68
Figura 27.	Corte longitudinal del grano del cacao realizado con guillotina	69

Figura 28.	Infección del grano de cacao con moho externo	70
Figura 29.	Colonización de mohos al interior de los granos de cacao	71
Figura 30.	Granos de cacao libres de microorganismos y de buen aspecto	73
Figura 31.	Grano de cacao recién fermentado en proceso de transformación	73
Figura 32.	Forma arriñonada de grano de cacao sin la cascarilla tomada después de fermentación y secado	74
Figura 33.	Corte longitudinal del grano de cacao sin fermentación	74
Figura 34.	Granos de cacao de color característico	75
Figura 35.	Nibs de cacao formados después del tostado o torrefacción	76
Figura 36.	Granos pizarrosos de aspecto oscuro brillante	76
Figura 37.	Diagrama de percepción sensorial de las sustancias alimenticias	83
Figura 38.	El sabor o flavor	86
Figura 39.	Percepción de sabor en la boca y cavidad nasal	87
Figura 40.	Funciones y responsabilidades del líder de panel de evaluación sensorial	89
Figura 41.	Plano de cuartos de prueba según la GTC 226	94
Figura 42.	Área de preparación de muestras y ventanas comunicantes con las cabinas de los jueces	95
Figura 43.	Cabinas de evaluación sensorial totalmente individualizadas y con luces de bloqueo de color	96
Figura 44.	Presentación de muestras codificadas para la prueba de pares	97
Figura 45.	Presentación de muestra para la prueba dúo-trío	99
Figura 46.	Presentación de muestra para la prueba triangular	100
Figura 47.	Sesgos psicológicos que pueden afectar a los jueces	104
Figura 48.	Juez evaluando licor de cacao	107
Figura 49.	Atemperado de muestras de licor de cacao a 55 °C	109
Figura 50.	Codificación de vasos de 20 ml para presentación de las muestras a los jueces	110
Figura 51.	Presentación de la muestra en cabina de evaluación sensorial	111
Figura 52.	Perfil del licor de cacao	117
Figura 53.	Análisis de componentes principales de sabores específicos	118

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Requisitos para grano de cacao NTC 1252 de 2021	59
Tabla 2.	Tolerancias para grano de cacao	59
Tabla 3.	Especificaciones sensoriales	60
Tabla 4.	Clasificación interna del país productor para granos fermentados	61
Tabla 5.	Clasificación interna del país productor para granos “no fermentados”	61
Tabla 6.	Clasificación comercial internacional para granos fermentados	62
Tabla 7.	Especies de hongos presentes en distintas etapas de transformación del cacao	71
Tabla 8.	Evaluación de granos de cacao. Índice de corte	77
Tabla 9.	Clasificación de los métodos de prueba en la evaluación sensorial	82
Tabla 10.	Clasificación de estímulos y tipos de receptores	84
Tabla 11.	Aspectos relevantes en la encuesta de preselección aplicada al candidato a evaluador sensorial	90
Tabla 12.	Formato de evaluación de la prueba de pares	98
Tabla 13.	Formato de evaluación de la prueba dúo-trío	99
Tabla 14.	Formato de evaluación de la prueba triangular	100
Tabla 15.	Síntesis de pruebas para panel de evaluación sensorial	101
Tabla 16.	Escalas de valoración de la intensidad	108
Tabla 17.	Valoración de la impresión total	108
Tabla 18.	Sabores básicos para el licor de cacao	113
Tabla 19.	Sabores específicos del licor de cacao	114
Tabla 20.	Sabores adquiridos	115
Tabla 21.	Escala de valoración de acuerdo con la NTC 3929	115
Tabla 22.	Formato para la evaluación de atributos específicos del licor de cacao	116



CAPÍTULO

EL CACAO



La planta de cacao (*Theobroma cacao*) es una especie neotropical (región tropical de América) cuyo hábitat natural es la cuenca del Amazonas. En los últimos 30 años el cultivo de cacao se ha expandido por toda esta región hasta unos 20 grados de latitud norte y 20 grados de latitud sur.

El cacao *Theobroma cacao* L. es un árbol que tiene origen en la parte alta de la cuenca del río Amazonas en América del Sur. En las regiones amazónicas superiores de Perú, Ecuador, Colombia y Brasil, y riberas de diversas redes fluviales importantes que desembocan en el río Marañón y en el Amazonas, se hallan variadas especies de cacao, entre las que se destaca la *Theobroma* y la subespecie *Theobroma cacao* (Zhang et al., 2009).

También se sabe que grupos nativos de Centroamérica como los náhuatl o los toltecas, quienes probablemente comercializaban cacao con los incas del sur en tiempos precolombinos, consideraban muy importante su cultivo, porque se consumía como una bebida para la clase alta de estas culturas, en la celebración de eventos religiosos, como una medicina e incluso como tributo a los señores principales (Becker, 2008).

En la figura 1 se aprecia la distribución de los pueblos indígenas de Centroamérica que utilizaban el cacao como bebida.

Figura 1.

Región de Mesoamérica: sur de México y territorios de Nicaragua, Costa Rica, Honduras, El Salvador y Belice



Fuente: Becker (2008).

Aunque originario de Sudamérica, fue en la zona de Centroamérica donde el *Theobroma cacao* logró un alto nivel de domesticación. Además, fue allí donde los conquistadores españoles conocieron la planta de cacao y sus usos, y después fue llevado a Europa en el siglo XVI, cuando se dio a conocer al resto del mundo (McNeil, 2006).

Dendrológicamente hablando, el cacao es un árbol fuerte con crecimiento vertical de tipo leñoso, pertenece a la familia Malvácea, sus hojas tienen una forma ancha y alargada, y se presentan de forma alterna y opuesta en las ramas. El árbol de cacao (*Theobroma cacao*) tiene un pequeño genoma de 390 Mb y $2n = 2x = 20$ cromosomas (Wickramasuriya y Dunwell, 2018).

El árbol del cacao pertenece a una especie cauliflora, es decir, sus flores y frutos aparecen insertados sobre el tronco en las ramas más antiguas. Las flores se pueden encontrar a lo largo del tronco y las ramas en las partes más leñosas del árbol, en grupos y generando los llamados “cojines florales”. El tiempo y la cantidad de flores se ve afectada por los cambios climáticos y dependen de ellos para su aparición (Claus et al., 2018).

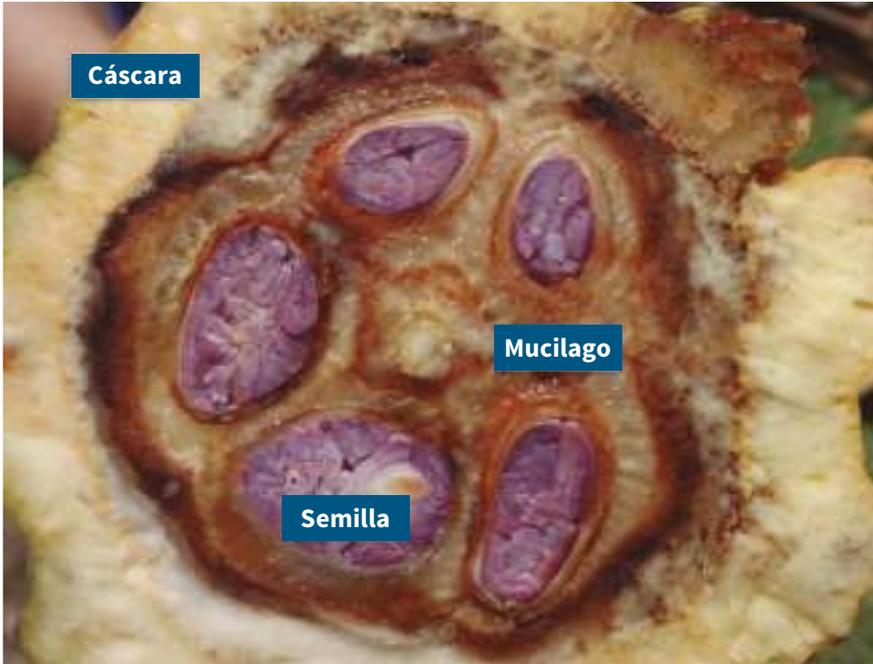
Figura 2.

Árbol de cacao (*Theobroma cacao* L.)



Fuente: elaboración propia.

El fruto del cacao es una baya indehisciente, es decir, que no abre ni expulsa las semillas por sus propios medios, sino que el fruto permanece unido al árbol por su pedúnculo todo el tiempo aun después de madurar. La cáscara de la mazorca de cacao es de tipo fibrosa y su espesor está relacionado con el genotipo. En el interior de la mazorca se encuentra una estructura con 5 filas en donde encontramos las semillas, de acuerdo con los 5 lóculos que posee el ovario. Su color tiene unas tonalidades que van desde el color blanco cremoso, moteado, violeta o morado (como se puede apreciar en la figura 3, semillas mucilago y la cáscara).

Figura 3.*Disposición espacial de las semillas en el fruto*

Fuente: elaboración propia.

La semilla está formada por dos cotiledones y el embrión, y está recubierta por una pulpa blanca denominada mucilago. Las semillas de cacao no conservan su viabilidad después de ser cosechadas (Richardson, et al., 2015).

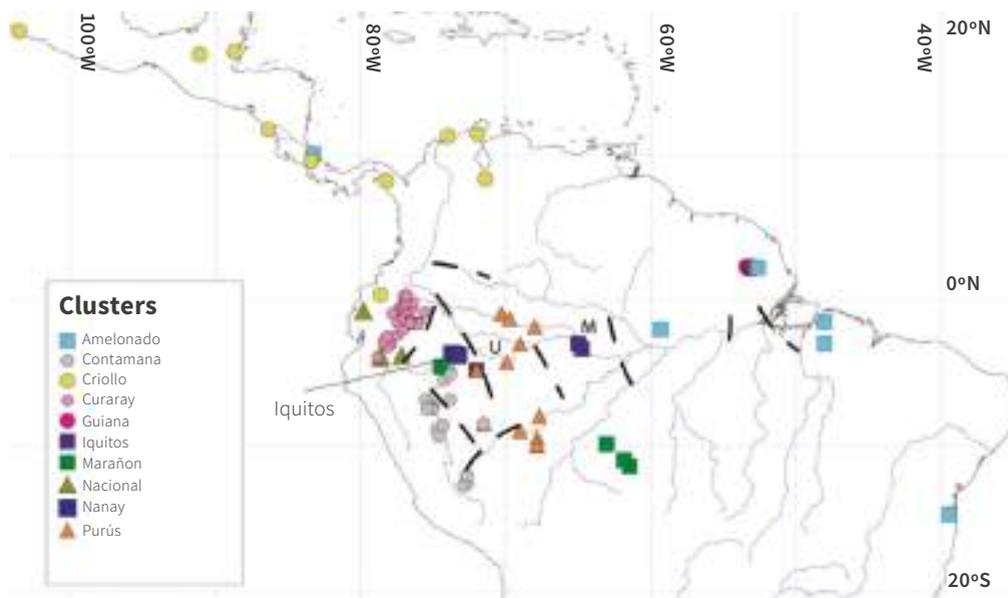
Taxonómicamente el cacao se clasifica según su genética en dos: criollo y forastero. El cacao criollo es domesticado y utilizado en un principio por las culturas precolombinas de Centroamérica y se considera que es un cacao fino de sabor y aroma. El grupo genético forastero presenta numerosas poblaciones de cacao silvestres y variedades que se encuentran desde Guyana y el valle del Orinoco hasta el Alto Amazonas. De la hibridación de estos dos grupos genéticos surge el grupo de cacao trinitario, cuyas características de vigor y productividad se ha adoptado dentro de las poblaciones de criollo puro (Motamayor et al., 2008).

Motamayor et al. (2008) presentaron una nueva forma de clasificación genética del cacao, teniendo en cuenta el análisis de diversidad, que resultó en la caracterización molecular de 10 grupos genéticos: Marañón, Curaray, Criollo, Iquitos, Nanay, Contamana, Amelonado, Purús, Nacional y Guayana. A continuación, se presenta el mapa de

localización de individuos analizados por el equipo de Motamayor, diferenciando en colores los grupos genéticos a los que pertenecen. Aquí es importante reconocer que estas nuevas clasificaciones permiten visualizar la gran diversidad genética del cacao, que en un momento dado pueden favorecer su comercialización por características sensoriales específicas.

Figura 4.

Mapa de localización de grupos genéticos de cacao



Fuente: Motamayor et al. (2008).

Desde los años 80, en Colombia se ha mantenido un incremento sostenido en el cultivo de cacao con 175 000 hectáreas cultivadas, de las cuales el 31 % corresponde al departamento de Santander, 9 % al departamento de Nariño, 8 % al departamento de Antioquia y 7,8 % al departamento de Norte de Santander. Hoy día 35 000 familias productoras de cacao dependen de esta actividad, y varias de ellas han utilizado este cultivo como alternativa a los cultivos ilícitos.

En estos momentos, el cacao es muy importante para el desarrollo de la agricultura en Colombia, porque es una fuente de ingresos, brinda oportunidades de trabajo y proyectos para la población rural y contribuye al fortalecimiento del agro y a la consolidación de la paz en tiempos de posconflicto (CIAT, 2018).

Según Finagro (2017) y otras agremiaciones que trabajan en torno al mejoramiento de la calidad del cacao colombiano, este ha sido catalogado como cacao especial de fino sabor y aroma. Esta denominación de los cacaos especiales implica el cumplimiento de estándares de calidad, como el origen de los cultivos, que influyen en el incremento de precios del cacao en grano o del licor de cacao en los mercados nacionales e internacionales (Osorio-Guarín et al., 2017).

Para llegar al reconocimiento de cacaos especiales es importante la estandarización de los procesos de cosecha y poscosecha, principalmente en esta última actividad, donde se logra la transformación bioquímica en precursores de aroma y sabor. Para determinar estas propiedades organolépticas del cacao, adquiere relevancia la evaluación sensorial, a través del establecimiento de laboratorios y el entrenamiento continuo de jueces en ese tema (Santander, 2019).

La determinación de las propiedades del cacao va desde la descripción de los materiales genéticos del cacao colombiano y las cualidades particulares de los cultivos en cada región cacaotera del país, hasta la medición, en un laboratorio sensorial, de parámetros físicos, químicos y sensoriales del grano y del licor de cacao. Todo esto enmarcado en el cumplimiento de normas técnicas nacionales e internacionales vigentes para ello (Djikeng et al., 2018).

Finalmente, el incremento en la producción de cacao especiales depende del trabajo con los productores y con agremiaciones del sector cacaotero, para la aplicación de buenas prácticas productivas de toneladas por hectárea y, principalmente, de vigilancia de la calidad de cacaos especiales, para que ello repercuta en el mejoramiento de la economía familiar de miles de personas dedicadas a esta actividad en el país (Moji-ca-Pimiento y Paredes-Vega, 2006).

En Colombia, en el marco del “Plan nacional de desarrollo cacaotero 2012-2021”, se han establecido unas problemáticas consolidadas en los siguientes aspectos: baja calidad del grano seco de cacao, bajo desarrollo tecnológico, desconocimiento de parámetros de calidad, desconocimiento de requisitos internacionales de calidad y problemas de asociatividad.

Para afrontar el mencionado panorama se ha concebido una serie de oportunidades, a saber: la posición geográfica en la franja latitudinal, la proyección de 726 000 hectáreas aptas para producción, el reconocimiento del cacao colombiano como fino y de aroma, el aumento progresivo en la demanda interna y externa, la implementación de tecnologías que permitan un incremento de la productividad hasta en un 300% y la toma de conciencia de que la calidad es clave para la mejora de la cadena productiva del cacao. Adicionalmente, se elaboró el “Plan de negocios del sector de chocolates, confites, chicles y sus materias primas”, que contempla incrementos de la productividad, con un aumento en las hectáreas sembradas para acrecentar la producción nacional y así lograr mayor impacto en el mercado internacional. En detalle, el plan de negocios proyecta un incremento de los indicadores de productividad a corto, mediano y largo plazo, entre los años 2015 y 2032, pasando de 421 kg/Ha a 893 kg/Ha, de 165 000 a 262 000 hectáreas cultivadas, de 55 000 toneladas de cacao en grano seco a 222 000 toneladas y de 13 700 toneladas de cacao en grano seco a 74 000 toneladas exportadas (Fedecacao, 2020).

De acuerdo con lo anterior, en el desarrollo de esos planes se establece una gran oportunidad para los productores de aunar esfuerzos, mejorar la productividad de sus parcelas y así obtener mayores recursos para su desarrollo empresarial rural. Las metas establecidas son posibles debido al aumento sostenido en la producción nacional según datos del balance cacaotero del año 2010 de 42 279 toneladas a octubre de 2020 de 64 281 toneladas (Programa de Transformación Productiva, 2017).

Además, con el logro de estas metas se espera impactar la cadena a partir del incremento en el número de familias cultivadoras, el número de transformadores, de interesados en renovar y modernizar sus cultivos, en mejorar la calidad fitosanitaria, optimizar los sistemas de beneficio y garantizar la calidad final del grano de cacao.

Por lo tanto, es importante resaltar el impulso que ha dado el Gobierno nacional para el logro de las metas planteadas en beneficio de los actores de la cadena productiva del cacao y, de esa manera, posicionar definitivamente al cacao colombiano como fino y de aroma en el mundo, reconocimiento reflejado, a su vez, en mejores condiciones de vida de los productores.

En síntesis, lo tratado en este primer capítulo permite situarse en la actualidad del sector cacaotero de Colombia y reconocer retos, proyecciones y oportunidades que brindan las diferentes variedades de cacao colombiano para los productores y los transformadores nacionales o exportadores. Además, este sector ofrece un mejor futuro tanto en el ámbito rural como en el urbano, con opciones de cambio de cultivos, generación de empleo y desarrollo social, mediante la participación y aporte de los actores de la cadena y de la academia, en su tarea de transferencia de conocimientos adquiridos en las aulas y en proyectos de investigación a productores, técnicos, transformadores, comercializadores y consumidores.



Es importante resaltar el impulso que ha dado el Gobierno nacional para el logro de las metas planteadas en beneficio de los actores de la cadena productiva del cacao y, de esa manera, posicionar definitivamente al cacao colombiano como fino y de aroma en el mundo, reconocimiento reflejado, a su vez, en mejores condiciones de vida de los productores.



CAPÍTULO

**CALIDAD
DEL CACAO**



La intención de este capítulo es formar personas que intervienen en la cadena productiva del cacao y que en un momento dado valoran la calidad final del licor de cacao. Se espera que los lectores e interesados en el tema sean multiplicadores de esta cultura de calidad, y se apropien de conceptos y herramientas pedagógicas básicas para que el productor en su parcela, los compradores y los procesadores, cuenten con elementos teórico-prácticos necesarios que les permitan determinar los fundamentos de la calidad del cacao “fino de sabor y aroma” que se produce en Colombia.

En primer lugar, se debe entender que la calidad es el grado de aceptación o satisfacción que genera un producto al usuario (Icontec, 2015). Por ello, es necesario seguir los protocolos estandarizados para los procesos de cosecha y poscosecha del cacao con el fin de obtener un producto final que tenga los atributos físicos, químicos y sensoriales exigidos por los mercados y transformadores de cacaos especiales finos de sabor y aroma. Además, se requiere el cumplimiento de normas técnicas y buenas prácticas agrícolas que ofrezcan al mercado un producto cuyas características sensoriales tengan aceptación para establecer una demanda permanente del producto en grano o como licor de cacao (Milone, 2018).

La importancia de los anteriores aspectos prima en la cadena de valor y contempla aspectos sociales, ambientales, económicos y de características especiales del cacao, que garantizan la calidad del producto final (Rivera et al., 2012).

Por lo tanto, la calidad del cacao es la resultante de integrar métodos de producción, buen manejo de cosecha y el tratamiento poscosecha, incluida la fermentación, el secado y el almacenamiento. Todas estas acciones para valorar los materiales genéticos del cacao de interés en aspectos de sabor, aroma, producción y disponibilidad de acuerdo con la demanda de los mercados (Icontec, 2015).

2.1 ATRIBUTOS FÍSICOS

La gran mayoría de los productores de cacao en el mundo corresponde a propietarios de pequeñas fincas o predios. En Colombia, el área de estas fincas oscila entre 1 y 20 hectáreas destinadas al cultivo de cacao. La sostenibilidad financiera de muchas familias depende en gran medida de la calidad del grano que producen y del establecimiento de protocolos que normalicen los procesos de cosecha y poscosecha.

No obstante, los atributos relacionados con el material genético cultivado, las acciones propias del cultivo y el control de variables permiten que se den ciertas características físicas y sensoriales posterior a la cosecha, clasificando el cacao en “fino de sabor y aroma” y en “corriente”. Asimismo, existe la variedad de cacao “genotipo”, que cuenta con características de sabor potencialmente distintivas, pero es en el mantenimiento del cultivo durante la cosecha y los adecuados procesos de la poscosecha, los que determinan la calidad en el grano final (Centre, 2001).

Los cultivos de cacao sembrados en el mundo corresponden en un 95% a cacao común y solo un 5% de cacao fino de aroma y sabor, estos últimos materiales son aquellos que se cultivan en Colombia. Los cacaos que no son finos en sabor y aroma se

clasifican como “cacao corriente” por la comercialización en grandes volúmenes de grano seco, y se caracterizan por su sabor a cacao, sin aromas ni sabores especiales.

El cacao en el mundo presenta una dinámica de crecimiento comercial por la gran demanda de este producto, relacionada con el volumen de producción que se mide en miles de toneladas por año. Por otra parte, existe un reglón de importancia económica por las primas que se pagan a los cacaos de atributos especiales. Los granos de cacao finos se producen a partir de híbridos de árboles de cacao criollo y trinitario, mientras que los granos de cacao corriente provienen de árboles de cacao forastero (International Cocoa Organization, 2010).

En la actualidad, la clasificación de los genotipos de cacao más extendida se basa en tres materiales de *Theobroma cacao*: 1. Forastero, considerado como cacao a granel de baja calidad; 2. Criollo, catalogado como cacao fino y de sabor, y 3. Trinitario, que es un híbrido entre forastero y criollo, que puede considerarse como cacao fino de sabor y aroma.

Se ha considerado que hay cuatro factores que contribuyen en la obtención de un determinado grado de calidad, a saber: el sistema agroforestal en donde se desarrolla el cultivo, las costumbres agroecológicas, la genética del cacao que se manifiesta en la gran cantidad de variedades y los genotipos, cada uno con sus características propias.

La calidad del cacao entraña buenas prácticas agrícolas y el conocimiento del siguiente proceso: beneficio del cacao, que contempla a su vez las fases de fermentación y secado; posterior a esto se continúa con el almacenamiento, tostado, y sigue el procesado de los *nibs*, conchado, refinado y atemperado; el empacado del producto final o chocolate, chocolatina, cosméticos y bombonería (Rektorisova y Tomaniova, 2018).

Aunado a lo anterior, la genética del cultivo influye en la calidad del cacao, en tanto determina el número de frutos por árbol, el número de semillas por fruto y el índice de grano. Esto además del manejo agroecológico del cultivo y buenas prácticas poscosecha, que incluyen los procesos de fermentación, secado, tostado y almacenamiento (Fedecacao, 2009). En la figura 5, proceso de poscosecha, se puede apreciar el proceso de fermentación y secado; en la imagen de la izquierda identificada con la letra A, la masa de cacao lista para fermentación depositada en un cajón de madera, y en la imagen de la derecha identificada con la letra B, el secado de los granos de cacao después de terminar la fermentación por explosión directa a la energía del sol.

Figura 5.*Proceso de poscosecha*

Fuente: elaboración propia.

Es importante entender que no se puede obtener una calidad adecuada del cacao sin tener en cuenta la genética, el manejo del agroforestal que le da el productor y el sistema forestal, para lograr que se dé el proceso de producción de cacao de manera sostenible y adecuada, garantizando así la calidad final del cacao en grano (Sukha et al., 2008).

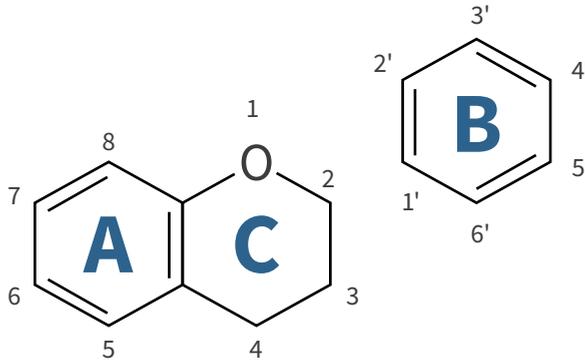
En el contexto de la calidad del cacao está presente la exigencia que realizan los consumidores, que identifican los atributos particulares del cacao cultivado en una región para demandar que, en cada adquisición del producto, sin importar las condiciones ambientales, climáticas e incluso sociales, se mantenga un determinado perfil sensorial, es decir, propiedades organolépticas y de inocuidad del alimento.

