

Prácticas y procesos que inciden en  
el aseguramiento de la calidad del  
cacao *Theobroma cacao* L.



Tecnoparque  
nodo La Angostura

SENNOVA

Sistema de Investigación,  
Desarrollo Tecnológico e Innovación

# Prácticas y procesos que inciden en el aseguramiento de la calidad del cacao *Theobroma cacao L.*



**Tecnoparque**  
nodo La Angostura





# Prácticas y procesos que inciden en el aseguramiento de la calidad del cacao *Theobroma cacao L.*

Leidy Machado Cuellar

Joserth Sánchez Cerquera

Andrés Felipe Chila Tierradentro

Valentín Murcia Torrejano

David Saavedra Mora

Óscar Ricardo Cano Ramírez

Kathryn Yadira Guzmán Pacheco

Claudia Mercedes Ordóñez Espinosa

Centro de Formación Agroindustrial La Angostura  
Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)

2018



**Tecnoparque**  
nodo La Angostura



Catalogación en la publicación. SENA Sistema de Bibliotecas

Prácticas y procesos que inciden en el aseguramiento de la calidad del cacao *Theobroma cacao* L. / Leidy Machado Cuellar [y otros 7]. -- Campoalegre, Huila : Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Centro de Formación Agroindustrial La Angostura, 2018.

1 recurso en línea (88 páginas : PDF).

Referencias bibliográficas: páginas 80-86.

Contenido: Generalidades -- Practicas para el aseguramiento de la calidad del grano de cacao -- Procesos para el aseguramiento de la calidad del cacao.  
ISBN: 978-958-15-0400-8.

1. Cacao--Control de calidad 2. Cacao--Cultivo I. Machado Cuellar, Leidy II. Sánchez Cerquera, Joserth III. Chila Tierradentro, Andrés Felipe IV. Murcia Torrejano, Valentín V. Saavedra Mora, David VI. Cano Ramírez, Oscar Ricardo VII. Guzmán Pacheco, Kathryn Yadira VIII. Ordoñez Espinosa, Claudia Mercedes IX. Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).

CDD: 633.74

## Diagnóstico nutricional de cultivos en Colombia

ISBN: 978-958-15-0400-8

© Rodolfo Lizcano Toledo, David Saavedra Mora, Yessica Daniela Sánchez Trujillo, Renato de Mello Prado, Rodrigo Hiyoshi Dalmazzo Nowaki, Gabriel Barbosa da Silva Junior.

© SENA

© Centro de Formación Agroindustrial La Angostura  
Servicio Nacional de aprendizaje



## Directivos SENA

**José Antonio Lizarazo Sarmiento**

Directora General (E)

**Mauricio Alvarado Hidalgo**

Director de Formación Profesional

**Emilio Eliécer Navia**

Coordinador Grupo de Gestión Estratégica de la Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (SENNOVA)

**Luis Alberto Tamayo Manrique**

Director Regional - SENA Regional Huila

**Cándido Herrera González**

Subdirector - Centro de Formación Agroindustrial La Angostura  
SENA Regional Huila

**Germán Barrios Cruz**

Coordinador Académico - Centro de Formación Agroindustrial La Angostura  
SENA Regional Huila

**Claudia Mercedes Ordoñez**

Líder SENNOVA  
Centro de Formación Agroindustrial La Angostura  
SENA Regional Huila

**Isaias Farfán Collazos**

Coordinador Formación Profesional  
Centro de Formación Agroindustrial La Angostura  
SENA Regional Huila

**Coordinación editorial:** Sílabas Editores SAS

**Corrección de textos:** Rubelío López y Gabriel Lopera

**Diseño y diagramación:** Juan Carlos Vélez S.

## Centro de Formación Agroindustrial La Angostura

Dirección: Kilómetro 38 vía al sur de Neiva, Campoalegre (Huila)

Teléfonos: (578) 8380191 - 8385060

<http://sena.edu.co/regionales-y-centros-de-formacion/zona-andina/Huila/Paginas/Huila.aspx>

[www.centroagroindustrial.blogspot.com.co](http://www.centroagroindustrial.blogspot.com.co)

[www.centroagroindustrial.blogspot.com](http://www.centroagroindustrial.blogspot.com)

Impreso en Panamericana Formas e Impresos S. A. / Printed and made in Colombia.

Se autoriza la reproducción total o parcial de la obra para fines educativos siempre y cuando se cite la fuente.

## ■ Agradecimientos

**A la** familia del Centro de Formación Agroindustrial La Angostura, y en especial a la gestión y esfuerzo del doctor Cándido Herrera Gonzales, por garantizar los recursos y la calidad de la formación de los aprendices y el trabajo de la mano con el sector agropecuario; así mismo, a la líder de SENNOVA, la doctora Claudia Ordóñez, por la oportunidad de dinamizar la divulgación científica y, de esta manera, generar herramientas que faciliten la toma de decisiones en los procesos técnicos productivos que sirvan como fundamento de los conocimientos de investigadores, aprendices y productores. Al grupo de instructores del equipo agroindustrial, por los conocimientos previos para la construcción de este documento.



## ■ Contenido

Agradecimientos.....	5
Presentación.....	9
Introducción .....	11
<b>Capítulo 1</b>	
<b>Generalidades .....</b>	<b>13</b>
1.1 Características morfo-agronómicas del cacao .....	14
1.2 Descripción del crecimiento fenológico del cacao .....	16
1.3 Producción de cacao en Colombia .....	20
1.4 Producción de cacao en el Huila .....	21
1.5 Comportamiento del mercado de cacao .....	26
1.6 Precios del grano de cacao.....	28
1.7 Créditos para el sostenimiento y nuevas plantaciones de cacao.....	29
1.8 Crecimiento de exportaciones e importaciones de cacao .....	30
1.9 Legislación política para el aseguramiento de la calidad del cacao .....	34
<b>Capítulo 2</b>	
<b>Prácticas para el aseguramiento de la calidad del grano de cacao .....</b>	<b>39</b>
2.1 Proceso de cosecha.....	40
2.2 Proceso de postcosecha.....	42



### **Capítulo 3**

#### **Procesos para el aseguramiento de**

#### **la calidad del cacao ..... 57**

3.2 Análisis físico..... 58

3.3 Homogeneización..... 60

3.4 Apariencia externa ..... 60

3.5 Índice de grano ..... 61

3.6 Contenido de humedad ..... 61

3.7 Prueba de corte de granos de cacao ..... 62

3.8 Clasificación de los granos de cacao ..... 63

3.9 Análisis Sensorial..... 70

#### **Referencias bibliográficas..... 80**

# Presentación

**Este libro** busca promover la divulgación de conocimientos y transferencia tecnológica, acorde a los lineamientos del CTI, la normatividad colombiana y los objetivos del Centro de Formación Agroindustrial a través del Programa de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (SENNOVA), encaminados a mejorar el sector agrícola y las empresas locales y nacionales, con la formación integral de tecnólogos en los procesos de enseñanza, aprendizaje y por medio de las investigaciones, resultados de un equipo de instructores y profesionales con la articulación de productores de la zona. Esto permite que el SENA se convierta en una institución que busca alternativas a los problemas del sector agrícola y agroindustrial para mejorar los beneficios y rentabilidad a nivel nacional.

Las estrategias para promover soluciones para el sector agrícola siempre van a ser una necesidad, debido a los cambios permanentes tanto de los requerimientos y demanda de la industria, como de las variaciones de las condiciones climáticas de cada región con relación a la incidencia de los cultivos. El cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) requiere de la inclusión de nuevas tecnologías basadas en buenas prácticas de calidad y aseguramiento del grano de cacao; por ello, este libro

genera estrategias y recopilación de metodologías al alcance de los cacaoteros, así como de investigadores e instituciones para dinamizar las nuevas tendencias y mejorar la calidad del cacao, desde las labores culturales hasta la comercialización y refinación del chocolate.

# Introducción

**El cacao** *Theobroma cacao* L., es uno de los productos básicos con mayor consumo en el mundo en sus diferentes preparaciones agroindustriales; por esta razón, los procesos agroindustriales de chocolate actualmente necesitan granos de cacao que sean uniformes y con atributos de calidad (sabor, aroma, componentes nutricionales, etc.) que cumplan con los requisitos del mercado. En este contexto, la calidad de la almendra del cacao *Theobroma cacao* L. para chocolate está relacionada con todos los procesos de planificación, desde la selección del clon para la siembra (ecofisiología de las plantas), condiciones de manejo (agronómicos, fertilización y fitosanitarios), cosecha (nivel de maduración), postcosecha (fermentación, secado, almacenamiento) y, finalmente, la transformación agroindustrial del producto, que dependerá de los análisis químicos y sensoriales.

De acuerdo con lo anterior, en la presente cartilla se desarrollan tres capítulos, así: en el capítulo 1 se expone las generalidades del cultivo de cacao con relación a los antecedentes de los rendimientos productivos y las variedades de cacao, resaltando aquellos con mejores características agronómicas e investigaciones desarrolladas en el Centro de Formación Agroindustrial y

algunas normas empleadas en el país con respecto a los comercializadores y al sector agroindustrial; en el capítulo 2, “Prácticas en el aseguramiento de calidad”, se describe los procesos que inciden en la calidad de la almendra de cacao, como la recolección, el desgrane, la fermentación, el secado y el almacenamiento, incluyendo variables que pueden alterar la evaluación final del grano; y en el capítulo 3, se presenta una valoración del proceso de calidad del cacao, desde los análisis químicos y sensoriales, profundizando en los métodos adecuados para la tostión, como experiencia para la refinación de chocolates.

Lo anterior permite avanzar y consolidar elementos y herramientas para los cacaoteros que les permitirá reducir actividades y, por consiguiente, disminuir la mano de obra y optar por la comercialización de la producción con mayor valorización. Por otra parte, la agroindustria se beneficiará al contar con granos de alta calidad para la elaboración de subproductos en la chocolatería.

# Capítulo 1

## Generalidades



## ■ 1.1 Características morfo-agronómicas del cacao

**El árbol** de cacao en todo el mundo normalmente demora de 6 a 7 años en empezar a dar frutos. El cacao, por ser una planta tropical, y a pesar de tener condiciones climáticas poco variables en las zonas de desarrollo, no presenta un crecimiento continuo sino que tiene fases de reposo vegetativo: las plantas jóvenes presentan un crecimiento rítmico con periodos de estancamiento más o menos constantes, en comparación con plantas adultas que siguen un patrón de crecimiento con periodos de desarrollo y de reposo irregulares, lo cual sugiere que el crecimiento de las plantas jóvenes es controlado por mecanismos endógenos, mientras que el de las adultas lo es por factores externos y está influenciado por las condiciones ambientales (Mejía, 1995).

El árbol de cacao alcanza alturas de 7 m, aunque en condiciones de crecimiento óptimas en cuanto a tem-

peratura, viento, agua y suelos puede crecer aún más. Bajo la sombra de árboles forestales puede alcanzar hasta 10 m, mientras en forma silvestre, bajo la intensa sombra del bosque primario, puede llegar a medir unos 20 m (Mata, 2006). Ahora bien, las observaciones realizadas sobre estados de floración en diferentes zonas cacaoteras demuestran que la producción de flores es controlada, en forma directa o indirecta, por factores climáticos. En zonas en donde la precipitación pluvial y la temperatura están completamente definidas, la floración se reduce en periodos secos y de lluvia; mientras que en aquellos sitios en donde los períodos de lluvia están bien distribuidos y sin altas variaciones de temperatura, prácticamente no existe estacionalidad de la floración y se encuentran flores durante todo el año.

