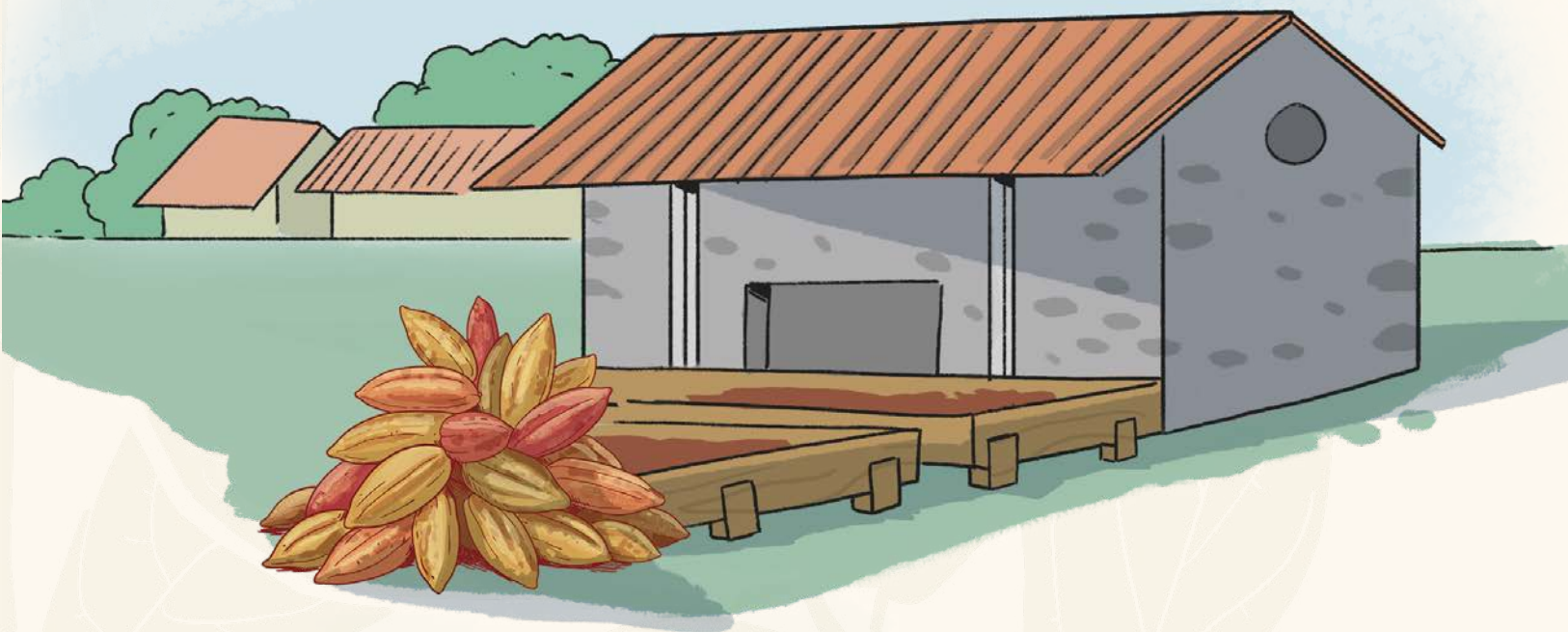


Cómo implementar un sistema de calidad **en centrales de beneficio de cacao.**

Manual ilustrado



AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria



Agricultura



Gobernación
del Huila



UNIVERSIDAD
SURCOLOMBIANA



SGR
SISTEMA GENERAL DE REGALÍAS



Cómo implementar un sistema de calidad **en centrales de beneficio de cacao.** Manual ilustrado

Jenifer **Criollo Núñez**

Jean Carlo **Quintero García**

Claudia Yurany **Andrade Escarlante**

Jennifer Katusca **Castro Camacho**

Kathryn Yadira **Guzmán Pacheco**

Néstor Enrique **Cerquera Peña**

Eleonora **Rodríguez Polanco**





Gobernación
del Huila



UNIVERSIDAD
SURCOLOMBIANA



Cómo implementar un sistema de calidad en centrales de beneficio de cacao. Manual ilustrado. / Jenifer Criollo Núñez [y otros seis] – Mosquera, (Colombia): AGROSAVIA, 2025.

88 páginas (Colección Alianzas AGROSAVIA)

Incluye referencias bibliográficas, ilustraciones y gráficos.

ISBN: 978-958-740-821-8

ISBN e-Book: 978-958-740-825-6

1. Theobroma cacao 2. Producción 3. Sanidad vegetal 4. Tecnología postcosecha
5. Calidad de la semilla 6. Secado.

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura -Agrovoc
Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA

Centro de Investigación Nataima. Kilómetro 9, vía Espinal-Chicoral, Tolima.
Código postal 733520, Colombia.

Esta publicación se deriva del proyecto “Desarrollo y validación de tecnologías de manejo integrado del cultivo y agroindustria para incrementar la competitividad y sostenibilidad del sistema productivo de cacao en Campoalegre, Gigante, Rivera y Algeciras en el Huila”, BPIN 2021000100166, Convenio SGR-2096.

Colección: **Alianzas AGROSAVIA**
Tipología: Manual

Fecha de recepción: 20/12/24
Fecha de evaluación: 20/03/25
Fecha de aceptación: 05/04/25

Publicado: agosto 2025
Preparación editorial
Editorial AGROSAVIA
editorial@agrosavia.co
Dirección editorial: Astrid Verónica Bermúdez Díaz
Edición: Nathalie De la Cuadra N.
Adecuación pedagógica: Andrés Castillo Brieva
Corrección de estilo: Margarita Mejía Umaña
Ilustraciones: Juan Felipe Martínez Tirado
Diseño de pauta: Janduy Barreto Páez
Diagramación: María Paula Berón



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

Citación sugerida:

Criollo Núñez, J., Quintero García, J. C., Andrade Escarlante, C. Y., Castro Camacho, J. K., Guzmán Pacheco, K. Y., Cerquera Peña, N. E., & Rodríguez Polanco, E. (2025). *Cómo implementar un sistema de calidad en centrales de beneficio de cacao. Manual ilustrado*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7408256>

Cláusula de responsabilidad:

AGROSAVIA no es responsable de las opiniones y de la información recogida en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, declarando en este último supuesto que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación. Igualmente, expresan que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros, relativa a los derechos de autor u otros derechos que se vulneren como resultado de su contribución.

Línea de atención al cliente: 018000121515
atencionalcliente@agrosavia.co
www.agrosavia.co

Tabla de contenido

Agradecimientos	7
Autores	9
Introducción	13
Capítulo 1	
Diagnóstico sanitario de prácticas poscosecha en centrales de beneficio	19
Las centrales de beneficio	20
Sistemas de calidad en las centrales	20
Siga las buenas prácticas de manejo poscosecha en las centrales	20
Lista de chequeo: empiece por identificar el estado inicial de la central	23
Capítulo 2	
Identificación de acciones de mejora basadas en el perfil sanitario inicial	43
Infraestructura y equipos (sección A)	44
Documentación y registro de actividades (sección B)	45
Gestión (sección C)	53

Capítulo 3

Monitoreo y seguimiento de puntos críticos en las etapas de beneficio 55

Control de puntos críticos en las etapas de beneficio 56

Medir el pH 57

Medir temperatura 60

Medir sólidos solubles (°Brix) 62

Descripción de procesos en las centrales de beneficio 64

Fermentación 66

Secado 68

Almacenamiento 70

Análisis de calidad 72

Capítulo 4

Verificación y seguimiento de las acciones de mejora: estudio de caso 75

Verificación y seguimiento de las acciones de mejora en centrales del Huila 76

Referencias 83

Lista de figuras

Figura 1	Etapas para la producción de cacao seco	17
Figura 2	Cambios durante la fermentación del cacao	21
Figura 3	Formato de recepción y trazabilidad de cacao en baba	48
Figura 4	Instructivo de medición de pH durante la fermentación del grano de cacao	58
Figura 5	Diagrama de flujo de medición de pH del grano de cacao	59
Figura 6	Instructivos de medición de temperatura durante la fermentación del grano de cacao	61
Figura 7	Instructivos de medición de sólidos solubles en pulpa de cacao	63
Figura 8	Recepción de cacao	65
Figura 9	Seguimiento durante la etapa de fermentación	66
Figura 10	Análisis físico de la fermentación	67
Figura 11	Medición de parámetro de pH en granos de cacao fermentados	67
Figura 12	Etapas de secado de cacao	68
Figura 13	Cambios durante el secado del cacao	69
Figura 14	Resultados del diagnóstico sanitario en centrales de beneficio del departamento del Huila	77
Figura 15	Diagrama de medias para la variable <i>porcentaje de granos bien fermentados</i>	80
Figura 16	Diagrama de medias para la variable <i>calidad global sensorial del licor de cacao</i>	80





Agradecimientos

Esta publicación se deriva de los resultados y la información obtenida en el marco del Convenio 2096 del proyecto “Desarrollo y validación de tecnologías de manejo integrado del cultivo y agroindustria para incrementar la competitividad y sostenibilidad del sistema productivo de cacao en los municipios de Campoalegre, Gigante, Rivera y Algeciras en el Huila”, ejecutado por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), la Universidad Surcolombiana (USCO) y el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Agradecemos al departamento del Huila y al Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Minciencias) por financiar el proyecto con recursos del Sistema General de Regalías.





Autores

Jenifer Criollo Núñez

Correo: jcriollo@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1623-4966>

Ingeniera de alimentos con maestría en Ciencias Agroalimentarias y doctora en Ingeniería con énfasis en Ingeniería de Alimentos. Investigadora de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), con catorce años de experiencia en el manejo de cosecha y poscosecha del cacao.

Jean Carlo Quintero García

Correo: qgjean@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6249-0469>

Ingeniero agroindustrial de la Universidad Surcolombiana (USCO), con experiencia en aseguramiento de calidad, documentación e implementación de programas prerrequisitos. Especialista en análisis físico de cacao (NTC 1252/2021) y evaluación sensorial de cacao y chocolate bajo la metodología CoEx.

Claudia Yurany Andrade Escarlante

Correo: claudiaandrade0411@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0009-0005-6690-4082>

Ingeniera agroindustrial de la Universidad Surcolombiana (USCO), con experiencia en procesos de poscosecha en línea de cacao, especialmente en análisis bromatológicos y microbiológicos de cacao.

Jennifer Katiusca **Castro Camacho**

Correo: *jenniferkatiusca.castro@usco.edu.co*

Orcid: *<https://orcid.org/0000-0002-8766-9158>*

Ingeniera agrícola, magíster en Ingeniería y Gestión Ambiental, y doctora en Agroindustria y Desarrollo Agrícola Sostenible. Investigadora del Grupo de Investigación Hidroingeniería y Desarrollo Agropecuario (GHIDA), con 16 años de experiencia en investigaciones en deshidratación de alimentos, gestión de la calidad hortofrutícola, fisiología de poscosecha de frutas, procesamiento industrial de alimentos, y contaminación atmosférica y calidad del aire.

Kathryn Yadira **Guzmán Pacheco**

Correo: *kyguzman@sena.edu.co*

Orcid: *<https://orcid.org/0000-0003-3289-921X>*

Ingeniera agroindustrial, instructora en Agroindustria del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) en el Huila, en las áreas de calidad física, química y sensorial de cacao y chocolate, y de tecnología en transformación de cacao.

Néstor Enrique Cerquera Peña

Correo: cerquera@usco.edu.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3797-0089>

Ingeniero agrícola, especialista en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, magíster en Ingeniería Agrícola y en Dirección Universitaria. Investigador del Grupo de Investigación Hidroingeniería y Desarrollo Agropecuario (GHIDA), con más de 35 años de experiencia en investigaciones relacionadas con deshidratación de alimentos, gestión de la calidad hortofrutícola, fisiología poscosecha de frutas, procesamiento industrial de alimentos, almacenamiento de productos biológicos y en evaluación del secado en los hornos tradicionales de curado de tabaco.

Eleonora Rodríguez Polanco

Correo: lrodriguezp@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8553-2449>

Ingeniera agrónoma con maestría y doctorado en Fitopatología. Investigadora de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) con 20 años de experiencia en etiología, interacción planta-patógeno a nivel bioquímico, interacción celular y molecular, y desarrollo de esquemas de manejo integrado de enfermedades en cacao y frutales.



Introducción

El cacao seco es la base de la producción de chocolate y sus productos derivados. Proviene de frutos del **árbol del cacao** (*Theobroma cacao*), que crecen en regiones tropicales. Sus semillas (granos de cacao) están rodeadas de pulpa y, mediante procesos de beneficio, se usan para producir cacao seco (Parra Peñalosa & Villamizar Gallardo, 2022).

Los **sistemas de calidad** sirven de respaldo para los procesos de estos productos. Estos sistemas administran y aseguran la calidad con seguimientos y documentación física de cada etapa. Sirven para conseguir **mejoras preventivas o continuas**. También agregan valor al cacao y garantizan el cumplimiento de las exigencias de calidad del mercado especializado (Fortuna & Gaspar, 2022).

Herramientas más utilizadas en el sector de la manufactura

- 🌰 Normas ISO 9000:2015, 9001:2015 y 22000:2018 (Husseini et al., 2018; Shende et al., 2023).
- 🌰 Buenas prácticas de manufactura (BPM) (Szczyrba & Dziuba, 2023).
- 🌰 Análisis de peligros y de puntos críticos de control (APPCC) (Awuchi, 2023).

La cacaocultura internacional centra sus esfuerzos en mejorar la calidad del grano. Busca la mejor expresión sensorial de los genotipos en cada ambiente. Para ello, utiliza **procesos de beneficio estandarizados** que permiten abarcar mercados especializados con exigencias particulares (Portilla, 2020).

Los capítulos de este manual

Este manual está pensado como una guía práctica para poner en marcha un sistema de calidad en las centrales de beneficio de cacao. El contenido integra los procesos de la central bajo un mismo sistema y se organiza en los siguientes capítulos:

🥥 **Capítulo 1. Diagnóstico sanitario de prácticas poscosecha en centrales de beneficio**

Presenta una lista de chequeo que permite identificar el estado inicial de la central, con énfasis en el perfil sanitario del proceso.

🥥 **Capítulo 2. Identificación de acciones de mejora basadas en el perfil sanitario inicial**

Ofrece orientaciones para intervenir en aspectos como infraestructura, equipos, documentación y gestión.