2.2 ATRIBUTOS QUÍMICOS

El cacao contiene distintas especies químicas que dan los atributos de sabor y aroma, además de sustancias de interés para la salud y la industria farmacéutica, como son:

- **Las metilxantinas.** Considerados alcaloides entre los que se destacan la teobromina y la cafeína por los efectos estimulantes sobre el sistema nervioso central. Según diversos estudios, se calcula que la teobromina y la cafeína en grano sin grasa es del 4% y 0,2% del peso seco, respectivamente (Barišić et al., 2019).

- **Los aldehídos de los azúcares.** Se forman durante la fermentación y el secado en el interior del grano y se encargan de desarrollar el sabor. Se han reportado tres aldehídos de importancia en el chocolate por su aroma: 2-metilpropanal, 2-metilbutanal y 3-metilbutanal (Santander, 2019).
- **Los ésteres.** Son compuestos presentes en granos no fermentados y tostados, pero se pueden formar también durante la fermentación, como el caso del acetato de etilo, que es un producto de esterificación a partir de etanol y ácido acético. Otros ésteres presentes durante la producción del licor de cacao son: acetato de isobutilo, acetato de isoamilo, acetato de feniletilo, isopentanoato de metilo e isovalerato de metilo. La mayoría se produce en la fase aeróbica de la fermentación (Ramos, 2013).
- **Los aldehídos.** Dan el aroma o *bouquet* a frutos y flores. Entre ellos están 2-methylbutanal y 2-methylpropanal, que se producen durante la fermentación por degradación de aminoácidos.
- **Las vitaminas.** El fruto y el licor de cacao presentan la vitamina E, la vitamina C, β carotenos y, por supuesto, los polifenoles. Todos estos de interés para la industria alimentaria y farmacéutica nacional e internacional (Li, 2014).
- **Los polifenoles.** Son compuestos de gran interés por preservar la salud de la planta de cacao, pero también se han incluido en las sustancias antioxidantes benéficas para la salud humana. Entre los polifenoles, los flavonoides constituyen el grupo más importante que incluye más de 5000 moléculas identificadas, que poseen tres anillos, de los cuales dos cuentan con centros aromáticos (anillos A y B) y un heterociclo oxigenado central o anillo C, como se muestra en la figura 6. Estas moléculas clasificadas en subgrupos se denominan flavonoides, flavonas, flavanonas, isoflavonas, antocianinas y catequinas. También es relevante destacar la baja acidez y las bajas concentraciones de polifenoles que contienen los cacaos criollos y por ello manifiestan bajo atributo de astringentes, especialmente del grupo de procianidinas (Espinosa, 2012).

Figura 6.*Bioquímica y genética de las antocianinas del grano de cacao*

Fuente: Espinosa (2012).

Otro atributo de tipo químico es la acidez en el grano de cacao, que está dada por la presencia de diferentes tipos de ácidos orgánicos de tipo volátiles y no volátiles como el ácido acético y el ácido láctico, productos de la fermentación, y, principalmente, el ácido cítrico. Estas sustancias intervienen en la transformación del interior del grano, generan cambios en los valores del pH de valores entre 6,0 y 6,5 del grano sin fermentar a valores entre 4,5 a 5,5 para grano de cacao seco fermentado e influyen en las características sensoriales, especialmente en el atributo ácido. Se considera entonces que este contenido de ácidos es de gran importancia para la valoración final del cacao (Schwan y Fleet, 2014).

Otro de los componentes de gran importancia es el contenido graso. De acuerdo con los distintos materiales genéticos, en el grano de cacao se pueden contener más del 50% de lípidos. El licor de cacao es conocido por ser la fase líquida generada por el aumento de la temperatura durante la molienda de los granos de cacao, que contienen grasas de bajo punto de fusión y que son de gran importancia para la industria farmacéutica y alimenticia denominada “manteca de cacao”. En este material se pueden encontrar lípidos para las dietas humanas como el ácido oleico, palmítico y esteárico. Las grasas pueden ser separadas del licor de cacao por proceso de presión mecánica para extraer el 50% de “manteca de cacao” dejando un residuo que se conoce como “torta de cacao” de uso en confitería (Tokede et al., 2011).

2.3 ATRIBUTOS SENSORIALES

Aquí es de resaltar que durante los procesos de fermentación, secado y tostado de los granos de cacao se producen las moléculas que dan el sabor y aroma, por efecto de aminoácidos libres, péptidos de cadena corta y azúcares reductores (Frauendorfer y Schieberle, 2008).

Específicamente durante el tostado se constituyen las pirazinas por la acción de aminoácidos como serina y treonina, que forman a su vez moléculas volátiles de estructura heterocíclica, que otorgan aromas a nuez, tostados, verdes y terrosos (Mohamadi, 2019).

Los niveles más altos de precursores aromáticos en los licores de cacao y en los chocolates provenientes de la variedad criollo se dan como consecuencia de altas concentraciones de aminoácidos, péptidos y azúcares reductores presentes en el grano de cacao, después de terminar la fermentación, el secado y el tostado.

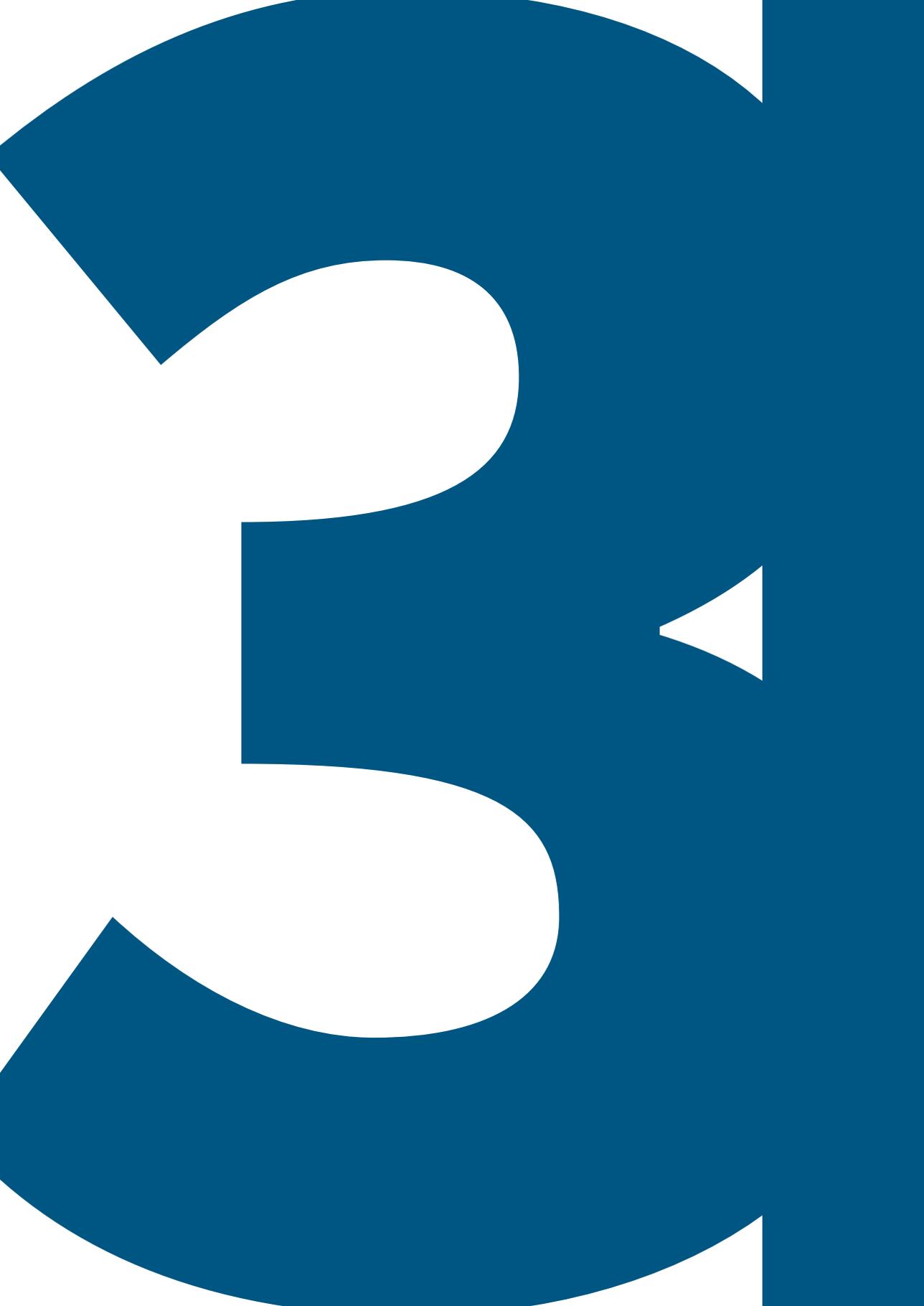
Con base en los atributos sensoriales, el mercado mundial clasifica el cacao comercializable en dos grandes categorías: cacao “fino de aroma” y cacao “corriente, básico u ordinario”. El cacao fino o de aroma, que se origina principalmente de las variedades criollo y trinitario, contiene aromas intrínsecos y deseables como “frutado”, “floral o “nuez”, que son esenciales para la fabricación de chocolates de primera calidad (Sukha, 2016).

En suma, este segundo capítulo presenta los aspectos más importantes en torno a las características de calidad del cacao que se encuentran en el grano y que se generan en los procesos de cosecha y poscosecha, gracias a transformaciones bioquímicas que determinan la presencia y formación de los atributos físicos, químicos y sensoriales que se espera que el cacao en grano tenga de acuerdo con las demandas especiales en los mercados nacionales e internacionales.

Los atributos sensoriales de los genotipos de cacao producidos en Colombia se establecen a través de paneles de evaluación sensorial con el fin de realizar perfiles sensoriales de los cacaos finos de sabor y aroma. Las agremiaciones, asociaciones campesinas, el gobierno y las universidades realizan seguimientos periódicos al proceso de mejora continua de la cosecha y de la poscosecha (fermentación y secado). Trabajan en mejoras de la calidad del grano y en la preservación de los atributos de interés para los consumidores de sabor y aroma. Gracias a estos ejercicios y a la identificación de esas características en materiales genéticos de zonas como Santander, Bolívar, Huila, Arauca y Tumaco, se ha logrado alcanzar el título de ganadores en el Salón del Chocolate de París.



Con los antecedentes hasta aquí expuestos, para los próximos años se espera que la calidad del cacao de Colombia esté a la par de países de la región, que producen grandes volúmenes de cacaos finos de sabor y aroma. Esta meta está proyectada a partir de datos sobre la creciente demanda de países europeos como Gran Bretaña, Holanda, Francia y Alemania; así como de Estados Unidos y Japón, que son los grandes consumidores de cacao y chocolate en el mundo (García-Cáceres, 2014).



CAPÍTULO

**COSECHA Y
POSCOSECHA
DEL CACAO**



Este capítulo contempla el proceso que determina el destino del grano de cacao, su genética, el sistema agroforestal donde crece el cultivo, las prácticas agrícolas recomendadas por técnicos y las afectaciones en la calidad final del grano por falta de controles durante la cosecha y la poscosecha. A continuación, se revisan las principales etapas de estos dos procesos y de etapas adicionales, necesarias en la obtención de licor de cacao, materia prima en procesos de transformación y claves durante la aplicación de la evaluación sensorial y obtención de perfiles sensoriales.

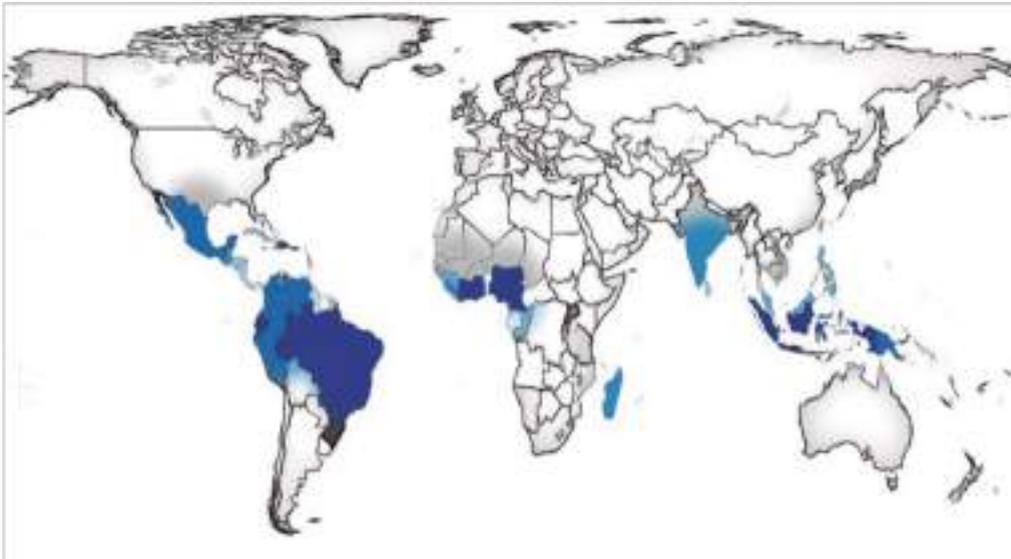
3.1 COSECHA

Es una etapa que implica conocer el cultivo de cacao para resaltar la calidad y, especialmente, los atributos de cacao fino de sabor y aroma, definidos por la International Cocoa Organization (ICCO).

El cacao es un árbol tropical que prolifera sobre la línea del ecuador alrededor de la Tierra, en los continentes de América, África y Asia, con latitudes sur y norte de 20° (figura 7). Respecto a la altitud, el cultivo de cacao es viable de cero hasta los 1200 metros sobre el nivel del mar, presentando los mejores resultados en producción a 600 metros.

Figura 7.

Distribución actual de los cultivos de cacao en el mundo



Fuente: ICCO (2010).

La producción del cacao en Colombia presenta dos cosechas principales, de abril a junio y de octubre a diciembre. En otros países productores de cacao las temporadas de cosechas varían dependiendo de épocas de lluvias y temporadas secas.

3.1.1 RECOLECCIÓN

La cosecha del cacao es la tarea de retirar los frutos del árbol. Estos frutos presentan cambios de color verde a distintas gamas de amarillo, hasta púrpuras y rojos, de acuerdo con los diversos fenotipos cultivados. Durante esta etapa el fruto alcanza su

tamaño máximo de crecimiento, que es indicador, al igual que el color, del aspecto de “frutos maduros” como muestra la figura 8. Si se cosechan frutos con una madurez inadecuada se afectará el producto final en sus características sensoriales, porque los granos verdes generan un producto con sabor amargo y el mucilago que recubre el grano no contendrá la concentración adecuada de azúcares. Por lo tanto, no presentará las condiciones óptimas de fermentación y demás procesos bioquímicos que se dan al interior del grano de cacao, con el fin de transformar a nuevas moléculas precursoras de aroma y sabor (Norma Técnica Colombiana [NTC] 5811, 2010).

Figura 8.

Frutos cosechados y recolectados



Fuente: elaboración propia.

Para la recolección del fruto es importante el uso de las herramientas adecuadas de corte. El pedicelo del fruto del cacao se escinde exclusivamente con la tijera podadora, como lo muestra la figura 9. El uso corriente de utensilios de corte general como el machete puede herir al árbol y dañar el cojín floral o afectar los granos de la mazorca. Para evitar daños en el cojín floral y en el cuerpo del tronco es recomendable desinfectar las tijeras y no retirar los frutos del cacao realizando fuerza con las manos, pues esto último afectará la productividad por daño del cojín y enfermedades en el tronco (De Almeida y Valle, 2007).

Figura 9.*Corte del pedicelo del fruto de cacao*

Fuente: elaboración propia.

3.1.2 PARTIDA DE MAZORCAS

Retirados los frutos de cacao de los árboles, se realiza un proceso de selección, separando los frutos sanos de aquellos que presentan lesiones por hongos, insectos, aves o mamíferos (al igual que las mazorcas o frutos verdes), o que se sospeche no han alcanzado el grado de madurez adecuado. Para garantizar una calidad final adecuada se deben beneficiar solo los frutos maduros y sanos. El corte con machete se realiza longitudinal al fruto, con previa desinfección de la herramienta como se muestra en la figura 10. También se usan otros instrumentos de corte como el mazo de madera o la guillotina en acero inoxidable, que permiten mejores condiciones de asepsia y disminuyen accidentes de trabajo para el operario (Gutiérrez, 2017).

Figura 10.

Partido de mazorca o fruto del cacao para extraer las semillas



Fuente: elaboración propia.

Entre las características ideales de los granos de cacao en el fruto o mazorca se destacan el estar libre de daños y presentar la madurez suficiente. Se recomienda que esta actividad se lleve a cabo fuera de la plantación. En la figura 11 se muestra el corte longitudinal de la mazorca o fruto del cacao, con aspecto ideal de asepsia y sin daños en los granos ni al mucilago.

Figura 11.

Organización longitudinal de los granos de cacao, recubiertos por el mucilago en la mazorca



Fuente: elaboración propia.

3.1.3 DESGRANADO

La separación de las semillas de la cáscara es el proceso de desgranado. Se trata de una acción mecánica de deslizar los dedos o una herramienta en la parte longitudinal del fruto. Esta actividad requiere de procesos de desinfección de todos los utensilios, así como del uso de guantes o meticuloso lavado de manos, con el fin de evitar contaminación cruzada que afecte la calidad del producto y ponga en riesgo la salud de los consumidores (Santander, 2019).

Figura 12.

Desgranado o extracción de los granos del cacao con el mucilago



Fuente: elaboración propia.

3.2 POSCOSECHA

Este es un proceso que implica la conversión de moléculas como proteínas y azúcares en otras más sencillas, que disminuyen el sabor amargo y la sensación de astringencia y liberan nuevos atributos de sabor y aromas denominados “notas”. Las notas son propias de los diversos materiales genéticos, pero también pueden darse por buenas prácticas agrícolas y de manipulación de un alimento.

Se denomina beneficio o fermentación del cacao a la transformación por procesos bioquímicos al interior del grano de cacao. Después de extraídos del fruto y colocados en diversos tipos de recipientes especiales, que van desde canastas a cajones de madera (rectangulares, cúbicos o cilíndricos), en condiciones apropiadas (construcciones techadas, con paredes de malla y cubiertas), sufren transformaciones físicas y químicas que se generan por los subproductos de la fermentación y que ingresan al grano de cacao para el mejoramiento de sus características sensoriales (De Vuyst y Weckx, 2016).

Según el informe de Fedecacao de 2018, el 38,5 % de los productores colombianos no cuenta con infraestructura para el beneficio del cacao, mientras que el 61,5 % restante sí la tiene. De este último porcentaje, el 94,6 % utiliza cajón de madera y el 5,4 % usa el sistema de barril como medio para fermentar el cacao. Esta situación impacta de manera importante en la estandarización del proceso de fermentación y por ello se recomienda la promoción de la asociatividad, que permita generar sistemas tipo centro de acopio para procesar cantidades representativas de forma controlada.

El beneficio del cacao es fundamental en términos de calidad, puesto que en ese proceso se desarrollan los precursores para el sabor y el aroma del producto y se forma un grano con buen aspecto y estructura arriñonada en gamas de color de crema a marrón. Una adecuada fermentación origina un grano de cacao que, al ser transformado en chocolate, es sensorialmente agradable en cuanto a sabor y aroma. Cuando el proceso de fermentación no se realiza en forma adecuada se obtendrá un cacao de baja calidad (Biehl et al., 1982).

Durante la fermentación se presenta adsorción de agua, que aumenta el volumen del grano de un 17 % a un 27 % en 40 horas. Las estructuras celulares de la semilla se destruyen por acción del agua y temperaturas superiores a 50 °C. Luego, la adsorción de agua se reduce por la presencia de sustancias osmóticas como la sacarasa. La muerte del embrión es causada por temperatura alta y ácido acético (200 mmol; pH 2,7).

Una recomendación importante es que no se deben mezclar granos de días diferentes de cosecha. A cada lote de cacao se le debe dar un proceso independiente, realizar mezclas sobre cacao de distintas cosechas generará granos con diferentes índices de fermentación alterando la calidad y las propiedades organolépticas deseadas. Se recomienda programar recolección de mazorcas que permitan iniciar fermentaciones independientes y tener suficientes fermentadores para volúmenes grandes y pequeños (Magee et al., 2017). En la figura 13 se observa la distribución de la masa en el cajón fermentador.

Figura 13.*Fermentación de caco en cajón de madera*

Fuente: elaboración propia.

Durante la fermentación suceden reacciones químicas sobre los carbohidratos que contiene el mucilago, en estas reacciones se genera agua, etanol y ácido acético. La fermentación inicia con una fase anaerobia y sigue con procesos metabólicos creados por las levaduras, que producen fermentación alcohólica y que adicionalmente originan calor. En una segunda fase la fermentación es de tipo aerobia. En esta fase participa un grupo de microorganismos que transforman los productos generados por las levaduras y desarrollan entonces otros procesos como la oxidación de los polifenoles y cambios importantes en el pH, principalmente por la producción de ácido acético. Es importante tener en cuenta que el periodo de fermentación varía de 5 a 7 días (120 a 168 horas), según el genotipo de cacao, el índice de grano de cacao y las condiciones ambientales (Warren, 2020).

3.2.1 SECADO

Para que los granos de cacao puedan ser almacenados sin daños por hongos u otros patógenos, el contenido de agua al interior del grano debe presentar valores de alrededor del 7% de humedad. Los procesos bioquímicos no finalizan una vez termina la fermentación. Durante el proceso de secado ocurren otras reacciones bioquímicas que permiten la transformación, la eliminación de ácido acético, la formación de precursores de sabor, la oxidación y conversión de los polifenoles, el color marrón y la forma arriñonada del grano, generando las características sensoriales esperadas (De Vuyst y Weckx, 2016).

Para el secado al sol se utilizan sistemas de bandejas, casa elbas, mesas de madera o sistemas corredizos tipo elba. No se debe secar en piso de cemento ni en áreas pavimentadas para evitar la contaminación por animales o sustancias indeseables.

En el proceso de secado debe existir una frecuencia de movimiento para garantizar la remoción de la masa del cacao y lograr la evaporación de humedad y ácidos volátiles por medio de la distribución homogénea del calor y así alcanzar el secado uniforme. Se recomienda utilizar herramientas de madera y no metálicas que dañen la apariencia del grano (Tinoco y Ospina, 2010). En la figura 14 se puede observar un secador tipo invernadero que permite el manejo adecuado de periodos de exposición.

Figura 14.

Secado por convección en estructura tipo invernadero



Fuente: elaboración propia.

Cuando se llega a la etapa de limpieza se busca separar las impurezas, granos con moho, partidos o pasilla. La Norma Técnica Colombiana (NTC) 1252 de 2021 contempla los requisitos mínimos para que el grano de cacao pueda comercializarse (Moreno, 2019).

Según el informe de Fedecacao, en el 2018 el proceso de secado es realizado al sol por un 96 % de los productores colombianos, en secado artificial un 0,47 % y se vende en baba a centros de acopio en un 3,84 %. Dentro del 96 % del secado al sol se destacan en orden de importancia los siguientes sistemas: elba 38,38 %, plástico 30,66 %, patio de cemento 15,93 %, marquesina 9,96 %, pasera 3,20 %, camilla 1,04 % y otros 0,8 %. Esta gran variedad de sistemas condiciona la dinámica del secado en sus variables de temperatura, humedad relativa, tiempo, espesor de las capas de cacao y posibilidad de contaminación, cuestiones que al final afectan la calidad del grano de cacao seco (Fedecacao, 2017).

3.2.2 ALMACENAMIENTO

El almacenamiento del grano seco requiere una instalación ventilada, de fácil inspección visual, cómoda rotación del producto almacenado y en condiciones verificables de humedad, asepsia y control de plagas. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés), se requiere que el grano de cacao contenga solo el 7 % de humedad para preservarlo por temporadas largas en almacenaje (Medina y Vargas, 2009).

El embalaje del producto debe realizarse en costales o talegos con cordeles de hilo o fibras de fique, según lo establecido en la NTC 5517 de 2007. El peso neto de un bulto de cacao es de 60 kilogramos. Estos deben almacenarse sobre estibas de madera o plásticas, en arrumes con distintos arreglos de acuerdo con las dimensiones de la bodega, la rotación del producto y buenas prácticas de manejo que requiere el producto alimenticio. La figura 15 presenta el correcto almacenamiento del grano de cacao seco.

Figura 15.

Almacenamiento del grano de cacao seco



Fuente: elaboración propia.

3.2.3 TOSTADO

Este proceso se presenta cuando ya el grano de cacao ha sido destinado a la producción de chocolate de mesa u otros productos de chocolatería. El tostado o torrefacción es un proceso térmico de gran importancia que genera reacciones como la Maillard, cuyos precursores de sabor aroma son moléculas de azúcares reductores y aminoácidos que se desarrollan durante la fermentación. Los compuestos volátiles se dan por el incremento de la temperatura, que puede oscilar entre 90 °C y 115 °C, en tiempos que pueden variar de 15 a 40 minutos, en hornos rotatorios, y dependiendo del volumen de cacao a tostar en condiciones de laboratorio.