Generalmente, su polinización es entomófila, principalmente llevada a cabo por individuos del género *Forcipomyia*. Una planta puede llegar a producir de 100.000 a 150.000 flores por año, de las cuales solo se fecunda entre el 0.1 y 0.3%, por lo que las demás caen (Cope, 1976). El fruto es el resultado de la maduración del ovario una vez fecundado; se trata de una baya grande, llamada mazorca, de 15 a 25 cm de largo y 10 cm de diámetro, que es diferente según la variedad, y dentro del cual se encuentran un número muy variable de semillas, dependiendo de la fecundación individual de los ovarios; pueden ser de color blancos o violetas, y se presentan embebidas en una pulpa mucilaginoso blanca y de sabor dulce y acidulado.

El tiempo de maduración varía por genotipo y ambiente.



Por genotipo varía de 5 a 7 meses; por ambiente, entre más cálido y húmedo sea el tiempo de maduración, más corto será el fruto (Enríquez, 1985; León, 1987; Arciniegas, 2005). Formada la mazorca, durante los meses más cálidos (22 a 24.5°C) los frutos maduran entre 140 a 175 días, mientras que en los meses más fríos (22.5 °C), el proceso se completa en un período que fluctúa entre 165 y 205 días (Batista, 2009). Este período varía dependiendo de las condiciones ambientales (Prabhakaran, 2010).

## ■ 1.2 Descripción del crecimiento fenológico del cacao

Autores como Niemenak *et al.* (2010) y sus colaboradores describen las etapas del crecimiento fenológico de plantas de cacao (*Theobroma sp*) según la escala BBCH. Inician con la etapa 1, denominada “desarrollo de las hojas en la rama principal de la planta joven y desarrollo de ramas”, seguida de la etapa 2, “elongación del tallo principal, formación de la horqueta y chupones”, las etapas 3 y 4, “elongación de las ramas secundarias”, la etapa 5, “emergencia de inflorescencias” (figura 1), y la etapa 6, “floración” (figura 2). Dentro de la etapa 7, denominada “desarrollo del fruto”, afirman que después de la antesis, el proceso de crecimiento y maduración del fruto de cacao dura aproximadamente 150 días, y se puede dividir en dos fases: La primera fase (F1) es de desarrollo (figura 3), ocupando alrededor de 75 días, durante los cuales el pericarpio se expande junto con los óvulos (BBCH 71) (figura 4); esta fase comprende también dos periodos: el primero cubre un intervalo de unos 50 días, durante los cuales el cigoto es inactivo y

el crecimiento en longitud es lento. El segundo periodo (50-75 días) de la primera fase inicia con la división del cigoto y el desarrollo preliminar del embrión; los frutos comienzan a hincharse y su longitud también aumenta. Al final de la primera fase, la relación entre el diámetro y la longitud de una fruta individual es aproximadamente 0.35. Las frutas se denominan “pepinos” y alcanzan alrededor del 50% de su tamaño final (BBCH 75) (figura 5). Durante esta fase, las frutas son susceptibles al deterioro fisiológico llamado “secamiento de pepino”, que se refiere al encogimiento y ennegrecimiento del fruto de cacao joven, lo que explica una pérdida considerable de frutos.

La segunda fase (F2) (BBCH 77), que comienza alrededor de los 85 días después de la antesis (DDA), es un periodo de activo metabolismo durante el cual los lípidos, las proteínas de almacenamiento y las antocianinas se acumulan en la semilla mientras que el contenido de humedad del embrión disminuye hasta un 30%. El crecimiento del pericarpio y los óvulos se ralentiza a expensas del crecimiento del embrión (figura 6). El embrión crece de 0.2 cm de longitud, después de 85 días, a 3 cm después de 150 días. En esta etapa llena completamente el espacio interior, que está confinado por las medidas de la testa de la semilla. Antes de que el crecimiento del embrión se haga rápido, el óvulo se llena con una gelatina conocida como endosperma (figura 7). Cuando el embrión cesa el crecimiento, no hay reanudación del crecimiento del fruto y la maduración empieza inmediatamente (BBCH 79) (figura 8).



**Figura 1.** Botes florales (BBCH 59). **Fuente:** Leidy Machado Cuellar.

---



**Figura 2.** Floración (BBCH 61). **Fuente:** Leidy Machado Cuellar.

---



**Figura 3.** Aparición de pepino. **Fuente:** Joserth Sánchez Cerquera.

---



**Figura 4.** El pericarpio se expande junto con los óvulos (BBCH 71). **Fuente:** Leidy Machado Cuellar.

---



**Figura 5.** Hinchamiento del fruto (BBCH 75). **Fuente:** Leidy Machado Cuellar.

---



**Figura 6.** Periodo de activo metabolismo (BBCH 77). **Fuente:** Leidy Machado Cuellar.

---



**Figura 7.** Desarrollo total de la mazorca. Fuente: Leidy Machado Cuellar.

---



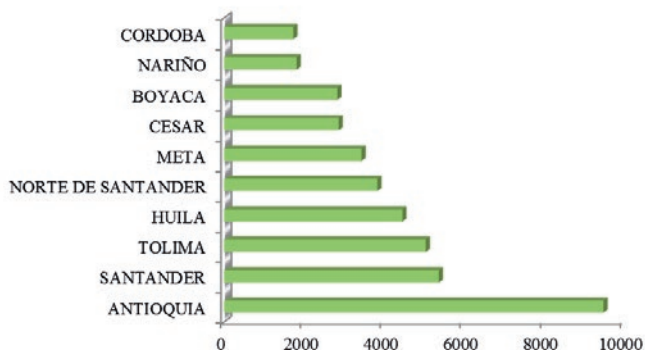
**Figura 8.** Maduración del fruto (BBCH 79). Fuente: Leidy Machado Cuellar.

---

### ■ 1.3 Producción de cacao en Colombia

El cacao es un cultivo pertinente para el mercado laboral en el sector agropecuario y, debido a su calidad, este producto es una de las nuevas apuestas exportadoras de Colombia (FINAGRO, 2014). Según los datos suministrados por la Federación Nacional de Cacaoteros

(FEDECACAO) para el año 2017, el área cosechada a nivel nacional alcanzó las 175.000 hectáreas, lo que permitió producir 60.535 toneladas en todo el país, teniendo un aumento significativo del 6,6% respecto a la producción del año 2016 (figura 9).



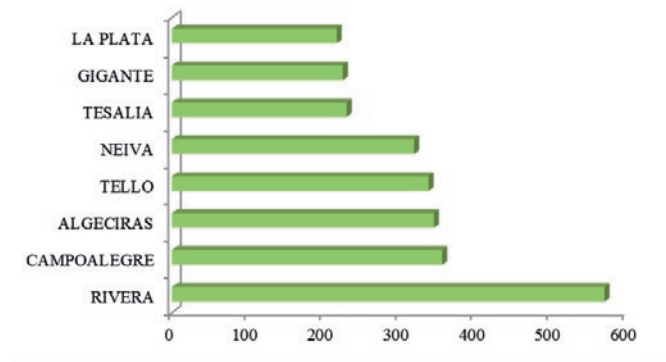
**Figura 9.** Producción de cacao seco en el año 2017 en Colombia. **Fuente:** Elaboración propia.

De acuerdo con los datos suministrados por la Cámara de Comercio de Huila y Agronet, los departamentos con mayor de producción de grano de cacao seco para el año 2017 son Antioquia (9.475 t/año), Santander (5.363 t/año), Tolima (5.035 t/año) y Huila (4.452 t/año).

## ■ 1.4 Producción de cacao en el Huila

El departamento del Huila es el cuarto productor de grano de cacao en Colombia, aportando el 7,97% de la participación nacional con una producción de cacao seco de 4.822 toneladas para el año 2017 (FEDECACAO, 2017) (figura 10), en una extensión de 7.320 hectáreas con una producción de 659 kg/ha/año y con un rendimiento por hectárea de 0,6 t/has. Así mismo,

tiene un total de 3.200 familias entre medianos y pequeños productores de cacao, con un fortalecimiento empresarial de 23 asociaciones de primer nivel y una Red de Asociaciones (segundo nivel) que agremia 18 asociaciones distribuidas en 16 municipios del departamento del Huila.



**Figura 10.** Producción de cacao seco en el año 2017 en municipios del departamento del Huila. **Fuente:** Elaboración propia.

Al revisar los municipios con mayor rendimiento productivo durante el 2017 sobresalen Rivera (570 t/año), Campoalegre (356 t/año), Algeciras (345 t/año) y Tello (338 t/año). Por otra parte, el mercado local se realiza en los centros de comercialización generados por las asociaciones de Rivera, Algeciras, Campoalegre, Íquira, Gigante, Tello, Pital, Tesalia, Baraya y Hobo, y ventas a Casa Luker, Nacional de Chocolates e intermediarios. Actualmente, el departamento realiza exportaciones a Colcocoa (98%), CI Productos Agrícolas Bonilla y C.I. Colonial *Theobroma* Trading, según los datos suministrados de la Cámara de Comercio de Huila.

Hoy en día, el sector cacaotero del Huila ha incrementado procesos para el aseguramiento de la calidad del cacao y la tecnificación de los sistemas de producción de manera sostenible. En este sentido, durante el año 2015, a través de recursos de Ecopetrol y mediante el convenio con la Cámara de Comercio de Neiva, se instalaron cuatro centrales de beneficio en los municipios de Rivera, Campoalegre, Algeciras y Gigante con el propósito de estandarizar los procesos de fermentación y secado y garantizar la calidad del cacao fino en sabor y aroma (Cámara de Comercio de Neiva)

#### **1.4.1 Antecedentes del cacao en el Huila**

En el cacao (*Theobroma cacao* L.) se ha estudiado principalmente su morfología, esto con el fin de poder distinguir características que permitan diferenciar el tipo de variedad en este sentido las variables más importantes son el tamaño de la planta, la forma de sus hojas, el color, la forma y el tamaño del fruto, y la semilla (Arrazate *et al.*, 2011). Actualmente, se conocen tres variedades de cacao: forastero, criollo y trinitario (Cheesman, 1944; UNCTAD, 2016). El trinitario resulta del cruce entre criollo y forastero, y presenta sabores intermedios. La variedad criolla es definida como “cacao fino”, de aroma y de alta calidad; además, es la más antigua. El forastero es clasificado como “común” y representa el 90% del cacao del mundo; aunque no tiene un sabor muy agradable, sirve para las mezclas en la refinación de chocolate (Enríquez, 1998; ICCO, 2015).