🥥 **Capítulo 3. Monitoreo y seguimiento de puntos críticos en las etapas de beneficio**

Expone cómo hacer seguimiento a los puntos críticos de control.

🥥 **Capítulo 4. Verificación y seguimiento de las acciones de mejora: estudio de caso**

Un estudio de caso que muestra los resultados obtenidos con el sistema.



¿Por qué un manual?

Este manual tiene como objetivo servir de guía básica y práctica para quienes trabajan en las centrales de beneficio del cacao. Busca facilitar la implementación de un sistema de calidad que contribuya al **mejoramiento físico, químico, microbiológico y sensorial del grano** mediante un adecuado **desarrollo de los procesos de poscosecha**.

El manual está pensado para acompañar a **productores, organizaciones, asistentes técnicos, extensionistas rurales, transformadores** y a cualquier persona interesada en mejorar la calidad del cacao. Sus contenidos son prácticos y han sido validados en campo para garantizar que su aplicación ayude al mejoramiento continuo de los procesos. El objetivo es **fortalecer el sistema productivo cacaotero en el departamento del Huila** con herramientas que mejoren las prácticas de beneficio y ayuden a enfrentar desafíos comunes, como el manejo inadecuado de cosecha y poscosecha, que afectan la calidad final del grano. En el diagrama de flujo de la **figura 1** se registran las etapas necesarias para la producción de cacao seco de calidad.

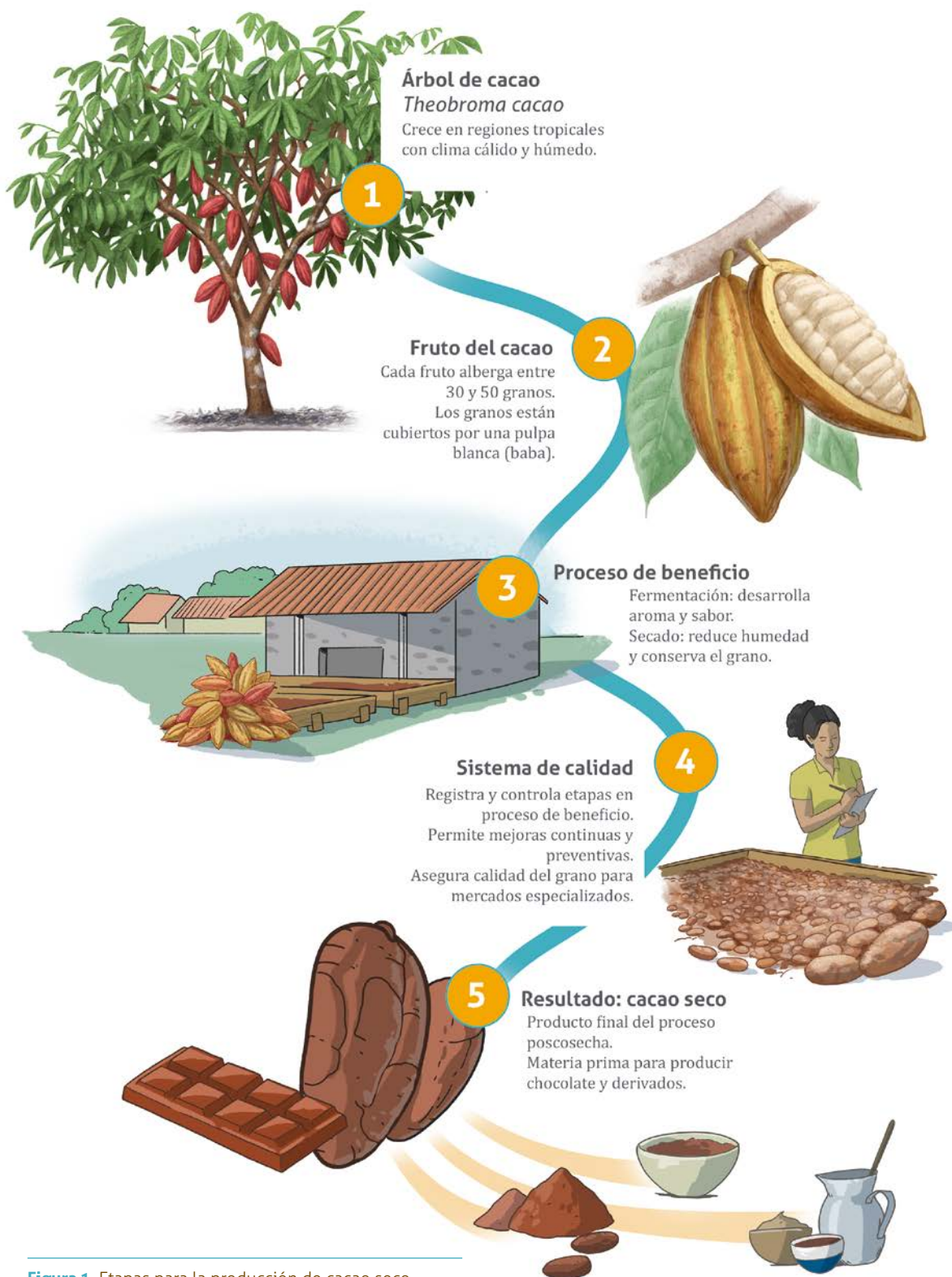


Figura 1. Etapas para la producción de cacao seco.

Fuente: Elaboración propia



Diagnóstico sanitario de prácticas poscosecha en centrales de beneficio

Este capítulo muestra cómo reconocer las condiciones sanitarias iniciales en las centrales de beneficio. Aquí se tienen en cuenta los requisitos higiénicos, el aseguramiento de la calidad, las operaciones, y el análisis de peligros y puntos críticos. Este es el primer paso para mejorar los procesos de poscosecha e impactar la calidad del cacao.



Las centrales de beneficio

Son zonas donde se desarrollan algunas etapas poscosecha de manera conjunta. Pequeños y medianos productores venden allí su cacao en baba para que sea fermentado, secado y almacenado con miras a su comercialización. En Colombia, las centrales de beneficio se han usado para mejorar los procesos poscosecha y la calidad del grano seco. El departamento del Huila fue pionero en la creación de estas centrales, pero es necesario hacer seguimiento a las etapas para garantizar que se repitan los perfiles sensoriales que permiten atender mercados especializados.



Sistemas de calidad en las centrales

Estos sistemas son una herramienta efectiva en la industria de alimentos. Con ellos se identifican oportunidades de mejora, y se establecen estándares y protocolos (Lee, 2024). Conducen a soluciones eficientes y a una mejora continua, adaptada a las condiciones propias del proceso (Nikolaienko & Bal-Prylypko, 2020).

Siga las buenas prácticas de manejo poscosecha en las centrales



1. Exija características de calidad en el cacao que llega a la central:

-  El cacao debe provenir de mazorcas maduras, libres de plagas y enfermedades.
-  El quebrado debe haberse hecho sin cortar los granos y separando placenta, restos de cáscaras e impurezas de la pulpa y el grano (Torres Guizado et al., 2016).
-  El cacao debe llegar en recipientes plásticos limpios.
-  En la recepción, se deben medir parámetros de la pulpa como:
 - °Brix entre 12 y 22, para contenidos solubles.
 - pH entre 3 y 4, según material genético e interacción con el ambiente (López Hernández, 2018).
-  Se deben evaluar características sensoriales de la pulpa, como el color y el olor (Espinosa Manfugás, 2020).

2. Someta el cacao en baba a un proceso de **fermentación controlada**.

Los cambios que se desarrollan al aplicar buenas prácticas durante esta etapa se registran en la **figura 2**.

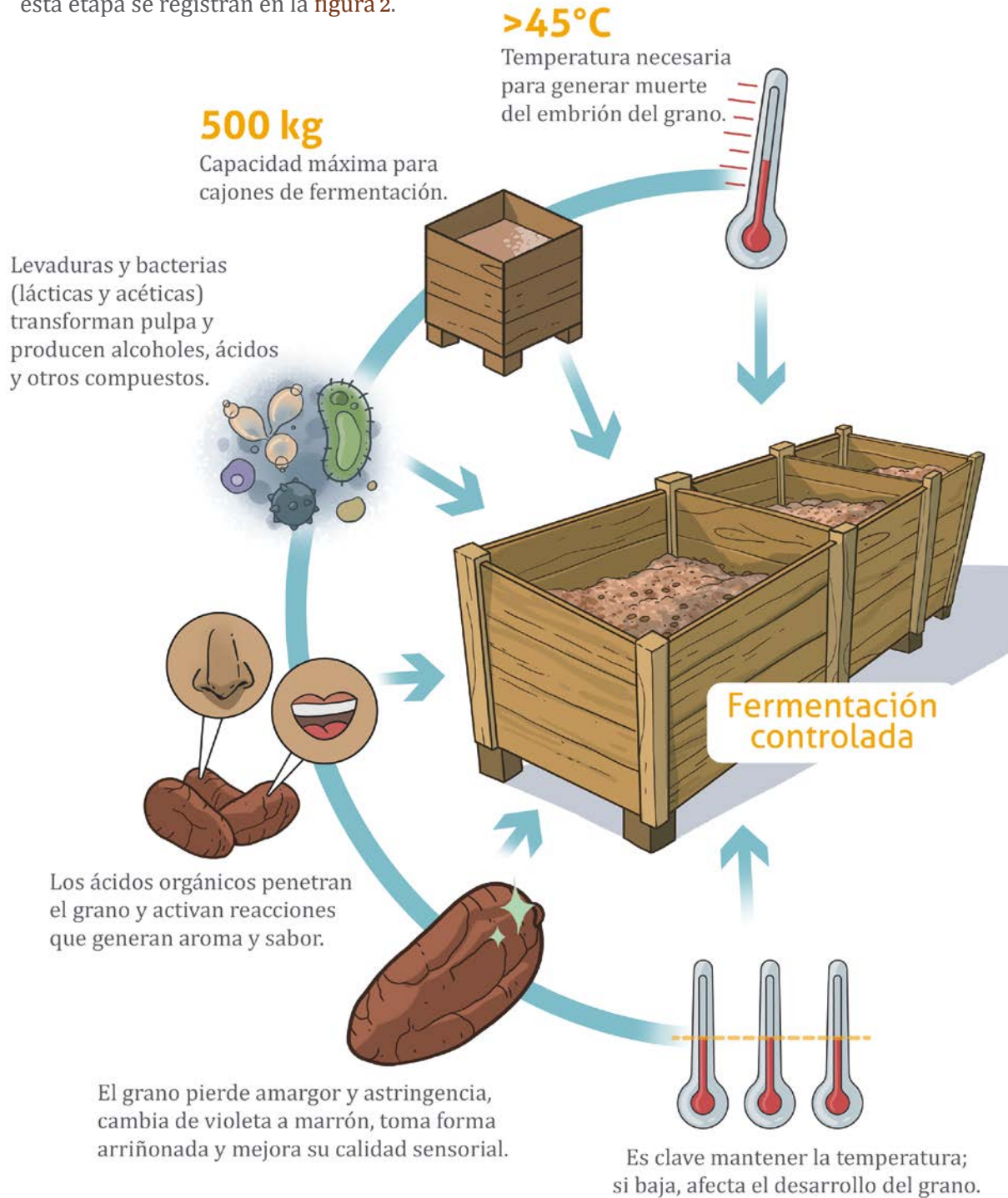


Figura 2. Cambios durante la fermentación del cacao.

Fuente: Elaboración propia, a partir de Cerón Salazar et al. (2020), Rahardjo et al. (2022) y Torres Guizado et al. (2016)



Las definiciones

Bacterias lácticas y acéticas: grupo de microorganismos que transforman la pulpa durante la fermentación del cacao.

Astringencia: sensación secante en la boca, típica de la cáscara de plátano verde, que se presenta con mayor intensidad en granos de cacao crudos o sin fermentar. Cuando la sensación de sequedad se asocia con la generada por el vino o la cerveza se denomina **astringencia aterciopelada** y es un atributo de calidad en el chocolate.

3. El **secado** reduce la humedad y los ácidos residuales en el interior del grano:

-  Es fundamental **evitar el secado falso**, que se da cuando el grano aparece seco por fuera, pero está húmedo por dentro (Erazo Solórzano et al., 2023).
-  Para prevenirlo, **haga volteos** cada cuatro horas durante los primeros días del secado.
-  Estos volteos ayudan a evitar que la cascarilla se selle e impida la salida de humedad.
-  El proceso debe continuar hasta alcanzar **7 % de humedad**, como lo exige la Norma Técnica Colombiana (**NTC 1252**).
-  Un secado correcto evita la proliferación de hongos tanto externos como internos.

4. Un adecuado **almacenamiento** permite que el grano se estabilice con el medio y conserve su calidad durante varios meses (Andrade et al., 2019):

-  Almacene los granos secos en **áreas protegidas** de corrientes, con temperatura y humedad del aire controladas.
-  Por tratarse de un producto para consumo humano, se deben asegurar condiciones de higiene e inocuidad.
-  El cacao seco se envasa habitualmente en **costales de yute** de primer uso.
-  Luego se distribuye a **empresas agroindustriales y comerciales** encargadas de su transformación y venta con valor agregado.

Lista de chequeo: empiece por identificar el estado inicial de la central

La **lista de chequeo** es una ayuda para que el personal encargado revise las condiciones de la central. Es una **herramienta de inspección** diseñada con la metodología GHYCAL (Gestión de la Higiene y Calidad), con una **confiabilidad superior al 90 %** (según evaluaciones de expertos) que la hace viable para mejorar las prácticas poscosecha y la calidad del cacao producido en las centrales nacionales e internacionales (Canto de Gante et al., 2020; Quintero et al., 2020).

La lista de chequeo tiene **50 ítems** divididos en cuatro grupos:

1. Requisitos sanitarios
2. Aseguramiento de calidad
3. Operaciones en proceso
4. Análisis de peligros y puntos críticos de control.