El tiempo y la temperatura son las dos variables principales a tener en cuenta en el tostado, junto con el aumento en la concentración de pirazinas, identificadas por distintos autores como precursores de notas de cacao o nuez: 2,3-dimetilpirazina, trimetilpirazina, tetrametilpirazina, 3 (o 2), 5-dimetil-2 (o 3) -etilpirazina, 3,5 (o 6) -dietil-2-metilpirazina. Además de tres aldehídos Strecker, que presentan un fuerte sabor a chocolate: 2-etilpropanal, 2-metilbutanal y 3-metilbutanal. La degradación de Strecker es una reacción de los compuestos dicarbonílicos de la reacción de Maillard y reaccionan con el grupo α -amino de un aminoácido para formar una base de Schiff (compuestos de tipo aldehído o cetona en los que el grupo carbonilo se reemplaza por un grupo

imina o azometina). Los aldehídos que se forman por la degradación de Stracker son muy importantes en la producción de sabores en los alimentos (Marseglia et al., 2020).

En el horno rotatorio para laboratorio (figura 16) se pueden realizar ensayos desde 500 gramos de muestra, con un control de las variables de temperatura y tiempo. Es importante que estas variables se ajusten de acuerdo con el tipo de cacao y con la cantidad de gramos que se utilicen.

Figura 16.

Horno rotatorio para tostado de cacao



Fuente: elaboración propia.

3.2.4 DESCASCARILLADO

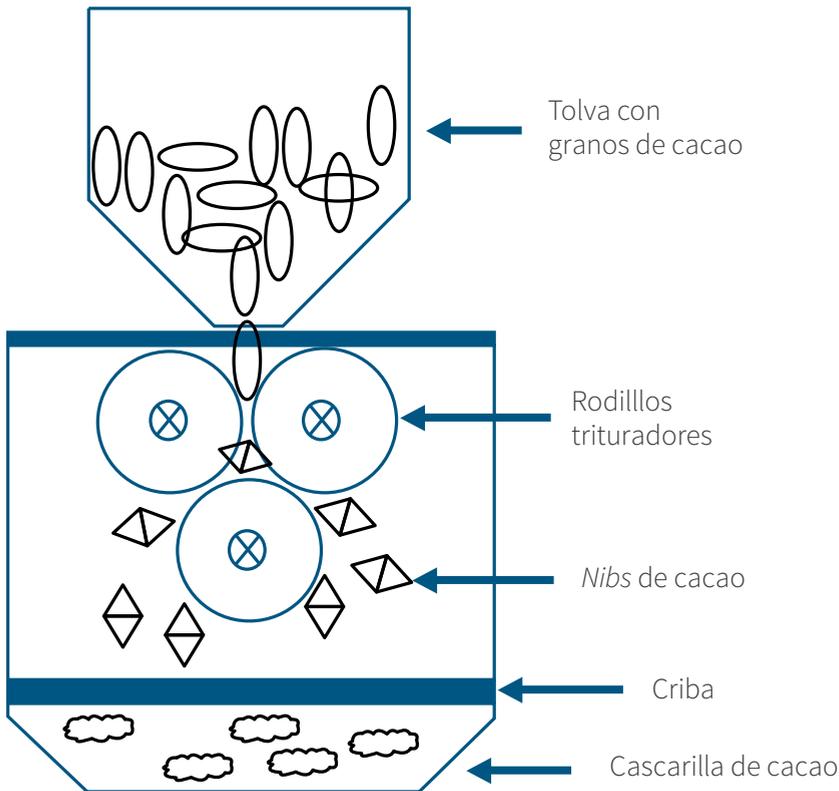
El procesamiento del grano de cacao después del secado es el descascarillado, que consiste en un proceso físico del cual existen distintos métodos. Una de las metodologías más recomendadas en la industria, y en condiciones de laboratorio, se trata de realizar primero el tostado y cuando los granos se han enfriado a temperatura ambiente, se hace el descascarillado.

La máquina de descascarillado cuenta con una tolva o depósito, en la parte superior, para que, por fuerza de la gravedad, se inicie la alimentación del equipo. Por lo general,

las descascarilladoras tienen incluida una criba vibratoria de alimentación para retirar parte de la suciedad que lleva el grano. Luego de introducidos los granos de cacao, estos pasan a través de tres rodillos de goma o de acero que los rompen. Esta fractura libera fragmentos de cascarilla con partículas de cotiledón del cacao que se denominan *nibs* de cacao. A continuación, una segunda griva vibratoria separa completamente estos dos tipos de partículas, la cascarilla es más liviana y fina, y por tanto atraviesa la griva, mientras los *nibs* quedan en el centro, tal como se muestra en la figura 17.

Figura 17.

Diagrama de un descascarillador



Fuente: elaboración propia.

Otros métodos incluyen un ventilador que agrega aire a baja presión, aspira los residuos más livianos de la cascarilla y los lleva a otro depósito. La remoción de la cascarilla es importante para evitar que el licor de cacao presente estas impurezas y afecte la textura final de los productos que se elaboren. Se recomienda mantener un control sobre este proceso para evitar ese defecto.

3.2.5 MOLIENDA Y REFINADO

Los *nibs* de cacao constituyen el punto de partida de la molienda, que por acción mecánica de un sistema de rodillos de granito denominado “melangeur”, o mediante el molino de bolas de aceros, mantienen condiciones homogéneas de los distintos lotes de producción. En la figura 18 se muestra el sistema de piedras de un equipo de refinado por piedra o rodillos de granito.

Figura 18.

Piedras de grafito usadas para la molienda de los nibs de cacao



Fuente: elaboración propia.

3.2.6 PREPARACIÓN DEL LICOR DE CACAO

Los granos de cacao se procesan para obtener “el licor de cacao”, que es un compuesto líquido formado después de la molienda y de los *nibs* de cacao que previamente se han transformado en procesos de fermentación, secado y tostado.

El término “licor” hace referencia a la fase líquida del cacao por la acción mecánica de la molienda hasta obtener un tamaño de partícula de 17 μm (micrómetro o micrón en plural y micra en singular). El paladar detecta una textura arenosa con licores de 25-35 μm . Se considera que la mayoría de los chocolates finos comerciales cuentan con un tamaño de partícula de 5 μm (Breen et al., 2019). La figura 19 muestra la molienda de los *nibs* de cacao y la formación de licor de cacao.

Figura 19.

Molienda de los nibs de cacao y formación del licor de cacao



Fuente: elaboración propia.

El licor de cacao se almacena en moldes pequeños para fabricación de chocolatina o en moldes de mayor volumen para contar con una biblioteca de sabores de licores de cacao, disponible para un panel de evaluación sensorial u otros usos (ver figura 20). Estas muestras requieren refrigeración a 4°C y el tiempo de almacenaje puede oscilar de uno a dos meses. El refrigerador debe ser exclusivo para el almacenamiento del licor de cacao, porque pueden impregnarse de olores de otras sustancias, alterando así las propiedades organolépticas del producto.

Figura 20.*Moldeado del licor de cacao para almacenamiento*

Fuente: elaboración propia.

Los licores de cacao solidificados se almacenan por varios meses, y aunque es posible que la grasa que contiene el licor de cacao migre a la superficie tomando una apariencia blanquecina, este fenómeno no afecta el sabor. La producción de licores de cacao no requiere del proceso de atemperado, pues esta es una etapa clave en el momento de la elaboración de chocolates (tema de próximas publicaciones).

El licor de cacao es la materia prima de diversos productos alimenticios de la industria del chocolate y la bombonería, de ahí la importancia de la asepsia durante el tiempo de almacenamiento. Además del licor de cacao, existen también otros productos de gran interés industrial como la torta de cacao, que es una pasta de cacao desgrasada y aglomerada, que se forma después del prensado del licor de cacao. Esta cuenta con bajos porcentajes de grasas y se utiliza principalmente en la industria de los helados, coberturas y bebidas de aspecto granulado, entre otros. De este producto se obtiene igualmente “el polvo de cacao”, formado al pulverizar la torta de cacao.

Otro producto industrialmente importante es la manteca de cacao, que está presente en un 55% de la grasa del cacao. Su característico color amarillo se obtiene por el prensado del licor de cacao, es de textura sólida y aspecto de oleaginoso. La manteca de cacao es materia prima en las industrias farmacéutica y cosmética, y es la base de los chocolates blancos.

Finalmente, la figura 21 muestra el proceso global de la transformación del grano de cacao (Frauendorfer y Schieberle, 2008).

Figura 21.*Proceso global de la transformación del grano de cacao a licor de cacao*

Fuente: elaboración propia.

De un lado, la molienda es un proceso físico-mecánico para refinar el licor de cacao o fase líquida a partículas de un tamaño de 17 a 20 micra o micrón (μm) (la micra es la milésima parte de un milímetro). Por su parte, el proceso de refinado permite liberar precursores de sabor y aroma que se han preservado con unas buenas prácticas tanto de cosecha como de poscosecha. El umbral de textura al paladar es de aproximadamente $35 \mu\text{m}$. Un tamaño por debajo de $15 \mu\text{m}$ trae como consecuencia que parte de la manteca del cacao se libere y dé textura grasosa al producto de chocolate.

Para la elaboración de productos del chocolate se requiere que el licor del cacao se refine a través del proceso del conchado que elimina aromas desagradables y realza sustancias precursoras de sabor y aroma. Esta técnica es de acción mecánica por agitación y en ella se controlan variables como la temperatura y el tiempo con el fin de obtener un aroma final deseable, condiciones físicas de viscosidad y textura final del chocolate (Afoakwa et al., 2008).

En síntesis, este capítulo contiene conceptos básicos de los procesos físicos y bioquímicos que se llevan a cabo durante la fermentación y el secado de los granos de cacao, procedimientos que determinarán la calidad de grano de cacao y las materias primas de base de la chocolatería.

La fermentación se considera un paso crítico dentro del proceso y es propiciada por los azúcares contenidos en el mucilago del cacao, que es el sustrato sobre el cual microorganismos como levaduras realizan el proceso catabólico a partir de azúcares

para alcohol, el incremento de la temperatura ($>50^{\circ}\text{C}$) y la disminución del pH. En estas condiciones el embrión muere y el cotiledón forma nuevos compuestos. El seguimiento del valor del pH del cotiledón se convierte en un indicador clave para monitorear el proceso de fermentación e indica si hay deficiente fermentación con valores superiores a 5,5, buena fermentación entre 4,5 y 5,5; y, adicionalmente, demuestra si el proceso de secado ha sido deficiente al impedir la remoción de ácidos volátiles, afectando de esa manera la calidad final del licor de cacao.

Asimismo, el secado de los granos de cacao es una actividad delicada, especialmente en el tema de los tiempos de secado y dependiendo si se realiza a exposición directa del sol o por sistemas de convección, sistemas controlados de temperatura o caseta tipo invernadero. Lo primordial es mantener un secado homogéneo del lote de cacao durante los días que se requieran de acuerdo con los volúmenes y tamaño del grano. Acelerar el proceso implica que sustancias como el ácido acético permanezcan atrapadas al interior de la semilla, que dan un sabor desagradable. Finalmente, se realiza la transformación del grano seco en plantas procesadoras o laboratorios de alimentos para convertirlo en licor de cacao, producto que se puede comercializar en chocolate y bombonería.

En toda la cadena del cacao hay distintos procedimientos que pretenden mantener la calidad del cacao y de los productos que se obtienen de él. Esto acompañado de buenas prácticas agrícolas y de manufactura; así como del cumplimiento de legislación, normas y guías técnicas tendientes a la estandarización de los procesos, para que tanto el cacao, el licor y los productos obtenidos se identifiquen por atributos deseados por los consumidores y transformadores.

Para lograr la calidad final del cacao es importante, además de buenas prácticas durante las etapas claves de fermentación y secado, el trabajo de técnicos, instituciones técnicas, universidades y grupos de investigación en la toma de conciencia sobre la relevancia de la estandarización y la cultura del control de esos procesos. Una vez el productor y procesador comprendan estos procesos y la forma de monitorearlos podrán tomar decisiones y así garantizar la calidad del producto final.

Una vez el productor y procesador comprendan estos procesos y la forma de monitorearlos podrán tomar decisiones y así garantizar la calidad del producto final.



CAPÍTULO

**EVALUACIÓN
DE LA CALIDAD
FÍSICA DEL
CACAO**



En este capítulo se presentan los indicadores más importantes de calidad física del grano de cacao que se tienen en cuenta en el momento de comercialización del grano. Además, con esos indicadores se determina la calidad del lote de cacao en grano y constituyen la base para el establecimiento de normatividad que regula el proceso de compraventa. En Colombia este proceso está normalizado en la NTC 1252 de 2021, que es una norma de carácter voluntario, pero que es asumida en estos momentos como documento fundamental para la regulación de la calidad del grano de cacao seco. En el mundo se está utilizando actualmente la ISO 2451 de 2017.

Mientras la NTC 1252 se orienta principalmente a la calidad del grano, la ISO 2451 se enfoca en la calidad del lote de granos de cacao; pero en términos generales los indicadores de calidad física del grano son los mismos en ambas normas y coinciden en su finalidad. Por ello, el usuario de esta normatividad debe conocer a fondo en qué consiste cada una, cómo determinan cada característica, los principales indicadores, entre ellos el porcentaje de humedad, el índice de fermentación, el índice de grano y porcentaje de cascarilla; así como los métodos más usados en nuestro medio y los desarrollos analíticos que proyectan mejoras en la calidad (ISO 2451, 2017).

En las tablas 1, 2 y 3 se muestran las características que deben tener los granos de cacao seco fermentado para poder evaluar su calidad, de acuerdo con NTC 1252 (2021).

Tabla 1.

Requisitos para grano de cacao

Requisitos físicos y químicos	Clasificación del cacao en grano		
	Premium / Especial	Estándar	Corriente
Granos bien fermentados, % mín.	70	65	55
Granos insuficientemente fermentados y violetas, % máx.	30	35	45
Masa (peso), en g de 100 granos	> 120	95 - 120	< 95
Contenido de humedad en % fracción en masa, máx.	7,0	7,5	7,5

Fuente: NTC 1252 (2021).

Tabla 2.

Tolerancias para grano de cacao

Tolerancias para el cacao en grano			
Contenido de impurezas o materias extrañas en % fracción en masa, máx.	0	0,3	0,5
Grano con moho interno, número de granos/100 granos máx.	1	3	5
Grano dañado por insectos o germinados, número de granos/100 granos, máx.	1	2	3
Contenido de grano partido, número de granos/100 granos, máx.	1	2	5
Contenido de almendra en % fracción en masa, mín.	N/A	N/A	40 - 60
Granos sin fermentar (pizarrosos), %, máx.	1	3	5
N/A: no es aplicable.			
Nota: el término almendra se refiere al cotiledón o fragmento de cotiledón del grano de cacao.			

Fuente: NTC 1252 (2021).

Tabla 3.*Especificaciones sensoriales*

Características sensoriales externas evaluadas en el momento de la recepción mediante inspección in situ			
Características sensoriales	Grano sin fermentar	Grano insuficientemente fermentado	Grano fermentado
Apariencia	Grano entero, libre de restos de mucílago, sin presencia de moho, insectos o fragmentos de insectos o de elementos extraños.	Grano limpio, sin presencia de moho, perforaciones, insectos o fragmentos de insectos o de elementos extraños.	Grano limpio, hinchado, sin presencia de moho, perforaciones, insectos o fragmentos de insectos o de elementos extraños.
Textura y consistencia	Grano liso, con cascarilla difícil de desprender, resistencia al corte.	Grano poco rugoso, cascarilla difícil de desprender.	Grano rugoso y quebradizo, cascarilla fácil de desprender.
Características sensoriales internas evaluadas en la prueba de corte, en el momento de la recepción, mediante inspección in situ			
Características	Grano sin fermentar	Grano insuficientemente fermentado	Grano fermentado
Apariencia	Lisa y uniforme, sin presencia de moho, insectos o fragmentos de insectos.	Parcialmente estriada y porosa, sin presencia de moho, insectos o fragmentos de insectos.	Estriada porosa, sin presencia de moho, insectos o fragmentos de insectos.
Color	En la gama de crema a violeta, morado oscuro.	Presenta en forma parcial gamas de crema a violeta y de crema a café, pardo oscuro.	En la gama de crema a café, pardo oscuro
Textura y conformación	Interior liso y resistente al corte.	Resistencia moderada al corte, parcialmente rugosa y poco frágil.	Granulada, rugosa, frágil presión y al corte.
Sabor	Amargo, ligeramente ácido y astringencia, libre de atributos y sabores atípicos.	Con sabor a cacao predominando sabores ácidos, amargo y astringencia. Libre de atributos y sabores atípicos.	Característico del cacao, con un adecuado balance de los atributos básicos, ácido, amargo y astringencia. Ausencia de atributos y sabores atípicos según el nivel de fermentación.

Olor	Característicos del cacao no fermentado, libre de olores extraños (por ej.: tierra, humo, diésel, entre otros).	Pungente, característico de la fermentación acética, libre de olores extraños (por ej.: tierra, humo, diésel, entre otros).	Pungente, característico de la fermentación acética, libre de olores extraños (por ej.: tierra, humo, diésel, entre otros).
<p>Nota 1: los elementos extraños son materia extraña que carece de valor para el fabricante. Se pueden componer de material no relacionado con el cacao, por ejemplo, ramitas, piedras, otros granos (por ejemplo, frijol, café), polvo, vidrio, hierro, etc., que generan una contaminación física procedente de un mal manejo del producto.</p> <p>Nota 2: véase el literal B.4 para ejemplos de algunas características sensoriales del cacao en grano seco.</p>			

Fuente: NTC 1252 (2021).

Las tablas 4, 5 y 6 presentan la clasificación de granos de cacao seco para granos fermentados y no fermentados y parámetros físicos según la norma ISO 2451 de 2017.

Tabla 4.

Clasificación interna del país productor para granos fermentados

Grado	Porcentaje de granos		
	Mohosos	Pizarrosos	Dañados por insectos o germinados
1	3	3	3
2	4	8	6

Nota 1: los porcentajes son los máximos.
 Nota 2: los porcentajes dados en la última columna se aplican al total combinado de todos los defectos especificados en el encabezado de la columna.

Fuente: ISO 2451 (2017) y NTC 1252 (2021).

Tabla 5.

Clasificación interna del país productor para granos “no fermentados”

Grado	Porcentaje de granos		
	Mohosos	Pizarrosos	Dañados por insectos o germinados
1	3	≥20	3
2	4	≥20	6

Nota 1: los porcentajes son los máximos.
 Nota 2: los porcentajes dados en la última columna se aplican al total combinado de todos los defectos especificados en el encabezado de la columna.

Fuente: ISO 2451 (2017) y NTC 1252 (2021).

Tabla 6.*Clasificación comercial internacional para granos fermentados*

Grado	Contenido de granos en %	
	Pizarrosos	Mohosos o dañados por insectos
Bien fermentado	5	5
Fermentado regular	10	10

Nota 1: los porcentajes son los máximos.
 Nota 2: los porcentajes dados en la última columna se aplican al total combinado de todos los defectos especificados en el encabezado de la columna.

Fuente: ISO 2451 (2017) y NTC 1252 (2021).

Esta norma permite establecer que cuando un grano tiene defectos severos, este debe ser clasificado en una sola categoría, por ejemplo, la menos favorable. El orden decreciente de la gravedad es el siguiente:

- Granos mohosos
- Granos pizarrosos
- Granos dañados por insectos
- Granos germinados (no es aplicable a la tabla 3).

En cuanto al tamaño de grano colombiano, Fedecacao (2016), en su *Guía Técnica*, tiene la clasificación para índice de grano alto >1,7 g, medio 1,4-<1,7 g y bajo < 1,4 g (Fedecacao, 2016).

4.1 PORCENTAJE DE HUMEDAD

Según la NTC 1252 y la ISO 2451, se espera que un lote de cacao colombiano para exportación tenga un contenido de humedad entre 7 y 7,5%. Este parámetro es de vital importancia para garantizar la conservación del grano de cacao seco y no permitir la proliferación de microorganismos, en especial de moho (Fedecacao, 2013).

Para cumplir con lo anterior, la pérdida de humedad del grano hasta un 7% debe ser gradual y homogénea, es decir, rotando la masa total cosechada, para lograr que todos los granos de cacao se sometan a las mismas condiciones ambientales del sitio destinado para secado al sol o en construcciones que permiten la convección del calor (Moreno, 2019). La figura 22 muestra los granos de cacao durante el proceso de secado, una de las fases decisivas que define los aspectos físicos del cacao especial.

Figura 22.*Cacao en proceso de secado*

Fuente: elaboración propia.

El porcentaje de humedad se obtiene al determinar ese valor en una variable física, que establece la cantidad de agua disuelta en un gas o, para el caso del cacao, el agua que absorbe un sólido. Un buen proceso de secado propicia que, durante el almacenamiento del grano, este permanezca con los sabores y olores propios del cacao. Así también se asegura la inocuidad del producto final, porque con altos porcentajes de humedad el grano puede ser colonizado por hongos, bacterias e insectos. El grano de cacao cuenta con una humedad cercana al 60% una vez terminada la fermentación y es prioritario llevarlo a un 7% durante el secado con el fin de preservarlo en tiempos de almacenamiento.

Con el propósito de garantizar la calidad del grano en relación con los sabores y aroma de preferencia, los protocolos de sacado deben establecer tiempos de exposición al sol o fuentes de calor por convención en sistemas automatizados. Asimismo, se debe vigilar la homogeneidad del secado de todo el volumen de cacao fermentado, con volteos establecidos para tal fin (Ndukwu et al., 2011).

El porcentaje del contenido de humedad se determina en una muestra de cacao seleccionada, que sea representativa del lote y que sea tomada de forma aleatoria. En el procedimiento de campo se usa un medidor de humedad, que puede ser específico para cacao o con un equipo utilizado para medir humedad en granos que tenga en sus funciones la opción para grano de cacao. Es importante configurar el equipo y manipular la muestra con guantes. Esto último con el fin de evitar errores, pues si las manos están húmedas se puede transmitir esta humedad a los granos.

El medidor de humedad consta de una cámara pequeña en donde se depositan los granos de cacao hasta ocupar todo el espacio. Los equipos tipos botella se configuran para la toma de tres pruebas y así calcular un promedio del porcentaje de humedad. Para garantizar una lectura adecuada, se tapa la cámara cuando esté completamente ocupada hasta el borde, luego se enrosca la tapa que tiene botón hundido en el centro y a medida que se enrosca debe estar al nivel de toda la tapa para garantizar su correcto uso. El botón que se menciona se puede observar en la figura 23.

Figura 23.

Detector de humedad para el grano de cacao



Fuente: elaboración propia.

Se recomienda que estos equipos sean verificados con respecto al método de laboratorio para pruebas de humedad. Para ello se utiliza una mufla a 105 °C de temperatura, se coloca una cantidad de 5 g de granos de cacao molido que, una vez sometida a esa temperatura por espacio de cuatro horas, luego se pesa en una balanza analítica hasta lograr un peso constante para determinar el porcentaje de humedad.

Este índice de humedad es de gran importancia para los procesadores porque si se está por encima del 7,5%, ello se traduce en pérdida al momento de la transformación. Cuanto más alto es el porcentaje de humedad, el procesador pierde más producto. Por esto es vital mantener el proceso de secado y almacenamiento controlado para evitar que se incremente la humedad en el grano y adicionalmente, se vuelve a insistir, impedir el crecimiento de moho al exterior e interior del grano.

4.2 ÍNDICE DE GRANO

En el sector cacaotero se buscan diversas características en los cultivos que den ventaja competitiva a los productores, a través del manejo de modelos de siembra que mejoren los siete factores de calidad: productividad, alto grado de intercompatibilidad, autocompatibilidad (autofactorarse entre polen y óvulos de árboles contiguos o propias de cada árbol), resistencia a enfermedades, tamaño del árbol, sabor especial y tamaño del grano (Fedecacao, 2016).

Con el factor del tamaño de grano se busca aumentar los rendimientos en el procesamiento para su mayor aprovechamiento. En cuanto a producción de chocolate y manteca de cacao, la NTC 1252 establece el parámetro del índice de grano para el cacao, que permite determinar el peso promedio de los granos en gramos. Se procede con 300 granos de cacao con la cáscara y sin tostar, se pesan los granos uno a uno con una balanza analítica, evitando las corrientes de aire, y luego se realiza la suma de valores cuyo total se divide. Para esta actividad es importante contar con el espacio de un laboratorio u otro sitio donde no exista tráfico de personas u otro tipo de interacciones con el fin de impedir distracciones (ver figura 24).

Figura 24.

Condiciones de laboratorio para realizar el índice de grano



Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con Fedecacao (2016), el índice de grano colombiano será: alto >1,7 g, medio 1,4-<1.7 g y bajo <1,4 g.

En la ISO 2451 de 2017 se toma como indicador el conteo de granos por 100 gramos, que es una medida indirecta del tamaño del grano, pero que está diseñada para granos de cacao obtenidos especialmente de proveedores africanos, cuya característica de grano es correspondiente a grano pequeño.