Por otro lado, tanto el sabor como la calidad no dependen muchas veces de la variedad sino de las activida-



des o prácticas de los cacaoteros, siendo el tamaño del grano la principal diferencia, teniendo en cuenta que algunos criterios como frutas, flores, hierbas, madera, nuez y/o caramelo no son exclusivos del cacao fino o de alta calidad (ICCO, 2015). El cacao se puede clasificar en dos categorías: cacao ordinario y cacao fino o de aroma. Dentro del cacao ordinario se encuentra los granos de variedad forastero, caracterizados por su productividad y alta tolerancia a enfermedades, constituyendo el 95% de la producción mundial; el cacao fino o de aroma corresponde a los granos de variedad criollos y trinitarios, hace parte de mercados especializados y es destinado a la elaboración de chocolate de alta calidad, representando el 5% de la producción total del cacao en el mundo (Villamar y Harold, 2015).

En el departamento del Huila, el cultivo de cacao es de gran importancia para el sostenimiento de muchas familias, constituyendo un eje fundamental para la diversificación de la economía agrícola (Ramírez, 2006). Sin embargo, gran parte de los sistemas de producción de grano de cacao son plantaciones avanzadas en edad de cultivo y con presencia de árboles genéticamente de baja productividad (Cárdenas *et al.*, 2010); en este sentido, los productores de cacao han optado por la implementación de materiales trinitarios como CCN 51, ICS 1, ICS 95, ICS 39 e IMC 67, caracterizados por su alto rendimiento y tolerancia a enfermedades.

En el Centro de Formación Agroindustrial La Angostura se ha venido desarrollando procesos de investigación en los sistemas de producción cacaoteros en el de-

partamento del Huila, un trabajo de la mano con los cacaoteros de la zona para mejorar las plantaciones de cacao y los procesos agroindustriales, optando por el aseguramiento de la calidad del grano de cacao y los procesos de manufactura; algunos estudios realizados son los que se esquematizan en el cuadro 1.

**Cuadro 1.** Investigaciones desarrolladas en el Centro de Formación Agroindustrial y articulación con la Universidad de la Amazonia

Tema	Autores
Diseño de un diagrama académico para la interrelación de los ciclos biogeoquímicos en el cultivo de cacao del Centro de Formación Agroindustrial La Angostura, de Campoalegre - Huila	Orduz et al., 2014
Caracterización morfoagronómica de árboles de cacao en el norte del Huila: Estrategia de recuperación del germoplasma regional	Ávila y Ordoñez, 2016
Diversidad florística en arreglos agroforestales asociados a cacao ( <i>Theobroma cacao</i> ), de cuatro municipios del sur colombiano	Minorta y Ordoñez, 2015
Caracterización morfoagronómica de árboles de cacao en el norte del Huila	Ávila et al., 2016
Diseño y elaboración de empaques artesanales a partir de subproductos de la industria del cacao	Ávila et al. 2016
Comportamiento agronómico y fisiológico del cultivo del cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) bajo arreglos agroforestales en la Amazonia Colombiana	Suárez et al., 2016

Tema	Autores
Incidencia de los procesos de cosecha y poscosecha sobre la calidad del cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) en fincas cacaoteras de la zona norte del departamento del Huila	Machado, 2016
Evaluación de la incidencia de procesos de fermentación y secado sobre la calidad organoléptica en grano de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) en fincas cacaoteras de la zona norte del departamento del Huila	Machado et al., 2016
Diagnóstico y diseño de doseles de sombra (MDDS) en fincas cacaoteras del norte del Huila	Rojas y Ordoñez, 2016
Manejo de doseles de sombra en arreglos agroforestales con <i>Theobroma cacao</i> L. en el norte del departamento del Huila	Rojas, 2016
Diseño y elaboración de empaques artesanales a partir de subproductos de la industria del cacao	Ávila et al., 2016
Análisis alternativo para la diversidad microbiana en los suelos productivos de <i>Theobroma cacao</i> L. del departamento del Huila	Torres, 2017
Aprovechamiento de subproducto del cacao para la elaboración de galletas	Vásquez et al., 2018

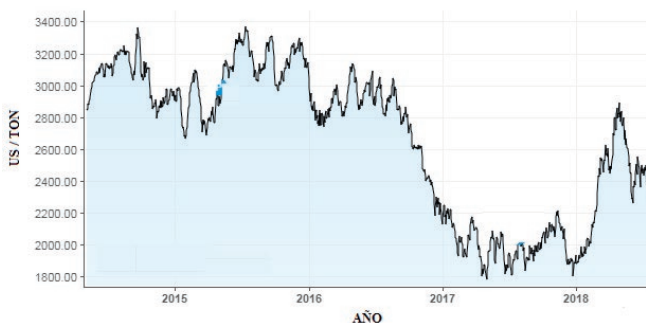
## ■ 1.5 Comportamiento del mercado de cacao

### 1.5.1 Precios del grano de cacao a nivel internacional

La tendencia de precios de granos de cacao se cotiza de forma diaria en la bolsa de valores de Nueva York y de Londres, como insumo de *commodity*. Las variaciones del precio en el 2015 fueron de un máximo de 3.330 US\$/t y mínimo de 2.758,67 US\$/t; para el 2016

se presentó una reducción -34.37% hasta el 2017, que corresponde a -1.071 US\$/t. Según Rabobank Internacional, esto representa alrededor 147.000 toneladas. Las fluctuaciones de los precios para el 2017 fueron con media general de 1.923 US\$/t; para el mes de enero de 2018 el precio fue de 1.833 US\$/t, con un crecimiento exponencial hasta el mes mayo de 2.892 US\$/t, tendencia que se mantiene en la bolsa de valores de Londres hasta julio de 2018 (figura 11).

Estas variaciones permiten la estabilidad de los precios con relación a los incrementos del consumo y el desarrollo de la demanda, aunque los pronósticos del mercado indican que las regiones deben buscar alternativas en los procesos agroindustriales para ser competitivas y sostenerse en el mercado; así mismo, la Organización Internacional del Cacao (ICCO), en estudios de perspectivas globales, menciona que América Latina debe trabajar en la estandarización de la calidad desde los cultivos, la cosecha, la postcosecha y la agroindustria.

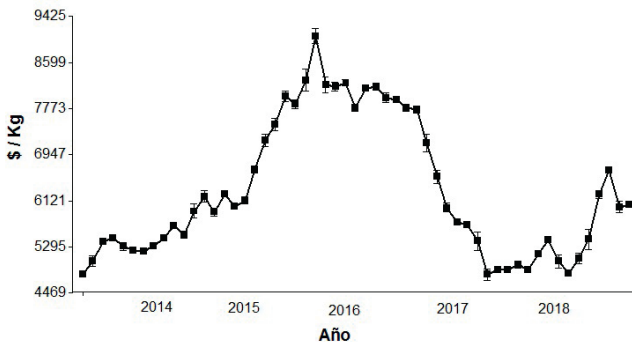


**Figura 11.** Tendencia de precios (US\$/t) de granos de cacao desde el año 2015 hasta mediados del año 2018, registrados en la bolsa de valores de Londres y Nueva York.

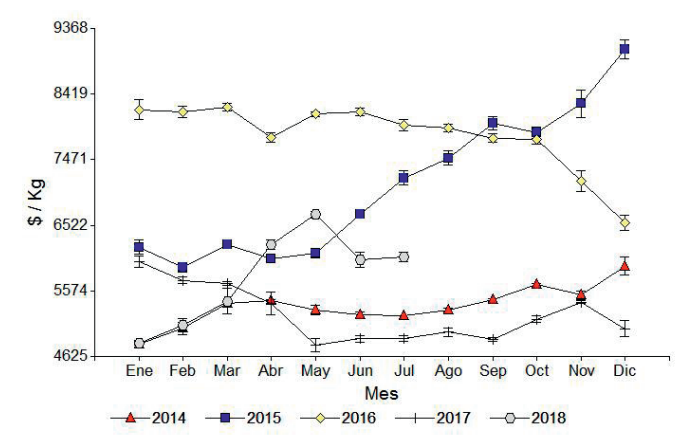
**Fuente:** <https://es.investing.com>

## ■ 1.6 Precios del grano de cacao en Colombia

Los precios de granos de cacao, según los cálculos de la dirección de cadenas agrícolas, forestales y fuentes suministradas por la Federación Nacional de Cacaoteros (FEDECACAO), obtenidos a través de Agronet, demuestran que la tendencia de los precios responde a la valorización de la bolsa de valores de Londres y Nueva York; esto significa que, aunque es un mercado nacional, las fluctuaciones no son independientes del mercado global. El precio del caco en Colombia, durante el año 2014, fue de \$5.350/kg aumentando para el año 2015-2016 a \$7.072/kg y \$7.832/kg, respectivamente, siendo menor para el 2017 con \$5.220/kg (figura 12a). Las variaciones de precios durante el año dependen de la oferta y la demanda, por lo que se espera que el escenario de los precios para finales de 2018 se mantenga entre los rangos de \$4.710 a \$6.750/kg (figura 12b). Lo anterior teniendo en cuenta que los precios más bajos se presentan en enero y julio, y los más altos en octubre y noviembre.



**Figura 12a.** Tendencia de precios de cacao por años. **Fuente:** Elaboración propia.

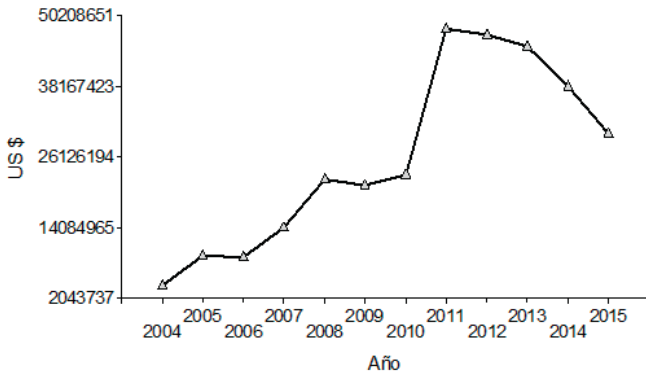


**Figura 12b.** Comportamiento de precios de granos de cacao entre los años 2014 y 2018. **Fuente:** Elaboración propia.

## ■ 1.7 Créditos para el sostenimiento y nuevas plantaciones de cacao

Los créditos para el sostenimiento y nuevas plantaciones de cacao durante los últimos 11 años se han incrementado un 613,07%, pasando de USD 4.233.050 a USD 30.185.010, equivalente a COP 82.797.483.536, en el 2015 (figura 13). Los departamentos con mayores solicitudes de gestión de créditos del total de 51 fueron Santander, Nariño, Antioquia, Tolima, Putumayo, Boyacá, Norte de Santander, Arauca, Cundinamarca, Huila y Cesar. A nivel del Huila, de los 36 municipios que conforman el departamento, aquellos con mayor participación en la gestión de créditos con una media general del monto del crédito son Neiva (\$21.313.995), Campoalegre (\$20.017.770), Tesalia (\$16.642.854), Palermo (\$16.129.447), Rivera (\$10.089.455), Palestina (\$10.000.000). Por otra parte, los créditos son solicita-

dos por personas naturales (o crédito ordinario) en un 82%, a nivel empresarial en un 13%, y a nivel asociativo en un 5%.