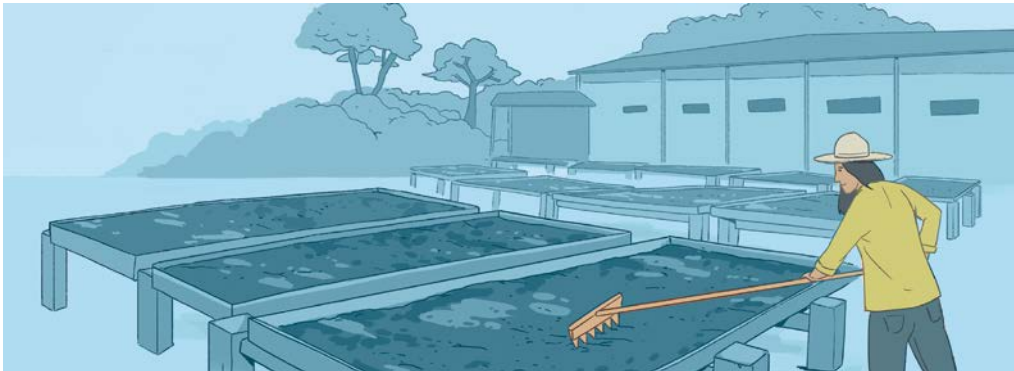
Además, se utiliza una escala de **evaluación tipo Likert** de cinco opciones (**tabla 1**).

Tabla 1. Lista de chequeo para evaluar requisitos sanitarios en centrales de beneficio de cacao

 Corporación colombiana de investigación agropecuaria	Evaluación de requisitos sanitarios en centrales de beneficio de cacao	Cód.: ASC_D01	Versión: 01
		Fecha: septiembre/2025	
			
Datos del establecimiento			
			
Ciudad/depto.		Fecha	
Central de beneficio-dirección		Teléfono	
Objeto de la inspección			
Evaluador			
Nombre		Profesión/cargo	
Cédula		Teléfono/correo	

Escala de evaluación (PMP: puntaje máximo posible / PMO: puntaje máximo obtenido)		
Puntaje	Cumplimiento	Descripción
		
2	Satisfactorio	Se cumple a satisfacción la totalidad del criterio evaluado, tanto documentado como de ejecución e implementación.
1	Medio	Cumple medianamente los requisitos evaluados; realiza la ejecución, pero no cuenta con documentación de registro o viceversa.
0	Nulo	No cumple los requisitos evaluados y puede poner en riesgo la inocuidad del cacao, sin documentación ni implementación.

Ítem	Criterio	Evaluación		
1.	Requisitos higiénicos	PMP	20	Observaciones
		PMO	0	



1.1	La central de beneficio está lejos de focos insalubres y no representa riesgo alguno para la comunidad.			
1.2	Los accesos y alrededores de la central son limpios, sin estancamiento de agua ni residuos.			
1.3	El diseño de la central de beneficio protege los procesos de fermentación de condiciones ambientales que pueden disminuir la temperatura (como corrientes de aire o lluvias), y además restringe el ingreso de animales o personal no autorizado.			

(Continúa)

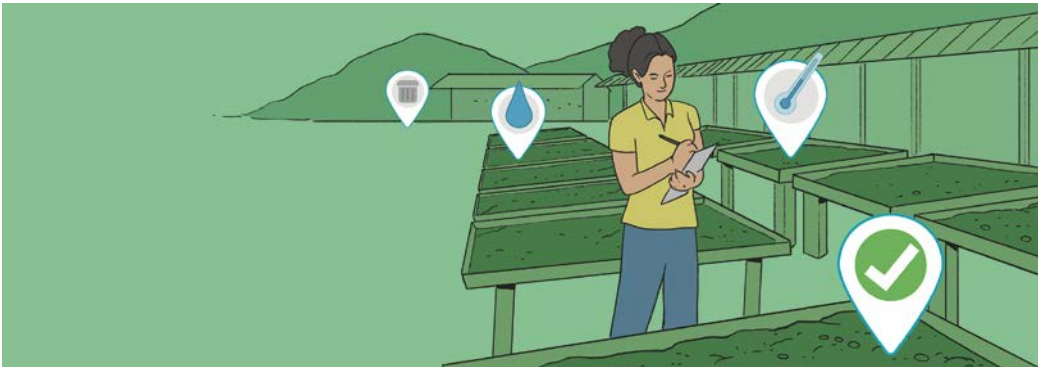
Ítem	Criterio	Evaluación		
1.	Requisitos higiénicos	PMP	20	Observaciones
		PMO	0	
1.4	El diseño de la central cuenta con espacios que durante la fermentación permiten la operación y circulación del personal encargado de muestreos, volteos y seguimiento de variables como temperatura; esto permite la circulación fluida de materia prima y de cacao fermentado, tanto para la fase de secado, como para la zona de almacenamiento.			
1.5	Las áreas de la central de beneficio están delimitadas, separadas físicamente y tienen la señalización necesaria.			
1.6	Pisos, paredes, techo, ventanas, puertas y escaleras al igual que la iluminación protegen del ambiente externo; son firmes y resistentes, y tienen un buen estado de limpieza y mantenimiento.			
1.7	La central de beneficio cuenta con unidades sanitarias, lavamanos y vestidores en cantidad suficiente (mínimo 1 por cada 15 personas) y completamente dotados para la higiene y el aseo del personal.			

(Continúa)

Ítem	Criterio	Evaluación		
1.	Requisitos higiénicos	PMP	20	Observaciones
		PMO	0	
1.8	El diseño de tuberías y drenajes no genera riesgos de contaminación. Todo está debidamente identificado y evita que se pase por encima de las zonas de fermentación, secado y almacenamiento del grano seco.			
1.9	El área de disposición de residuos está diseñada para no contaminar el producto o las áreas productivas. Cuenta con recipientes suficientes según la capacidad diaria de producción y con remoción frecuente para prevenir plagas.			
1.10	La central cuenta con suficiente maquinaria y herramientas para los procesos de fermentación y secado. Incluye mínimo un cajón fermentador de 1 m ³ y tres bandejas de secado por cada 500 kg de cacao en baba que ingresa a fermentación.			

(Continúa)

Ítem	Criterio	Evaluación		
2	Aseguramiento de la calidad	PMP	20	Observaciones
		PMO	0	



2.1	La central de beneficio ejecuta un programa de mantenimiento preventivo o correctivo de equipos y utensilios, documentado con manuales, instructivos, guías, registros y controles realizados a estos mismos.			
2.2	En la central de beneficio existe un programa de calibración de equipos de medición con sus respectivos registros de uso y calibración.			
2.3	La central de beneficio posee y aplica un programa de abastecimiento de agua y registros de control de calidad de agua potable.			

(Continúa)

Ítem	Criterio	Evaluación		
2	Aseguramiento de la calidad	PMP	20	Observaciones
2.4	La central de beneficio dispone de un programa documentado e implementado para el manejo integral de residuos sólidos y líquidos.			
2.5	La central de beneficio efectúa acciones preventivas mediante un programa de control integrado de plagas, como roedores y cucarachas, y las documenta.			
2.6	La central efectúa actividades de limpieza y desinfección de superficies, equipos, utensilios y áreas del establecimiento; se guía con un programa escrito con sus respectivos protocolos y controles para las fases de recepción, fermentación, secado y almacenamiento.			
2.7	La central establece e implementa un plan de capacitación para el personal que desempeña cualquier actividad relacionada con el proceso productivo del cacao, desarrollado de manera ocasional o frecuente.			

(Continúa)

Ítem	Criterio	Evaluación		
2	Aseguramiento de la calidad	PMP	20	Observaciones
2.8	El personal manipulador de la central cuenta con certificado vigente de manipulación de alimentos.			
2.9	El personal manipulador de la central de beneficio porta la dotación necesaria para su protección personal y del producto, y ejecuta los procesos bajo condiciones higiénicas.			
2.10	El personal manipulador del cacao en la central de beneficio trabaja en óptimo estado de salud; de no estarlo, es asignado a labores que no representan riesgo de contaminación para el cacao.			

(Continúa)

Ítem	Criterio	Evaluación		Observaciones
		PMP	40	
3.	Operaciones en proceso	PMO	0	
				
3.1	La central de beneficio tiene un programa de proveedores que identifica o codifica a dueños y fincas productoras para trazabilidad en sus procesos.			
3.2	Los flujos de proceso ejecutados en la central no representan riesgo de contaminación cruzada de cacao fresco con cacao seco, y se realizan de forma lógica y secuencial.			
3.3	La central cuenta con un programa que ejecuta y registra el control de variables de procesos en las fases de recepción, fermentación, secado y almacenamiento.			
3.4	Existen protocolos, cronogramas, registros y criterios de aceptación y rechazo en la recepción de materia prima de la central de beneficio.			

(Continúa)

Ítem	Criterio	Evaluación		Observaciones
		PMP	4O	
3.	Operaciones en proceso	PMO	O	
3.5	Se monitorean las variables fisicoquímicas de peso, pH, temperatura, variables sensoriales de apariencia, color, olor y granos enfermos durante la recepción de cacao fresco.			
3.6	Se inspeccionan las condiciones sanitarias del vehículo en el que se transportó el cacao fresco.			
3.7	La central tiene definido un protocolo de acción frente a casos de desviación en las condiciones de aceptación del cacao.			
3.8	La central conforma lotes de producción a partir de núcleo o zona, variedad y calidad del cacao fresco. No mezcla cacao de diferentes días de recepción.			
3.9	La central tiene identificado y documentado su proceso de fermentación, así como el registro de las variables fisicoquímicas y sensoriales (aspecto, color y olor) durante dicho proceso.			
3.10	Los cajones de fermentación se encuentran limpios y en buen estado, y están codificados para el seguimiento y la trazabilidad del cacao.			

(Continúa)

Ítem	Criterio	Evaluación		
3.	Operaciones en proceso	PMP	40	Observaciones
		PMO	0	
3.11	El material con el que se recubre la masa de cacao para fermentación es higiénico y no representa riesgo de contaminación.			
3.12	Durante la fermentación, los volteos se realizan de acuerdo con el protocolo y con una herramienta sanitaria que no represente riesgo de contaminación para el cacao.			
3.13	El personal manipulador emplea los elementos de seguridad necesarios para evitar afectaciones por los vapores producidos durante los volteos en la fermentación.			
3.14	Se monitorean variables fisicoquímicas, temperatura, pH y sensoriales (apariencia, color olor) durante cada volteo de la masa de cacao; al final de la fermentación, se realiza prueba de corte para verificar calidad del cacao.			
3.15	La central tiene identificado y documentado su proceso de secado natural o mecánico de cacao, así como el registro de variables fisicoquímicas durante dicho proceso.			

(Continúa)

Ítem	Criterio	Evaluación		
3.	Operaciones en proceso	PMP	40	Observaciones
		PMO	0	
3.16	Los elementos o herramientas usadas en la remoción y volteo de cacao durante el secado se encuentran en condición íntegra e higiénica.			
3.17	El cacao seco en grano obtenido en la central es empacado en material que no representa riesgo de contaminación y se ubica por lotes sobre estibas, separado del suelo y las paredes.			
3.18	La central dispone de un protocolo de almacenamiento de cacao seco en condiciones controladas, así como de un registro del control de variables realizado y rotulado de los lotes.			
3.19	La central aplica como protocolo un programa de trazabilidad que identifica a sus clientes; hace registro de rotación, liberación o despacho y de rotulado; y cuenta con medidas en caso de devoluciones de producto.			
3.20	La central aplica un programa de muestreo aleatorio para el seguimiento del cacao seco en grano producido, a través de un laboratorio interno o externo, para el análisis físico y sensorial del cacao.			

(Continúa)

Ítem	Criterio	Evaluación		
4.	Análisis de peligros y puntos críticos de control (APPCC)	PMP	20	Observaciones
		PMO	0	

An illustration on a teal background showing a hand holding a blue pen, pointing at a map. The map features several white rectangular blocks, some of which are highlighted with yellow triangular warning signs containing black exclamation marks. In the background, there are stylized green trees and two grey buildings.

4.1	La central posee un equipo multidisciplinario para el control de calidad del producto e identificación de puntos críticos en las diferentes fases del proceso.			
4.2	El organigrama y las funciones de los diferentes estamentos o roles de la central de beneficio están claramente definidos y documentados.			
4.3	La central cuenta con plano de distribución de áreas, y flujo de personal y de producto en formato físico o digital.			
4.4	La central documenta mediante ficha técnica de producto el cacao que es procesado en el establecimiento.			

(Continúa)

Ítem	Criterio	Evaluación		
4.	Análisis de peligros y puntos críticos de control (APPCC)	PMP	20	Observaciones
		PMO	0	
4.5	Se evidencia documento de diagrama de flujo de proceso del cacao seco en grano, así como sus fases o etapas.			
4.6	La central tiene identificados los peligros físicos, químicos y biológicos potenciales que presenta su proceso productivo.			
4.7	En la central, los puntos críticos de control en las etapas del proceso están identificados.			
4.8	En la central de beneficio, los puntos críticos de control tienen establecidos sus límites críticos.			
4.9	De acuerdo con los límites críticos, la central cuenta con un procedimiento de vigilancia sensible y de rápida respuesta.			
4.10	La central de beneficio dispone de medidas correctivas en caso de desfase en uno o varios límites críticos, así como los registros de estas.			

(Continúa)

5.	Índice global de cumplimiento	PMP	PMO	Cumplimiento
		100		%



Observaciones generales

Resumen perfil sanitario de la central de beneficio



Ítem	Aspecto	Estado	Observaciones por aspecto
1.	Requisitos higiénicos	%	
2.	Aseguramiento de la calidad	%	
3.	Operaciones en proceso	%	
4.	Análisis de peligro y puntos críticos de control	%	
5.	Índice global de cumplimiento	%	
	Emitido por:	Recibido por:	
	Nombre del evaluador	Nombre del representante	
	Documento:	Entidad:	
	Cargo:	Cargo:	

Fuente: Elaboración propia, con base en Canto de Gante et al. (2020) y Quintero et al. (2020)

¿Cómo aplicar la lista de chequeo en centrales de beneficios de cacao?





Recomendaciones

- La lista de chequeo debe ser diligenciada por personal con **experiencia** en higiene e inocuidad alimentaria.
- Conozca sobre el manejo de cosecha y poscosecha del cacao y su efecto en la calidad del grano.
- Si no cuenta con estos conocimientos, **capacite y entrene a un responsable**.
- Las capacitaciones pueden obtenerse a través del **Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)**, institutos técnicos, universidades u otras entidades con experiencia en calidad e inocuidad.
- Aplice la lista **cada seis meses o una vez al año** para estimar el avance de forma controlada y estandarizada.
- Use esta misma lista o ajústela según las **necesidades** que identifique en la central.
- Esto permite evaluar el avance respecto al cumplimiento y tener un **soporte para las acciones de mejora**.