El índice de grano estudiado como factor de productividad es referente de mayores rendimientos en planta. Este índice es muy importante en los procesos de extracción de manteca de cacao, grano tostado y molido, esperados por los compradores. Por ello, es de vital relevancia la búsqueda, por parte de la comunidad científica, de genotipos de cacao que den un buen tamaño de grano.

4.3 PORCENTAJE DE CASCARILLA

Este indicador es de gran importancia para los procesadores porque se reflejará en el rendimiento del cacao seleccionado durante el proceso de transformación. Generalmente se buscan variedades que tengan buen índice de grano y bajo porcentaje de cascarilla.

La cáscara de los granos de cacao es un subproducto en la transformación a licores de cacao y chocolate. Se retira del grano de cacao durante el proceso térmico de tostado o torrefacción. La cáscara encierra el cotiledón y sobre la superficie exterior se adhiere al mucilago. Dependiendo de los materiales genéticos, la cáscara puede estar presente en porcentajes desde 12 % a un 14 % del peso total del grano.

La cascarilla cuenta con una cantidad importante de sustancias que se consideran benéficas para la salud humana, se han reportado polifenoles en concentraciones (1-2%), alcaloides como la teobromina (1-2%), vitamina D, minerales (calcio y fósforo), aminoácidos y fibras dietéticas solubles e insolubles (25-30%) (Hernández-Hernández, 2019).

El porcentaje de cascarilla se puede establecer a partir de 50 granos al azar por triplicado. De cada grano es retirada y pesada la cascarilla. Igual aplica para los granos desnudos que se convierten en nibs de cacao o pequeños fragmentos que se forman por los surcos y se dan durante la fermentación, como se aprecia en la figura 25. Este proceso se realiza por triplicado para generar un promedio del porcentaje de cáscara (Vera et al., 2015).

Figura 25.

Cascarilla en el vaso de la izquierda y nibs de cacao en el de la derecha



Fuente: elaboración propia.

4.4 ÍNDICE DE FERMENTACIÓN

El índice de fermentación es el indicador que muestra la eficiencia en el proceso de fermentación. Este análisis permite establecer el destino del grano de cacao y proyectar la calidad final del licor de cacao que se obtenga del grano de cacao. Adicionalmente, en este análisis también se comprueba la sanidad del grano de cacao. Se trata de una prueba de tipo sensorial que debe ser realizada por personal entrenado y con experiencia, porque en los resultados pueden influir factores como el sitio de prueba (adecuadamente iluminado), el equipo para hacer el corte de los granos y la cantidad de granos a utilizar.

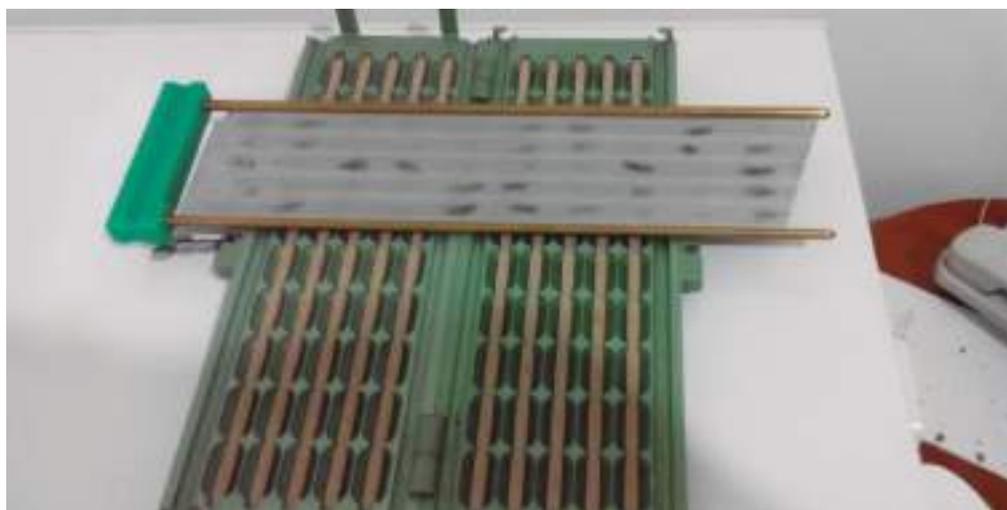
Es importante tener en cuenta que en este análisis se determina el porcentaje de fermentación y la presencia de granos defectuosos que influyen en la calidad final del

cacao, de acuerdo con las normas técnicas colombianas y los protocolos de análisis de la calidad del cacao dispuestos en el ámbito mundial (Leite, 2013).

Cuando se realiza esta prueba es importante comprobar que el grano no tenga más de 30 días de haber sido secado, pues se puede afectar el concepto final por oxidación del grano de cacao. La metodología consiste en tomar 300 almendras de cacao, que se ubican sobre la guillotina en muestras de 50 por corte (figura 26), y luego de un corte longitudinal de los granos de cacao se procede a determinar la cantidad de granos que están bien fermentados, parcialmente fermentados y no fermentados.

Figura 26.

Guillotina para corte del grano de cacao



Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, el corte con la guillotina permite identificar la calidad sanitaria de los granos de cacao que presentan daños por insectos u hongos, como muestra la figura 27:

Figura 27.

Corte longitudinal del grano del cacao realizado con guillotina



Fuente: elaboración propia.

Una vez cortado el grano se analiza visualmente. Aquí se deben garantizar condiciones de ambiente y luz adecuadas, para verificar:

- Granos de color marrón muy hinchados y cuyos cotiledones están hinchados y arriñonados.
- Granos parcialmente marrones y violetas caracterizados por un hinchamiento parcial y cotiledones medio compactos, evidencia de fermentación parcial.
- Granos totalmente violetas. Esta coloración es causada por falta de fermentación.
- Granos pizarrosos, de color gris y cotiledones muy compactos que afectan la calidad del licor de cacao.
- Granos infectados en los que se observa presencia de insectos. La infección de grano de cacao se puede prevenir con buenas prácticas durante el secado del grano.
- Granos que por estar germinados favorecen el ingreso de hongos y plagas.

- Granos aplanados (pasilla) debido a que se cosecharon mazorcas inmaduras y se mezclaron sus granos con los maduros (f ; et al Quintana, 2018)FTA2 and FSA12.
- Granos mohosos en la parte interna del cotiledón. Esto ocurre durante el secado o almacenamiento del grano cuando su humedad supera el 7%. Algunos géneros comunes de moho como *Aspergillus* y *Penicillium* producen micotoxinas que son sustancias que degradan el sustrato y su consumo está asociado al cáncer hepático. Después de la colonización de los distintos géneros de mohos sobre la superficie del grano de cacao, es mejor descartar ese lote o cosecha como producto alimenticio para consumo humano (como se muestra en la figura 28).

Figura 28.

Infección del grano de cacao con moho externo



Fuente: elaboración propia.

Los hongos también pueden colonizar el interior de los granos del cacao y producir daño total en ellos, porque además de ser sustancias tóxicas, generan olores y sabores desagradables. En la figura 29 se aprecian mohos en esporulación a la derecha y algodonosos a la izquierda.

Figura 29.

Colonización de mohos al interior de los granos de cacao



Fuente: elaboración propia.

Las especies de hongos toxigénicos anteriormente descritos en los granos de cacao, pertenecen a las especies o grupos de especies: *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus*, *Aspergillus nomius*, grupo *Aspergillus niger*, *Aspergillus carbonarius*, *Aspergillus ochraceus* y *Penicillium paneum*. Como ya se enfatizó, el mayor porcentaje de hongos toxigénicos se adquieren en las etapas de secado y almacenamiento (Copetti, 2011).

Todos los hongos pertenecen al reino fungi. Es un grupo muy variado en formas y tamaños que se caracteriza por descomponer la materia orgánica en compuestos simples utilizados por los seres vivos. De acuerdo con la especialización en los distintos sustratos, algunos hongos cuentan con un grupo de potentes enzimas capaces de degradar compuestos orgánicos e inorgánicos, y en sucesos de consumo humano suelen causar enfermedades crónicas, alucinaciones e incluso la muerte. Los hongos se consideran oportunistas y para el caso del cacao pueden estar presentes en las distintas etapas de la cosecha, fermentación y almacenamiento. Así se muestra en la tabla 9.

Tabla 7.

Especies de hongos presentes en distintas etapas de transformación del cacao

Hongos presentes en distintas etapas de la transformación del cacao	Porcentaje de infección durante la fermentación	Porcentaje de infección durante el secado al sol	Porcentaje de infección durante el almacenamiento
<i>Absidia corymbifera</i>	4,94	26,19	31,83
<i>Aspergillus candidus</i>	0,06	2,19	1,43
<i>A. carbonarius</i>	0,06	1,48	2,40
<i>A. clavatus</i>	ND	0,04	ND
<i>A. flavus</i>	0,16	11,30	7,74

<i>A. fumigatus</i>	0,65	1,69	0,09
<i>A. niger group</i>	0,24	2,65	4,15
<i>A. ochraceus group</i>	ND	0,28	0,09
<i>A. parasiticus</i>	0,10	5,65	2,22
<i>A. penicillioides</i>	ND	ND	2,20
<i>Aspergillus sp. nov.</i>	0,24	18,25	14,20
<i>A. sydowii</i>	0,06	0,35	2,58
<i>A. ustus</i>	ND	ND	0,05
<i>A. versicolor</i>	0,06	ND	1,71
<i>Ascomycetes</i>	0,12	0,04	ND
<i>Cladosporium sp.</i>	ND	ND	0,05
<i>Dematiaceous hyphomycetes</i>	0,06	3,09	0,28
<i>Emericella nidulans</i>	ND	ND	0,18
<i>Eurotium amstelodami</i>	0,84	0,51	12,32
<i>E. chevalieri</i>	ND	1,13	2,97
<i>E. rubrum</i>	ND	0,92	7,37
<i>Eupenicillium sp.</i>	ND	ND	0,51
<i>Fusarium solani</i>	ND	0,04	ND
<i>Geotrichum candidum</i>	9,14	5,10	0,78
<i>Monascus ruber</i>	3,69	0,56	1,66
<i>Mucor sp.</i>	0,53	0,11	0,23
<i>Neosartorya fischeri</i>	ND	0,11	0,09
<i>Paecilomyces variotii</i>	0,24	0,41	0,69
<i>Penicillium citrinum</i>	ND	2,96	1,75
<i>P. fellutanum</i>	ND	ND	0,51
<i>P. paneum</i>	2,69	17,31	3,37
<i>Rhizopus sp.</i>	0,16	1,06	0,74
<i>Syncephalastrum sp.</i>	0,06	ND	2,82
<i>Wallemia sebi</i>	ND	ND	0,32
<i>Levaduras</i>	28,12	20,33	3,42

Fuente: elaboración propia a partir de Copetti et al. (2011).

El principal uso del cacao es alimenticio. En consecuencia, las buenas prácticas agrícolas y de transformación del producto obligan a obtener granos sanos, libres de colonización de microorganismos y del ataque de insectos. Ejemplos de granos sanos se aprecian en la siguiente figura:

Figura 30.

Grano de cacao libres de microorganismos y de buen aspecto



Fuente: elaboración propia.

Como la fermentación permite que procesos bioquímicos iniciados en el exterior del grano de cacao transformen también su interior con nuevas moléculas volátiles que van a darle el color, el aroma y el gusto, se requiere constatar que los granos de cacao estén bien fermentados; es decir, que mantengan sus características en todos los materiales genéticos con algunas diferencias.

Se debe verificar la adecuada fermentación y el secado al interior del grano de cacao, con una fractura del total de la semilla, como se muestra en la figura 31 de un cacao recién fermentado.

Figura 31.

Granos de cacao recién fermentado en proceso de transformación



Fuente: elaboración propia.

El secado también se evidencia en el color y la textura del grano, porque en ese proceso se acentúa más el color marrón oscuro y el agrietamiento de los surcos del grano, que durante el tostado o la torrefacción que forman los nibs de cacao. En la figura 32 se aprecia la forma arriñonada de un grano cacao bien fermentado y secado, cuyo proceso bioquímico de proteólisis y transformación de proteínas en precursores de sabor y aroma se dio exitosamente al interior del grano.

Figura 32.

Forma arriñonada de grano de cacao sin la cascarilla tomada después de fermentación y secado



Fuente: elaboración propia.

Además, es necesario observar el color de los granos y su forma arriñonada o en surcos, porque los granos de colores pálidos o de blanco a gris y granos lisos, indican defectos de fermentación y presentarán astringencia. Así se aprecia en la siguiente figura:

Figura 33.

Corte longitudinal del grano de cacao sin fermentación



Fuente: elaboración propia.

Por el contrario, los granos de color marrón o con tendencia a púrpura, dependiendo de los materiales genéticos, indican que se dio una buena fermentación y que se transformó completamente el cotiledón en las sustancias precursoras de sabor y aroma demandadas por los consumidores.

Figura 34.

Granos de cacao de color característico



Fuente: elaboración propia.

Durante el proceso de torrefacción que da origen a los nibs de cacao se debe constatar la formación de surcos, característica de granos bien fermentados, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 35.

Nibs de cacao formados después del tostado o torrefacción



Fuente: elaboración propia.

De manera opuesta, los granos de cacao pizarrosos o sin fermentar presentan un aspecto similar a una superficie brillante y lisa de pizarras o tableros escolares antiguos. Esta formación se presenta durante la cosecha, cuando se mezcla la masa recolectada con varias horas de diferencia y no se prepara enseguida para el proceso de fermentación, lo que causa que el grano de cacao se deshidrate. Este fenómeno se puede apreciar en la siguiente figura:

Figura 36.

Granos pizarrosos de aspecto oscuro brillante



Fuente: elaboración propia.

A través de una inspección visual, la prueba de corte permite determinar el aspecto del grano de cacao. En la tabla 10 se presentan estas características.

Tabla 8.

Evaluación de granos de cacao. Índice de corte

Color	Causa
Pizarrosas	No fermentada
Violeta, textura compacta	Baja fermentación
Violeta, textura abierta	Fermentación buena a ligeramente baja
Violeta parduzca a marrón	Buena fermentación
Marrón	Sobrefermentada

Fuente: Stevenson et al. (1993).

De acuerdo con lo anterior, la prueba de corte permite la evaluación de todo el proceso poscosecha y comprobar si se ha tenido una buena fermentación, un buen secado y almacenamiento. Aquí es importante resaltar que es una prueba sensorial que requiere de operarios entrenados en campo para su realización de forma adecuada. En la actualidad existen diversas metodologías para la evaluación del índice de fermentación por medios analíticos de medición del color por espectrofotometría y espectrocolorímetros.

Concluyendo este capítulo, se desea que lo presentado sirva de guía para entender el significado de los indicadores de calidad física, motive su aplicación por parte de los actores de la cadena productiva del cacao y se comprendan las principales acciones a tener en cuenta en la evaluación física del cacao, la eficiencia del proceso de fermentación de los granos de cacao, cuya transformación de los compuestos bioquímicos al interior del grano cambia la textura, el color y la forma del cotiledón, características del porcentaje de fermentación, determinante, a su vez, en la calidad del cacao y en su comercialización en mercados nacionales e internacionales. Asimismo, se espera la apropiación del conocimiento de aspectos como la humedad relacionada con el secado adecuado, que representa la diferencia entre un cacao con porcentaje de humedad de 7%, que se puede almacenar en granel por más de 3 meses, garantizando la inocuidad del producto como alimento y uno con mayores porcentajes, que favorecen el crecimiento de hongos y bacterias que alteran sus condiciones físicas, químicas y sensoriales y, por ende, su calidad.



CAPÍTULO

**EVALUACIÓN
DE LA CALIDAD
SENSORIAL
DEL CACAO**



Este capítulo trata la importancia de la selección, el entrenamiento y el cumplimiento de normas establecidas para la ejecución del análisis sensorial, que son la clave para garantizar la calidad final del producto y lograr que sus características sean reproducibles para que el consumidor final obtenga un producto estándar, especialmente en el tema del cacao fino de sabor y aroma y de categoría de cacaos especiales. Así, el análisis sensorial se convierte en los ojos de los productores y procesadores de cacao colombiano y en una útil herramienta para la toma de decisiones en el momento de establecer cultivos, en los procesos de poscosecha y durante la elaboración de productos

del cacao. Asimismo, se recuerda que, como ciencia de los alimentos, la evaluación sensorial es de vital relevancia para el desarrollo de la industria de los alimentos y en el caso del cacao debe asumirse con rigor científico, teniendo en cuenta los siguientes aspectos para su adecuada ejecución.

5.1 LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE ALIMENTOS

Después de la percepción sensorial, el evaluador y el consumidor dan su concepto consciente de aquello que perciben en una materia prima, producto en fase de proceso o producto terminado, para luego conceptuar sobre la calidad de los atributos de acuerdo con su intensidad y calidad. Si la sensación percibida es buena, el producto será aceptado, o si por el contrario, la sensación es mala, será rechazado (Chambers, 2019). En general, a partir de su percepción individual las personas emiten juicios sobre los alimentos que comen o beben con diversas escalas de valoración para calificarlos por tipologías. De aquí que la presentación de un alimento al consumidor está basada en las decisiones que se toman, a través de diferentes métodos sensoriales que evalúan los atributos deseables y detectan características indeseables.

Para lograr que estos conceptos que emite un evaluador, sea consumidor o entrenado, de acuerdo con la percepción que ha establecido del producto, sean consistentes en el tiempo, se ha establecido una serie de metodologías que permiten confirmar la aceptación o no de una manera adecuada, consistente y científica (Kemp, 2008).

Dentro de sus procesos de elaboración, las industrias alimenticias del mundo consideran importante la evaluación sensorial, o ciencia para la toma de decisiones de un producto alimentario antes de presentarse a un consumidor final. Los atributos en la calidad de esos alimentos están dados por el aroma, el sabor, el gusto, las propiedades táctiles y la apariencia.

Entre las explicaciones más utilizadas para definir la evaluación sensorial está la del Instituto de Tecnólogos de Alimentos de los Estados Unidos (IFT), que es una comunidad de profesionales y estudiantes que cumple un rol esencial en la ciencia de los alimentos y la innovación, en la búsqueda de garantizar un sistema alimentario global, seguro, nutritivo y sostenible. Desde 1939, el IFT ha sido un espacio para el desarrollo de la ciencia y el conocimiento de los profesionales y tecnólogos de alimentos, que desean aprender, contribuir, inspirarse y transformar el conocimiento científico colectivo en soluciones innovadoras para el beneficio de las personas alrededor del mundo. El IFT define la evaluación sensorial como: “La disciplina científica utilizada para evocar,

medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de los alimentos y a otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído” (Carretero, 2014).

La Asociación Francesa de Normalización (AFNOR) es otro referente en la ciencia de los alimentos y en la normalización de procesos. Establecida en 1926, es una asociación regida por la ley francesa de 1901, que consta de casi 2500 compañías miembros. Su objetivo es liderar y coordinar el proceso de estandarización y promover la aplicación de esos estándares en alimentos. AFNOR define la evaluación sensorial como: “El examen de las propiedades organolépticas de un producto por los órganos de los sentidos” (Cordero, 2013).

Con las nuevas tendencias en la producción masiva de alimentos y el surgimiento de la ciencia de la evaluación sensorial de los alimentos, se han desarrollado diversas técnicas sensoriales que buscan asegurar la calidad organoléptica y nutricional de un producto alimenticio, antes de ofrecerlo al consumidor final (Chambers, 2019b).

Las pruebas sensoriales se han desarrollado desde distintas disciplinas científicas, tomando en cuenta aspectos psicológicos, fisiológicos, culturales, químicos, biológicos y estadísticos para establecer protocolos que permitan evaluar y cuantificar, a través de escalas, la intensidad del sabor, el color y la textura. Para esto se ha determinado una clasificación de las pruebas sensoriales en tres grandes grupos: pruebas discriminativas, pruebas descriptivas y pruebas afectivas, como se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 9.

Clasificación de los métodos de prueba en la evaluación sensorial

Clasificación	Objetivo de la prueba	Pregunta de interés	Características de los panelistas
Discriminatoria	Determinar si dos productos son percibidos de manera diferente por el consumidor.	Analítica. ¿Existen diferencias entre los productos?	Seleccionados por la agudeza sensorial, conocimiento de normas técnicas y con algún entrenamiento.
Descriptiva	Determinar la naturaleza de las diferencias sensoriales.	Analítica. ¿En qué tipos de características específicas difieren los productos?	Seleccionados por la agudeza sensorial y apoyado en normas técnicas y métodos de alto entrenamiento.

Clasificación	Objetivo de la prueba	Pregunta de interés	Características de los panelistas
Afectiva	Determinar la aceptabilidad de un producto alimenticio.	Hedónica. ¿Qué productos gustan más y cuáles son los preferidos?	Seleccionados para evaluar un producto que no tienen entrenamiento.

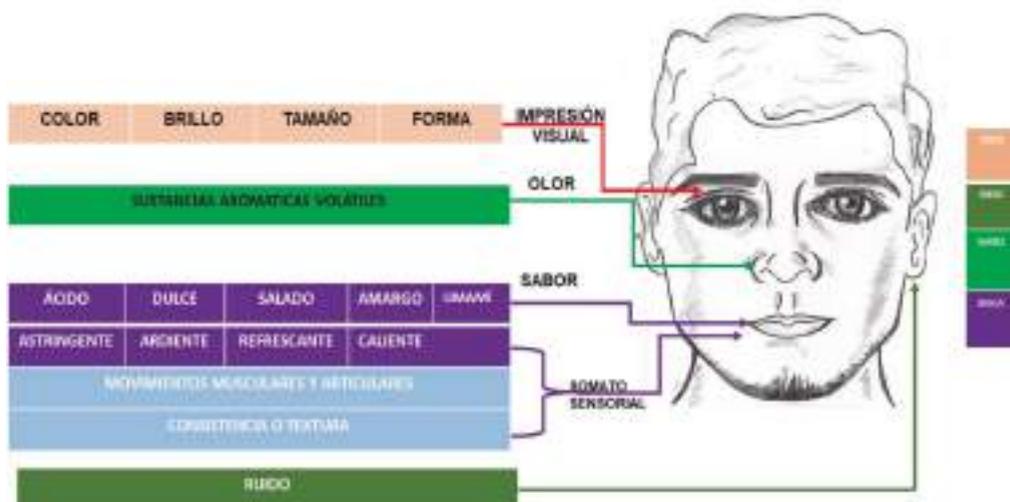
Fuente: Chambers (2019).

5.2 PERCEPCIÓN SENSORIAL

El mecanismo con el cual el consumidor manifiesta las características de un alimento es el denominado proceso de percepción sensorial y sus etapas son: primero se percibe el color, apariencia o aspecto con el sentido de la visión, posteriormente el olor con el sentido del olfato, después sigue la textura con el sentido del tacto, luego el sabor con el sentido del gusto y, por último, el sonido al ser masticado e ingerido con el sentido del tacto (Espinosa, 2007).

Figura 37.

Diagrama de percepción sensorial de las sustancias alimenticias



Fuente Espinosa, J. Evaluación sensorial de los alimentos. 2007. Adaptación Alberto García Jerez. Dibujo de Silvia Marcela García Gómez.

Fuente: Espinosa (2007).

En una etapa de sensación los estímulos pueden ser químicos o físicos y se reciben por medio de los órganos de los sentidos. Luego, las sensaciones son transmitidas por el sistema nervioso y por último el cerebro realiza una interpretación para generar la percepción sobre el producto. Al correlacionar esto con experiencias previas se da respuesta de aceptación o rechazo, de acuerdo con la intensidad, duración y calidad del estímulo (Drake, 2007).

La percepción es un sistema complejo por sí mismo, que incluye una fisiología de señales sensoriales percibidas del entorno a través de múltiples receptores sensoriales especializados, que los traducen en estímulos electroquímicos para determinar cambios en la membrana de las células receptoras especializadas e inducir un “potencial de acción” o despolarización de la membrana celular. Esta acción se entiende como intercambio de sustancias químicas (iones) del exterior al interior, para que se dé el impulso electroquímico. Esta actividad se da en los receptores de los seres vivos, y para el caso específico de los humanos, los potenciales de acción viajan a través de neuronas aferentes o sistema nervioso periférico y es centralizado en el sistema nervioso central (médula espinal, cerebelo, diencefalo y cerebro). En el sistema nervioso central se analiza la información y de allí viaja a distintos centros para dar una respuesta o simplemente analizarla. En la tabla 12 se relacionan los tipos de estímulos y los receptores que los perciben.

Tabla 10.

Clasificación de estímulos y tipos de receptores

Estímulos	Tipos de receptores
Mecánicos	Mecanorreceptores: responden a la deformación física de la membrana celular a partir de la energía mecánica o la presión, incluido el tacto, el estiramiento, el movimiento o el sonido.
Acústicos	Sonoras propagaciones de ondas a través de aires o de sólidos como los dientes y huesos.
Térmicos	Termorreceptores: responden al calor o al frío (en la piel).
Luminosos	Fotorreceptores: responden a la energía radiante (ojos, luz visible en la mayoría de los vertebrados; luz visible y UV en muchos insectos).
Químicos	Quimiorreceptores: (lengua y olfato) responden a moléculas específicas, a menudo disueltas en un medio determinado (como saliva o moco) o moléculas en el aire.
Eléctricos	La nocicepción es un proceso neuronal mediante el cual se codifican y procesan los estímulos potencialmente dañinos contra los tejidos.