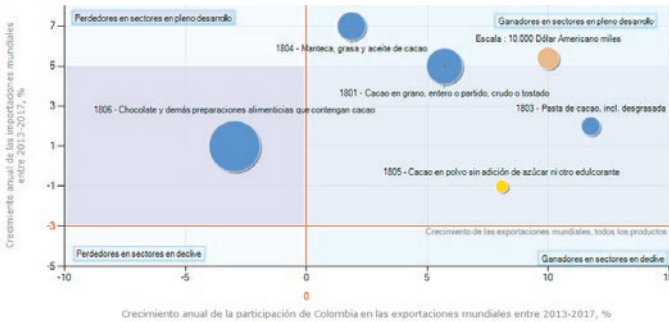


**Figura 13.** Tendencia de créditos solicitados para nuevas plantaciones y sostenimiento de cacao desde el año 2004 a 2015, datos suministrados por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

## ■ 1.8 Crecimiento de exportaciones e importaciones de cacao

### 1.8.1 Tendencia de exportaciones

El desarrollo de las exportaciones de Colombia dependerá de varios factores, entre los que se encuentra la certificación de los cultivos, que a su vez requiere una tecnificación por medio de las buenas prácticas agrícolas (BPA), y, por otro lado, los avances en la refinación de chocolatería, los derivados en alimentos que contengan cacao y el uso eficiente de la cáscara, películas y demás desechos que, de hecho, Colombia no exporta ni aprovecha de una forma correcta.



**Figura 14.** Crecimiento de la oferta nacional y de la demanda internacional para los productos exportados por Colombia en el 2017. **Fuente:** Cálculos del ITC basado en estadística de un COMTRADE e del ITC-Trademap.

La tendencia de exportación de cacao y las preparaciones a nivel mundial fueron evaluadas en cinco puntos durante los años 2013 y 2017: **1.** La pasta de cacao tuvo la mayor participación a nivel mundial (11,76%), con un total de exportación de 7.325 USD/kg. **2.** El cacao en polvo sin adición de azúcar tuvo una participación del 8,08%, siendo positiva, con un total exportado de 3.261 USD/kg. **3.** El cacao entero o partido, crudo o tostado, tuvo una participación de 5,71%, alcanzando 27.326 USD/kg, estando en una tendencia de mercado en desarrollo. **4.** La manteca, grasa y aceite tuvieron una participación en el mercado mundial de 1,85%, con un total de exportación de 17.199 USD/kg. **5.** Los chocolate y demás preparaciones alimenticias tuvieron un crecimiento negativo en la participación mundial (-2,97%), con un total de 57.086 USD/kg exportado; Colombia tuvo exportaciones por un valor de 645.000 USD/kg, con la participación del 1.1% (figura 14).



En cuanto a las exportaciones de Colombia, en el año 2007 se exportaron 1.884 toneladas, mientras que en 2017 fueron 16.908,40 toneladas, lo que representa un incremento de 797,45% en exportaciones de cacao en estos últimos 10 años, con una valorización de 47.272,16 USD/FOB. Entre los productos de mayor exportación se encuentra el cacao crudo en grano, entero o partido (11.793,12 t) y las preparaciones de cacao (2.197,90 t) (cuadro 2).

**Cuadro 2.** Exportación de cacao y derivados de Colombia durante el 2017

Descripción de productos	Volumen toneladas (t)
Cacao crudo en grano, entero o partido	11.793,12
Preparaciones de cacao	2.197,90
Pasta de cacao sin desgrasar	1.760,11
Cacao en polvo sin adición de azúcar ni otro edulcorante	1.012,10
Cacao tostado en grano, entero o partido	83,22
Cáscara, películas y demás residuos de cacao	49,63
Cacao en polvo con adición de azúcar u otro edulcorante	12,33
Grasa y aceite de cacao	0,01
Total	16.908,40

**Fuente:** Elaboración propia.

Los países donde mayor se exportan los productos y derivados de cacao son México (3.161,573 t), Países Bajos (1.939,488 t), Italia (1.874,554 t), España (1.823,167 t), Malasia (627,27 t) y Argentina (1.305,563 t), de un total de 41 países que participaron en la compra del grano de

cacao. Los departamentos de Colombia que estuvieron al frente de las comercializaciones y negociaciones fueron Cundinamarca, Antioquia, Santander, Valle del Cauca, Huila, Caldas y Magdalena; estos departamentos presentan un mayor proceso de ventas y, a su vez, son los mayores productores de cacao del país.

### 1.8.2 Tendencia de importaciones

Las importaciones para el 2017 fueron 5.503,88 t valorizadas en 13.837,78 USD/FOB; en cifras preliminares hasta el mes de mayo se ha importado 2.267,45 t; con relación al 2016, se importaron 4.643 toneladas, lo que significa un incremento del 18,54%. Pero en 2007 se importó 12.795 toneladas, es decir, en estos últimos 10 años la reducción en importaciones de cacao fue de 57,02%, según los datos obtenidos en Agronet y el III Censo nacional Agropecuario (cuadro 3).

**Cuadro 3.** Importación de cacao y derivados de Colombia durante el 2017

Descripción de productos	Volumen toneladas (t)
Cacao en polvo sin adición de azúcar ni otro edulcorante	3.595,31
Demás preparaciones alimenticias que contengan cacao en barras	1.048,41
Cacaos crudos en grano, entero o partido	488,33
Pasta de cacao desgrasada total o parcialmente	140,00
Cacao en polvo con adición de azúcar u otro edulcorante	132,63
Demás preparaciones alimenticias que contengan cacao, sin adición de azúcar	83,25

Descripción de productos	Volumen toneladas (t)
Pasta de cacao sin desgrasar	15,51
Grasa y aceite de cacao	0,44

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, las compras de cacao que realizó Colombia para el año 2017 provienen de Ecuador (2.335,94 t), Estados Unidos (941,81 t), Perú (661,28 t), España (528,17 t), Brasil (289,52 t), Venezuela (284,54 t) y China (115,00 t), siendo estos los de mayor importación de un total de 19 países.

## ■ 1.9 Legislación política para el aseguramiento de la calidad del cacao

La normatividad es el primer paso para el aseguramiento del cacao, por lo cual se establecen leyes, resoluciones, decretos y convenios, los cuales ayudan tanto al productor como al comprador para elegir y clasificar un grano de cacao de calidad, generando así ingresos para la manutención de los cultivos y el fortalecimiento de las fincas (cuadro 4).

**Cuadro 4.** Legislación política que comprende al sector cacaotero

NORMA	DESCRIPCIÓN
<b>LEYES</b>	
Ley 1763 del 15 de julio de 2015	"Tratado de libre comercio entre la república de Colombia y la república de Costa Rica", en: cáscara, películas y demás residuos de cacao, grasa y aceite de cacao y otros

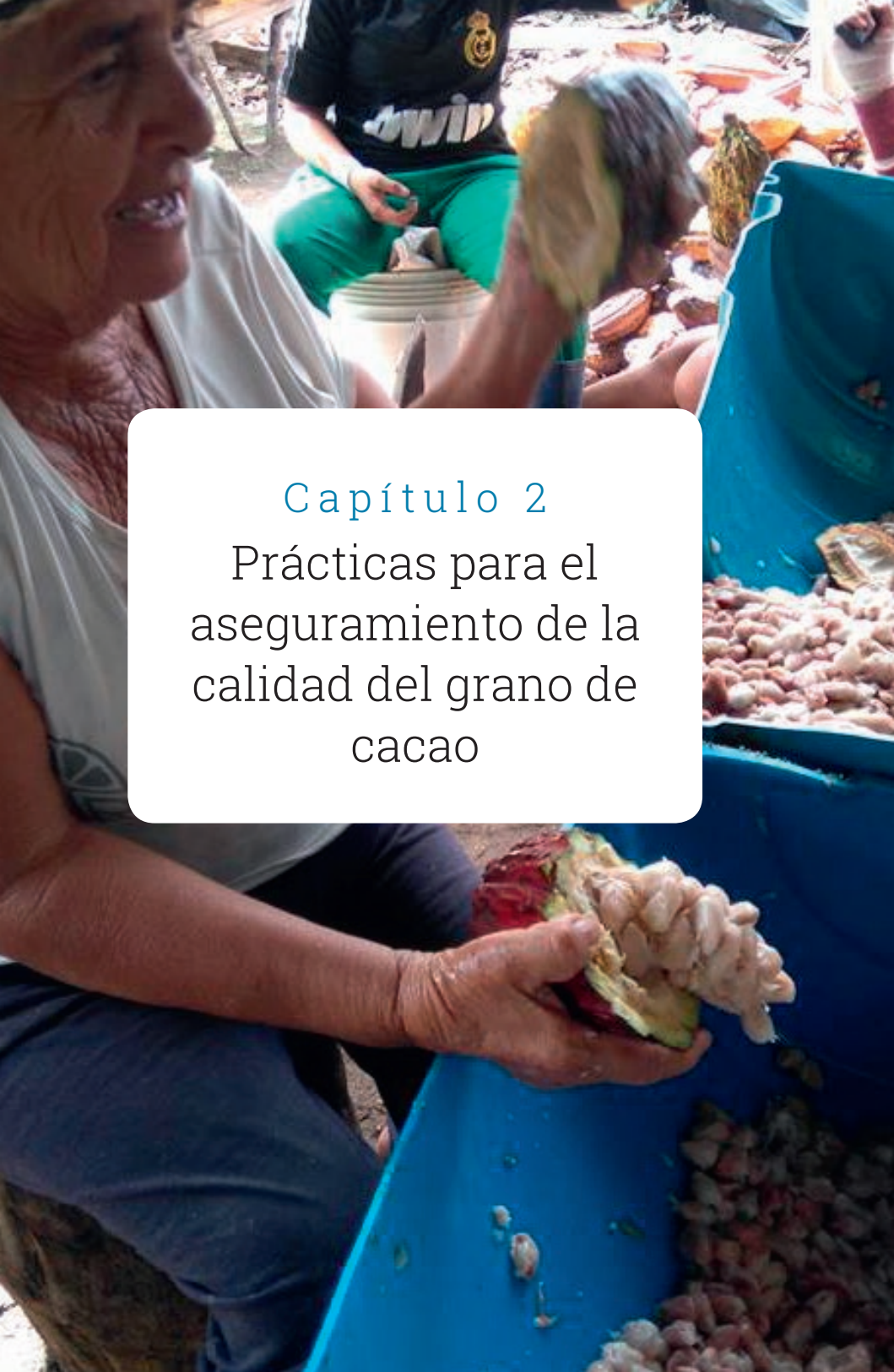
NORMA	DESCRIPCIÓN
Ley 939 de 2004	Considérase exenta la renta líquida generada por el aprovechamiento de nuevos cultivos de tardío rendimiento en cacao, caucho, palma de aceite, cítricos, y frutales
Ley 31 de 1965	Decreta el fomento de las industrias de cacao y cesiones de bienes
Ley 33 de 1971	Por la cual se adoptan medidas para aumentar los recursos y descentralizar determinadas actividades de la Caja de Crédito Agrario, Industrial y Minero, y se dictan otras disposiciones
Ley 20 de 1959	Por la cual se autoriza a la Caja Colombiana de Ahorros y a las Cajas y Secciones de Ahorros de los Bancos establecidos en el país para desarrollar programas de parcelación, y se dictan otras disposiciones
DECRETOS	
Decreto 1485 de 2008	Por el cual se transforma el Fondo de Estabilización de Precios de Exportación del Cacao en el Fondo de Estabilización de Precios del Cacao
Decreto 2908 de 2003	Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 818 de 2003, aprovechamiento en nuevos cultivos de palma de aceite, caucho, cacao, cítricos y demás frutales de tardío rendimiento que tengan clara vocación exportadora, tienen el carácter de exentas del impuesto sobre la renta a partir del año gravable de 2004, en los términos señalados en el presente decreto
RESOLUCIONES	
Resolución 234 de 2012	Por la cual se adiciona un párrafo al artículo 7.º de la Resolución número 00180 de 2012, por medio de la cual se otorga un apoyo a la comercialización de cacao en el 2012
Resolución 283 de 2012 Resolución 44 de 2013 Resolución 86 de 2013	Por la cual se otorga un apoyo a la comercialización de cacao