Identificación de acciones de mejora basadas en el perfil sanitario inicial

Este capítulo presenta tres sectores fundamentales para plantear acciones de mejora: la infraestructura y los equipos, la documentación de las prácticas que se realizan en la central y la gestión. Estas acciones se definen a partir de los resultados obtenidos en la inspección sanitaria inicial. Con base en ellos, se busca superar los incumplimientos detectados y mantener las condiciones positivas que ya existen.





Según los resultados obtenidos en la lista de inspección, identifique los criterios de cumplimiento nulo a medio que limitaron la puntuación. Debe abordar **tres sectores de gran relevancia** para la seguridad e inocuidad de cualquier alimento y su trazabilidad:

1. Infraestructura y equipos (sección A)
2. Documentación y registro de actividades (sección B)
3. Gestión (sección C)



Cada uno de los tres sectores incluye **acciones y características** que permiten:

-  **Aumentar el cumplimiento** de los requisitos sanitarios en las prácticas poscosecha de cacao.
-  **Establecer un plan** con necesidades, acciones y responsables, para lograr un sistema efectivo de calidad.
-  **Sostener los requisitos** con calificación alta.
-  **Prevenir incumplimientos o inconformidades.**



Recuerde que el enfoque es apuntar siempre a un modelo de mejora continua.

Infraestructura y equipos (sección A)

Para la sección de infraestructura y equipos, tenga en cuenta lo siguiente:

1. Identifique los puntos críticos que requieren intervención urgente, ya sea por construcción, ya sea por adecuación o mantenimiento.
2. Formule **planes de trabajo** que incluyan mejoras locativas; desde las áreas externas hasta pisos, paredes, techos y demás elementos estructurales.

3. Tome como referencia la lista de chequeo basada en la legislación sanitaria vigente del país.
4. Verifique la disponibilidad y el estado de los equipos e instrumentos de medición, como potenciómetro, termómetro y refractómetro.
5. Asegure el uso adecuado de estos instrumentos, ya que permiten hacer seguimiento a las variables del proceso poscosecha y tomar decisiones basadas en análisis.
6. Utilice esta información para estandarizar el proceso, mejorar la calidad del grano y aplicar acciones correctivas cuando sea necesario.

Documentación y registro de actividades (sección B)

Se recomienda establecer programas que definan acciones preventivas y señalen puntos críticos. Esto facilita el control de variables y la gestión de actividades orientadas a garantizar la calidad; además, responde a los requisitos establecidos por la industria alimentaria para las condiciones de poscosecha de cacao. A continuación, se presenta una guía de referencia con los documentos que son necesarios:

 **Plan de personal (sección B1):** Capacita a productores y trabajadores de la central en las siguientes acciones: 1) buenas prácticas de manufactura (BPM); 2) prevención de contaminación cruzada; 3) cumplimiento de estándares de calidad e inocuidad alimentaria.

 **Programa de higiene del personal y capacitación (sección B1):** Este programa se basa en la normativa sanitaria y se enfoca en prevenir enfermedades entre quienes manipulan el cacao en cualquier etapa del proceso. Incluye el uso obligatorio de elementos de protección adecuados, como tapabocas, delantal impermeable, guantes, botas plásticas (con material y modelo definidos), un reglamento claro sobre higiene y seguridad, y un plan de capacitación continua en BPM, con cronograma y criterios para asegurar su efectividad.

 **Plan de saneamiento (sección B2):** Conjunto de programas adaptados a las condiciones de las centrales de beneficio, y enfocados en controlar variables que garanticen la inocuidad y las condiciones higiénico-sanitarias. Se basa en la Resolución 2674 de 2013 (capítulo 4) y se distribuye en cuatro programas.

Programas del plan de saneamiento (sección B2)



1

De abastecimiento de agua

- Garantiza agua potable para procesamiento, limpieza, desinfección y consumo en las centrales.
- Previene riesgos de contaminación en superficies, producto y consumidores.
- Cumple con los estándares de la legislación sanitaria.



2

De limpieza y desinfección

- Crea condiciones higiénicas para fermentación, secado y almacenamiento.
- Aplica procedimientos operativos estandarizados de saneamiento (POES) (limpieza y desinfección).

Incluye:

- Componente normativo.
- Identificación de suciedad en superficies, equipos y herramientas.
- Selección de agentes de limpieza y desinfección (LyD).
- Fichas técnicas u hojas de seguridad.



3

De manejo integrado de residuos

- Identifica y caracteriza residuos sólidos y líquidos de la poscosecha.
- Previene fuentes de contaminación en áreas de las centrales.

Incluye:

- Clasificación de residuos (Resolución 2184 de 2019).
- Detalle de origen y fuente de residuos.
- Características.
- Ruta de recolección y disposición final.



4

De control de plagas

- Reduce al mínimo la presencia de plagas en la central.
- Elimina sitios de anidación y fuentes de alimento para insectos y roedores.

Incluye:

- Diagnóstico inicial.
- Identificación de causas de proliferación.
- Acciones de mejora: trampas, barreras, cercas, ahuyentadores.

 **Plan de trazabilidad (sección B3):** La trazabilidad es clave para **garantizar la calidad y seguridad del cacao producido**. Permite identificar proveedores confiables, mantener la consistencia del proceso y cumplir con las normas de inocuidad alimentaria. Facilita una respuesta rápida y oportuna ante inconformidades, protege al consumidor y fortalece su confianza. Además, ayuda a adaptarse a las exigencias de un mercado en constante cambio.

El sector cacaotero, en continua expansión, necesita implementar sistemas de trazabilidad que permitan hacer seguimiento a los procesos, desarrollar estrategias comerciales y **generar lotes estandarizados con capacidad de competir en mercados globales**.

Replicar los perfiles sensoriales que exige el mercado internacional es un reto que la trazabilidad ayuda a enfrentar. Esto, a su vez, **fortalece vínculos comerciales entre asociaciones** y facilita la comprensión del proceso, del producto, de sus propiedades físicas y organolépticas, y de proveedores y variables del proceso. El plan consta de **tres programas esenciales**.



Programa 1. Control de proveedores y formato de trazabilidad (sección B3)

¿Por qué es importante? Identifica y controla la materia prima y los insumos en los procesos de fermentación, secado y almacenamiento, y garantiza la calidad.

¿Qué contiene?

- Indica responsables
- Reconoce y clasifica proveedores (aliados estratégicos)
- Señala tipos de entrega (materias primas e insumos)
- Fija condiciones y variables de compra, procesamiento y venta del grano
- Establece procedimientos de recepción (con criterios de aceptación y rechazo).

¿Por qué es crítico? En Colombia, la mezcla de cacao afectado (negro) y no afectado (blanco) es común debido a la variabilidad genética y ambiental. El cacao presenta diferencias por madurez y afectación de enfermedades. Este punto debe controlarse con protocolo de aceptación y rechazo, con variables como apariencia, porcentaje de granos afectados, sólidos solubles, pH, fases de procesamiento.



¿Qué herramientas se recomiendan? Ficha de proveedores para conocer a las personas o a los asociados que componen los lotes del grano. Formato tipo base de datos para hacer seguimiento y controlar lotes de fermentación. El **formato de recepción y trazabilidad del cacao** (figura 3) codifica la información por establecimiento y facilita su consulta.

Figura 3. Formato de recepción y trazabilidad de cacao en baba.

Fuente: Elaboración propia

FORMATO DE RECEPCIÓN Y TRAZABILIDAD DE CACAO									
Búsqueda por código		[]		BUSCAR	GUARDAR	EDITAR	LIMPIAR	ELIMINAR	DATOS
RECEPCIÓN									
Productor	Elcy Rojas Quimbaya		Municipio	Rivera	Departamento	Huila	Finca:	La Cristalina	
Material Genético	Híbrido		Fecha de Recolección	26/01/2024	Fecha de Recepción	27/01/2024	Horas desde recolección	24	
Estado	No Afectado		Cantidad	400	Unidad de medida	Kilogramos	Ingreso	Aceptado	
Código	RIV_SF		Cajón Fermentador	5	¿Realizará Mezcla?	Si	Códigos Mezcla	No identificado	
Caract. Iniciales:	Temperatura 27,5 °C	Sólidos Solub. 18,5 %Brix	pH Externo 3,5	pH Interno 7,3	Observaciones: (Escumido)	Escuro de 48 horas.			
FERMENTACIÓN									
F. Inicio	29/01/2024	Horas	0	Responsable	Edilberto Rojas	Temperatura °C	38	pH Externo	3,6
Volteo 1	31/01/2024	Horas	48	Responsable	Edilberto Rojas		48,1		4,0
Volteo 2	02/01/2024	Horas	96	Responsable	Edilberto Rojas		50,9		4,1
Volteo 3	02/02/2024	Horas	120	Responsable	Edilberto Rojas		49,6		4,4
Volteo 4	02/03/2024	Horas	144	Responsable	Edilberto Rojas		50,1		4,4
Volteo 5	02/04/2024	Horas	168	Responsable	Edilberto Rojas		48		4,2
SECAO									
Inicio	02/04/2024	Cantidad	250	Kg					
Fin	02/12/2024	Resp.	Camilo Rodríguez						
CALIDAD									
% Ferm	85	% H	6,5	Resp.	Jean Quintero				
Calidad Global	7	Obs.	Observaciones.						



Programa 2. Control de proceso y trazabilidad (sección B3)

Se articula con el programa y el formato anteriores. Abarca parte del registro y seguimiento de variables de trazabilidad. Es una estrategia para abordar el programa que se piensa desarrollar.

49

Objetivos

- **Definir** actividades para asegurar inocuidad.
- **Controlar** variables del proceso en la central.
- **Garantizar** calidad y seguridad del grano seco.
- **Aplicar** un sistema eficaz de trazabilidad en la cadena de producción.

¿Qué incluye?

- Identificación de responsables
- Sistema de codificación de lotes
- Vida útil estimada
- Proceso productivo
- Procedimientos de liberación o rechazo
- Ruta de salida
- Sistema de recuperación
- Devolución y baja de producto
- Distribución y trazabilidad inversa en caso de retornos.

¿Qué se recomienda?

- **Elaborar plano del establecimiento:** Permite establecer rutas secuenciales del producto y facilita la circulación lógica sin poner en riesgo la inocuidad.
- **Describir producto terminado:** Ficha técnica del producto como estrategia competitiva. Brinda información sobre características físicas, sensoriales y de proceso del cacao. Facilita estandarización y apertura de mercados según intereses comerciales.



Programa 3. Muestreo (sección B3)

Se coordina con el programa de control de proceso para asegurar un seguimiento y control adecuados.

¿Por qué es importante? Crea un sistema de muestreo en las centrales de beneficio para controlar la calidad del cacao fresco, en proceso y seco, conforme a la normatividad sanitaria vigente.

¿Para qué sirve? Permite tomar acciones inmediatas sin comprometer la calidad y la inocuidad del producto, y la salud del consumidor.

¿Qué abarca? Desde la toma de muestras y su codificación hasta el procesamiento, la emisión de resultados y la identificación de límites.

¿Qué se recomienda? Usar como referencia las normas técnicas colombianas relacionadas (como la NTC 1252/2021, para el análisis físico y el protocolo internacional Cacao de Excelencia [CoEx], 2024).

¿Qué incluye? Formatos para registro de toma de muestras y reporte de resultados tanto físicos como sensoriales.

Toma de muestra

- Se toma una muestra del grano al final del proceso.
- Se transforma en licor.
- Se hace perfil sensorial, de acuerdo con la disponibilidad y el alcance de la central.

 **Plan de gestión (sección B3):** En las centrales de beneficio de cacao y en el sector alimentario es fundamental asegurar el buen funcionamiento de los equipos e instrumentos usados en etapas clave, como fermentación, secado y almacenamiento. Prevenir fallas o pérdidas de control en estas fases es decisivo para mantener la calidad del cacao y evitar riesgos en el proceso. Este plan incluye **dos programas** cuyo objetivo es garantizar la operación continua y reducir situaciones que impacten la productividad.



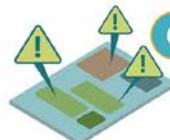
Programa de mantenimiento (sección B3): Busca mantener equipos y herramientas en condiciones óptimas de funcionamiento. Incluye la identificación de equipos, la programación de mantenimiento preventivo y correctivo, las rutinas de arranque, las BPM y la documentación. Para su aplicación, se han creado formatos como:

- Inventario de equipos
- Ficha técnica - hoja de vida

Programa de calibración (sección B3): Detalla las etapas para calibrar y verificar los equipos e instrumentos de medición. Garantiza la confiabilidad de los resultados en los procesos de fermentación, secado y almacenamiento del cacao.

 **Puntos críticos de control (sección B4):** Se identifican puntos críticos para definir límites y acciones preventivas o correctivas, según las eventualidades que puedan presentarse.

Doce pasos para controlar puntos críticos en centrales de beneficio (sección B4)

- 
1 Programas prerequisites
 - Analizan cada etapa del proceso.
 - Ayudan a identificar peligros, clasificarlos, definir y monitorear puntos críticos, límites y acciones preventivas.
 - Disminuyen riesgo de contaminación de cacao seco.
- 
2 Conformación del equipo de calidad
 - Se asignan labores de vigilancia y control de condiciones sanitarias del establecimiento.
 - Se delegan funciones claras.
 - Se promueve trabajo en equipo para mantener calidad e higiene.
- 
3 Organigrama del establecimiento
 - Define niveles de responsabilidad y toma de decisiones.
 - Identifica acciones de producción y acciones para asegurar inocuidad.
- 
4 Flujo de proceso
 - Diagrama de flujo estándar de la producción de la empresa.
 - Asegura continuidad ante rotación de personal.
 - Indicaciones sólidas y secuenciales.
 - Parámetros claros y precisos.
 - Imágenes de características físicas para identificar el grano en pruebas subjetivas (como la prueba de corte).
- 
5 Diagrama en sitio
 - Verifica secuencia de actividades según plano del establecimiento.
 - Evita cruce entre materias primas y productos.
 - Garantiza un proceso continuo.
- 
6 Identificación de peligros
 - Se basa en vigilancia científica, historial y estudios de caso.
 - Identifica peligros para la higiene del producto y su calidad.
 - Ofrece un sustento comprobable.