Fuente: Lee y Owyang (2017).

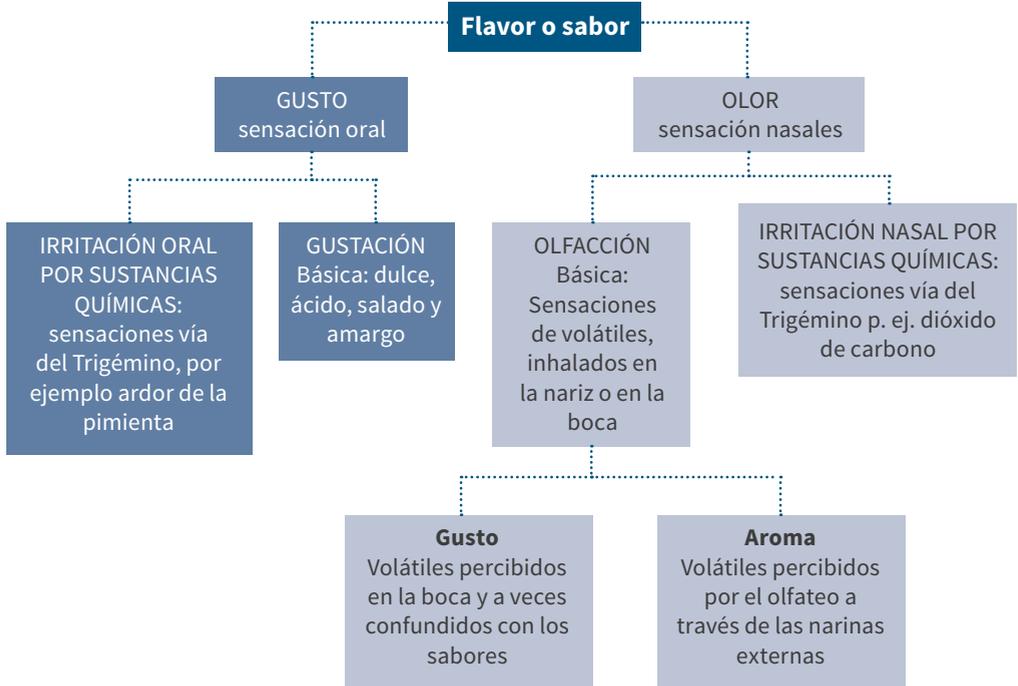
En detalle, la percepción inicia con un primer estímulo sensorial en humanos u olfacción, que influye la elección de un alimento antes de consumirlo. Por lo general, las moléculas volátiles activan los receptores del olfato y luego, este junto con la vista determinan el aspecto visual de un alimento y si es de la preferencia del consumidor (Leite et al., 2013). Por su parte, el sentido del gusto complementa el del olfato para ampliar la información del alimento y producir el sabor, que es la interacción de estos dos sentidos. Cuando el alimento está en la boca, la masticación activa estímulos sensoriales a través del sonido que produce el alimento por la acción mecánica de ser masticado. Este sonido es percibido por el oído a través de las trompas de Eustaquio, desde el oído externo cuando se abre la boca y pasa por la conducción ósea a mayor velocidad del sonido, hasta el oído medio. Otro sentido que evalúa el alimento cuando es percibido por las manos y posteriormente la boca, es el tacto. Este implica un gran grupo de receptores que incluyen los de la cinestesia, que es movimiento y posición (músculos y articulaciones), los de precisión en los alveolos dentales, los de la temperatura, los del dolor, entre otros.

Puntualizando en el *flavor* o sabor, este denota las propiedades organolépticas perceptibles de los alimentos por el órgano olfativo en primera instancia, pero que, al combinarse con el gusto, una persona puede apreciar las moléculas volátiles y diluidas en líquidos salivales que sensorialmente dan una biblioteca de sabores. El término sabor denota también un conjunto complejo de propiedades olfativas y gustativas que es percibido al probar y que puede verse influenciado por los efectos táctiles, térmicos, dolorosos e incluso cinestésicos. La British Standards Institution define el *flavor* como la combinación de sabor y olor que puede estar influenciado por sensaciones dolorosas, frías y táctiles (NTC 3501, 2004).

La percepción del flavor se presenta en tres etapas:

- Evaluación del olor: aspirando el aroma del producto alimenticio antes de que penetre en la boca.
- Evaluación del flavor en la boca: cuando el producto alimenticio está en la boca.
- Evaluación del regusto: sensaciones percibidas una vez deglutida la muestra del producto alimenticio.

Figura 38.
El sabor o flavor



Fuente: elaboración propia a partir de Lawless (1990).

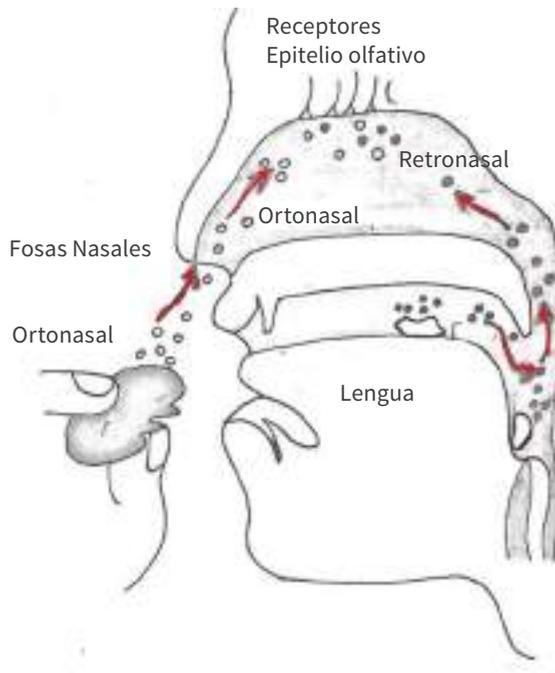
La percepción de los sabores varía de una persona a otra, incluso en aquellas que reciben entrenamiento como jueces expertos. Estas características fisiológicas pueden estar determinadas por la intensidad de la percepción de los aromas o anomalías patológicas como la anosmia, que es la alteración del bulbo olfativo o en los centros en el cerebro, que interpretan la información de las moléculas odorantes. Cuando se presenta anosmia, la percepción del sabor de los alimentos disminuye o se pierde y el sentido del gusto percibido a través de los receptores de la lengua no es suficiente para interpretar la biblioteca de sabores que se interpretan en el cerebro (Rolls, 2020).

Como ya se había mencionado, el sentido del olfato es el principal sistema sensorial que permite tomar la primera decisión sobre los alimentos por la percepción de los aromas, que son moléculas volátiles de los alimentos y que determinan el consumirlos o no. El aroma y las moléculas de los alimentos cuyas características sensoriales representan su olor, están dados por sustancias como ésteres, que en combinación con otras moléculas producen los compuestos volátiles, como el aroma de frutas. Las moléculas precursoras de sabor, percibidas a través de los sentidos del olfato y del gusto son aldehídos y cetonas; que en el caso de cacaos especiales favorecen su calidad.

El sentido del olfato y del gusto están estrechamente vinculados a través de los receptores de la lengua permitiendo que se genere el sabor o *flavor*. Los olores detectados orthonasalmente ingresan a través de la nariz (fosas nasales) y viajan directamente al epitelio olfativo en la cavidad nasal. Los olores detectados retronasalmente se generan por la acción mecánica que se produce en la boca, permitiendo que las moléculas volátiles que contiene el alimento se liberen y pasen a través de la nasofaringe por la parte posterior de la cavidad oral para ingresar a la cavidad nasal y alcanzar el epitelio olfativo (como se puede apreciar en la figura 39).

Figura 39.

Percepción de sabor en la boca y cavidad nasal



Fuente: elaboración propia.

5.3 ESTABLECIMIENTO DE UN PANEL DE EVALUADORES PARA ANÁLISIS SENSORIAL

Desde la dimensión interdisciplinar de ciencias y disciplinas como la psicología, la fisiología, la antropología, la estadística, la biología o la química, la evaluación sensorial se basa en la percepción sensorial de humanos, principalmente de evaluadores

entrenados para realizar el análisis sensorial. De allí se parte para evaluar constantemente la realidad del entorno y estudiar las tendencias del consumidor con respecto a un producto. Por eso la importancia de la objetividad en la evaluación sensorial y su fundamentación en procedimientos específicos de esas disciplinas.

Como disciplina científica encargada del análisis de alimentos, la evaluación sensorial se remonta a la década de los cuarenta del siglo XX, cuando tomó auge la sistematización en la producción de los alimentos y el establecimiento de marcas de productos alimenticios de renombre mundial (NTC 3929, 2009).

El análisis sensorial es un proceso de medición en el cual se utilizan equipos e instalaciones, pero su componente principal son las personas que ejecutan las pruebas o evaluadores. Los evaluadores requieren entrenamiento constante y por lo general se especializan en un producto alimenticio. Este grupo puede tener origen externo, es decir, personas ajenas a la organización convocadas para ejercer ese rol, o de carácter interno, como parte del personal que pertenece a la organización empresarial y que, por cuestiones laborales y de logística, tiene mayor disponibilidad para la ejecución de las pruebas (Sharif et al., 2017).

En un análisis sensorial es de gran importancia la forma de tomar datos para un posterior análisis. De acuerdo con un diseño experimental, se deben tener en cuenta los protocolos asociados con esta actividad y deben ser de conocimiento de los integrantes del panel.

Como ya se dijo, por lo general los integrantes del panel de evaluación sensorial laboran en la misma entidad. Sin embargo, en ocasiones el cumplimiento de otras tareas que les son prioritarias obliga a los jueces a dejar en segundo plano las actividades del laboratorio de evaluación sensorial y del panel de evaluación sensorial. Por ello, las altas directivas de la organización deben establecer políticas de conformación y mantenimiento del panel, como parte de sus procesos de calidad, para la evaluación sensorial de los productos alimenticios manufacturados.

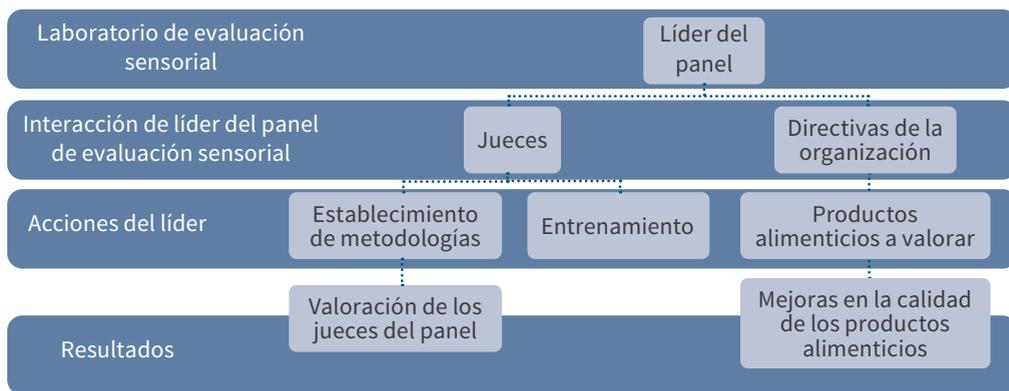
La coordinación del panel de evaluación sensorial requiere la existencia del “líder del panel”, una persona que planea las actividades en el laboratorio, la preparación de la muestra o muestras, la citación de los jueces a catar y la compilación y el análisis de la información (Icontec GTC 178-1, 2009).

En un laboratorio de evaluación sensorial que tenga un panel de jueces, es importante que exista un líder del panel de evaluación sensorial, cuya función es coordinar qué productos va a evaluar, las técnicas sensoriales a utilizar, los cronogramas para que los jueces evalúen las muestras, la logística relacionada con presentación de mues-

tras (tipo de recipientes, codificación de muestras, presentación de formatos, temperaturas ideales de la muestra, el control de la luz y el ambiente de confortable para evaluar las muestras, etc.), el análisis de los resultados y la presentación de informes. También es función del líder establecer reuniones periódicas con los jueces para llegar a conclusiones sobre los ejercicios de evaluación realizados y la comunicación con la gerencia y los comités de calidad (Chambers, 2019).

Figura 40.

Funciones y responsabilidades del líder de panel de evaluación sensorial



Fuente: elaboración propia.

Las relaciones entre los integrantes del grupo de jueces, el líder y los auxiliares de laboratorio deben ser armoniosas y basarse en estrictos protocolos de evaluación de las muestras, el establecimiento de reglas claras de comportamiento al momento de probar y rigurosidad en la digitalización de información (Stone et al., 2012).

Las Normas Técnicas Colombianas ofrecen pautas para el análisis sensorial en la GTC 178-1 de 2009, un guía general para el personal de un laboratorio de evaluación sensorial. En la parte 1 describe la responsabilidad del personal de un laboratorio de evaluación sensorial, y en la parte 2, el reclutamiento y formación de líderes del panel. Esta normatividad permite contar con las bases necesarias para garantizar que el proceso de selección del líder se realice de acuerdo con sus competencias.

La selección de candidatos que conformarán un panel de evaluación sensorial es un proceso continuo y requiere la aplicación de una encuesta de preselección, como un primer filtro a la cantidad de personas que desee participar en la convocatoria. Los principales aspectos para realizar esta actividad se describen en la tabla 13.

Tabla 11.

Aspectos relevantes en la encuesta de preselección aplicada al candidato a evaluador sensorial

Característica	Justificación
La edad	Las personas jóvenes poseen mayor umbral en la percepción, a bajas concentraciones, de moléculas odorantes, a moléculas gustativas, bajos umbrales al tacto, a la audición y la visión.
La visión, la audición, el gusto, el tacto y el olfato	Determinan el estado funcional de los órganos de los sentidos, implica la confiabilidad de la valoración sensorial. Son receptores complejos que recogen la información y la llevan al cerebro para su interpretación.
Padecer alergias	La alergia producida ante determinado alimento puede afectar la salud de una persona por una acción inmunitaria. Cuando la persona alérgica se expone a olores, se lleva el alimento a la boca o se traga puede presentar reacciones leves o shock anafiláctico, con disminución de la presión sanguínea e incluso la muerte.
Enfermedades respiratorias	Esta puede producir anosmia o incapacidad de percibir los olores y ageusia, que es la incapacidad de recibir sabores a través de los botones gustativos de la lengua. Aunque por lo general esta condición es temporal, afecta la percepción sensorial de los alimentos.
Hábitos que afectan la percepción sensorial	Fumar, tomar bebidas alcohólicas, consumo en excesivo de café o comidas picantes, aumentan el umbral de percepción de moléculas que producen los alimentos. En otras palabras, se requiere de altas concentraciones de un determinado aroma, sabor, textura, etc., para ser percibido.
Grado de formación académica	Establecer el grado de escolaridad y de formación técnica, tecnológica o universitaria implica la estrategia a tener en cuenta en las capacitaciones que se dé al grupo de jueces.
Gusto por el producto a evaluar	El panel de evaluación sensorial es un instrumento de medición y por lo general se especializa en un producto alimenticio, por ejemplo, café, licor de cacao, vinos, cerveza, lácteos, entre otros. De ahí la importancia de la motivación por evaluar un producto alimenticio.
Estar dispuesto a recibir formación continua en el tema de evaluación sensorial	Este es un proceso continuo, las capacitaciones, la implementación de nuevas metodologías o simplemente el hacer parte de las mesas de discusión que surjan al interior de las actividades del panel, obliga a los integrantes a un constante aprendizaje.

Característica	Justificación
Disponibilidad de tiempo	La mayoría de los paneles de jueces de evaluación sensorial está integrada por miembros de una organización, en donde cumplen distintos roles y realizan diversas tareas, por esta razón es importante indagar al candidato sobre el tiempo de dedicación a las actividades del panel.

Fuente: GTC 165 (2014) y GTC 178-1 (2009).

5.4 CONDICIONES BÁSICAS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UN PANEL DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Estas condiciones se dan según el interés de una organización para entender que esta actividad soporta procesos investigativos y, por consiguiente, una inversión que, a corto plazo, mejora los procesos de calidad de los productos alimenticios e incrementa los dividendos.

Para conocer con certeza cómo se comportan los procesos industriales o productivos, se requiere cuantificar o medir información que permita tomar decisiones en la industria de los alimentos. Un panel es un instrumento analítico de medición que posiciona los productos en el mercado y abre las puertas a innovaciones en materias primas y productos.

Los integrantes de un panel de evaluación sensorial son personas que están en constante proceso de capacitación y de aprendizaje; y cuya valoración, junto con la respectiva interpretación estadística y matemática, permite crear los atributos de un alimento o construcción de los perfiles de sabor.

Cuando el panel de evaluación sensorial cuenta con un espacio para el desarrollo de su ejercicio, se pueden establecer alianzas con otros paneles sensoriales. A este trabajo entre laboratorios de las mismas áreas de conocimiento se le denomina “pruebas interlaboratorios”, para el caso, aquellos dedicados a realizar pruebas de productos de cacao y chocolatería.

La evaluación sensorial de alimentos para el consumo humano en las últimas cinco décadas está asociada a los procesos de calidad, es decir, mediciones, análisis, ensayos, implementación de nuevas metodologías y trabajos en la mejora continua de un producto alimenticio.

Como ya se ha repetido, un panel de evaluación sensorial está conformado por personas capacitadas para evaluar a través de los órganos de los sentidos, validar datos con métodos estadísticos y construir algoritmos matemáticos que permitan predecir el comportamiento de las personas de una determinada región, clase social, edad, estrato económico, creencias y nivel educativo sobre el consumo de un determinado producto.

La valoración sensorial de los consumidores y el análisis de dicha información determinan la aceptación o el rechazo de un producto. Por eso hoy día se promueven estudios de la vida útil, el desarrollo de nuevos productos, la presentación de un empaque, la selección de colores y formatos de diseños.

Los consumidores realizan análisis sensoriales, es decir, a través de los órganos de los sentidos valoran, con pruebas de preferencia, la aceptación o no de un producto. Mediante la evaluación sensorial descriptiva o de análisis se predicen estas preferencias en un grupo social de interés.

5.5 REQUISITOS PARA LA APLICACIÓN DE PRUEBAS SENSORIALES

Cuando los integrantes de un grupo de evaluación sensorial hacen parte de una organización o son externos, pero no cuentan con una asignación de horas exclusiva para esta actividad, es importante realizar cronogramas que incluyan el día y la hora para asistir al laboratorio de análisis sensorial con el fin de hacer las pruebas que se programen.

Para la citación de los jueces del panel es importante que se contemple la programación de las sesiones en horarios que no estén cercanos a la hora de toma de alimentos como el desayuno o el almuerzo. En la jornada de la mañana son horas ideales entre las 9:00 y las 11:00 a.m. y en horas de la tarde de 3:00 a 6:00 p.m.

Para el análisis descriptivo se requieren de 6 a 8 jueces y se recomiendan evaluaciones del producto por triplicado para cada muestra. Esta condición es importante para darle validez a los cálculos estadísticos, ya sea solo para generar un perfil o realizar el Análisis de Componentes Principales (ACP).

En condiciones ideales, un panel de evaluación sensorial tiene un número de 15 jueces disponibles. Por eso es importante el entrenamiento continuo y la vinculación de nuevos participantes. Esta actividad de entrenamiento y capacitación de jueces requiere de horas durante varios años (Silva et al., 2014).

5.6 EL LABORATORIO DE EVALUACIÓN SENSORIAL

El concepto de laboratorio de evaluación sensorial está relacionado con un espacio destinado para la ejecución de análisis sensoriales. El lugar ideal del laboratorio incluye un sitio para sala de pruebas sensoriales con cabinas, un espacio para la preparación de muestras, dotado de elementos básicos como: fregaderos industriales, mesones de acero inoxidable o mármol, luminarias, aire acondicionado, refrigeradores, licuadoras, utensilios de cocina; y equipos analíticos de laboratorio como: pH metros, balanzas analíticas, material volumétrico de vidrio (volumétrico graduado [pipetas y buretas]) y volumétrico aforado (matraz), que permitan la preparación de muestras del alimento a analizar y la verificación de análisis físicos y químicos básicos.

De acuerdo con la especialización del análisis de un alimento, por ejemplo, licor de cacao, un laboratorio de evaluación sensorial debe contar con equipos de “baño María”, hornos rotatorios, descascarilladoras, estufa de uso universal para laboratorio, molinos de refinación, reómetros, pH metro, micrómetro, etc.

En un laboratorio de evaluación sensorial se pueden dar diversas posibilidades de análisis de alimentos como: microbiológicos, reológicos, de textura, análisis de color, estudios de vida de un producto y, por supuesto, análisis sensoriales a través de un panel de evaluación sensorial.

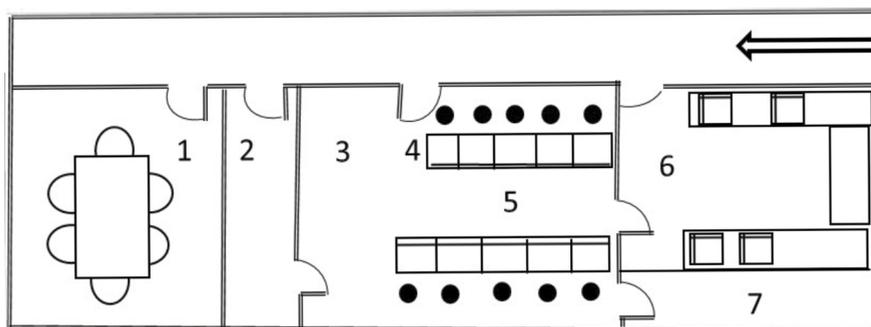
Otros espacios de interés en un laboratorio de evaluación sensorial son: un almacén para insumos, un cuarto para elementos de aseo y almacenamiento de contramuestras, otro para recepción de muestras, sala de espera, sala de discusión, oficina del líder del laboratorio y lugar para refrigerador o congelador para preservar las muestras. Además, una sala de juntas para reunir principalmente al equipo del panel de evaluación sensorial. La GTC 226 de 2012 de análisis sensorial, en su guía para el diseño de cuartos de prueba, describe las áreas que debe tener un laboratorio para análisis sensorial y las secciones para preparación de muestras, sala de espera, oficina, sala de reuniones, cuarto para almacén y para almacenamiento de contramuestras.

El laboratorio de evaluación sensorial debe cumplir con una serie de normas técnicas y sistemas de gestión de calidad como las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y el Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) o Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (APPCC), adoptados por la Comisión del Codex Alimentarius (CCA), con el fin de garantizar la inocuidad de los alimentos. Específicamente se debe prestar atención a la normatividad para la sección de preparación y procesos de elaboración de muestras de producto.

Los servicios que ofrece un laboratorio estarán en concordancia con su especialización, el establecimiento de un sistema de gestión de calidad, el cumplimiento de las NTC, acreditación de pruebas en NTC-ISO / IEC 17025 o requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración, la GTC 226-2012 (ISO 8589) de análisis sensorial, la guía general para el diseño de cuartos de prueba y la GTC 165-2014 (ISO 6658) para el análisis sensorial. Además, la NTC 226, que es la norma rectora para el diseño de cuartos de prueba de un laboratorio de evaluación sensorial, que comprende el diseño de las cabinas para laboratorios y los demás sitios, como se observa en la siguiente figura:

Figura 41.

Plano de cuartos de prueba según la GTC 226



Nota. 1. Salón de reuniones; 2. Oficina; 3. Área de trabajo del equipo; 4. Cabinas de pruebas; 5. Áreas de distribución; 6. Área de preparación; 7. Sala de almacenamiento. Fuente: GTC 226 (2012).

El área de preparación de las muestras (6) es espacio exclusivo del líder del panel, el auxiliar y del grupo de laboratoristas que realizan los análisis. Las muestras se preparan y se entregan a los jueces a través de pequeñas ventanas que comunican el laboratorio. Así se aprecia en la figura 42.

Figura 42.

Área de preparación de muestras y ventanas comunicantes con las cabinas de los jueces



Fuente: elaboración propia (panel SENA Gautiguará).

Las cabinas para la prueba de evaluación sensorial están comunicadas con el área de preparación de las muestras a través de pequeñas ventanas. Las cabinas bloquean la percepción entre jueces, eliminando así errores por apreciación, que el cerebro interpreta a través de neuronas espejo a nivel cortical y del sistema límbico.

El estimado de las cabinas es de 5 a 10, ubicadas espacialmente enfrentada una con otra o dispuestas en L, edificadas con materiales de construcción permanente. También está la opción de cabinas portátiles, cuando se requiere hacer pruebas en distintos lugares, manteniendo el mismo principio de bloqueo de la percepción sensorial de otros estímulos y condiciones que permitan la concentración y la comodidad de los jueces (GTC 226, 2012).

El color y el brillo en la muestra presentada a los jueces pueden influir en sus decisiones sobre la percepción de un alimento. Con el fin de obstruir estos fenómenos visuales ocasionados por la refracción de la luz y eliminar la evaluación sensorial errada, se requiere una iluminación uniforme que enmascare colores y texturas de la muestra. Así se aprecia en la figura 43.