NORMA	DESCRIPCIÓN
Resolución 464 de 2012	Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 385 de 2012 por medio de la cual se otorga un apoyo a la comercialización de cacao en el 2012, denominada tercer tramo
Resolución 295 de 2013	Por la cual se designan los representantes de los Productores, Vendedores y Exportadores de Cacao para la conformación del Comité Directivo del Fondo de Estabilización de Precios del Cacao durante el periodo 2013-2015
Resolución 17779 del 19 de 2017	"ART. 30. Las tarifas para los servicios de registros de productor y distribuidor de material vegetativo de cacao y palma de aceite en viveros, y de caucho natural ( <i>Hevea</i> sp), y certificados de inscripción del vivero de que trata el artículo 39 del Capítulo XXIV del Acuerdo 15 de 2007"
Resolución 2154 de 2012	Aceites y grasas de origen vegetal o animal para consumo humano
Resolución 102 de febrero 16 de 2018	Por la cual se establece la cobertura y los cultivos del plan de gestión de riesgos Agropecuarios
Resolución 140 de junio 2 de 2017	Por la cual se establece la cobertura y los cultivos del Plan de Gestión de Riesgos Agropecuarios
Resolución 003434 del 28 noviembre de 2005	Por la cual se establecen normas para la producción, distribución y comercialización de material de propagación de cacao
Resolución 1511 de 2011	Por la cual se establece el reglamento técnico para los requisitos sanitarios que deben cumplir el chocolate y los productos de chocolate para el consumo humano, que se procesa, se aplica, se almacena, se transporta, comercializa a través de la importación o exportación en el territorio nacional

**POLÍTICAS SECTORIALES**

NORMA	DESCRIPCIÓN
Códex 105 de 1981	Esta norma se aplica al cacao en polvo (cacaos) y a las mezclas de cacao y azúcares con destino al consumo directo. El "cacao en polvo", "cacao en polvo rebajado en grasa" y el "cacao en polvo sumamente rebajado en grasa" son productos obtenidos de la torta de cacao (ref.: Norma para la Pasta de Cacao [Licor de Cacao/Chocolate] y la Torta de Cacao), transformada en polvo
Códex 86 de 1981	Esta norma se aplica exclusivamente a la manteca de cacao empleada como ingrediente en la fabricación de chocolate y productos de chocolate
Códex 87 de 1981	La norma se aplicará al chocolate y los productos del chocolate destinados al consumo humano y escritos en la sección 2. El chocolate y los productos de chocolate deben ser preparados a partir del cacao o derivados del cacao con azúcares y podrán contener edulcorantes, productos lácteos, sustancias aromatizantes y otros ingredientes alimentarios
NTC 486 de 2008	Masa de o pasta o licor de cacao y torta para la fabricación
NTC 518 de 2000	Cacao en polvo y sus mezclas con azúcares
NTC 1252 de 2012	Cacao en grano
NTC 792 de 2008	Chocolate y sucedáneos para consumo directo
<b>CONVENIOS</b>	
Convenio 110 de 1958	Convenio relativo a las condiciones de empleo de los trabajadores de las plantaciones





## Capítulo 2

Prácticas para el  
aseguramiento de la  
calidad del grano de  
cacao



## ■ 2.1 Proceso de cosecha

### 2.1.1 Recolección

**La recolección** es la primera etapa del beneficio, y es muy importante porque de ella dependen muchos factores que van a incidir en la calidad y comercialización del grano (López, 2003). Cuando se hace la cosecha del cacao es importante recolectar solo las mazorcas maduras, ya que las verdes van a generar un producto no deseado debido a que las sustancias azucaradas que están en la parte externa del grano originan un sabor amargo, lo cual se debe a que no tienen las condiciones óptimas; además, es importante realizar esta labor con las herramientas adecuadas para no generar daño a los cojines florales del árbol, y por eso se recomienda utilizar tijeras o medialunas para, de esta manera, garantizar un mejor manejo al árbol de cacao (figura 15) (Asociación Cámara Nacional de Cacao Fino de Costa Rica, 2015).



**Figura 15a.** Tijeras utilizadas para la recolección de cacao. **Fuente:** Leidy Machado Cuellar.

.....



**Figura 15b.** Media luna utilizada para la recolección de cacao. **Fuente:** Leidy Machado Cuellar.

.....

### 2.1.2 Desgrane

Esta labor se ejecuta con el fin de sacar los granos de cacao de la mazorca, y se realiza principalmente de manera manual (figura 16), utilizando herramientas como el machete o la cuchilla; al realizarse de esta forma, se debe evitar causar daños a las almendras, pues quedarían expuestas al ataque de hongos y al final del proceso de beneficio presentarían un aspecto defectuoso que alteraría la calidad física del producto a comercializar (Arciniegas, 2005).



**Figura 16.** Mazorca de cacao abierta, lista para ser desgranada. **Fuente:** Leidy Machado Cuellar.

---

## ■ 2.2 Proceso de postcosecha

### 2.2.1 Fermentación

Una de las etapas fundamentales en el procesamiento del grano de cacao es la fermentación, que es la fase esencial en la cual se producen los cambios bioquímicos que determinan el aroma y el sabor del cacao que,

a su vez, son decisivos en la calidad no solo química sino también física del producto para comercializar (Rivera *et al.*, 2012). Aunque la fermentación es la etapa principal en la calidad del grano, esta suele realizarse sin ningún control, lo que genera que no haya una estandarización en el producto final (Gálvez *et al.*, 2007). Dicha falta de estandarización genera problemas al momento de hacer la transformación y la comercialización del cacao, y es por ello que los compradores del grano exigen calidad, ya que de esta dependerá su producto (Pereira *et al.*, 2012). Este proceso generalmente tiene una duración de 2 a 8 días y para llevarlo a cabo se utilizan cajas o cajones de madera, puestos de forma lineal (figura 17) y en escalera (Hii *et al.*, 2009), aunque algunos productores utilizan tambores rotatorios, los cuales ahorran trabajo a la hora de realizar los volteos.



**Figura 17a.** Cajones de madera lineales utilizados para la fermentación de cacao.

**Fuente:** Leidy Machado Cuellar.

---



**Figura 17b.** Canoas de madera para fermentación de cacao. **Fuente:** Leidy Machado Cuellar.

---

### 2.2.1.1 Variables que intervienen en la fermentación

El volteo tiene como finalidad aumentar la aireación de la masa en fermentación, lo cual se ve reflejado en el incremento de la temperatura (figura 18), luego de realizar esta labor se disminuye la temperatura, pero después empieza a elevarse debido al desarrollo de la respiración microbiana; además, es importante realizarlo de una forma adecuada para garantizar una buena homogenización y con herramientas que no vayan a generar algún tipo de daño al grano (Gutiérrez, 2012).



**Figura 18.** Realización de volteos en masa de fermentación de cacao. **Fuente:** Joserth Sánchez Cerquera.

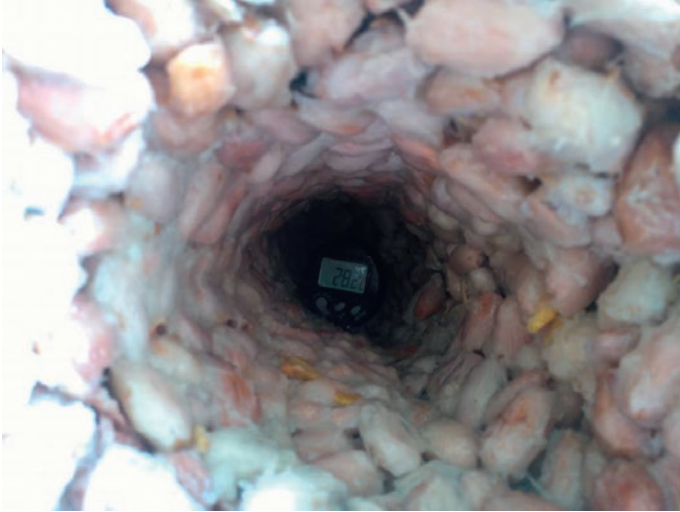
---

a) **Temperatura:** Al haber actividad microbiana ocurre un aumento en la temperatura, empieza a surgir una degradación de las células de los cotiledones y se van realizando procesos bioquímicos que ayudan llevar a cabo el proceso de fermentación (Gutiérrez, 2012). Una temperatura de 45 °C es la óptima para el desarrollo de la fermentación, pero puede ser mayor dependiendo, principalmente, del volumen de la masa a fermentar: entre mayor sea la masa, habrá un incremento en la temperatura (Contreras et al., 2004). Según García et al., (2014), una temperatura constante es esencial para garantizar un proceso de fermentación uniforme y completo, y de esta manera se obtendrá un grano con buen sabor y aroma. Para la medición de la temperatura se utiliza un termómetro de punzón a tres profundidades: superior, media y baja (figura 19).



**Figura 19a.** Termómetro de punzón utilizado para la medición de temperatura en la parte superficial de la masa de fermentación. **Fuente:** Leidy Machado Cuellar y Joserth Sánchez Cerquera.

---



**Figura 19b.** Termómetro de punzón utilizado para la medición de temperatura en la parte inferior de la masa de fermentación. **Fuente:** Leidy Machado Cuellar y Joserth Sánchez Cerquera.

---

- b) Grados Brix:** Las semillas de cacao están rodeadas de un mucílago rico en azúcares que son necesarios para el inicio de la fermentación (Vallejo *et al.*, 2016), para la medición de los grados Brix se utiliza el refractómetro (figura 20) para determinar la cantidad aproximada de azúcares presentes en el grano de cacao, teniendo en cuenta que dichos valores, dependiendo las características de los granos, pueden oscilar entre 13 y 17 °Bx (Graziani *et al.*, 2003).



**Figura 20a.** Refractómetro digital utilizado para la medición de grados Brix en granos de cacao. **Fuente:** Leidy Machado Cuellar.

.....



**Figura 20b.** Refractómetro análogo utilizado para la medición de grados Brix en granos de cacao. **Fuente:** Leidy Machado Cuellar.

.....



- c) **pH:** El pH es un parámetro que al estar en niveles bajos demuestra que hubo una fermentación defectuosa, mientras que el nivel óptimo (5,0) es un indicativo de calidad (Graziani *et al.*, 2002). El tener un pH menor al adecuado va a incidir negativamente en el aroma, lo que se debe a la presencia de ácido acético ocasionado por una inadecuada fermentación, que a su vez es causado por la implementación de distintos métodos de beneficio (Vera *et al.*, 2014) (figura 21).



**Figura 21.** Potenciómetro utilizado para la medición de pH en masa de fermentación de cacao. **Fuente:** Leidy Machado Cuellar.