- 
7 Determinación de puntos críticos
 - Analiza amenazas con árboles de decisión.
 - Evalúa gravedad del peligro y define si es crítico.
 - Pone el foco en lo importante.
 - Reduce número de medidas y acciones.
- 
8 Establecimiento de límites críticos
 - Define límites en puntos críticos.
 - Tiene en cuenta aspectos físicos, químicos, biológicos y sensoriales.
 - Se ajusta a condiciones reales del establecimiento.
 - Se adapta a disponibilidad de recursos de control.
- 
9 Procedimiento de vigilancia
 - Define condiciones para mantener y vigilar límites y acciones.
 - Delega y verifica actividades.
 - Rol fundamental del equipo de calidad.
- 
10 Medidas correctivas
 - Enfoque preventivo, pero también acciones correctivas.
 - Medidas inmediatas ante desviaciones o desfases.
 - Asegura operatividad, seguridad e inocuidad.
 - Recupera funcionamiento de la producción.
- 
11 Verificación del plan
 - Supervisa y comprueba que todo funcione según lo previsto.
 - Activa medidas correctivas si es necesario.
- 
12 Mantener registros
 - Toda actividad debe documentarse (con programas prerequisites).
 - Apoya la trazabilidad del producto.
 - Crea historial para solucionar problemas.

Gestión (sección C)

Es fundamental identificar los criterios de gestión que deben implementarse en la central, como la obtención de recursos o certificaciones, y comunicar las novedades al área correspondiente. Aunque estas acciones pueden ser pocas, **son la clave para cumplir con los parámetros de evaluación relacionados con la calidad.**

 **Ejemplo 1:** La gestión de capacitaciones debe ser documentada y depende de los responsables del proceso.

 **Ejemplo 2:** La compra y el mantenimiento de equipos e infraestructura requieren financiamiento que debe ser gestionado por la unidad correspondiente.

Esta sección es importante porque no solo identifica el área de mejora, sino también a la persona encargada de ponerla en práctica.

Recomendaciones

Es importante que todo el equipo esté involucrado en el desarrollo de esta etapa, ya que se deben identificar los aspectos de mejora en las prácticas poscosecha de la central. Estas prácticas no son responsabilidad exclusiva de la persona que realiza el diagnóstico; **demandan un trabajo articulado** de las diferentes estancias que administran y operan la central.

 Identifique la naturaleza de las **necesidades detectadas** y asigne funciones para cumplir satisfactoriamente los criterios de evaluación.

 **La meta de cumplimiento**, cuando se alcanza, debe mantenerse en el tiempo. Se debe contar con el apoyo de un equipo de agricultores que sean responsables de la calidad e inocuidad. El objetivo es **mantener los atributos físicos y sensoriales del cacao** producido en la central y conservar la ventaja competitiva alcanzada en el mercado.

 Tenga en cuenta que **cada central presenta condiciones propias**. El planteamiento de estrategias, documentos, controles y seguimientos se debe ajustar al estado de la central. Si es necesario, puede adecuarse según referencias locales, regionales o nacionales, pero siempre salvaguardando la independencia y singularidad de la central.





Monitoreo y seguimiento de puntos críticos en las etapas de beneficio

Este capítulo habla del control y registro de las variables que ayudan a estandarizar los procesos de la central. Los registros permiten hacerle seguimiento al cacao y hacen de la trazabilidad un elemento clave para la toma de decisiones y la mejora continua.



Control de puntos críticos en las etapas de beneficio

La calidad de los alimentos depende de **límites críticos ya establecidos**, como son los parámetros fisicoquímicos, su monitoreo y seguimiento. Estos parámetros indican si se deben tomar acciones preventivas o correctivas inmediatas.

En poscosecha, estas son las **variables mínimas** para control del cacao:

-  pH
-  Temperatura
-  Contenido de sólidos solubles.

En este capítulo, se presentan las condiciones de medición, los parámetros y las consideraciones generales de estas variables.



Las mediciones son importantes

El personal responsable del manejo poscosecha en la central debe contar con la información necesaria para realizar mediciones en campo. El propósito es **obtener datos precisos y en tiempo real del cacao** que ingresa y se transforma en la central de beneficio.

Estas mediciones permiten identificar tendencias de la central asociadas a una mejor expresión del grano, en especial en contextos productivos diversos como los del departamento del Huila, donde **cada municipio** tiene etapas propias de fermentación, secado y almacenamiento que le dan al cacao sus atributos únicos.

Medir el pH

Principio de método: El pH es un indicador de acidez volátil que se mide en una muestra líquida. Se utiliza un pHmetro y la medición se obtiene por lectura directa (Stevenson et al., 1993).



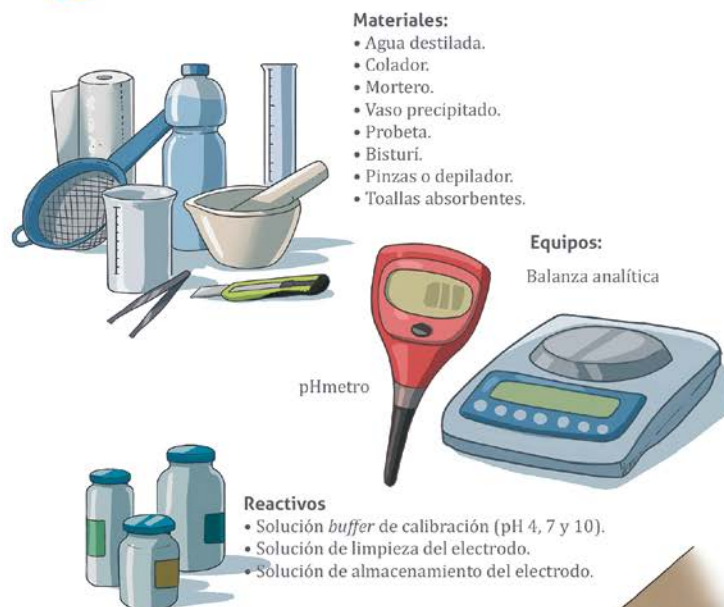
Las cifras

El pH se expresa en una escala de 0 a 14, donde:

- 7 = neutro
- Menor que 7 = ácido
- Superior a 7 = alcalino

La **lectura del pH interno y externo del grano** se realiza durante la fermentación. Por cada cajón fermentador de **500 kg**, y antes de realizar el volteo, se toman **tres granos** de las partes inferior, media y superior. En las **figuras 4 y 5** se indican los materiales, equipos, reactivos y procedimientos necesarios para monitorear esta variable. En las figuras también se encuentra el instructivo para medición de pH de la testa y semilla del cacao durante la fase de fermentación.

1 ¿Qué necesita para medir el pH?



2 ¿Cómo y cuándo tomar las muestras de cacao?

1. Tome las muestras de los granos al inicio de la fermentación.
2. Hágalo antes de cada volteo de la masa, según el protocolo de la central.
3. Con pinzas y bisturí, retire testa, cutícula o cascarilla de los granos.
4. Procese por separado los granos de cada zona del cajón.
5. Realice tres lecturas externas y tres internas por día de monitoreo.



3 Medición de pH externo: paso a paso

1. En un vaso precipitado de 100 mL, agregue 40 mL de agua neutra.
2. Tome 4 g de testa, cutícula o cascarilla de tres granos.
3. Agréguelos al vaso con agua y mezcle vigorosamente.
4. Introduzca el electrodo.
5. Realice la lectura y registre el valor del pH.



4 Medición de pH interno: paso a paso

1. Use solo la parte interna de tres semillas.
2. Macérelas en mortero hasta obtener triturado homogéneo.
3. Pese 4 g de la muestra. Agréguelos a 40 mL de agua destilada en un vaso precipitado.
4. Mezcle vigorosamente e introduzca el electrodo.
5. Realice la lectura del pH y registre el valor.



Figura 4. Instructivo de medición de pH durante la fermentación del grano de cacao.
Fuente: Elaboración propia

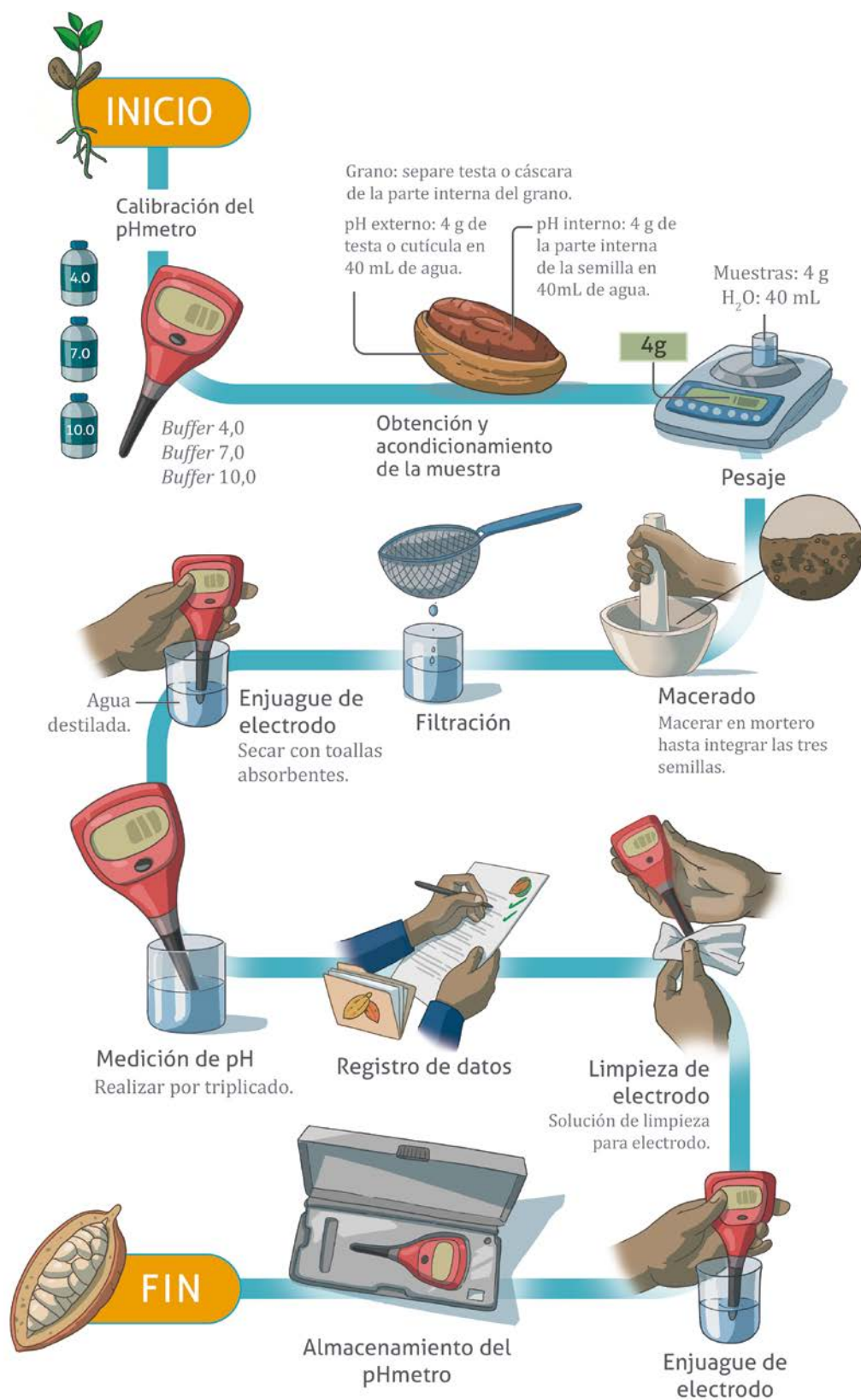


Figura 5. Diagrama de flujo de medición de pH del grano de cacao.

Fuente: Elaboración propia

Medir temperatura

Principio de método: El método se basa en medir la temperatura de la masa de cacao (°C). Para ello, se usa un **termómetro de bulbo largo** que pueda penetrar la masa y registrar la temperatura interna de la muestra. Es importante que el termómetro esté limpio y calibrado antes de sumergirlo. Los materiales y el método para monitorear esta variable se indican en la **figura 6**.



1 ¿Qué necesita para medir la temperatura en masa de cacao?



61

2 Flujograma: método para medir temperatura en masa de cacao



Figura 6. Instructivos de medición de temperatura durante la fermentación del grano de cacao.

Fuente: Elaboración propia

Medir sólidos solubles (°Brix)

Principio de método: Los sólidos solubles están constituidos por azúcares, aminoácidos, ácidos orgánicos, vitaminas, compuestos fenólicos y otros hidrosolubles. Se cuantifican mediante lectura directa con un refractómetro.



A mayor concentración en la solución, mayor será el porcentaje registrado en °Brix o en porcentaje de sólidos solubles.

¿Cómo se miden los sólidos solubles?

1. Revise que el refractómetro esté calibrado, limpio y en óptimas condiciones.
2. Tome una muestra de pulpa o lixiviado.
3. Deposite 3 gotas (aproximadamente 1 mL) sobre el prisma o vidrio del refractómetro.
4. Realice la lectura según instrucciones del equipo.
5. Registre los valores obtenidos.
6. Repita el procedimiento al inicio de la fermentación y al ingresar el grano a la zona de beneficio.

Los materiales y el método para realizar el monitoreo de esta variable están indicados en la figura 7.

1 Qué se necesita para medir los sólidos solubles en cacao?

Material: toallas absorbentes

Reactivo: agua destilada o purificada.