Figura 43.

Cabinas de evaluación sensorial totalmente individualizadas y con luces de bloqueo de color



Fuente: elaboración propia (panel SENA Gautiguará).

En las cabinas de pruebas se presenta la muestra rotulada acompañada de un formato de registro de la evaluación (tamaño media carta), un lápiz o bolígrafo, un vaso con agua para lavar la boca, cucharas y un fregadero para arrojar el lavado de la boca. La silla debe ser confortable y no producir ruidos que distraigan a los jueces. Otros estímulos sonoros son suprimidos del entorno de las cabinas, primero gracias a la disciplina de los propios jueces; y segundo, evitando el tránsito de personas ajenas a las pruebas. Los estímulos odorantes que alteran la evaluación de las muestras se controlan en la zona de prueba, creando una presión pasiva que impide el ingreso de aromas externos y su mezcla con los de la muestra.

5.7 TIPOS DE PRUEBAS EN EVALUACIÓN SENSORIAL DE ALIMENTOS

La evaluación sensorial es una ciencia interdisciplinaria que integra la comprensión de la fisiología humana, la bioquímica, la biofísica, la sociología en el componente social de los alimentos, la química, la estadística, la matemática y la antropología, esta última, por ejemplo, con el estudio de las comidas picantes de Centroamérica. A través de

esta interdisciplinariedad se han universalizado sabores, aromas, entre otros atributos (por ejemplo, la cerveza de una compañía que preserva sus atributos en cualquier parte del mundo).

Un evaluador sensorial entrenado reconoce con facilidad los sabores básicos y se especializa en los atributos y en el análisis sensorial en campos como la descripción de materias primas, nuevos desarrollos de productos alimenticios, control de calidad y estudios de vida útil con el fin de establecer fechas de caducidad. Por ello, se recuerda que los evaluadores de un panel sensorial son un instrumento de análisis que requiere una constatación de calibración, es decir, un entrenamiento continuo con el fin de ser fiables y válidos (Drake, 2007).

A través de pruebas sensoriales se evalúa el color, sabor, olor y textura de los alimentos, según métodos de análisis discriminativo y descriptivo, entre ellas están:

Prueba de pares o pareada: el principio de esta prueba es presentar a los panelistas dos muestras o muestras en pares para identificar las características de un producto, por ejemplo, entre dos jugos o néctares de marcas comerciales distintas, según la “NTC 2680 de 2013. Análisis sensorial. Metodología. Prueba de comparación pareada”, norma de referencia ISO 6658:2005 y de la GTC 165 de 2014-08-20 (como se presenta en la figura 44).

Figura 44.

Presentación de muestras codificadas para la prueba de pares



Fuente: NTC 2680 (2013).

La muestra de la prueba de pares debe ir acompañada de un formato de evaluación que contiene la información específica a la prueba, la cual debe ser clara y determinada del producto a evaluar. El código rotulado en los recipientes de la muestra debe ser idéntico al encontrado en el formato, como se aprecia en la tabla 14 y la figura 45.

Tabla 12.

Formato de evaluación de la prueba de pares

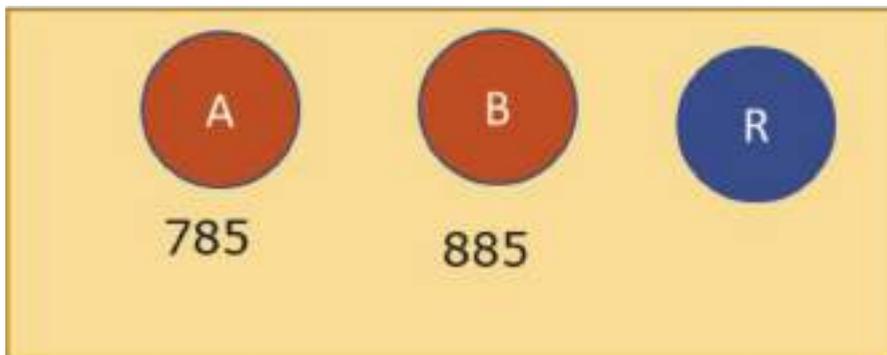
Nombre: _____	Fecha: _____
Producto: jugos comerciales	
<p>Ante usted hay dos muestras marcadas con números. Una de ellas es más dulce. Marque con una X la muestra que considera más dulce:</p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> </p> <p>785 885</p>	
Comentarios: _____	
¡Muchas gracias!	

Fuente: NTC 2680 (2013).

Prueba dúo-trío: es un método de prueba para discriminación de diferencias tenues. Para esta prueba se presentan tres muestras simultáneas a los panelistas. Una de ellas está marcada como muestra de referencia con la letra “R” y dos muestras codificadas, de las cuales una de ellas es igual a la muestra R y la otra es diferente. Para esta prueba se tiene como referencia la NTC 3883 de análisis sensorial. La prueba dúo-trío de 2006 es una prueba ideal de entrenamiento de candidatos y de uso continuo en la valoración de muestras (Zoecklein et al., 2008; NTC 3883, 2006). Así se aprecia en la figura 45.

Figura 45.

Presentación de muestra para la prueba dúo-trío



Fuente: NTC 3883 (2006).

La prueba dúo-trío se acompaña de un formato de evaluación que presenta una información precisa sobre cómo evaluar los códigos idénticos que se encuentran en los recipientes que contienen las muestras, como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 13.

Formato de evaluación de la prueba dúo-trío

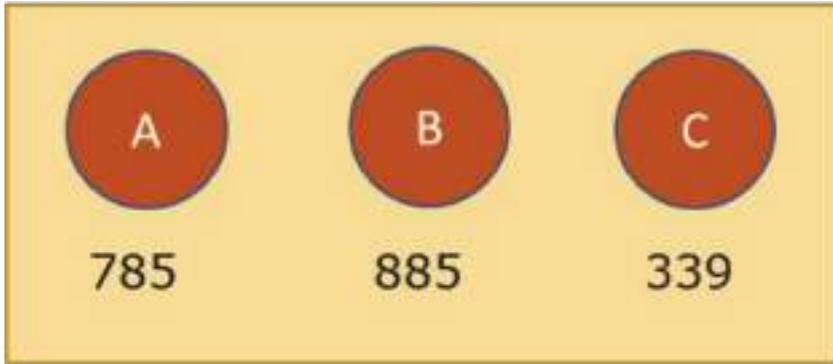
Nombre: _____	Fecha: _____
Producto: licor de cacao	
Ante usted hay una muestra de referencia marcada con una “R” y otras dos muestras marcadas con números.	
Una de estas muestras es idéntica a R y la otra es diferente. ¿Cuál de las dos muestras es diferente de R?	
Marque con una X	
785	885
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Comentarios: _____	
¡Muchas gracias!	

Fuente: NTC 2680 (2013).

Prueba triangular: se deben presentar tres muestras, dos iguales y una diferente. Se detectan pequeñas diferencias entre las muestras y se califica la intensidad e identificación de la muestra diferente (Radovich, 2004). Consiste en tres muestras rotuladas y codificadas para evaluación de un juez sensorial en entrenamiento o experto. Aquí se tiene como referencia la “NTC 2681 de análisis sensorial. Prueba triangular”.

Figura 46.

Presentación de muestra para la prueba triangular



Fuente: NTC 2681 (2006).

Es importante que la perceptibilidad que el juez detecta se registre en un formato donde se incluyan o seleccionen los códigos que corresponden a las muestras, como se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 14.

Formato de evaluación de la prueba triangular

Nombre: _____	Fecha: _____
Producto: licor de cacao	
Ante usted hay tres muestras de licor de cacao, dos de las cuales son idénticas. Marque con una X la muestra diferente:	
785 885 339	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Comentarios: _____	
¡Muchas gracias!	

Fuente: NTC 2681 (2006).

Con este tipo de pruebas sensoriales, las organizaciones pueden tomar decisiones para definir materias primas, desarrollar nuevos productos alimenticios o evaluar productos que están en el mercado.

Las pruebas de paneles de evaluación sensorial e incluso diseños experimentales, métodos de procesamiento de las muestras y el análisis estadístico son cada vez más requeridos por industrias y organizaciones cuya actividad se desarrolla en distintos países. Además, se han establecido redes de laboratorios especializados en productos de interés como bebidas no alcohólicas, lácteos, vinos, cerveza, etc.

Todos los laboratorios de evaluación sensorial están regidos por disposiciones internacionales de organismos que acreditan los procedimientos, métodos y metodologías en el contexto mundial. Entre los organismos que llevan varias décadas como pioneros de la investigación en la industria de alimentos o en la estandarización de los procesos, están por ejemplo The British Standards Institution (BSI), The International Standardization Organization (ISO) y The American Society para ensayos de materiales (ASTM).

Los paneles de evaluación sensorial son considerados un instrumento de evaluación de alta confiabilidad, dadas la formación, el entrenamiento, el rigor científico, así como el manejo y procesamiento de la información obtenida. En la tabla 16 se presentan los tipos de pruebas sensoriales de enfoque descriptivo que utilizan diversas industrias de todo el mundo (Zoecklein et al., 2008).

Tabla 15.

Síntesis de pruebas para panel de evaluación sensorial

Pruebas	Uso	Ejemplos	Métodos básicos
Prueba triangular	Multipropósito	Tres muestras de prueba codificadas, dos del mismo producto (A) (codificadas de manera diferente), y una de un producto diferente (B).	Los jueces evalúan las tres muestras, luego escogen la muestra diferente de las otras dos, o aquella que no es la correcta. Orden de servido: AAB, ABA, BAA, BBA, BAB, ABB.

Pruebas	Uso	Ejemplos	Métodos básicos
Prueba dúo-trío	Comparación con un propósito de referencia	Una muestra de referencia (Ref. o R). Dos muestras codificadas (A, B): A es el mismo producto que el de referencia (producto de control). B es la muestra para probar.	Los catadores evalúan la referencia (Ref.), luego las dos muestras de prueba (A, B). Se pide al juez que indique qué muestra de prueba es la misma de la de referencia. Orden de servicio: Ref. AB, Ref. BA.
Prueba de pares	Cuando se conoce una diferencia	Dos muestras de prueba codificadas (A, B). Se sabe que una es químicamente más alta en un atributo (por ejemplo, dulzura).	Se le pide al juez que identifique qué muestra es más alta en un atributo (por ejemplo, identifique qué muestra es más dulce). Orden de servicio: AB, BA.
Misma / diferente	Cuando se desconoce la diferencia	Dos muestras de prueba codificadas (A, B).	El juez evalúa ambas muestras e indica si cree que las muestras son iguales o diferentes. Órdenes de servicio: AB, AA, BA, BB. Nota: se presentan dos servidas a cada juez.
Preferencia emparejada	Qué producto se prefiere	Dos muestras de prueba codificadas (A, B).	El juez evalúa ambas muestras e indica cuál prefiere. Debe hacerse una elección; el juez elige una de los dos. Orden de servicio: AB, BA.

Fuente: elaboración propia a partir de Zoecklein et al. (2008).

5.8 SEGOS O ERRORES EN LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE LOS ALIMENTOS

Cuando se evalúa una muestra por parte de un evaluador o panel de evaluadores, se pueden presentar condiciones inadecuadas que propician sesgos al momento de evaluar o errores que influyen en el juicio del evaluador, que pueden ser involuntarios o comunes. Para evitar que se presente un sesgo en la evaluación se deben seguir estrictamente:

tamente las metodologías, de acuerdo con los protocolos adoptados por las normas y las guías técnicas que dan recomendaciones para garantizar ambientes adecuados, muestras bien presentadas y evaluadores entrenados y con conocimiento sólido de la importancia de ejecutar las pruebas.

En general, un panel de evaluación sensorial es una herramienta de análisis que requiere constante entrenamiento y capacitación permanente sobre los productos que evalúa y la metodología que aplica. Es importante comprender que un panel de evaluación sensorial está integrado por personas, cuyas valoraciones permiten tomar decisiones en la industria de alimentos (Drake, 2007).

La importancia de un panel de evaluación sensorial radica en su capacidad para generar juicios reproducibles y repetibles al evaluar las muestras dos o más veces y reducir los errores que puedan afectar la evaluación de las características particulares de un producto por pequeñas que sean. Los integrantes del panel de evaluación sensorial cuentan con destrezas que se adquieren durante el entrenamiento continuo y las capacitaciones permanentes sobre la metodología utilizada de acuerdo con las normas técnicas, el empleo de un lenguaje técnico para la interpretación de la información y el análisis de los resultados.

Con el fin de minimizar el riesgo que se puede presentar en un panel de evaluación sensorial se deben establecer protocolos de comportamiento en la zona de prueba y en general en todas las actividades relacionadas como juez de evaluación sensorial en entrenamiento o juez experto. Entre los errores o sesgos psicológicos más comunes están:

Expectación: es una información que se proporciona con anterioridad a los jueces y que limita la concentración en la percepción de los atributos a través de los sentidos.

Posición o marcas: es consecuencia de la ineficiente presentación de la muestra al momento de servirla o de instrucciones confusas. También se consideran un sesgo las marcas evidentes en el rotulado de códigos con distintos colores, el uso de más de una caligrafía, ambigüedad en la escritura de números, por ejemplo, el cero “0” que puede confundirse con un ocho “8” o el dos “2” con el nueve “9”. Para eliminar estos errores, las muestras a evaluar deben estar separadas, identificadas con rótulos legibles, uso de caligrafía homologada y la descripción correcta de los códigos impresos en los formatos de evaluación (Chambers, 2019).

Lógico: varias características ínfimas y sutiles en la presentación de la muestra que llevan a decidir sin haber evaluado totalmente la muestra.

Efectos de halo o proximidad: ocurre al evaluar más de una característica a la vez para definir los atributos de un alimento (acidez, astringencia, sabores específicos, etc.). Por ejemplo, asociar el color oscuro con el sabor amargo.

Efecto de sugestión: comentarios antes de entrar a la zona de pruebas o durante la prueba, expresiones faciales de otros jueces o estados de ánimos externos que afectan la decisión del juez que evalúa una muestra.

Efectos de contraste: pequeñas diferencias notorias en las muestras que no son bloqueadas, por ejemplo, la textura de un alimento o el color de los alimentos y los olores. Motivación: implica desde los estados psicológicos cotidianos, presión por la evaluación de las muestras, falta de tiempo para realizar la prueba, hasta estados de salud, que pueden afectar los resultados al evaluar un producto y esto puede implicar pérdidas o malas decisiones en la producción de industrias como las vinícolas, de lácteos, café, cervezas, entre otras.

Figura 47.

Sesgos psicológicos que pueden afectar a los jueces



Fuente: elaboración propia.

5.9 PROCESO DE CONFORMACIÓN DE UN GRUPO DE EVALUADORES PARA ANÁLISIS SENSORIAL

Este proceso es de gran importancia para una organización que desea abordar e implementar un grupo de evaluadores con el fin de medir la calidad sensorial de sus productos. Esto implica un esfuerzo económico relevante que garantice condiciones locativas adecuadas y personal preseleccionado, seleccionado, entrenado y evaluado, que cumpla con los objetivos propuestos.

Una vez se consolide el grupo de evaluadores, la organización debe establecer un plan especial de entrenamiento y seguimiento de los estados de salud del personal evaluador para garantizar condiciones óptimas de desempeño.

Al inicio es recomendable tener en cuenta referentes bibliográficos y normatividad vigente que permitan desarrollar este proceso en forma estándar y así lograr que, en un futuro, el panel pueda ser acreditado por el organismo competente. Así, la Norma Técnica 165, que tiene como referente la ISO 6658, presenta generalidades del análisis sensorial. Adicionalmente, se debe revisar la GTC 226 que da las directrices para el diseño de cuartos de prueba, referenciada con la ISO 8589. Asimismo, se debe establecer el método específico que se quiere implementar, que para el caso del cacao se trata en la NTC 3929 perfil sensorial de sabor, referenciada con la ISO 6564 y la GTC 232 perfil sensorial referenciada con la 13299. Estas normas sirven de soporte para implementar la GTC 280 de 2017 que establece las directrices para la selección, entrenamiento y evaluación de evaluadores sensoriales referenciada con la ISO 8586-1.

El proceso de conformación inicia con una actividad de sensibilización previa al proceso de reclutamiento. Seguido a esto se aplica una encuesta que presenta una serie de preguntas que permitirán al grupo líder del panel o al líder realizar un proceso de selección mediante la verificación del cumplimiento de los siguientes cinco requisitos: estado de salud, hábitos, disponibilidad, disposición y gusto por el producto.

Una vez preseleccionados los candidatos, se procede a planificar el proceso de selección que tiene como principio la aplicación de pruebas básicas de sabores, pruebas básicas de aromas, pruebas de colores y pruebas discriminativas de pares, dúo-trío y triangular, que permitirán valorar la habilidad del candidato para detectar atributos y diferencias discriminativas en las pruebas. En el diseño de las pruebas es importante tener en cuenta el producto objetivo del panel. La selección final de los candidatos a entrenamiento se puede apoyar en el uso de la técnica estadística de análisis

secuencial que está disponible en la Norma Técnica Colombiana 5278 referenciada de la ISO 16820.

Con el grupo seleccionado se inicia el entrenamiento específico en los atributos del producto objetivo. Aquí se recomienda empezar con el entrenamiento en los sabores básicos del producto, seguir con el adiestramiento en atributos específicos y finalizar con sabores adquiridos o defectos por deterioro o contaminación con sustancias no propias del producto. En este proceso se deben garantizar tiempos y número de sesiones necesarias para lograr un adecuado entrenamiento y contar con patrones o sustancias de referencia que permitan que el evaluador compare y memorice las escalas de medición. Una vez terminado el entrenamiento, este debe ser evaluado con muestras problema a partir de la utilización de técnicas estadísticas adecuadas. El líder del panel es la persona que debe coordinar y realizar este proceso de entrenamiento y de las sesiones de prueba con muestras conocidas, para ir generando buen desempeño, confianza y seguridad en los evaluadores.

5.10 PRUEBA DE PERFIL DEL SABOR

En la NTC 3929 de 2009 sobre el perfil sensorial de sabor, se plantean dos procedimientos para realizar un análisis descriptivo de sabor: el “método de consenso”, donde se hace la evaluación y en grupo se genera un solo juicio y en donde el líder del panel es también uno de los evaluadores; y el “método sin consenso” o «métodos independientes», donde cada evaluador da su juicio y se consolida posteriormente la evaluación.

En el método independiente los evaluadores primero socializan sus conceptos sobre el sabor del producto de forma grupal y posteriormente cada uno llena su formulario de manera individual, luego el líder o coordinador del panel consolida esas calificaciones y genera un informe general.

Figura 48.

Juez evaluando licor de cacao



Fuente: elaboración propia.

Los métodos están basados en el concepto de que el sabor se compone de atributos olfativos y gustativos identificables, y, por otra parte, en un complejo fundamental de atributos no identificables separadamente. Lo siguiente es necesario para llevar a cabo un análisis descriptivo del sabor de un producto de acuerdo con la NTC 3929 de 2009:

- a)** Identificación de los atributos perceptibles.
- b)** Determinación del orden en el cual estos atributos son percibidos. Se registra el orden de presentación de las características en la degustación y el orden de percepción por parte del evaluador.
- c)** Valoración del grado de intensidad de cada atributo. La intensidad (calidad o duración) de cada característica es determinada por el grupo de evaluadores. Dentro de las escalas más usadas para clasificar la intensidad de las características se recomienda la siguiente:

Tabla 16.*Escalas de valoración de la intensidad*

0 =	No perceptible
1 =	Comienza a ser perceptible o umbral
2 =	Débil
3 =	Moderado
4 =	Fuerte
5 =	Muy fuerte

Fuente: NTC 3929 (2009).

d) Examen de sabor residual o persistencia o ambos.

e) Valoración de la impresión total. La impresión total es una evaluación general del producto que toma en consideración si los parámetros olfato gustativos son o no adecuados, así como su intensidad y el grado de armonía con que se percibe el conjunto. En esta valoración se tiene en cuenta la armonía de los diferentes atributos para dar una mejor impresión. Esta impresión total es fundamentalmente clasificada en una escala de tres puntos:

Tabla 17.*Valoración de la impresión total*

3	Alto
2	Medio
1	Bajo

Fuente: NTC 3929 (2009).

En el método de consenso, el panel acuerda sobre una impresión total. En el método independiente, cada evaluador clasifica la impresión total separadamente y luego se calcula el promedio (NTC 3929, 2009).

5.11 SERVIDO DE MUESTRAS

Con relación al servido de las muestras, antes de presentar una muestra es recomendable verificar la calidad fisicoquímica del licor de cacao para garantizar que la muestra es apta para ser evaluada y que está dentro de los parámetros normales. Esto optimiza el proceso de evaluación de muestras consistentes. También es importante que los equipos utilizados en el proceso de elaboración de las muestras estén incluidos en un programa metrológico para garantizar su mantenimiento y calibración. La presentación de las muestras es de vital importancia para una buena evaluación del producto, por ello se deben contemplar los siguientes aspectos:

- **Temperatura:** la temperatura del licor de cacao que se presenta debe estar entre los 50 °C – 55 °C. Una vez servida la muestra, el evaluador debe probar y emitir su juicio para evitar disminución de la temperatura y solidificación del licor.

Figura 49.

Atemperado de muestras de licor de cacao a 55 °C



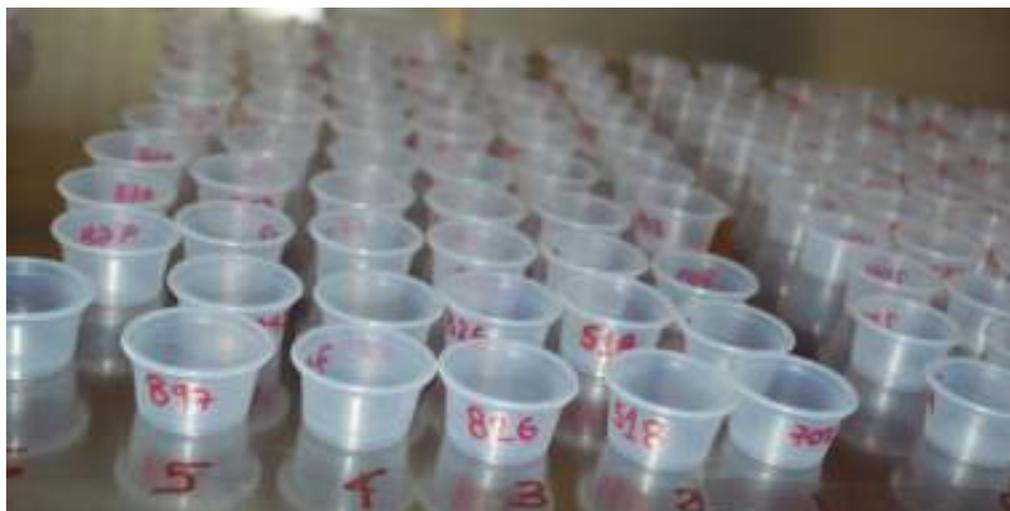
Fuente: elaboración propia.

- **Cantidad:** la cantidad puede variar de acuerdo con la disponibilidad de muestra que se tenga y del número de muestras que deba probar el evaluador. En general, una muestra individual puede estar entre los 5 y 10 gramos. Se debe tener suficiente cantidad por si un evaluador solicita muestra adicional para la prueba.

- **Número de muestras:** es importante que en una jornada de prueba no se presenten más de cinco muestras a un evaluador, para evitar la fatiga sensorial y sensación de llenura.
- **Tipo de contenedor:** el tipo de material para servir la muestra depende de la muestra y de la prueba sensorial seleccionada, ya que algunas pruebas requieren de elementos especiales. Los recipientes para el servido de las muestras de licor deben ser iguales. Estos se deben emplear únicamente para realizar las pruebas de evaluación sensorial, no deben reutilizarse, ni impartir olor o sabor a la muestra.
- **Presentación:** todos los recipientes servidos deben estar debidamente codificados de acuerdo con el protocolo para garantizar que no se den errores por presentación de las muestras. Las muestras se presentan en vasos de 20 ml, etiquetados con códigos y acompañados de una cuchara de un 1 ml para llevar a boca sin saturar los receptores de las papilas gustativas (como se muestra en la figura 50).

Figura 50.