---

- d) **Acidez:** La Acidez es un factor importante en la fermentación, siendo el punto clave para el desarrollo del aroma y el sabor, pues modera el nivel de amargura y astringencia en los granos de cacao (figura 22) (Portillo *et al.*, 2014). Durante la fermentación

se activan compuestos volátiles como alcoholes, aldehídos, cetonas, ácidos y ésteres, algunos de los cuales generan sabores y olores que se pueden clasificar como deseables o indeseables (Pallares *et al.*, 2016). La acidez generalmente se da por la interacción de bacterias lácticas que a menudo generan ácidos acéticos y ácidos propanoicos, los cuales presentan sabores astringentes, vinagres, agrios, fuertes y picantes, inaceptables en análisis sensoriales (Calle, 2017).



**Figura 22.** Método para determinar la acidez titulable en granos de cacao. **Fuente:** Leidy Machado Cuellar.

---

### 2.2.2 Variables que intervienen en el secado

Al final de la fermentación el grano disminuye su humedad a un 50% y, aunque se trata de una etapa muy

importante porque determina el sabor del producto final de cacao, el secado también es fundamental en este sentido, pues disminuye la humedad a un 6%; de este último proceso depende el aroma y es, así mismo, importante para eliminar el contenido de ácido acético (Cubillos *et al.*, 2008). Además, el secado ayuda a que los granos de cacao no adquieran sabores no deseados debido a la humedad del grano.

- a) **Horas de sol:** el primer día de secado se debe llevar a cabo lentamente, ya que si se hace de una manera apresurada podría no terminar procesos que se iniciaron en la fermentación, como la disminución de la acidez y el amargor, después del segundo día debe realizarse durante todo el día para evitar aparición de mohos y sustancias que puedan contaminar el grano.
- b) **Volteos:** es importante realizar volteos durante los días que dure el proceso de secado ya que de estos depende la homogenización del grano, además ayuda a la aireación del grano y disminución de humedad.

**Métodos de secado:** los métodos de secado artificiales pueden funcionar con energía solar o gas, siendo los menos recomendados debido a que pueden acelerar el proceso y no resaltar los atributos deseados; en cuanto los tradicionales, los más utilizados son la marquesina y las bandejas de secado, y son los más utilizados por los productores (Hamdouche *et al.*, 2015).



**Figura 23a.** Bandejas de secado de grano utilizadas en planta de beneficio de cacao.  
**Fuente:** Leidy Machado Cuellar.

---



**Figura 23b.** Marquesina de secado tradicional. **Fuente:** Leidy Machado Cuellar.

---

**Humedad:** Se debe obtener un porcentaje entre el 6% y el 7%, pues al poseer un valor mayor se corre el riesgo de que aparezcan hongos al almacenar, lo cual afec-





**Figura 24b.** Medición de la humedad del grano de cacao seco. **Fuente:** Leidy Machado Cuellar y Joserth Sánchez Cerquera.

### 2.2.2.1 Clasificación

Es un proceso que se hace para determinar el tamaño del grano, mediante el cual se hace una selección de los granos y una eliminación de impurezas que estos puedan contener, así como de los daños por insectos que reducirían su valor comercial; tal procedimiento se realiza con el fin de sacar un producto homogéneo (figura 25) (Cubillos *et al.*, 2008), que será clasificado o bien como tipo premium o como tipo corriente:

- a) **Premium:** Son aquellos granos de cacao bien fermentados, de 10 milímetros de tamaño y que resultan cada vez más importantes para el mercado chocolatero, pues cumplen con los estándares de calidad para su comercialización en cuanto a su apariencia: tamaño (longitud), aroma y sabor.
- b) **Corriente:** Son granos de 8 y 6 milímetros, de tamaño mediano, que presentan buena fermentación y son muy útiles en procesos agroindustria-

les, tanto así que, a la hora de vender cargas de cacao, tienen una buena bonificación.

- c) **Pasilla:** Son aquellos granos de cacao planos, tan delgados que se dificulta su partida longitudinal, por lo cual el mercado los ha clasificado como “pasilla”. A la hora de comercializar este grano, algunos canales de comercialización no lo aceptan porque presenta muy poca almendra por lo que se dificulta su uso en procesos agroindustriales. Sobra decir que este tipo de cacao es pagado a menor valor.



**Figura 25.** Zaranda utilizada para la selección de grano de cacao. **Fuente:** Leidy Machado Cuellar.

---

### 2.2.3 Almacenamiento

Este es el último paso antes de comercializar el pro-

ducto, y consiste en empacarlo en costales. Ahora bien, es importante utilizar costales que sean de primer uso, y cuidar que no sean tulas que hayan contenido insumos agrícolas o pecuarios que puedan contaminar los granos de cacao. Seguidamente, se debe depositar el producto en cuartos cerrados o bodegas, y es fundamental no dejarlo sobre el suelo, ya que la humedad podría generar mohos; también es recomendable no almacenarlo en el mismo lugar donde se encuentren insumos agrícolas como venenos, combustibles u otros elementos que puedan generar algún tipo de contaminación; lo ideal es dejarlo sobre tablas de madera, y en un lugar donde solo se almacene este producto, mientras se lo transporta al lugar donde se va a vender (Liendo y Marín, 2006) (figura 26).



**Figura 26.** Pesaje de los granos de cacao en costales de fique para su respectivo almacenamiento. **Fuente:** Leidy Machado Cuellar.

---





## Capítulo 3

Procesos para el  
aseguramiento de la  
calidad del cacao



## ■ 3.2 Análisis físico

**Para este** análisis se determinan las características físicas del grano, para realizar este proceso se tiene en cuenta la Norma técnica colombiana (NTC) 1252 (cuadro 5).

### 3.2.1 Aspecto

Para analizar el aspecto se utiliza la muestra inicial para averiguar si los granos son homogéneos, tanto en tamaño como en color, dando como resultado una clasificación que distingue entre granos homogéneos (H) granos no homogéneos (NH) (figura 27). Seguidamente, se debe colocar los granos en un mesón o una superficie limpia donde no se transfieran olores a los mismos; luego se esparcen en la mesa y se inicia la observación (Aguilar, 2016).



**Figura 27.** Granos de cacao no homogéneos entre los cuales se visualiza granos pequeños y granos grandes. **Fuente:** Leidy Machado Cuellar.

---

### 3.2.2 Olor

En esta etapa del análisis se percibe los olores típicos del cacao, así como los atípicos; si el olor percibido de la muestra es propio del cacao, o típico, se establece marca con la letra T, mientras que se usará la letra A si el olor se identifica como atípico, y que puede remitir a combustible, humo, tierra, moho, etc. (figura 28) (Aguilar, 2016).



**Figura 28.** Método para percibir el olor de los granos de cacao seco. **Fuente:** Joserth Sánchez Cerquera.

---

### ■ 3.3 Homogeneización

La homogeneización consiste en reagrupar una muestra y seleccionar una parte de ella por el método de cuarteo, que consiste en extender una muestra de cacao en un mesón o una zona limpia y dividirla en cuatro partes iguales (que se denominarán W, X, Y, Z); luego se eliminan dos partes al azar (W y Z), para quedar, posteriormente, con dos partes iguales. Este proceso se realiza hasta que se obtenga una muestra de, aproximadamente, 1,5 o 2,0 kg, según Aguilar (2016), y tiene como finalidad determinar y evaluar los porcentajes de impurezas del grano y el contenido de granos defectuosos, así como reducir la muestra en pequeñas porciones para su análisis en laboratorios de calidad (figura 29).



**Figura 29.** Método para realizar la homogeneización del grano seco de cacao. Fuente: Joserth Sánchez Cerquera.

---

### ■ 3.4 Apariencia externa

A través del análisis de la apariencia externa se busca identificar si los granos de cacao a evaluar presentan uniformidad en cuanto al tamaño y la talidad del color.

Aquella muestra donde se observa uniformidad se cataloga como homogénea y se identifica con la letra H. Si por el contrario se observa diferencias se considera no homogénea, y se identifica con las letras NH.

### ■ 3.5 Índice de grano

Es el peso de 100 granos, expresado en gramos, de la muestra de 1 kilo, a partir del cual se realiza un conteo de 3 submuestras de 100 granos, después se registra el peso de forma individual y, finalmente, se saca un promedio de los pesos obtenidos (figura 30).



**Figura 30.** Peso de 100 granos de cacao seco. **Fuente:** Leidy Machado Cuellar

### ■ 3.6 Contenido de humedad

En este punto se determina el contenido de humedad en porcentaje (%) a partir de tres submuestras de granos enteros y utilizando el medidor portátil con capacidad

para 30 granos (figura 31). Durante este procedimiento hay que tener mucho cuidado con el grano para que no absorba humedad durante la manipulación.



**Figura 31.** Medición de humedad para análisis físico de grano. **Fuente:** Joserth Sánchez Cerquera.

---

### ■ 3.7 Prueba de corte de granos de cacao

El corte de grano se realiza a través de una herramienta llamada guillotina (figura 32), en la cual se colocan 50 granos y se los corta de forma longitudinal para observar la máxima superficie del embrión. A través de esta prueba se determina el grado de fermentación y la calidad física de los granos de cacao.



**Figura 32a.** Guillotina utilizada para corte de granos. **Fuente:** Joserth Sánchez Cerquera.

---



**Figura 32b.** Corte de granos realizados con guillotina. **Fuente:** Joserth Sánchez Cerquera.

---

## ■ 3.8 Clasificación de los granos de cacao

Para la evaluación de los granos de cacao se describen los atributos y posibles defectos, tal y como se describe a continuación:

### 3.8.1 Granos bien fermentados

Son granos que al hacerles el corte longitudinal presentan una coloración en su totalidad marrón que indica que la fermentación obtenida es la ideal para comercializar el producto (Rivera *et al.*, 2012). La característica principal de estos granos son una coloración 100% marrón oscuro (figura 33), una apariencia hinchada, la no compactación, estrías profundas, un embrión arriñonado y una testa suelta (Aguilar, 2016).





**Figura 33a.** Granos color marrón. **Fuente:** Leidy Machado Cuellar y Joserth Sánchez Cerquera.

---



**Figura 33b.** Granos con el embrión está arriñonado y marrón. **Fuente:** Joserth Sánchez Cerquera.

---

### 3.8.2 Granos insuficientemente fermentados

Son aquellos granos, que se identifican por la coloración violeta-marrón de su cotiledón de (figura 34), lo cual

indica que la fermentación no se está efectuando de la mejor manera (Chang *et al.*, 2015). Sus características generales son la coloración marrón-violeta, las estrías profundas y el embrión arriñonado.



**Figura 34.** Los granos evidencian color marrón en el centro y violeta por partes. **Fuente:** Joserth Sánchez Cerquera.

.....

### 3.8.3 Granos sin fermentar, violetas

El color de estos granos indica que hubo una fermentación defectuosa, lo que significa que hubo un mal manejo a la hora de realizar este procedimiento y se presenta como una coloración violeta en los cotiledones de la almendra (figura 35) (Sánchez, 2007). Las características que presenta este tipo de grano son las siguientes: coloración totalmente violeta, texturas no hinchadas, fuertes sabor amargo, sensación astringente, mucha compactación y ausencia de aroma (Aguilar, 2016).