Equipo
Refractómetro escala de 0 a 85 °Brix

2 Flujograma: método para medir sólidos solubles en cacao

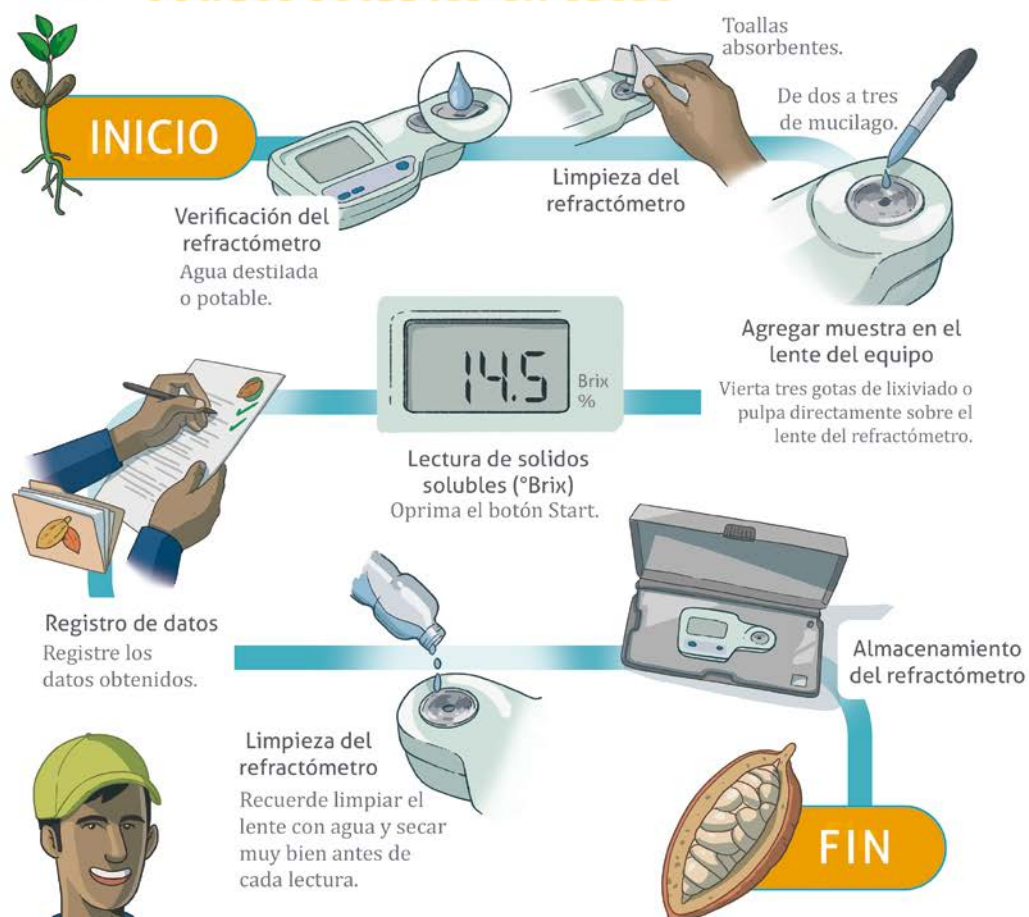


Figura 7. Instructivos de medición de sólidos solubles en pulpa de cacao.

Fuente: Elaboración propia



Recuerde

- Son responsables directos los operarios que participan en la recepción, fermentación y secado del cacao.
- Estas variables deben medirse y registrarse bajo responsabilidad del representante legal de la asociación o del responsable de la central.
- El representante legal debe garantizar el cumplimiento de las actividades y la capacitación del personal.

Descripción de procesos en las centrales de beneficio

Los siguientes son los diferentes procesos que se realizan en las centrales de beneficio de cacao:

Recepción

Durante la recepción del cacao en baba, se aplican parámetros de control para garantizar sus condiciones sanitarias. Una vez en la central, se deben **medir las siguientes variables**:

-  **pH.** Debe estar **por debajo de 4,5**. Recuerde que la variabilidad genética del material marca diferencias en el pH de la pulpa.
-  **Sólidos solubles.** No deben estar **por debajo de 12**. Un valor inferior puede indicar fermentación avanzada, adición de agua o madurez insuficiente. Verifique este parámetro también con el aroma de la masa.
-  **Clasificación.** Separe el cacao blanco del negro, según evaluación física y química.
-  **Escurrecido.** Deje escurrir en un tanque o en canastillas durante 24 horas antes de iniciar la fermentación.

¿Qué se debe registrar en esta etapa?

Registre como mínimo los siguientes datos en cada sesión de cosecha; son fundamentales para controlar costos y hacer seguimiento de la producción que entra a la central:

- Fecha.
- Responsable.
- Peso de cacao que ingresa.



Además, clasifique el grano por calidad y registre el cajón donde será transportado; las condiciones de recepción de cacao en baba se ilustran a continuación.

Condiciones físicas del cacao

Revise las siguientes características en el cacao que **ingresa a la central** (figura 8):

-  **Integridad** de los granos.
-  **Masa** libre de material extraño.
-  **Olores** extraños.
-  **Clasificación** por color (baba blanca y baba negra).

65



Figura 8. Recepción de cacao. a. En el área asignada por la central de beneficio; b. Llenado del cajón de escurrido para cacao.

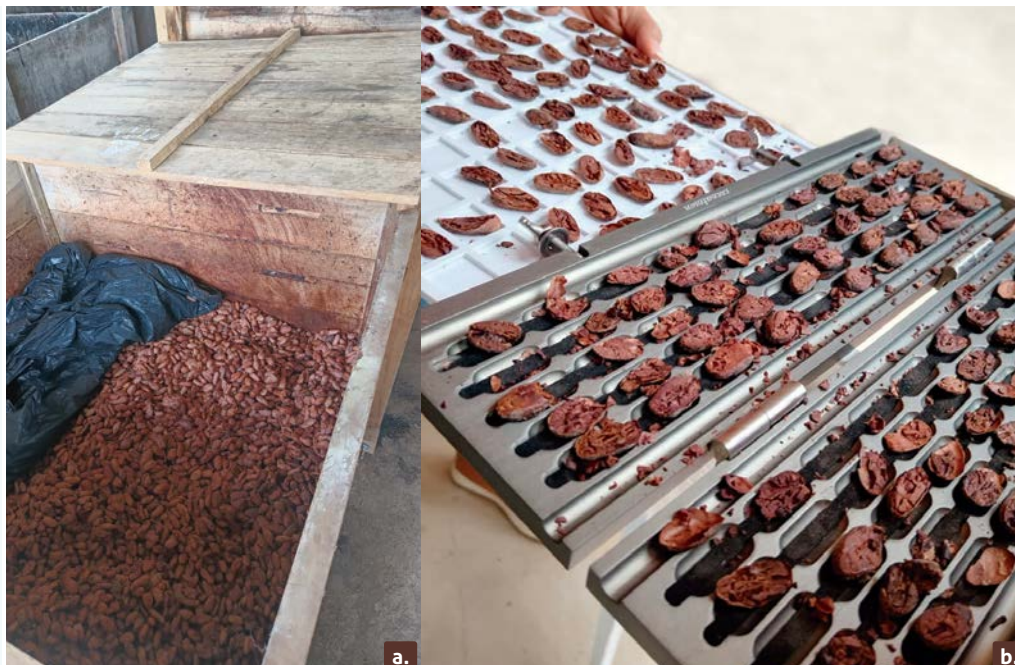
Fotos: Claudia Andrade

Fermentación

Etapa de degradación de la pulpa del cacao. La fermentación la llevan a cabo grupos de microorganismos, como levaduras y bacterias, cuyo metabolismo da origen a los precursores del aroma y el sabor que caracterizan el **perfil sensorial del producto final: el chocolate** (figura 9).

Figura 9. Seguimiento durante la etapa de fermentación.
a. Proceso de fermentado;
b. Socialización del análisis de la prueba de corte en central de beneficio.

Fotos: Jean Quintero



Para lograr un buen perfil aromático y de sabor en el cacao, es esencial asegurar que **solo se multipliquen microorganismos benéficos**. Es necesario evitar la presencia de otro tipo de agentes indeseables que deterioren el producto final. El control y seguimiento requieren manejar las condiciones externas del entorno de producción y regular las reacciones microbiológicas que determinan los organismos presentes. La temperatura, el pH y la prueba de corte nos pueden indicar la evolución de la fermentación si se realiza el seguimiento durante la etapa (figuras 10 y 11).

¿Qué se mide y se controla en la fermentación?

- 🍫 Temperatura ambiente.
- 🍫 Humedad relativa.
- 🍫 Cantidad de masa.
- 🍫 Grado de maduración.

- 🌰 Contenido de **sólidos solubles** de la pulpa (°Brix).
- 🌰 Disponibilidad de **oxígeno**.
- 🌰 **Temperatura** de la masa.
- 🌰 Temperatura de referencia para el **tiempo de fermentado**.
- 🌰 Potencial de **hidrógeno (pH)**.
- 🌰 Tiempo y protocolo de **volteos** (Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica [Procomer] & Banco Interamericano de Desarrollo [BID], 2025).



Figura 10.

Análisis físico de la fermentación.
a. Prueba de corte durante la fermentación;
b. Monitoreo de temperatura en masa fermentada.

Fotos: Claudia Andrade



Figura 11. Medición de parámetro de pH en granos de cacao fermentados.
a. Interno; b. Externo.

Fotos: Jean Quintero

Asegure la calidad de la fermentación

- 🍫 Administre correctamente las áreas de fermentado.
- 🍫 Identifique posibles focos de contaminación.
- 🍫 Minimice sus impactos con acciones preventivas o correctivas.
- 🍫 Lleve control de la medición de variables.
- 🍫 Monitoree de manera continua las condiciones idóneas para el crecimiento de los organismos de interés.

Secado

Esta etapa es clave para las reacciones bioquímicas iniciadas en la fermentación, que determinan los atributos sensoriales del cacao. Los tres primeros días de secado son fundamentales para estabilizarlas e **impactan el color, el sabor y el aroma**. En este periodo comienzan las reacciones de Maillard y otras que influyen en el desarrollo del aroma (Procomer & BID, 2025) (**figura 12**).

Figura 12. Etapa de secado de cacao.
a. Seguimiento de temperatura; b. Muestreo para pruebas fisicoquímicas.

Fotos: Jenifer Criollo



Los cambios que afectan la calidad del grano durante la etapa de secado se registran en la **figura 13**.

¿Qué afecta la calidad del grano durante el secado?

A mayor radiación solar y viento, mayor tasa de secado



¿Qué pasa con exceso de calor? ($>60^{\circ}\text{C}$)?



Figura 13. Cambios durante el secado del cacao.

Fuente: Elaboración propia, a partir de Cerón Salazar et al. (2020)



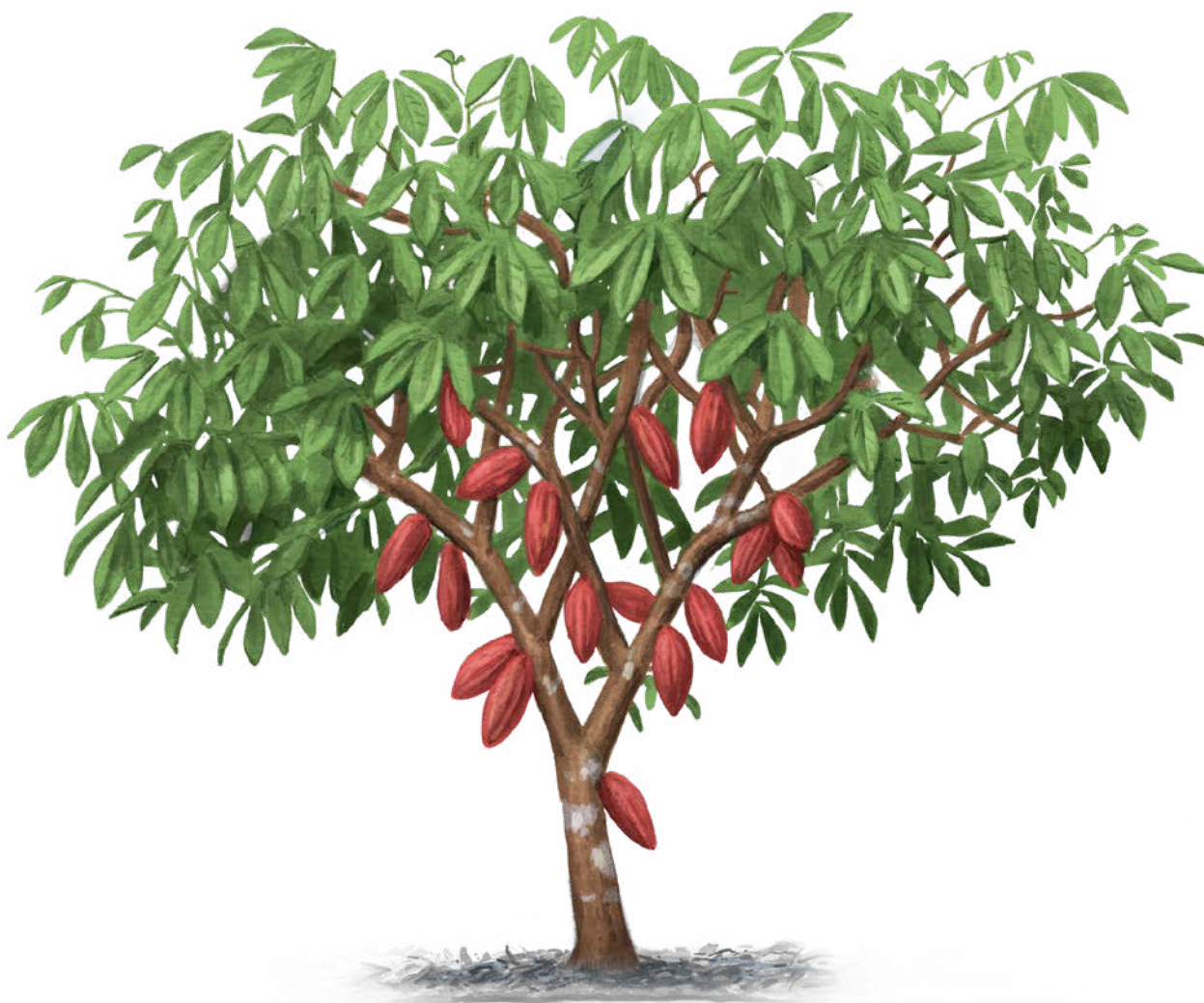
Las definiciones

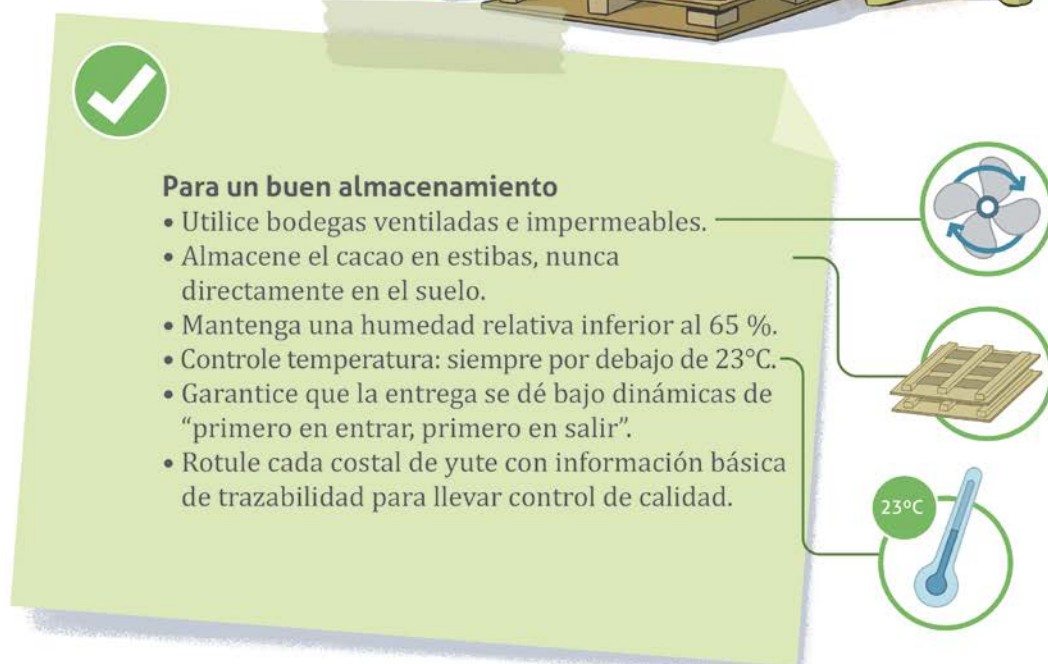
Enzimas: Son proteínas que se unen a sustratos para acelerar reacciones químicas, sin ser consumidas en el proceso.