Codificación de vasos de 20 ml para presentación de las muestras a los jueces



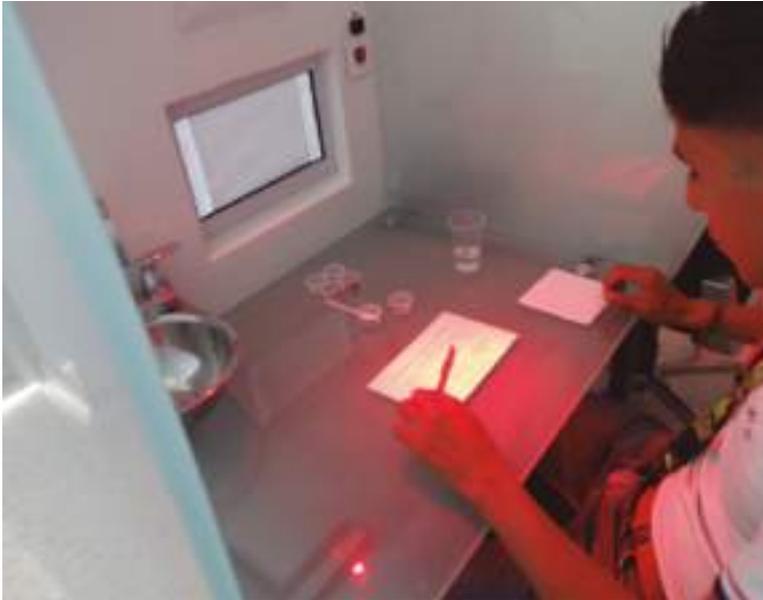
Fuente: elaboración propia.

Los jueces reciben las muestras a ser valoradas en la cabina de prueba del laboratorio de evaluación sensorial. El juez debe encontrar allí los elementos necesarios para realizar la evaluación sin perder la concentración, es decir, muestras en condiciones ideales de temperatura y codificación; acompañadas con los respectivos formatos de

evaluación, lápiz o lapicero, un vaso de agua, servilletas y galletas de soda sin sabor, si se estima conveniente (como se muestra en la figura 51).

Figura 51.

Presentación de la muestra en cabina de evaluación sensorial



Fuente: elaboración propia (Panel SENA).

5.12 EVALUACIÓN DEL LICOR DE CACAO

La evaluación sensorial del licor de cacao se realiza con la presentación de las muestras a un panel capacitado en la evaluación específica de este producto, que es la materia prima para la industria del chocolate y la bombonería.

Para que un panel evalúe el licor de cacao se requiere entrenamiento específico en sabores básicos del cacao como son: el sabor a cacao, la astringencia, la acidez y el amargo. También, en sabores específicos de cacaos finos de sabor y aromas como son: la nuez, el afrutado, el floral y el cítrico. Y adquiridos como: crudo, verde, ahumado, mohoso, terroso, entre otros.

El entrenamiento de los jueces en sabores específicos se basa en conocimientos adquiridos gracias a la evaluación de una serie de muestras, que funciona como una biblioteca de colores, sabores y olores. La memorización de estas notas (marca diferenciadora) de

olores y sabores permite identificar cacaos finos de sabor y aroma, los cuales presentan mejores precios de compra por parte de empresas nacionales y multinacionales.

Los precursores de estos sabores y aromas de interés se desarrollan desde sus materiales genéticos y durante la fermentación y el secado de las semillas o granos de cacao. Los jueces de evaluación sensorial especializados en la valoración del licor de cacao comprenden que durante estas etapas de la poscosecha se producen moléculas odorantes a través de los procesos bioquímicos y se transforman en aminoácidos, pequeñas proteínas y azúcares reductores. Al evaluar una muestra de licor de cacao los jueces pueden predecir con exactitud qué ocurrió durante estos procesos por las sustancias que perciben cuando evalúan sobre los atributos del producto final (Sukha, 2016).

El atributo es una característica de un alimento que se puede percibir a través de los sentidos. Esta característica sirve para definir la intensidad en relación con la permanencia del estímulo. La calidad del atributo hace referencia a la relación entre rasgos de interés de un producto y cuya presencia en un momento dado le son favorables o desfavorables.

En las últimas décadas se ha incrementado la demanda internacional del cacao, especialmente de materiales genéticos que se consideran finos de sabor y aroma; y que se encuentran principalmente en Sudamérica. Este comercio también ha traído exigencia sobre la calidad del cacao que se exporta, así como del licor de cacao, base de la industria del chocolate de gran consumo en los países europeos y Estados Unidos.

Todas estas exigencias internacionales han motivado la implementación de sistemas que aseguren la calidad del cacao en sus variables físicas, químicas y sensoriales. Desde el punto de vista sensorial, organizaciones de estandarización y normatividad, agremiaciones, la academia y los entes gubernamentales están trabajando mancomunadamente en el establecimiento de protocolos y laboratorios de evaluación sensorial en licor de cacao (Bolger et al., 2017).

La evaluación sensorial del cacao por el método analítico se realiza con un panel de evaluación sensorial. Se requiere un número mínimo de 5 o 6 evaluadores entrenados en los sabores específicos del cacao para evaluar de tres a cuatro muestras diarias. Por eso, es importante que el panel cuente con el número suficiente de evaluadores disponibles. Todos los evaluadores seleccionados cuentan con las competencias para dar una valoración, en una determinada escala de valores, sobre la cual se han entrenado y pueden cuantificar las concentraciones de sabor y aroma de un atributo (Vázquez-Ovando et al., 2015).

Las propiedades particulares que se identificaban como sabor y olor propios del licor de cacao son: sabor a cacao, acidez, amargo y astringencia. También pueden añadirse rasgos particulares de ciertos materiales genéticos e influencias de las regiones de cultivos en el logro de sabores y olores afrutados, florales, a nuez, entre otros. Igualmente pueden presentarse sabores y aromas desagradables por fermentaciones fuera de control o generados por contaminantes como: crudo o verde, ahumado, mohoso o terroso (Misnawi et al., 2004).

El análisis sensorial es analítico y por tanto los resultados de la valoración del panel de evaluación sensorial deben basarse en un riguroso entrenamiento en conceptos y en escalas de 1 a 10 sobre los atributos del licor de cacao. La importancia de los resultados y valoraciones, para este caso del licor de cacao, radica en la reproducibilidad de los procesos e incluso en comparación con otros laboratorios de evaluación sensorial que utilicen panel de jueces expertos (Sukha, 2016).

Los sabores y aromas del licor de cacao definen los atributos por los cuales se valoran los materiales genéticos y, además, determinan la calidad de producto relacionado con esos atributos finos de sabor y aroma que se obtienen con buenas prácticas agrícolas y en los procesos de transformación del grano hasta el licor de cacao. Los sabores básicos del licor del cacao se acentúan o disminuyen de acuerdo con los procesos de transformación, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 18.

Sabores básicos para el licor de cacao

Sabores básicos	Descripción
Ácido	El sabor ácido de los licores se debe a la presencia de ácidos volátiles y no volátiles.
Amargo	Sabor fuerte y amargo, generalmente por la falta de fermentación.
Dulce	Se produce por la percepción de glucosa presente.
Astringente	Se da por la alta concentración de sustancias como polifenoles y falta de fermentación, que provoca sequedad en la boca y aumento de salivación.

Fuente: Januszewska (2018).

Los sabores específicos del licor de cacao surgen de los procesos bioquímicos que se dan durante la fermentación y el tostado de los granos de cacao, las moléculas como azúcar, aminoácidos y ácidos grasos. Las sustancias ácidas que se pueden encontrar en el licor de cacao se describen en la tabla 21 sobre los sabores específicos del licor de cacao (Jiménez et al., 2011).

Tabla 19.

Sabores específicos del licor de cacao

Sabores específicos	Descripción
Cacao	Describe el sabor típico a granos de cacao bien fermentados, secos y tostados. La glutamina con glucosa produce un aroma a “chocolate”.
Floral	Presentan sabores a flores, casi perfumados. La valina y la glucosa producen notas sensoriales de “chocolate penetrante”.
Frutal	Licores con sabor a fruta madura.
Nuez	Se relaciona con el sabor de la almendra y la nuez.

Fuente: Jiménez et al. (2011).

Los microorganismos presentes durante el proceso de fermentación (levaduras, bacterias de ácido láctico y bacterias de ácido acético) producen metabolitos como el etanol y los ácidos láctico y acético. Estas acumulaciones se dan en la semilla de cacao y generan una importante disminución del pH a 4,5-5,5. Cuando termina la fermentación e inicia el secado, salen sustancias como el ácido acético del interior del grano de cacao (Moreira, 2018).

Es importante destacar la importancia del ácido cítrico, que se da por la fermentación de azúcares, generada a su vez por microorganismos como la levadura, pero especialmente por el hongo del género *Aspergillus* y *Penicillium*.

Los granos de cacao deben presentar un estado higroscópico de importancia en la preservación del grano de cacao durante el almacenamiento y en condiciones de humedad del 7%, que limiten el crecimiento de microorganismos como hongos o bacterias, que alteren el sabor y aroma del grano de cacao (Bolger et al., 2017).

El grano de cacao también puede tomar sustancias volátiles del ambiente que se incorporan al interior del grano y dan sabores extraños al cacao. Estas sustancias pueden provenir del uso de recipientes que contenían las sustancias químicas. Las

sustancias volátiles que se producen por combustión pueden incorporarse al grano, principalmente de materiales de leña o madera (Januszewska, 2018). En la tabla 22 se describen los principales sabores adquiridos.

Tabla 20.

Sabores adquiridos

Sabores adquiridos en el licor de cacao	Descripción
Moho	Licores de cacao con sabor a moho. Se da por la fermentación de los granos o a un secado incorrecto.
Químico	Licores de cacao cuyos granos fueron contaminados con combustible, plaguicidas, desinfectante u otros productos químicos.
Verde/crudo	Describe los granos de cacao faltos de fermentación o de tostado.
Humo	Licores de cacao contaminados por humo de madera, usualmente debido al secado artificial.

Fuente: Bolger et al. (2017) y Jiménez et al. (2011).

En la NTC 3929 de 2009 se propone una escala para la calificación de la intensidad de cada uno de los atributos descritos, que va de 0 a 5, que para el caso del cacao se ha propuesto en una escala que va de 0 a 10 y que se detalla en rangos como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 21.

Escala de valoración de atributos.

		0	Ausente
1	a	2	Intensidad baja
3	a	5	Intensidad media
6	a	8	Intensidad alta
9	a	10	Intensidad muy alta/fuerte

Fuente: Bolger et al. (2017) y Jiménez et al. (2011).

En la norma 3929 se establece una valoración de la intensidad del atributo y la calidad del atributo es cuantificada con la escala de 0 a 10. Es importante tener en cuenta que, en algunos casos, la valoración alta del atributo es inversa a la calidad, cuyos valores

afectan la calidad final del licor. Adicionalmente, la Norma 3929 regula la calificación global que va de 1 a 3. En el caso del cacao se ha dispuesto una escala de 0 a 10 para contar con la imagen global del licor, clasificarlo y destinarle un uso específico (Quintana et al., 2018; NTC 3929, 2009).

En la tabla 24 se presenta una propuesta de formato utilizado en diversos proyectos de investigación para la caracterización de diferentes genotipos de cacao.

Tabla 22.

Formato para la evaluación de atributos específicos del licor de cacao

NOMBRE: _____ FECHA: _____

Las muestras están identificadas con un código de tres dígitos. La escala que se utiliza es de 0 a 10 puntos para medir la INTENSIDAD de cada sabor. La escala para medir la CALIDAD de cada atributo es de 0 a 10 en caso de defectos la valoración es inversa.

Valoración INTENSIDAD atributos	0: Ausente	1 a 2: Bajo	3 a 5: Medio	6 a 8: Alto	9 a 10: Muy Alto. Fuente
Valoración CALIDAD	0: Mala	1 a 2: Baja	3 a 5: Media	6 a 8: Alta	9 a 10: Excelente

Registro

Código	SABOR AMARGO	SABOR DULCE			SABOR AGRIQUE			PERSENCIA: SAVOR FERVIDO	CALIFICACIÓN GLOBAL DEL LICOR
		GRASO	ACEITE	ALTRHO DULCE	AMARGO	FRUTAL	FLORAL		
INTENSIDAD ATRIBUTO									De 0 a 10.
CALIDAD ATRIBUTO									
INTENSIDAD ATRIBUTO									
CALIDAD ATRIBUTO									
INTENSIDAD ATRIBUTO									
CALIDAD ATRIBUTO									

Observaciones: _____

Fuente: elaboración propia.

En síntesis, la evaluación sensorial determina los atributos de un producto alimenticio y su permanencia durante la producción industrial de alimentos o en el reconocimiento de esos patrones en un determinado cultivo de una región o país. Por lo tanto, la calidad se refiere a buenas prácticas de cosecha y poscosecha para el caso del cacao, que este sea reconocido como fino de sabor y aroma, así como también el proceso de transformación hasta el licor de cacao y los productos que se obtienen del chocolate. Esto se logra con un laboratorio de evaluación sensorial, un grupo de evaluadores entrenados y buenas prácticas agrícolas de transformación de producto cosechado.

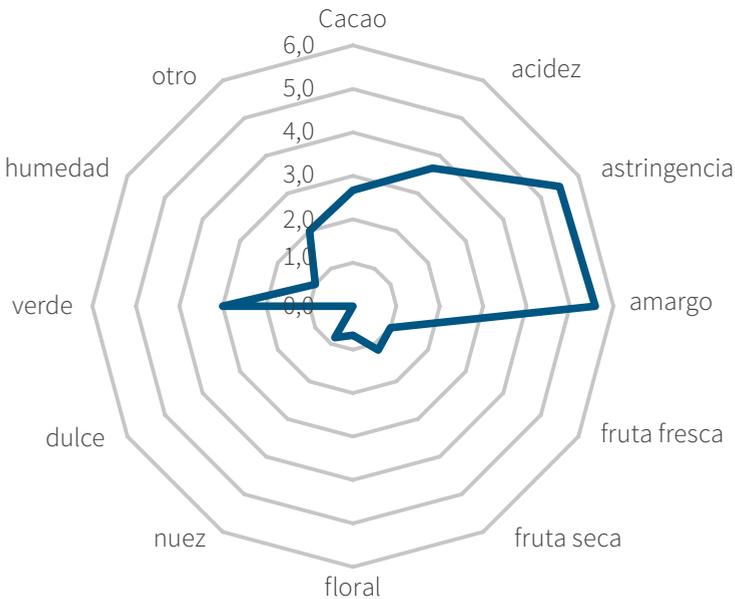
5.13 PERFIL SENSORIAL DE SABOR DEL CACAO

Como ya se ha dicho, el análisis sensorial se apoya en un grupo humano entrenado, que cuenta con soporte matemático y con un laboratorio para pruebas físicas, químicas y sensoriales, que permite el análisis de datos, la toma de decisiones y afinar los procesos de producción para ser más competitivos en los mercados (Yang y Lee, 2019).

Una vez consolidados los datos de acuerdo con el tipo de panel, sea por consenso o independiente, se proceden a graficar los datos obtenidos. Generalmente se utilizan diversos modelos de gráfico de araña o radial, como se aprecia en la figura 52.

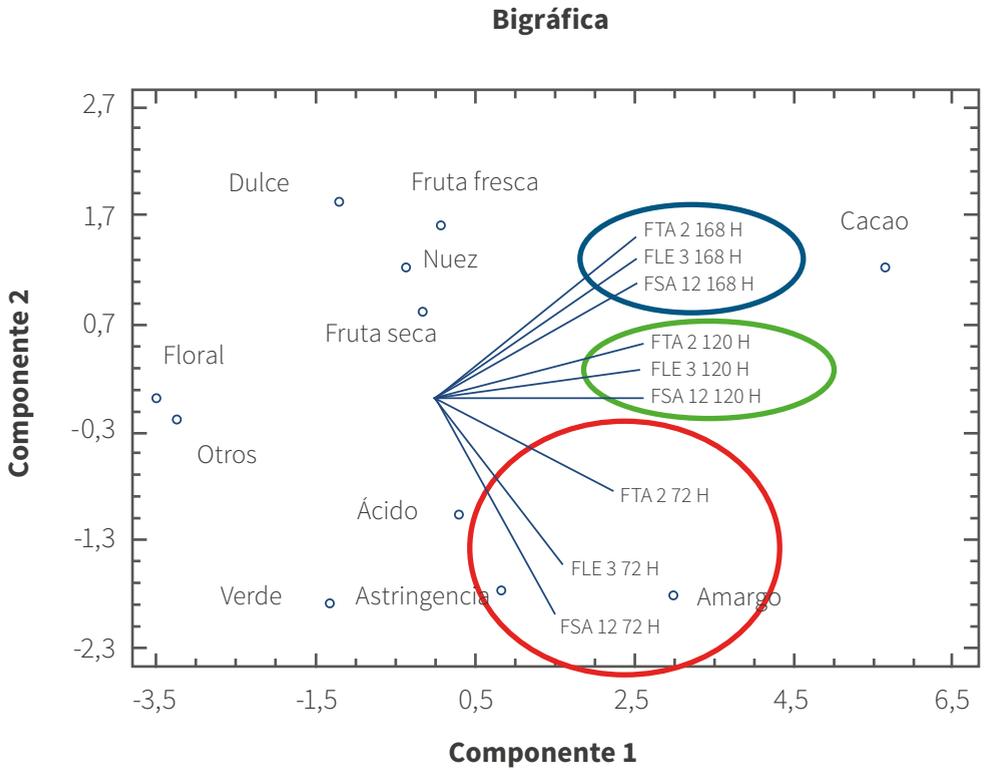
Figura 52.

Perfil del licor de cacao



Fuente: elaboración propia.

A continuación, se muestra un ejemplo de cómo se presenta un análisis consolidado de los perfiles de licores de cacao, una vez el líder del panel procesa los resultados y genera el informe. En algunos casos, cuando es necesario comparar diversos genotipos con respecto a los atributos sensoriales, es importante apoyarse en técnicas estadísticas multivariantes como el Análisis de Componentes Principales (ACP), que permite tener una visión global de cada uno de los productos. En la figura 53 se presenta un ejemplo de resultados utilizando ACP:

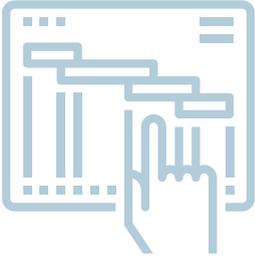
Figura 53.*Análisis de componentes principales de sabores específicos*

Fuente: Quintana (2018).

Al aplicar estas técnicas estadísticas se pueden apreciar las tendencias de las muestras y hacia qué atributos se aproximan, para establecer tendencias por grupos de muestras. En el ejemplo se evaluaron muestras de cacao con diferentes tiempos de fermentación y se observa desigual comportamiento frente a los atributos (Quintana, 2018).

Para finalizar este último capítulo se recuerda la gran importancia de entender los conceptos expuestos y las referencias normativas que se han venido aplicando en Colombia y que son consistentes con la normatividad internacional. Todo ello servirá de orientación a quien desee establecer la formación de un panel de evaluadores sensoriales adecuadamente fundamentado, que garantice evaluaciones del licor de manera repetible y reproducible con el debido rigor científico para así cambiar la concepción generalizada que la actividad sensorial es solamente subjetiva. La garantía de procesos estandarizados de elaboración de licores de cacao, manejo,

servido, instalaciones, entrenamiento, evaluación del entrenamiento, generación de reportes de evaluación y análisis estadístico de resultados dan garantía de calidad en el proceso de evaluación sensorial.



La garantía de procesos estandarizados de elaboración de licores de cacao, manejo, servido, instalaciones, entrenamiento, evaluación del entrenamiento, generación de reportes de evaluación y análisis estadístico de resultados dan garantía de calidad en el proceso de evaluación sensorial.

CONCLUSIÓN

En los últimos años, el cultivo del cacao se ha constituido en una alternativa económica para familias campesinas colombianas, que encuentran en las plantaciones de cacao un proyecto de vida de grandes implicaciones sociales y políticas que elimina las barreras de la pobreza y del abandono estatal de las zonas rurales. El cacao surge entonces como un motor importante para la economía familiar campesina de Colombia, que además aportó 64 281 toneladas exportadas a países consumidores en el año 2020 o el 2% de la producción mundial y con ello generó ganancias superiores a los 11 000 millones de dólares.

Asimismo, la expansión del cacao ha adquirido un valor social en programas nacionales de sustitución de cultivos, una opción para el sustento financiero en el campo por las exportaciones en grano y para la búsqueda de la paz en regiones de posconflicto. A su vez, con más frecuencia el cacao hace parte de emprendimientos empresariales colombianos gracias a la transformación del grano de cacao en el país y de materia prima para la producción de derivados del cacao como son el licor de cacao, productos de confitería, productos alimenticios y farmacéuticos.

Sin embargo, estas circunstancias requieren mayor trabajo investigativo, con un enfoque sobre la calidad integral del cacao, que dé a conocer a las comunidades los resultados de lo estudiado, para que lo investigado pueda ser desarrollado con mayor facilidad. De aquí que se requiera de la apropiación conceptual de las prácticas agrícolas y de transformación del producto, soportadas en la reglamentación oficial, guías y normas técnicas colombianas e internacionales y su conocimiento por parte de los interesados, con el fin de establecer programas de mejora en todos los procesos, desde el cultivo y recolección del grano de cacao hasta la elaboración de una barra de chocolate u otro subproducto.

No sobra insistir en que, si se continúa investigando y estudiando el tema de la calidad sensorial del cacao, se propicia el impulso de ideas que puedan generar un proceso de innovación al interior de las pequeñas, medianas y grandes organizaciones que se

dedican al cacao y se logren desarrollos de emprendimiento con mayor seguridad. En esencia, en cada uno de los tópicos abordados en este libro se exponen y sintetizan aspectos que, en términos generales, se han manejado desde el punto de vista de la calidad integral del cacao, y que junto con herramientas conceptuales y normativas permitirán a los lectores relacionar y establecer un perfil de calidad, en especial de los atributos sensoriales del cacao, en términos de las actuales exigencias de los mercados nacionales e internacionales. Esto empezando por el mejoramiento del cultivo del cacao que implica nuevos retos, en un campo del conocimiento, en el cual se ha avanzado y que está siendo aceptado por los actores interesados en la reflexión que propone la calidad integral del cacao, gracias a los aportes de carácter científico y técnico de universidades, centros de investigación y agremiaciones que trabajan mancomunadamente en estos aspectos.

Estamos en el momento indicado porque en Colombia se está generando un entorno innovador, adecuado para que procesos de emprendimiento y productividad se desarrollen de forma ágil y eficiente, con políticas públicas, oferta de recursos, transferencia de conocimiento, educación para el emprendimiento, formación de talento humano, disponibilidad de infraestructura y generación de cultura de asociatividad. Por ello, los autores, con el apoyo de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) y sus aliados, consideramos que con este libro estamos aportando a ese propósito del país.

REFERENCIAS

Abbott, P., Benjamin, T., Burniske, G., Croft, M., Fenton, M., Kelly, C., Lundy, L., Rodríguez, L. y Wilcox, M. (2018). *An analysis of the supply chain of cacao in Colombia*. Purdue University and the International Center for Tropical Agriculture (CIAT). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.19395.04645>

Afoakwa, E., Paterson, A., Fowler, M. y Ryan, A. (2008). Flavor formation and character in cocoa and chocolate: A critical review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48(9), 840–857. <https://doi.org/10.1080/10408390701719272>

Barišić, V., Kopjar, M., Jozinović, A., Flanjak, I., Ačkar, Đ., Miličević, B., Šubarić, D., Jočić, S. y Babić, J. (2019). The chemistry behind chocolate production. *Molecules*, 24(17). <https://doi.org/10.3390/molecules24173163>

Biehl, B., Quesnel, V., Passern, D. y Sagemann, W. (1982). Water uptake by cocoa seeds during fermentation-like incubation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 33(11), 1110–1116. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740331108>

Biga, L., Dawson, S., Harwell, A., Hopkins, R., Kaufmann, J., LeMaster, M., Matern, P., Morrison-Graham, K., Quick, D. y Runyeon, J. (2019). *Anatomy y physiology*. Oregon State University.

Bolger, L., Bria, B., Civille, G., Ginn, B., Giuliano, P., Hallien, C., Hill, T., Johnston, A., Kerrt, C., Langworthy, D., Miller, R., Owen, T., Romano, M., Rothgeb, T., Sage, y Thorns, C. (2017). *World Coffee Research Sensory Lexicon*. https://worldcoffeeresearch.org/media/documents/20170622_WCR_Sensory_Lexicon_2-0.pdf

Breen, S., Etter, N., Ziegler, G. y Hayes, J. (2019). Oral somatosensory acuity is related to particle size perception in chocolate. *Scientific Reports*, 9(1), 1-10. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-43944-7>

Carretero, M. (2014). *Gastronomía: análisis sensorial*. https://investigacion.upaep.mx/micrositios/assets/analisis-sensorial_final.pdf

Centre, I. (2001). *Cocoa A guide to trade practices*. Geneva.