**Figura 35.** Granos color violeta totalmente planos. **Fuente:** Joserth Sánchez Cerquera.

### 3.8.4 Granos pizarrosos

Además de tener coloración gris, presenta otro tipo verdoso o negruzco, lo que indica que no obtuvo ningún tipo de fermentación (figura 36); lo anterior genera problemas para la comercialización, ya que tendrá sabores astringentes que resultan desagradables para el consumidor (Rivera *et al.*, 2012). La característica general de este grano es su compactación y el hecho de no presentar ranuras en su interior, a partir de lo cual se puede deducir que el grano no ha tenido uno 100% de fermentación (Aguilar, 2016).



**Figura 36.** Grano compacto y color negruzco. **Fuente.** Leidy Machado Cuellar.

---

### 3.8.5 Granos dañados por insectos

Son granos que han sido picados por larvas y presentan una almendra dañada directamente en su interior (figura 37), lo que provoca una mala fermentación alcohólica y acética en el grano, y, finalmente, conlleva a que se presenten sabores no agradables al paladar (Pérez *et al.*, 2017). Las características que se dan en estos granos son más físicas, directamente tanto en la mazorca como en el grano, por lo cual se observan perforaciones (Aguilar, 2016).

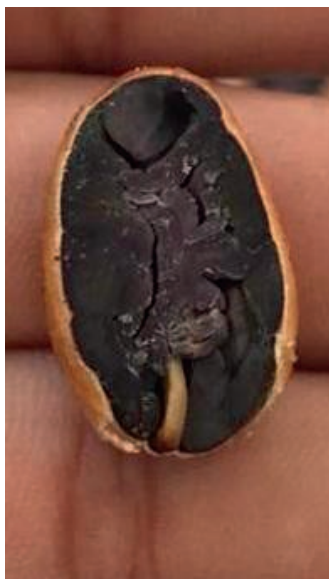


**Figura 37.** Grano infestado por insectos. **Fuente:** Leidy Machado Cuellar.

---

### 3.8.6 Granos germinados

Son aquellos granos que durante la recolección de la materia prima (mazorca), desarrollan su sistema radicular provocando el rompimiento de la testa de la semilla (figura 38), generando así la entrada de fitopatógenos (hongos) (Pérez *et al.*, 2017). Su característica principal es la perforación de testa por donde sale el sistema radicular del grano (Aguilar, 2016).



**Figura 38.** Grano que se sale de su sistema radicular. **Fuente:** Leidy Machado Cuellar.

**Cuadro 5.** Requisitos del grano de cacao establecidos por la Norma Técnica Colombiana 1252

Requisitos	Premium	Corriente	Pasilla
Contenido de humedad en % (m/m), máx.	7	7	7
Contenido de impurezas en % (m/m), máx.	0	0,3	0,5
Grano mohoso interno, número de granos / 100 granos, máx.	2	2	3
Grano dañado por insectos y/o germinados, número de granos / 100 granos, máx.	1	2	3
Contenido de pasilla, número de granos / 100 granos, máx.	1	2	2
Contenido de almendra en % (m/m), mín.	-	-	40-90
Masa (peso) en g / 100 granos, mín.	120	105-119	40

Requisitos	Premium	Corriente	Pasilla
Granos bien fermentados, número de granos / 100 granos, mín.	65	65	60
Granos insuficientemente fermentados, números de granos/100 granos, mín.	25	35	40
Granos pizarrosos, números de granos / 100 granos, máx.	1	3	3

Fuente: Norma Técnica Colombiana 1252, 2003. Cacao en grano.

## ■ 3.9 Análisis Sensorial

### 3.9.1 Tostado

El tostado es una operación muy importante en el procesado del cacao, ya que determina en gran medida el color, el aroma y el sabor de los productos derivados del cacao. Durante el tostado, el color del cacao cambia hacia una talidad parda, adicional a lo observado durante las etapas previas de fermentación y secado (figura 39b). En este pardeamiento participan múltiples reacciones, como oxidaciones y polimerizaciones de polifenoles, degradación de proteínas y reacciones de Maillard. En cambio, en el aroma y el sabor tienen especial influencia las diferentes temperaturas y tiempos a los que se somete la semilla durante el tostado (Ramli *et al.*, 2006).

Para el tostado de la semilla de cacao existen dos alternativas: el tostado convencional y el pre-tostado. El tostado convencional consiste en tostar las semillas cuando todavía conservan la cáscara en hornos industriales y a temperaturas comprendidas entre los

100 y los 150 °C, durante 15 o 45 minutos, respectivamente. En cambio, el pre-tostado, como su nombre lo indica, consiste en someter a las semillas a un tratamiento térmico previo a temperaturas inferiores a los 100 °C y por cortos periodos de tiempo (15 minutos) (figura 39a), para desprender la cáscara de la semilla y, posteriormente, someterla de manera directa a otros niveles de temperatura u otros procesos (Ramli *et al.*, 2006).

La selección del método de tostado es importante, ya que con él se alcanzan indicadores clave del proceso tales como bajar la cuenta bacteriana, facilitar el descascarado y mejorar el color (Anon, 1995). Con temperaturas de entre 110 y 150 °C se favorece el desarrollo de los componentes del color, aroma y sabor que se inician durante la fermentación. En la industria cacaofera el método más empleado es el tostado convencional, que realiza el tueste de la semilla con cáscara y con circulación o transmisión de aire caliente a temperaturas que oscilan entre los 130 y los 150 °C, por 15 y 45 minutos (Nebesny y Rutkowski, 1998).

El tostado se realiza con tres propósitos: a) disminuir la humedad de los granos de 7-8 a 2,5%; b) eliminar compuestos volátiles no deseados (ácido acético); y c) generar nuevos compuestos volátiles como éteres, fenoles, ácidos, ésteres, aldehídos, cetonas, pirazinas y pirroles. Los precursores formados durante la fermentación y el secado son los que participan en la formación de este aroma térmico. Las principales reacciones químicas que se desarrollan durante el tostado son las



reacciones de Maillard, la caramelización de azúcares, degradación de proteínas y la síntesis de compuestos azufrados (reacciones menores). Las reacciones de Maillard en el grano de cacao ocurren entre los azúcares reductores (glucosa y fructosa) y los aminoácidos libres o péptidos de cadena corta. Mediante estas reacciones se producen componentes específicos del aroma y el sabor del cacao, y compuestos volátiles que contribuyen en notas aromáticas de tipo frutal, floral, nuez, almendra, caramelo, malta y chocolate, que le otorgan agradable impresión sensorial (Nebesny y Rutkowski, 1998).

Teniendo en cuenta lo anterior, las condiciones de tostado deben ser las adecuadas para cada variedad de cacao, ya que las altas temperaturas y un tiempo prolongado de tostado eliminan las especificidades aromáticas de los cacaos finos de aroma (Cros, 2004).



**Figura 39a.** Proceso de tosti3n. **Fuente:** Leidy Machado Cuellar y Joserth S3nchez Cerquera.

---



**Figura 39b.** Granos de cacao después de tostados. **Fuente:** Leidy Machado Cuellar y Joserth Sánchez Cerquera.

---

### 3.9.2 Descascarillado

Consiste en la trituration de la almendra de cacao en partículas de diferentes tamaños, separables entre sí por medios mecánicos. Los granos de cacao están compuestos por la testa (parte externa) (figura 40) y los nibs (parte interna). La cuidadosa rotura, en dos fases, de los granos de cacao es una condición fundamental para una extracción limpia de las cáscaras y con pérdida mínima.



**Figura 40.** Equipo utilizado para la separación de la cáscara de los granos de cacao de los nibs. **Fuente:** Dora Barbosa.

---

### 3.9.3 Refinado

El refinado consiste en aplicar una fuerza de fricción a los granos de cacao para convertirlos en masa, pasta o licor de cacao; en este proceso se pueden utilizar distintos molinos, que pueden ser de discos, de rodillos o de bolas. Generalmente, la molienda se realiza en dos molinos: el triturador y el refinador. El primero es, casi siempre, un molino de percusión, mientras que el segundo es un molino diferencial o de rodillos. El objetivo ideal de la molienda es obtener tamaños de partículas menores o iguales a 0.04 mm, al menos en el 60% de las mismas. El molino de percusión es un molino previo usado para triturar los granos de cacao quebrados provenientes de la descascarilladora, y convertirlos en una masa líquida de cacao. El molino diferencial, o de rodillos, es utilizado para la refinación de cacao premolido, destinado a la producción de licor de cacao (figura 41).



**Figura 41.** Molino refinador de cacao. **Fuente:** Leidy Machado Cuellar.

---

### 3.9.4 Catación

La catación es un proceso a través del cual se determinan las características organolépticas de un producto, y es llevado a cabo por un panel de expertos o personas capacitadas con un alto desarrollo de los sentidos, lo cual les permite percibir los atributos sensoriales que posee el cacao (Fedecacao, 2011). En este proceso se evalúan unas cualidades organolépticas que se describen principalmente en tres sabores: básicos, específicos y adquiridos.

#### 3.9.4.1 Características organolépticas

Para desarrollar estas características organolépticas son fundamentales los sentidos del gusto y el olfato (Vega, 2013). A través de este proceso se describe el sabor y el aroma del grano, caracterizándolo en tres perfiles: sabores básicos (que comprende, acidez, amargor, astringencia, (Portillo *et al.*, 2006), dulzura y salobridad), sabores específicos (tales como frutal, floral y nuez), y sabores que no son los deseados y que se obtienen por manejos inadecuados, como los sabores adquiridos, por ejemplo el crudo/verde (figura 42), y el moho, que es un sabor que se logra por contaminación del grano (Sánchez, 2007).

##### 3.9.4.1.1 Sabores básicos

- a) **Acidez:** Se relaciona con sabores cítricos y vinagre, y es generado por la presencia de ácidos volátiles y no volátiles; este sabor se percibe en el centro y los lados de la lengua y se caracteriza por producir abundante salivación (Villavicencio, 2001; Saltos, 2005).

- b) **Amargor:** Es un sabor fuerte que se relaciona con la toronja o con la cerveza caliente, y es generado por la falta de fermentación; se percibe en la garganta o la parte posterior del paladar (Sánchez, 2007).
- c) **Astringencia:** Es un sabor que inicialmente se percibe floral pero después se transforma en amargo, dejando una sensación áspera y seca en la boca, esto se relaciona con la falta de fermentación; también produce gran salivación (Cedeño, 2010).
- d) **Dulce:** Este sabor se percibido en la punta de la lengua, y tiene similitud con el agua azucarada (Cedeño, 2010).
- e) **Salado:** Produce salivación y se percibe a los lados de la lengua; se relaciona con la sal común o el cloruro de sodio (Villavicencio 2001; Sánchez 2007).