Antocianinas: Son pigmentos de origen vegetal responsables del color del grano de cacao.

Almacenamiento

Esta etapa requiere máxima atención. Muchos riesgos están asociados al mal almacenamiento del cacao, en especial por el **aumento de humedad durante periodos prolongados**.





Análisis de calidad

La **calidad** se refiere a características que responden a las necesidades de un comprador. El concepto aplica a un servicio, proceso, organización, sistema o recurso que cumple con los requisitos del mercado (Procomer & BID, 2025).

Los cacaoteros son capacitados para:

-  **Perfilar** sus cacaos.
-  **Comprender** cómo funciona un sistema de calidad.
-  **Aprender** y obtener conocimiento sobre las centrales de beneficio, que es donde venden su producto y se mejoran atributos como aroma, compuestos y olores.

Recomendaciones

-  **Siga las metodologías de medición** de variables poscosecha durante el monitoreo y seguimiento.
-  **Utilice la herramienta de evaluación sanitaria** del capítulo 1 (lista de chequeo) para hacer seguimiento del sistema de calidad y de las acciones de mejora.
-  **Use la herramienta de forma semestral o anual** para contar con un panorama actualizado de la central y fijar medidas de prevención, conservación o corrección.
-  **Articule los datos del monitoreo** con los planes y programas del sistema de calidad. Esto da mayor respaldo y confiabilidad a la información producida en procesos de capacitación, muestreo, calibración y trazabilidad.
-  **Trabaje con entidades educativas** en temas relacionados con cacao y calidad. Esto resulta indispensable para construir una cultura de calidad.
-  **Fortalezca sus capacidades teóricas y prácticas** para aplicar análisis físicos, químicos y sensoriales. Así logrará un mayor impacto.

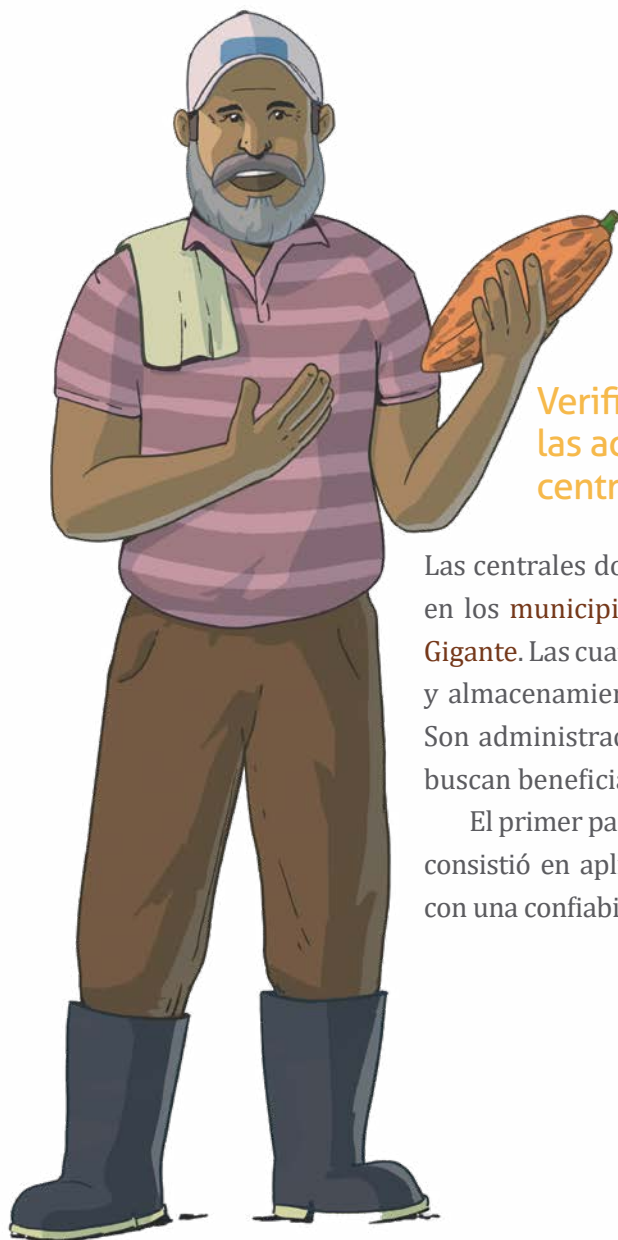




Verificación y seguimiento de las acciones de mejora: estudio de caso

Este capítulo muestra cómo se aplica el sistema de calidad en cuatro centrales de beneficio del Huila, con base en los lineamientos planteados anteriormente y en el análisis de las propiedades físicas y sensoriales del cacao seco en grano.



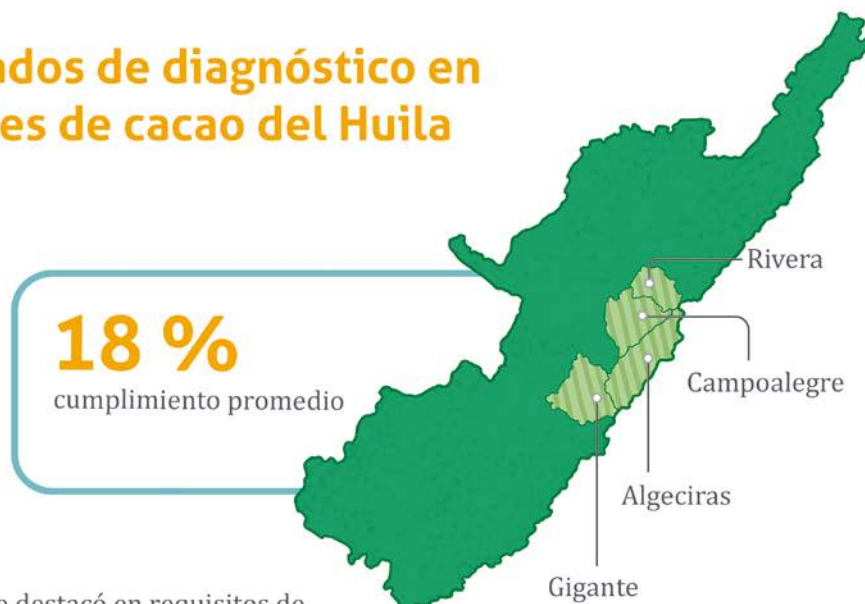


Verificación y seguimiento de las acciones de mejora en centrales del Huila

Las centrales donde se aplicó el modelo están ubicadas en los **municipios de Rivera, Campoalegre, Algeciras y Gigante**. Las cuatro tienen áreas de fermentación, secado y almacenamiento con capacidad de 4.000 kilogramos. Son administradas por asociaciones de cacaoteros que buscan beneficiarse de manera mutua y en sociedad.

El primer paso para evaluar las condiciones sanitarias consistió en aplicar la lista de chequeo en cada central, con una confiabilidad estimada de $\alpha < 0,9$.

Resultados de diagnóstico en centrales de cacao del Huila



- Algeciras se destacó en requisitos de higiene y operaciones del proceso.
- Todas las centrales presentaron bajos resultados en aseguramiento de calidad, y en análisis de peligros y puntos críticos de control (PCC).

- Los datos indican que son necesarias las mejoras en gestión y documentación. Los resultados del diagnóstico en las centrales de beneficio intervenidas se muestran en la figura 14.

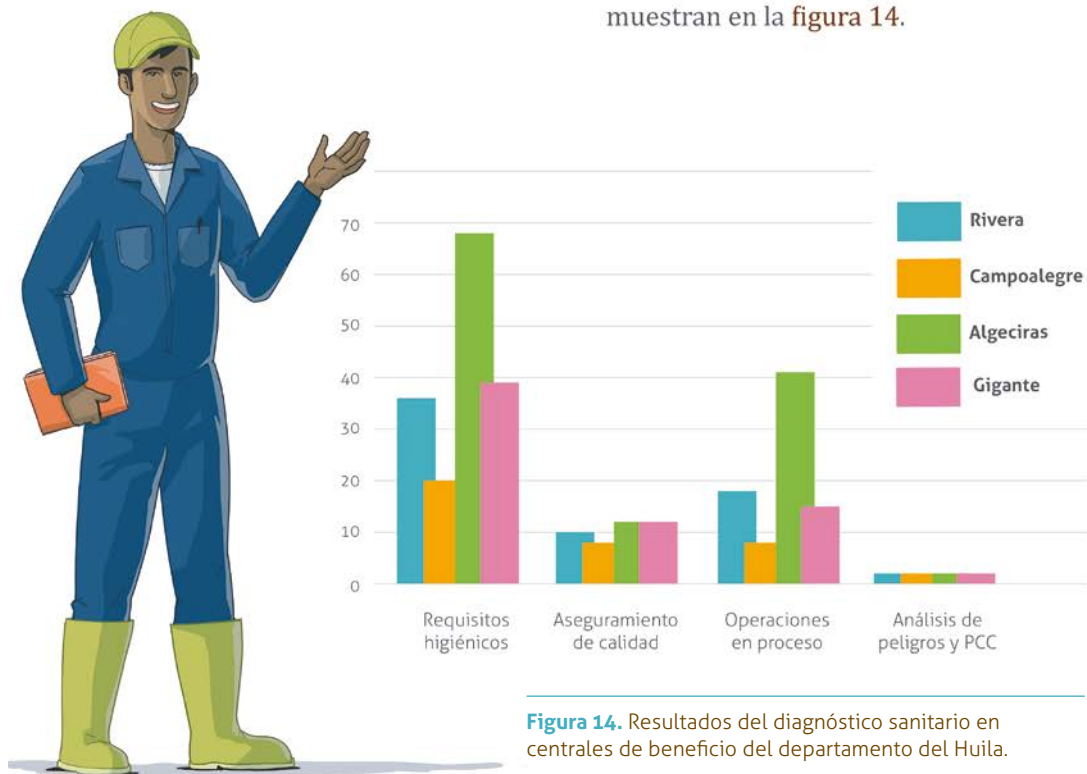


Figura 14. Resultados del diagnóstico sanitario en centrales de beneficio del departamento del Huila.

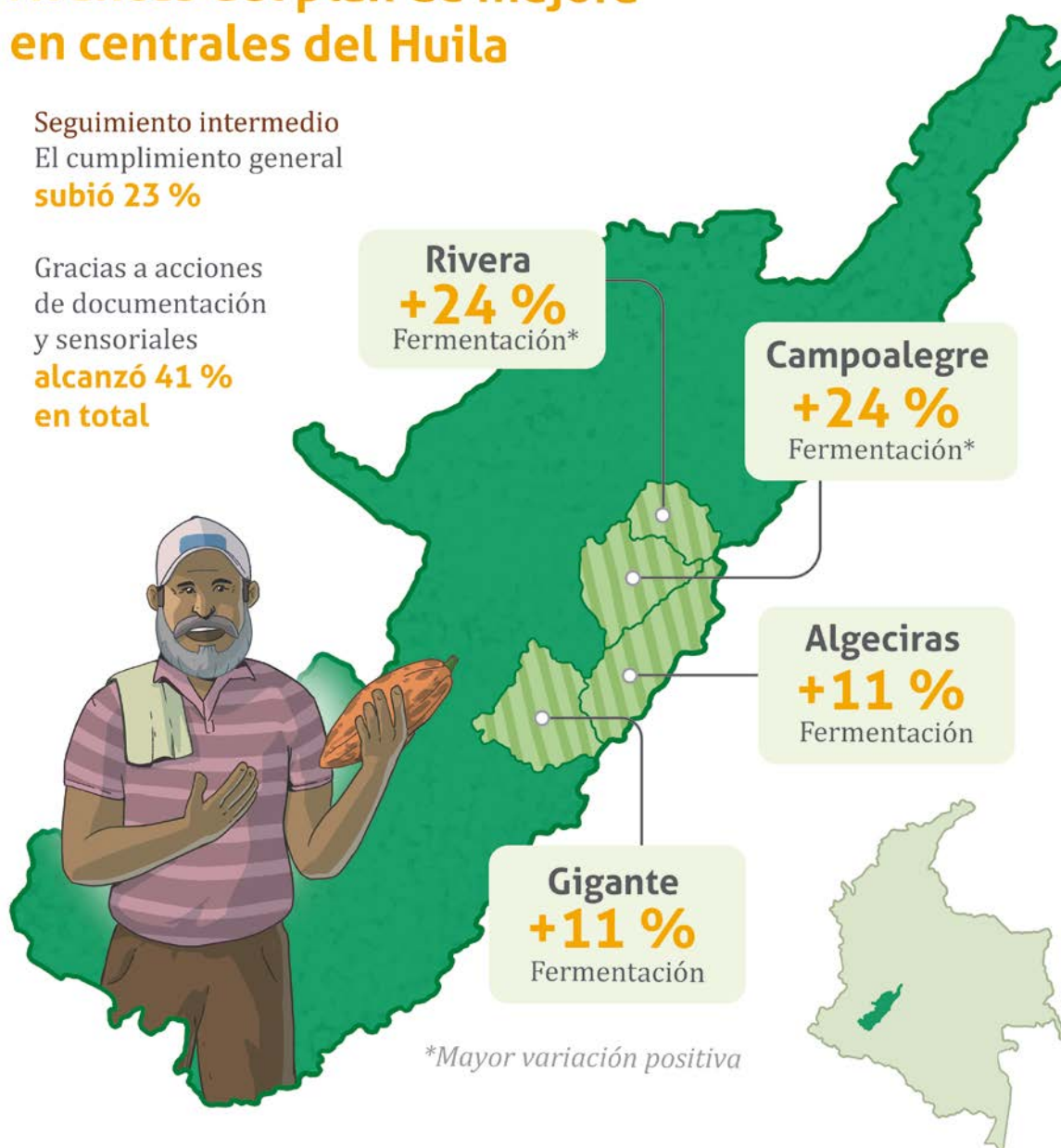
Fuente: Elaboración propia

Se formuló un plan de mejora a un año, basado en los resultados. Se hizo seguimiento en dos momentos (intermedio y final), con seis meses de diferencia, para comparar el avance en las condiciones sanitarias y su efecto en la calidad física y sensorial del cacao seco en grano.