Chambers, E. (2019). Analysis of sensory properties in foods: A special issue. *Foods*, 8(8), 10-12. <https://doi.org/10.3390/foods8080291>

Claus, G., Vanhove, W., Van Damme, P. y Smagghe, G. (2018). Challenges in Cocoa Pollination: The Case of Côte d'Ivoire. *Pollination in Plants*, (4). <https://doi.org/10.5772/intechopen.75361>

Copetti, M., Iamanaka, B., Frisvad, J., Pereira J. y Taniwakia M. (2011). Mycobiota of cocoa: From farm to chocolate. *Food Microbiology*, 28(8), 1499-1504. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2011.08.005>

Cordero, G. (2013). *Aplicación del análisis sensorial de los alimentos en la cocina y en la industria alimentaria*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3548.4003>

De Almeida, A. y Valle, R. (2007). Ecophysiology of the cacao tree. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 19(4), 425-448. <https://doi.org/10.1590/S1677-04202007000400011>

De Vuyst, L. y Weckx, S. (2016). The cocoa bean fermentation process: from ecosystem analysis to starter culture development. *Journal of Applied Microbiology*, 121(1), 5-17. <https://doi.org/10.1111/jam.13045>

Djikeng, F., Teyomnou, W., Tenyang, N., Tiencheu, B., Morfor, A., Touko, B., Houketchang, S., Boungo, G., Karuna, M., Ngoufack, F. y Womeni, H. (2018). Effect of traditional and oven roasting on the physicochemical properties of fermented cocoa beans. *Heliyon*, 4(2). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00533>

Drake, M. (2007). Invited review: Sensory analysis of dairy foods. *Journal of Dairy Science*, 90(11), 4925-4937. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0332>

Espinosa, J. (2007). *Evaluación sensorial de los alimentos*. Editorial Universitaria.

Espinosa, E. (2012). *Bioquímica y genética de las antocianinas del grano de maíz*. https://www.researchgate.net/publication/313427218_Bioquimica_y_Genetica_de_las_Antocianinas_del_Grano_de_Maiz_2012_INIFAP_MEXICO

Fedecacao. (2009). *Manejo del recurso genético para incrementar la producción del sistema cacao en Colombia*. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/19489>

Fedecacao. (2013). *Guía ambiental para el cultivo del cacao*. https://www.fedecacao.com.co/site/images/recourses/pub_doctecnicos/fedecacao-pub-doc_05B.pdf

Fedecacao. (2016a). *Informe de ejecución del plan de inversiones y gastos y presupuesto de ingresos y gastos del Fondo Nacional del Cacao del cuarto trimestre y total del año 2016*. https://www.fedecacao.com.co/portal/images/INFORME_2016.pdf

Fedecacao. (2016b). *Guía técnica para el cultivo del cacao*. Fedecacao.

Fedecacao. (2017). Informe de gestión 2014-2018 de la Junta Directiva y la Presidencia Ejecutiva de la Federación Nacional de Cacaoteros al XXXI Congreso Nacional de Cacaoteros. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689-1699.

Fedecacao. (2020). *El cacaocultor es lo primero*. *Economía nacional*. <https://www.fedecacao.com.co/portal/index.php/es/2015-02-12-17-20-59/nacionales>

Fraundorfer, F. y Schieberle, P. (2008). Changes in key aroma compounds of Criollo cocoa beans during roasting. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(21), 10244-10251. <https://doi.org/10.1021/jf802098f>

García-Cáceres, R., Perdomo, A., Ortiz, O., Beltrán, P. y López, K. (2014). Characterization of the supply and value chains of Colombian cocoa. *Dyna*, 81(187), 30-40. <https://doi.org/10.15446/dyna.v81n187.39555>

Gutiérrez, T. (2017). State-of-the-Art Chocolate Manufacture: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16(6), 1313-1344. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12301>

Hernández-Hernández, C., Morales-Sillero, A., Fernández-Bolaños, J., Bermúdez-Oria, A., Azpeitia, A. y Rodríguez-Gutiérrez, G. (2019). Cocoa bean husk: industrial source of antioxidant phenolic extract. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(1), 325-333. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9191>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (Icontec). (2005). *ISO 9000:2005*. http://www.ceicmo.com/resources/documents/NTC_ISO_9000-2005.pdf

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (Icontec). (2009). *GTC178-1. Análisis sensorial. Guía general para el personal de un laboratorio de evaluación sensorial*. Icontec.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (Icontec). (2014). *Análisis sensorial. Metodología. Guía general*. <https://www.icontec.org/rules/analisis-sensorial-metodologia-guia-general/>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (Icontec). (2015). *ISO 9001:2015. Gestión basada en riesgos*. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Normograma/NORMA%20ISO%209001%202015.pdf>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (Icontec). (2017). *ISO 2451:2017*. <https://www.iso.org/standard/68202.html>

International Cocoa Organization (ICCO). (2010). *Report By the Chairman on the Meeting of the Icco Ad Hoc Panel on Fine or Flavour Cocoa To Review Annex " C " of the International Cocoa Agreement*. ICCO.

Januszewska, R. (2018). *Hidden persuaders in cocoa and chocolate a flavor lexicon for cocoa and chocolate sensory professionals*. Woodhead Publishing.

Jiménez, J., Amores, F., Nicklin, C., Rodríguez, D., Zambrano, F., Bolaños, M., Reynel, V., Dueñas, A. y Cedeño, P. (2011). *Micro fermentación y análisis sensorial para la*

selección de árboles superiores de cacao. Instituto Nacional Autonomo de Investigaciones Agropecuarias.

John, W., Bottcher, N., Behrends, B., Corno, M., Dsouza, R., Kuhnert, N. y Ullrich, M. (2020). Experimentally modelling cocoa bean fermentation reveals key factors and their influences. *Food Chemistry*, (302). <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125335>

Kemp, S. (2008). Application of sensory evaluation in food research: Editorial. *International Journal of Food Science and Technology*, 43(9), 1507-1511. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2008.01780.x>

Lee, A. y Owyang, C. (2017). Sugars, sweet taste receptors, and brain responses. *Nutrients*, 9(7), 1-13. <https://doi.org/10.3390/nu9070653>

Leite, P., Da Silva, E. y Radomille, L. (2013). Sensory profiles of chocolates produced from cocoa cultivars resistant to *Moniliophthora Perniciosa*. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 35(2), 594-602. <https://doi.org/10.1590/s0100-29452013000200031>

Li, S., Chen, G., Zhang, G., Wu, M., Wu, S. y Liu, Q. (2014). Research progress of natural antioxidants in foods for the treatment of diseases. *Food Science and Human Wellness*, 3(3-4), 110-116. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2014.11.002>

Ndukwu, M., Ogunlowo, A. y Olukunle, J. (2011). Analysis of Moisture Variation in Layers of Cocoa Bean during Drying. *Proceedings of the 11th International Conference and 32nd Annual General Meeting of the Nigerian Institution of Agricultural Engineers*, 354-358. <https://doi.org/10.13140/2.1.2367.3600>

Marseglia, A., Musci, M., Rinaldi, M., Palla, G. y Caligiani, A. (2020). Volatile fingerprint of unroasted and roasted cocoa beans (*Theobroma cacao* L.) from different geographical origins. *Food Research International*, (132). <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109101>

McNeil, C. (2006). *Chocolate in Mesoamerica Maya Studies*. <https://elespejohumeante.files.wordpress.com/2017/03/chocolate-in-mesoamerica.pdf>

Medina, J. y Vargas, O. (2009). Cacao: Operaciones poscosecha. *Instituto Tecnológico de Veracruz*, 1-78. <http://www.fao.org/3/a-au995s.pdf>

Milone, D. (2018). Inteligencia de enjambres. *Finagro*. <http://infofich.unl.edu.ar/upload/b77c833d1487b9219be483e99b1dd4cc16c8dbfa.pdf>

Misnawi, A., Jinap, S., Jamilah, B. y Nazamid, S. (2004). Sensory properties of cocoa liquor as affected by polyphenol concentration and duration of roasting. *Food Quality and Preference*, 15(5), 403-409. [https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(03\)00097-1](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(03)00097-1)

Mohamadi, A., Asefi, N., Maleki, R. y Seiedlou, S. (2019). Investigating the flavor compounds in the cocoa powder production process. *Food Science and Nutrition*, 7(12), 3892-3901. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1244>

Mojica-Pimiento, A. y Paredes-Vega, J. (2006). Características del cultivo del cacao en Santander. *Ensayos Sobre Economía Regional*, 40(7). <http://repositorio.banrep.gov.co/handle/20.500.12134/2039>

Moreira, I., Figueiredo, L., Santos, C., Lima, N. y Freitas, R. (2018). Volatile compounds and protein profiles analyses of fermented cocoa beans and chocolates from different hybrids cultivated in Brazil. *Food Research International*, (109), 196-203. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.04.012>

Moreno-Martínez, E., Gavanzo-Cárdenas, O. y Rangel-Silva, F. (2019). Evaluación de las características físicas y sensoriales de licor de cacao asociadas a modelos de siembra. *Ciencia y Agricultura*, 16(3), 75-90. <https://doi.org/10.19053/01228420.v16.n3.2019.9890>

Motamayor, J., Lachenaud, P., Da Silva, J., Loor, R., Kuhn, D., Brown, J. y Schnell, R. (2008). Geographic and genetic population differentiation of the Amazonian chocolate tree (*Theobroma cacao* L). *PLoS ONE*, 3(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0003311>

Normas Técnicas Colombianas (NTC). (2003). NTC 1252. *Cacao en grano*. Icontec. <https://www.icontec.org/rules/cacao-en-grano/>

Normas Técnicas Colombianas (NTC). (2004). NTC 3501. *Análisis sensorial. Vocabulario*. Icontec. <https://tienda.icontec.org/gp-analisis-sensorial-vocabulario-ntc3501-2012.html>

Normas Técnicas Colombianas (NTC). (2006). NTC-3883. *Análisis sensorial. Metodología. Prueba duo-trio*. (571). Icontec.

Normas Técnicas Colombianas (NTC). (2009). NTC 3929. *Análisis sensorial. Metodología. Métodos del perfil del sabor*. Icontec. <https://docplayer.es/27741297-Norma-tecnica-colombiana-3929.html>

Normas Técnicas Colombianas (NTC). (2009). GTC 178-1. *Análisis sensorial*. Icontec. <https://pdfcoffee.com/gtc178-1-analisis-sensorial-3-pdf-free.html>

Normas Técnicas Colombianas (NTC). (2010). NTC 5811. *Buenas prácticas agrícolas para cacao. Recolección y beneficio*. Icontec. <https://tienda.icontec.org/gp-buenas-practicas-agricolas-para-cacao-recoleccion-y-beneficio-requisitos-generales-ntc5811-2010.html>

Normas Técnicas Colombianas (NTC). (2012). NTC 1252. Icontec. <https://www.icontec.org/rules/cacao-en-grano/>

Normas Técnicas Colombianas (NTC). (2013). NTC2680. *Análisis sensorial. Metodología. Prueba de comparación pareada*. Icontec.

Normas Técnicas Colombianas (NTC). (2021). NTC1252. *Cacao en grano (Theobroma cacao L). Cacao - producto vegetal; Theobroma cacao L; Cacao - comercialización; Cacao - clasificación*. Icontec.

Osorio-Guarín, J., Berdugo-Cely, J., Coronado, R., Zapata, Y., Quintero, C., Gallego-Sánchez, G. y Yockteng, R. (2017). Colombia a source of cacao genetic diversity as revealed by the population structure analysis of germplasm bank of theobroma cacao l. *Frontiers in Plant Science*, (8), 1-13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01994>

Programa de Transformación Productiva. (2017). *Evaluación y reformulación estratégica del plan de negocios del sector de chocolates, confites, chicles y sus materias primas*. <https://www.colombiaproductiva.com/ptp-capacita/publicaciones/sectoriales/publicaciones-cacao-y-sus-derivados/plan-de-negocios-cacao-y-sus-derivados-2017>

Quintana, L. (2018). *Influencia del tiempo de fermentación e índice de grano en las características fisicoquímicas y sensoriales de tres clones regionales de cacao (FLE3, FTA2 y FSA12) producidos en San Vicente de Chucuri Santander (tesis de maestría)*. Universidad de Pamplona.

Quintana, F., Hernández, M., Rivera, M. y Moreno, E. (2018). Evaluation of the fermentation time on the physical characteristics of cocoa (*Theobroma cacao* L.). Clones Fedecacao Tame 2, Fedecacao Lebrija 3 and Fedecacao Saravena 12 in the Town of San Vicente de Chucuri. *Advance Journal of Food Science and Technology*, (15), 184-190. <https://doi.org/10.19026/ajfst.14.5892>

Radovich, T, Kleinhenz, M. y Delwiche, J. (2004). Triangle tests indicate that irrigation timing affects fresh cabbage sensory quality. *Food Quality and Preference*, 15(5), 471-476. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2003.08.003>

Ramos, G., González, N., Zambrano, A. y Gómez, A. (2013). Olores y sabores de caecos (*Theobroma cacao* L.) venezolanos obtenidos usando un panel de catación entrenado. *Revista Científica UDO Agrícola*, 13(1), 114-127. Retrieved from <http://www.bioline.org.br/pdf?cg13014>

Rektorisova, M. y Tomaniova, M. (2018). *Cocoa, cocoa preparation, chocolate and chocolate-based confectionery*. file:///C:/Users/user/Downloads/09_Cocoa_&_chocolate_products.pdf

Richardson, J., Whitlock, B., Meerow, A. y Madriñán, S. (2015). The age of chocolate: A diversification history of *Theobroma* and Malvaceae. *Frontiers in Ecology and Evolution*, (3), 1-14. <https://doi.org/10.3389/fevo.2015.00120>

Rivera, R., Barrera, A., Guzmán, Á., Medina, H., Casanova, L., Peña, M. y Nivelá, P. (2012). Efecto del tipo y tiempo de fermentación en la calidad física y química del cacao (*Theobroma cacao* L.) tipo nacional. *Ciencia y Tecnología*, 5(1), 7-12. <https://doi.org/10.18779/cyt.v5i1.77>

Rolls, E. (2020). The texture and taste of food in the brain. *Journal of Texture Studies*, 51(1), 23-44. <https://doi.org/10.1111/jtxs.12488>

Santander, M., Rodríguez, J., Vailant, F. y Escobar, S. (2019). An overview of the physical and biochemical transformation of cocoa seeds to beans and to chocolate: Flavor formation. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1-21. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1581726>

Schwan, R., y Fleet, G. (2014). *Mixed microbial fermentations and methodologies for their investigation*. <https://www.semanticscholar.org/paper/MIXED-MICROBIAL->

FERMENTATIONS-AND-METHODOLOGIES-FOR-Schwan-Fleet/2a95ac6741fb9894fd8c-190fe4fe48f0a3995911

Sharif, M., Butt, M., Sharif, H. y Nasir, M. (2017). Sensory Evaluation and Consumer Acceptability. *Handbook of Food Science and Technology*, 362-386. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/320466080>

Silva, A., Binduhewa, A. y Subodinee, A. (2014). A study to recruit and train the product oriented sensory panel. *International Journal of Multidisciplinary Studies*, 1(2), 83. <https://doi.org/10.4038/ijms.v1i2.55>

Stevenson, C., Corven, J. y Villanueva, G. (1993). *Manual para analisis de cacao en laboratorio*. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/8995>

Stone, H., Bleibaum, R. y Thomas, H. (2012). *Sensory Evaluation Practices*. <https://www.sciencedirect.com/book/9780123820860/sensory-evaluation-practices>

Sukha, D. (2016). *Steps towards a harmonized international standard for cocoa flavour assessment: a review of current protocols and practices*. 1-56. <http://www.cocoaofexcellence.org/info-and-resources/>

Sukha, D., Butler, D., Umaharan, P. y Boulton, E. (2008). The use of an optimised organoleptic assessment protocol to describe and quantify different flavour attributes of cocoa liquors made from Ghana and Trinitario beans. *European Food Research and Technology*, 226(3), 405-413. <https://doi.org/10.1007/s00217-006-0551-2>

Tinoco, H. y Ospina, D. (2010). Análisis del proceso de deshidratación de cacao para la disminución del tiempo de secado. *Revista EIA*, (13), 53-63. <https://doi.org/10.24050/reia.v7i13.232>

Tokede, O., Gaziano, J. y Djoussé, L. (2011). Effects of cocoa products/dark chocolate on serum lipids: A meta-analysis. *European Journal of Clinical Nutrition*, 65(8), 879-886. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2011.64>

Vázquez-Ovando, A., Chacón-Martínez, L., Betancur-Ancona, D., Escalona-Buendía, H. y Salvador-Figueroa, M. (2015). Sensory descriptors of cocoa beans from cultivated

trees of Soconusco, Chiapas, México. *Food Science and Technology*, 35(2), 285-290. <https://doi.org/10.1590/1678-457X.6552>

Vera, J., Vallejo, C., Párraga, D., Macías, J., Ramos, R. y Morales, W. (2015). Atributos físicos-químicos y sensoriales de las almendras de quince clones de cacao nacional (*Theobroma cacao L.*) en el Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 7(2), 21-34. <https://doi.org/10.18779/cyt.v7i2.99>

Wickramasuriya, A. y Dunwell, J. (2018). Cacao biotechnology: current status and future prospects. *Plant Biotechnology Journal*, 16(1), 4-17. <https://doi.org/10.1111/pbi.12848>

Yang, J. y Lee, J. (2019). Application of sensory descriptive analysis and consumer studies to investigate traditional and authentic foods: A review. *Foods*, 8(2), 1-17. <https://doi.org/10.3390/foods8020054>

Zhang, D., Boccara, M., Motilal, L., Mischke, S., Johnson, E., Butler, D. y Meinhardt, L. (2009). Molecular characterization of an earliest cacao (*Theobroma cacao L.*) collection from Upper Amazon using microsatellite DNA markers. *Tree Genetics and Genomes*, 5(4), 595-607. <https://doi.org/10.1007/s11295-009-0212-2>

Zoecklein, B., Wolf, T., Pelanne, L., Miller, M. y Birkenmaier, S. (2008). Effect of vertical shoot-positioned, Smart-Dyson, and Geneva double-curtain training systems on viognier grape and wine composition. *American Journal of Enology and Viticulture*, 59(1), 1121.

GLOSARIO

Acidez: es uno de los cinco sabores básicos detectado por las papilas gustativas de la lengua ubicadas a ambos lados de la parte posterior de la misma.

Agrio: que produce sensación de acidez.

Almendra: otro nombre para el grano de cacao.

Amargo: es uno de los cinco sabores básicos. Es el más necesitado de los hábitos para que sea gusto adquirido y es debido a que quizá sea el más desagradable de los cinco.

Análisis sensorial: examen de las propiedades organolépticas de un producto realizable con los sentidos.

Análisis sensorial cualitativo: descripción de la naturaleza de los productos.

Análisis sensorial cuantitativo: medida de la cantidad percibida de cada atributo en el producto.

Analista sensorial: persona que realiza funciones profesionales científicas, que puede supervisar a uno o más responsables del panel, que diseña y dirige estudios sensoriales, y que analiza e interpreta los datos obtenidos.

Astringencia: el sabor astringente es una sensación entre sequedad intensa y amargor que se produce en la boca. Algunos alimentos tienen sabor astringente, como son ciertos frutos, sobre todo no maduros, como son los dátiles, caqui, etc. Algunas infusiones de té también tienen cierto sabor astringente

Buenas Prácticas Agrícolas (BPA): es un conjunto de principios, normas y recomendaciones técnicas aplicables a la producción, procesamiento y transporte de alimen-

tos, orientadas a asegurar la protección de la higiene, la salud humana y el medioambiente, mediante métodos ecológicamente seguros, higiénicamente aceptables y económicamente factibles.

Cacao: es un árbol tropical nativo de las selvas del Amazonas. Posee una copa densa, las hojas adultas son completamente verdes, flores insertadas sobre el tallo o ramas, de color blanco o rosado, y el fruto es una drupa normalmente conocida como mazorca. El árbol del cacao normalmente alcanza una altura entre 6 a 20 metros.

Cacao fino de aroma: almendras con alto potencial aromático y otras bondades sensoriales que los distinguen de los demás (Álvarez y Col, 2007). El cacao fino posee características distintivas de aroma y bajo contenido de sustancias amargas.

Cacaotero: persona que cultiva o negocia el cacao.

Cajón de fermentación: recipiente de madera en donde se fermenta el cacao fresco. Caulifloro: el cacao es caulifloro, ya que sus flores y frutos se producen en el tallo y ramas del árbol.

Chocolate: es el alimento que se obtiene mezclando azúcar con dos productos derivados de la manipulación de las semillas del cacao.

Consumidor: toda persona que utiliza un producto.

Cuestionario: formulario que contiene una serie de preguntas diseñadas para obtener información.

Discriminación: distinción cualitativa o cuantitativa entre dos o más estímulos.

Embrión: parte de la semilla del cacao que da origen a una nueva planta.

Fatiga sensorial: forma de adaptación sensorial, que se corresponde con una disminución de la sensibilidad. La adaptación sensorial es una modificación temporal de la sensibilidad de un órgano sensorial debida a la actuación de un estímulo continuado o repetido.

Fermentación: degradarse por acción enzimática los azúcares de la pulpa, dando lugar a productos sencillos, como es el alcohol etílico.

Grano de cacao: es la semilla del fruto del árbol del cacao, sana, limpia, con transformaciones bioquímicas al interior, secada, sin mucilago y sin restos de cáscara.

Grano entero: grano o parte del grano de cacao que representa más de un 50% del total.

Grano mohoso: grano que en su parte interior presenta desarrollo de micelio de hongos.

Grano pizarroso: es el grano de cacao que, al cortarlo longitudinalmente por la sección transversal, su masa presenta una textura lisa, compacta, generalmente de color pizarra u oscuro.

Grano violeta: grano de cacao que presenta en su interior un color violáceo o lila.

Hedónico: relativo al placer.

Índice de mazorca: es la cantidad de mazorcas necesarias para obtener 1 kg de cacao fermentado o no y seco.

Juez sensorial: cualquier persona que toma parte en una prueba sensorial.

Licor de cacao: es el producto obtenido mediante la molienda de las semillas de cacao fermentadas o no, tostadas, descascarilladas. Es el resultado de una masa líquida durante la molienda.

Manteca de cacao: producto semisólido, de aspecto grasoso a temperatura ambiente, de color blanco o ligeramente amarillento, obtenido por el procesamiento de los granos de cacao que se obtiene por extracción mecánica o por solventes.

Mazorca: fruto indehiscente del árbol del cacao.

Método objetivo: todo método en el que la influencia de las opiniones se minimiza.

Método subjetivo: método en el que se tienen en cuenta las opiniones.

Nibs de cacao: son trozos o puntas de cacao tostado, se obtienen luego de que las semillas son tostadas y descascarilladas.

Nota: un juez lego es una persona que no cumple ningún criterio en particular. Un juez iniciado ha participado ya en alguna prueba sensorial.

Olor atípico: olor no característico, generalmente asociado con el deterioro o transformación de la muestra.

Panel de evaluación sensorial: grupo de personas seleccionadas para participar en una prueba sensorial.

Percepción: toma de conciencia por efecto de un estímulo sensorial simple o complejo.

Preselección: procedimiento de selección preliminar.

Producto: sustancia de consumo o no, que puede ser evaluada por análisis sensorial.

Prueba de comparación por parejas: prueba en la que se presentan las muestras agrupadas por parejas, con objeto de compararlas entre sí según atributos definidos.

Prueba de diferencias: cualquier método o prueba en el que se comparan muestras con objeto de establecer si existen o no diferencias entre ellos.

Prueba de preferencia: prueba que permite evaluar la preferencia entre dos o más muestras.

Prueba dúo-trío: prueba de diferencias en la que se presenta en primer lugar una muestra de referencia. A continuación, se presentan dos muestras, una de las cuales es la de referencia; el juez debe identificar esta.

Prueba triangular: prueba de diferencias en la que se presentan tres muestras marcadas en clave, dos de las cuales son idénticas. El juez sensorial debe indicar cuál de las muestras es diferente.

Referencia: sustancia, diferente del producto analizado, que se utiliza para definir una propiedad o un nivel determinado de una cierta propiedad.

Replicado: evaluación de una muestra más de una vez.

Responsable de panel: persona cuya principal función consiste en dirigir las actividades del panel, y reclutar, entrenar y controlar a los catadores. Puede también diseñar y dirigir pruebas sensoriales, así como analizar e interpretar los datos. Puede recibir la ayuda de uno o más técnicos del panel.

Sabores primarios: sabores producidos por soluciones acuosas diluidas de sustancias ácidas, amargas, saladas y dulces.

Sensación olfato-gustativa atípica: sensación olfato-gustativa no característica, generalmente asociada al deterioro o transformación de la muestra.

Sensación olfato-gustativa parásita: sensación olfato-gustativa ajena al producto en cuestión.

Sensorial: relativo a los órganos de los sentidos.

Sesgo: error sistemático que se produce siempre en el mismo sentido, pudiendo ser positivo o negativo.

Técnico de panel: persona que se encarga de las funciones operativas ayudando al responsable del panel o al analista sensorial a realizar las pruebas sensoriales, incluidos los preparativos que tengan que hacerse antes del ensayo y las actividades que tengan que hacerse después de él, como la eliminación de residuos.

Testigo: muestra del producto que se toma como elemento de comparación.

Umbral de detección: cantidad mínima de estímulo sensorial necesaria para originar una sensación. Esta sensación no tiene por qué ser identificada.



UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA (UNAD)

Sede Nacional José Celestino Mutis
Calle 14 Sur 14-23
PBX: 344 37 00 - 344 41 20
Bogotá, D.C., Colombia

www.unad.edu.co



978-958-651-778-2