#### 3.9.4.1.2 Sabores específicos

- a) **Cacao:** Es un sabor típico, base del producto, y se evidencia en granos con una buena fermentación; para determinarlo se toma como referencia el chocolate en barras, sin sabores extraños (Villavicencio 2001; Cedeño 2010).
- b) **Floral:** Tiene como referencia las flores de cítricos, y se trata de un sabor y aroma a flores; presenta notas dulces y un perfume fresco de flores (Villavicencio 2001).
- c) **Frutal:** Es un dulce agradable, tiene como referencia la fruta seca y es un sabor a fruta madura (gui-

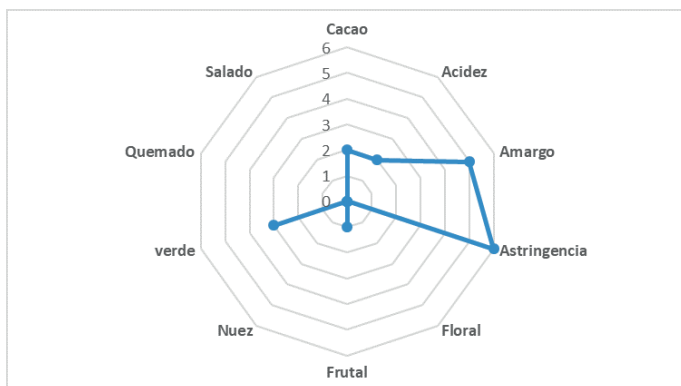
neo maduro), manzana, limón o pera (Villavicencio, 2001).

- f) **Nuez:** Es un sabor característico de los cacaos criollos y trinitarios y, como su nombre lo indica, es similar al de la nuez y el maní (Sánchez, 2007).

#### 3.9.4.1.3 Sabores adquiridos

- a) **Crudo/verde:** Se trata de un sabor y aroma desagradables relacionados con la falta de fermentación. Este sabor/aroma se relaciona con el de las almendras sin tostar, cuando el sabor a cacao aún no se ha desarrollado (Cedeño, 2010).
  
- b) **Moho:** Este sabor se adquiere por el inadecuado manejo que se realiza durante la fermentación, al no lograrse la disminución del porcentaje de humedad durante el secado, lo cual causa la aparición de hongos y un sabor a levadura vieja (Sánchez, 2007). También se ha registrado un olor y sabor a hongos frescos, de frutas o vegetales (Villavicencio, 2001).





**Figura 43b.** Grafica radial de atributos de una muestra rechazada. **Fuente:** Elaboración propia

---



## Referencias bibliográficas

- Álvarez, C.; Pérez, E.; y Lares, M. (2007). "Caracterización física y química de almendras de cacao fermentadas, secas y tostadas cultivadas en la región de Cuyagua, estado Aragua". *Agronomía Tropical*, 57(4): 249-256.
- Aguilar, H. (2016). *Manual para la Evaluación de la Calidad del Grano de Cacao* (No. 16495). FHIA. La Lima, Honduras.
- Arciniegas Leal, A. M. (2005). "Caracterización de árboles superiores de cacao (*Theobroma cacao* L.) seleccionados por el programa de mejoramiento genético del CATIE". Tesis Maestría. (Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza), Turrialba, Costa Rica.
- Asociación Cámara Nacional de Cacao Fino de Costa Rica (2015). Recolección (en línea). Consultado el 23 de mayo del 2016. Disponible en: <http://www.canacacao.org/cultivo/cosecha/>
- Arrazate Avendaño, C. H.; Fuentes Villareal, J. M.; Rojas Campos, E.; Méndez Gallardo, R. A.; López Mendoza, A.; Medina Aguirre, J. F.; y Zaragoza Espinosa, S. (2011). *Diagnóstico del cacao en México*. Universidad Autónoma Chapingo.

- Batista, L. (2009). *El cultivo de cacao*. Santo Domingo: Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal.
- CAOBISCO/ECA/FCC (2015). "Cocoa Beans: Chocolate and Cocoa Industry Quality Requirements". (End, M.J. y Dand, R., Editors). Adapted from the Cocoa Research Centre, Sensory Training Guide.
- Calle, T. E. (2017). "Utilización de cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.) fermentada en la alimentación de cuyes en la etapa de crecimiento". (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- Cárdenas Hernández, J. F.; Álvarez Herrera, J. G.; Barragán, Q.; y Rivera, C. M. (2010). "Effect of gibberellic acid and 6-bencilaminopurine on bud development of cacao grafts (*Theobroma cacao* L.)". *Agronomía Colombiana*, 28(1): 19-27.
- Contreras, C.; Ortiz, L.; Graziani, L.; y Parra, P. (2004). "Fermentadores para cacao usados por los productores de la localidad de Cumboto, Venezuela". *Agronomía Tropical*, 54(2): 219-232.
- Cope F. y Simmonds, N. (1976). *Evolution of Crop Plants*. UK: Longman Group Ltd.
- Cubillos, G. C.; Merizalde, G.; y Correa, E. (2008). *Manual de beneficio del cacao: Para técnicos, profesionales del sector agropecuario y productores (No. 16057)*. Secretaría de Agricultura de Antioquia. Medellín, Colombia.
- Chang, J. V. y Baquerizo, A. G. (2015). Comportamiento agronómico, calidad física y sensorial de 21

líneas híbridas de cacao (*Theobroma cacao* L.).  
*La Técnica*, (15): 26-37.

Cheesman, E. E. (1944). "Notes on the nomenclature, classification and possible relationships of cocoa populations". *Journal of Tropical Agriculture*, 21(8): 144-159.

UNCTAD (2016). *Cocoa Profile*. France: United Nations Conference on Trade and Development.

Enríquez, G. A. (1985). *Curso sobre el cultivo del cacao* (No. 22). Bib. Ort IICA/CATIE, Turrialba, Costa Rica: Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza.

Mejía Flores, L. A. (1995). *Aspectos eco fisiológicos relacionados con el cultivo del cacao*. Centro de investigación Turipana, ciencia para cosechar futuro. Recuperado de <https://www.turipana.org>

FINAGRO. (2014) Perspectiva del sector agropecuario colombiano (en línea). Disponible en: <https://www.finagro.com.co/noticias/perspectivas-del-sector-agropecuario-colombiano-2014>

García Cáceres, R. G.; 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.

Gálvez Lagunes, S.; Loiseau, G.; Paredes, J. L.; Barel, M.; y Guiraud-Pierre, J. (2007). "Study on the microflora and biochemistry of cocoa fermentation in the Dominican Republic". *International journal of food microbiology*, 114(1): 124-130.

- Graziani, L.; Ortiz, L.; y Parra, P. (2003). "Características químicas de la semilla de diferentes tipos de cacao de la localidad de Cumboto, Aragua". *Agronomía Tropical*, 53(2): 133-144.
- Graziani, L.; Ortiz, L.; Lemus, M.; y Parra, P. (2002). Efecto del mezclado de granos de dos tipos de cacao sobre algunas características químicas durante la fermentación. *Agronomía Tropical*, 52(3): 325-342.
- Gutiérrez, M. (2012). "Efecto de la frecuencia de remoción y tiempo de fermentación en cajón cuadrado sobre la temperatura y el índice de fermentación del cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista Científica UDO Agrícola*, 12(4): 914-918.
- Hii, C. L.; Law, C. L.; y Cloke, M. (2009). "Modeling using a new thin layer drying model and product quality of cocoa". *Journal of Food Engineering*, 90(2): 191-198.
- Hamdouche, Y.; Guehi, T.; Durand, N.; Kedjebo, K. B. D.; Montet, D.; y Meile, J. C. (2015). "Dynamics of microbial ecology during cocoa fermentation and drying: towards the identification of molecular markers". *Food Control*, 48: 117-122.
- IICO. Informe (2015). Disponible en: <http://www.iico.org/about-us/iico-news/319-iico-panel-recognizes-23countries-as-fine-and-flavour-cocoa-exporters.html>
- León, J. (1987). *Botánica de los cultivos tropicales*. San José, Costa Rica: IICA (No. 84).

- Liendo, R.; y Marín, C. (2006). "Prácticas poscosecha y de almacenamiento del cacao (*Theobroma cacao*) en el estado miranda Venezuela". *Revista de la Facultad de Agronomía*, 23(3): 342-345.
- López, A. F. (2003). *Manual Para la Preparación y Venta de Frutas y Hortalizas del campo al mercado* (en línea). Consultado el 12 de marzo del 2015. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/y4893s/y4893s00.HTM>
- Niemenak, N.; Cilas, C.; Rohsius, C.; Bleiholder, H.; Meier, U.; y Lieberei, R. (2010). "Phenological growth stages of cacao plants (*Theobroma sp.*): codification and description according to the BBCH scale". *Annals of Applied Biology*, 156(1): 13-24.
- Pallares, A.; Perea Villamil, J. A.; y López Giraldo, L. J. (2016). "Impacto de las condiciones de beneficio sobre los compuestos precursores de aroma en granos de cacao (*Theobroma cacao* L.) del clon CCN-51". *Respuestas*, 21(1): 120-133.
- Pereira Vinícius de Melo, G.; Miguel Pedrozo, M.; Ramos Lacerda, C.; y Schwan Freitas, R. (2012). "Microbiological and physicochemical characterization of small-scale cocoa fermentations and screening of yeast and bacterial strains to develop a defined starter culture". *Applied and environmental microbiology*, 78(15): 5395-5405.
- Pérez, Miguel A, y Contreras, José D. (2017). Instructivo para el control de calidad de granos de cacao. Swisscontact, Colombia, Bogotá D. C.

- Portillo, A.; Portillo, E.; Arenas, L.; Rodríguez, B.; Chacón, I.; y Corpozulia, D. (2014). "Efecto del año y tiempo de fermentación sobre las características químicas del cacao Porcelana". *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)*, 1(1): 699-711.
- Prabhakaran Nair, K. P (s. f.). "The agronomy and economy of important tree crops of the developing world". En *Cacao (Theobroma cacao L.) Elsevier*, (1): 131-180.
- Mata Quirós, A. (2006). "Establecimiento de un sistema de propagación vegetativa de genotipos superiores de cacao (*Theobroma cacao L.*) por medio de ramillas en el CATIE". Informe de Trabajo final de Graduación. Escuela de Biología. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Ramírez Chamorro, R. E. (2006). *Manual técnico cacao: producción de clones de cacao de calidad para el departamento del Huila (N°. 22165)*. Corporación Colombiana de investigación Agropecuaria. Bogotá.
- Rivera Fernández, R. D.; Barrera Álvarez, A. E.; Guzmán Cedeño, Á. M.; Medina Quinteros, H. N.; Casanova Ferrín, L. M.; Peña Galeas, M. M.; y Nivelá Morante, P. E. (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.
- Torres, O.; Graziani, L.; Ortiz, L.; y Trujillo, A. (2004). "Efecto del tiempo transcurrido entre la cosecha y el

- desgrane de la mazorca del cacao tipo forastero de cuyagua sobre características del grano en fermentación". *Agronomía Tropical*, 54(4): 481-495.
- Vallejo, C. A.; Díaz, R.; Morales, W.; Soria, R.; Vera, J. F.; y Baren, C. (2016). "Utilización del mucílago de cacao, tipo nacional y trinitario, en la obtención de jalea". *Revista Espamciencia*, 7(1): 51-58.
- Vera Chang, J.; Vallejo Torres, C.; Párraga Morán, D.; Macias Véliz, J.; Ramos Remache.; y Morales Rodríguez, W. (2014). "Atributos físico-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.
- Villamar, L. y Harold, F. (2015). "Estrategias para el cultivo comercialización y exportación del cacao fino de aroma en el ecuador" (Tesis de Maestría). (s.d.).