Avances del plan de mejora en centrales del Huila

Seguimiento intermedio
El cumplimiento general
subió 23 %

Gracias a acciones
de documentación
y sensoriales
**alcanzó 41 %
en total**





Resultados del plan de mejora

Seguimiento final

- El cumplimiento sanitario subió del **41 % al 73 %**; superó la meta del **70 %**.
- Este avance fue posible gracias a capacitaciones, dotación de documentación, equipos para análisis y control de calidad.
- Las **propiedades físicas** mejoraron por el fortalecimiento de los procesos de fermentación y secado.
- El **perfil de sabor** mostró mayor expresión, con mejor balance entre atributos principales y complementarios.

A continuación, se muestra un diagrama de medias para dos variables: **porcentaje de granos bien fermentado** y **calidad global del licor**. Las medias se muestran en los tres tiempos de muestreo, durante la implementación del sistema de calidad (**figuras 15 y 16**).

Resultados finales plan de mejora en centrales del Huila

Después de tres seguimientos (incluida lista de chequeo)

80

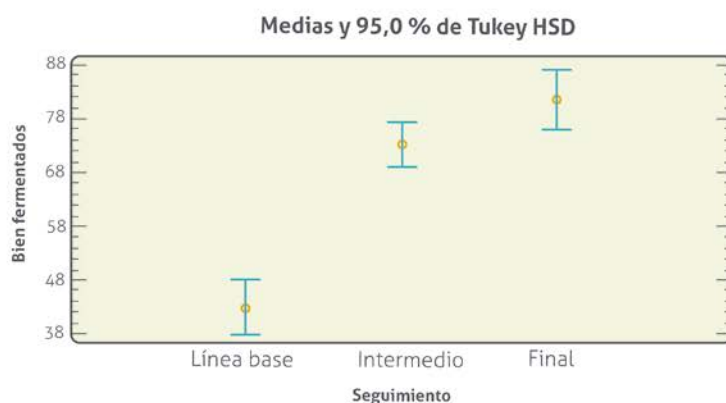


Figura 15. Diagrama de medias para la variable *porcentaje de granos bien fermentados*.

Fuente: Elaboración propia

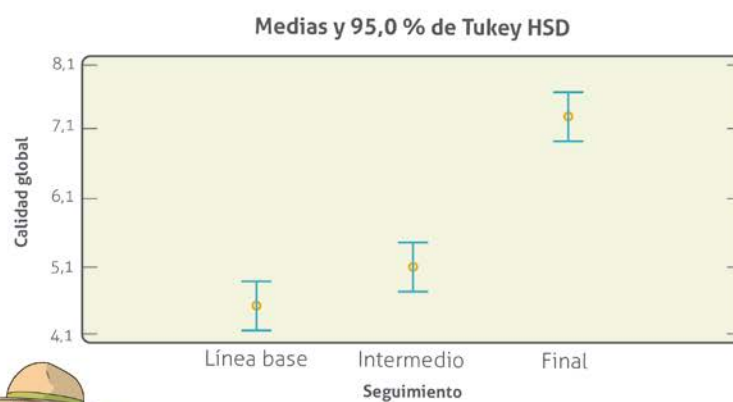


Figura 16. Diagrama de medias para la variable *calidad global sensorial del licor de cacao*.

Fuente: Elaboración propia



Se alcanzó calidad global de 6, según el protocolo de excelencia en cacao (CoEx) = perfil con defectos de baja intensidad o nulos.



Recomendaciones generales para aplicar un sistema de calidad en centrales de beneficio

La mejora continua asegura que los **buenos resultados se mantengan en el tiempo**. No baje la guardia. La calidad del grano depende de la dedicación y el cumplimiento.

1. Defina y documente claramente los estándares de calidad

Defina criterios claros para cada etapa del manejo poscosecha: limpieza, manejo adecuado del grano, tiempos y condiciones de fermentación y secado.

2. Controle variables críticas

Monitoree temperatura, pH y humedad durante la fermentación y el secado. Si es posible, hágalo en tiempo real. Asegúrese de que los procesos se ajusten a los estándares establecidos. Capacite al personal para que entienda la importancia de cada paso y cómo su trabajo impacta la calidad del cacao.

3. Use la información para mejorar

Un buen sistema de calidad le dará datos útiles para gestionar variables, conocer su línea de producción y mejorar poco a poco. Esto puede abrirle la puerta a nuevos mercados.

4. Evalúe y corrija

Los sistemas de calidad requieren retroalimentación constante. Identifique áreas de oportunidad y tome acciones correctivas. Las auditorías periódicas ayudan a evaluar el cumplimiento.

5. Siga el sistema paso a paso

Este manual está pensado para productores pequeños y medianos que benefician su cacao de manera colectiva. Está adaptado para monitorear las prácticas poscosecha en las centrales. Si lo aplica bien, podrá estandarizar procesos y mantener o mejorar la calidad física, química y sensorial del grano seco. También contribuirá a cumplir con las exigencias de los mercados especializados y a mejorar la calidad de vida de quienes cultivan cacao en Colombia.





Referencias

- Andrade, J. A., Rivera-García, J., Chire-Fajardo, G. C., & Ureña-Peralta, M. O. (2019). Propiedades físicas y químicas de cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.) de Ecuador y Perú. *Enfoque UTE*, 10(4), 1-12. <https://doi.org/10.29019/enfoque.v10n4.462>
- Awuchi, C. G. (2023). HACCP, quality, and food safety management in food and agricultural systems. *Cogent Food & Agriculture*, 9(1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2023.2176280>
- Cacao de Excelencia. (2024). *Guía para la evaluación de la calidad y el sabor del cacao*. Bioversity International. https://www.cacaoofexcellence.org/fileadmin/Websites/CocoaOfExcellence/2025_Edition/TOOLS/GUIDE_2025/14Feb2025_CoEx_A4_Guia_Calidad_y_Sabor_del_Cacao_.pdf
- Canto de Gante, Á. G., Sosa González, W. E., Bautista-Ortega, J., Escobar Castillo, J., & Santillán Fernández, A. (2020). Escala de Likert: una alternativa para elaborar e interpretar un instrumento de percepción social. *Revista de la Alta Tecnología y Sociedad*, 12(1), 38-45. https://www.researchgate.net/publication/361533522_Escala_de_Likert_Una_alternativa_para_elaborar_e_interpretar_un_instrumento_de_percepcion_social
- Cerón Salazar, I. X., García, M. C., Rodríguez, E., Cubillos, A., Polanco, E., López, M., Moreno, J., Parra, E., & Quiñones, F. (2020). *Estrategias tecnológicas para el manejo del cultivo y el beneficio del cacao*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA); Federación Nacional de Cacaoteros (Fedecacao). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.institutional.7403572>
- Erazo Solórzano, C. Y., Disca, V., Muñoz-Redondo, J. M., Tuárez García, D. A., Sánchez Parra, M., Carrillo Zenteno, M. D., Moreno-Rojas, J. M., & Rodríguez Solana, R. (2023). Effect of Drying Technique on the Volatile Content of Ecuadorian Bulk and Fine-Flavor Cocoa. *Foods*, 12(5), 1065. <https://doi.org/10.3390/foods12051065>

- Espinosa Manfugás, J. (2020). *Evaluación sensorial de los alimentos*. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=heDzDwAAQBAJ>
- Fortuna, G., & Gaspar, P. D. (2022). Implementation of Industrial Traceability Systems: A Case Study of a Luxury Metal Pieces Manufacturing Company. *Processes*, 10(11), 2444. <https://doi.org/10.3390/pr10112444>
- Husseini, S. A., Al-Shami, S. A., Soo-Fen, F., & Saif, A. (2018). Impact of ISO 9001:2008 certification on consumer satisfaction. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, 10, 322-331. https://www.researchgate.net/publication/327664704_Impact_of_ISO_9001_2008_Certification_on_Consumer_Satisfaction
- Lee, A. (2024). Food safety and quality management systems. En *Encyclopedia of food safety* (pp. 185-194). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822521-9.00243-4>
- López Hernández, M. P. (2018). *Efecto del estado de madurez de materiales de cacao sobre la calidad final del grano en los valles interandinos secos* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/63142>
- Nikolaïenko, M., & Bal-Prylypko, L. (2020). Development of an integrated food quality management system. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 14, 862-873. <https://doi.org/10.5219/1434>
- Parra Peñalosa, O. J., & Villamizar Gallardo, R. A. (2022). *Cacao, más allá del chocolate*. Editorial Universidad de Pamplona. https://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portalIG/home_206/recursos/general/27052022/cartillakk.pdf
- Portilla, A. (2020). *Análisis causa-raíz de los problemas que afectan a la cadena productiva de cacao-chocolate*. Ministerio de Agricultura y Riego del Perú (Minagri). <https://gestionparticipativa.pe.iica.int/getattachment/e727a6a4-f9d1-4de0-99f2-d0d968cacc9d/Analisis-Causa-Raiz-de-la-Cadena-Productiva-de-Cac.aspx>

- Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica [Procomer], & Banco Interamericano de Desarrollo [BIS]. (2020). *Manual técnico poscosecha de cacao fino y de aroma*. <https://www.descubre.cr/wp-content/uploads/2025/04/Manual-de-poscosecha-cacao-fino-y-de-aroma.pdf>
- Quintero, J., Chila, A., Saavedra, D., & Guzmán, K. (2020). *Guía para la documentación e implementación de sistema de aseguramiento de calidad e inocuidad en plantas de procesamiento de alimentos*. Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación del SENA (SENNOVA); Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).
- Rahardjo, Y. P., Rahardja, S., Samsudin, S., Dalapati, A., Amalia, A. F., Purwaningsih, H., & Syamsu, K. (2022). A literature review on cocoa fermentation techniques to shorten fermentation time. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 974(1), 012111. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/974/1/012111>
- Shende, P. N., Kadao, A., & Palery, A. (2023). Implementation of ISO 9001 in the Manufacturing Industry, a Literature Review. En M. K. Dikshit, A. Soni, & J. P. Davim, (Eds.), *Advances in Manufacturing Engineering. Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-19-4208-2_27
- Stevenson, C., Corven, J., & Villanueva, G. (1993). *Manual para análisis de cacao en laboratorio*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). <https://hdl.handle.net/11324/8995>
- Szczyrba, A., & Dziuba, S. (2023). Good Manufacturing Practices for Quality and Safety Management in the Food Industry. *Materials Research Proceedings*, 34, 288-297. <https://doi.org/10.21741/9781644902691-34>
- Torres Guizado, P. R., García Machari, O., Quispe Lamberto, M., Tuesta Espejo, K., Reyes de la O, C., Medina Meza, J., & Caysahuana García, A. (2016). *Manual de proceso de la calidad de cacao fino y de aroma*. C. A. C. Pangoa. https://assets.rikolto.org/paragraph/attachments/manual_de_proceso_de_calidad_de_cacao_fino_de_aroma_selva_central_peru.pdf





Impresión y encuadernación
DGP Editores S. A. S.

Terminó de imprimirse en agosto de 2025,
en Bogotá D.C., Colombia

El cacao es un fruto de alto valor en la industria alimentaria mundial gracias a su calidad nutricional, funcional y sensorial. En 2024, la Organización Internacional del Cacao reportó a Colombia entre los principales países productores de grano seco con características de calidad fina y de aroma, y estableció que el 80 % del cacao exportado obtuvo esta clasificación, a pesar de que en el pasado se habían logrado porcentajes de 95 %. Esto muestra desafíos importantes para conservar las cualidades a largo plazo que han sido relacionadas principalmente con el manejo poscosecha. En Colombia, departamentos como Huila han sido pioneros en la implementación de centrales de beneficio del grano, donde operaciones como la fermentación, el secado y el almacenamiento se realizan de manera comunitaria, buscando mantener una calidad uniforme. Sin embargo, este esfuerzo demanda un ajuste sobre las operaciones ejecutadas.

En este contexto, los sistemas de calidad juegan un papel clave, ya que mediante la trazabilidad garantizan la inocuidad y consistencia del producto final. Estos sistemas permiten estandarizar procesos, optimizar recursos y cumplir con normativas internacionales, aspectos fundamentales para posicionar el cacao colombiano en mercados de alto valor.

Este manual ilustrado tiene el propósito de servir como una guía práctica y accesible para productores, técnicos y operarios de las centrales de beneficio de cacao. Su enfoque didáctico facilita la comprensión y aplicación de los principios de calidad en cada etapa del proceso, desde la recepción del grano hasta su almacenamiento. La correcta implementación de este sistema contribuye significativamente a mejorar la calidad del cacao nacional, lo cual genera valor agregado y fortalece la competitividad del sector en el comercio internacional.



Agricultura

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria



BAC
BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

correo: bac@agrosavia.co
teléfono: (+57) 601 914 4677

ISBN: 978-958-740-821-8



www.agrosavia.co
Distribución gratuita
Prohibida su venta