

MANUAL DE COSECHA Y POSCOSECHA DE CACAO FINO Y DE AROMA

Implementación de un Sistema Participativo de Garantías (SPG) basado en la ISO 34101 de Cacao Sostenible y con trazabilidad, para la asociación ASOACASAN de San José del Fragua



2020

Tabla de contenido

1. Introducción.....	3
1.1. Que es calidad.....	3
2. Factores de calidad en la cosecha del cacao.....	11
2.1. Grado de maduración en la cosecha del cacao.....	11
2.2. Contenido de Azúcar en la pulpa.....	12
2.3. Corte de mazorcas.....	13
2.4. Guarda de mazorcas.....	13
2.5. Clasificación de los granos.....	13
2.6. Almacenamiento de cacao fresco.....	14
2.7. Empaque y transporte de cacao fresco.....	14
2.8. Trazabilidad del proceso de cosecha.....	14
3. Factores de calidad en la postcosecha del cacao.....	15
3.1. Fermentación.....	15
3.1.1. Tipos de Microorganismos deseables.....	16
3.1.2. Fases de la fermentación.....	17
3.1.3. Condiciones Básicas de las Instalaciones para Fermentar Cacao.....	19
1.1.1. Calidad de la fermentación.....	24
1.2. Secado.....	24
1.2.1. Cambios Físicos y Químicos en el secado del Cacao.....	25
1.2.2. Secado natural.....	25
1.2.3. Secado artificial.....	26
1.2.4. Riesgos para la calidad del cacao durante el secado.....	26
1.2.5. Fases del secado.....	27
1.2.6. Trazabilidad durante el secado.....	27
1.3. Almacenamiento.....	29
2. Análisis de la calidad.....	29
3. Bibliografía.....	30

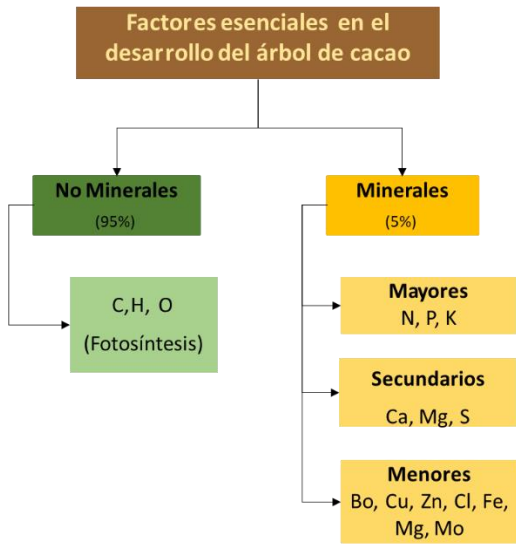
1. Introducción.

1.1. Que es calidad

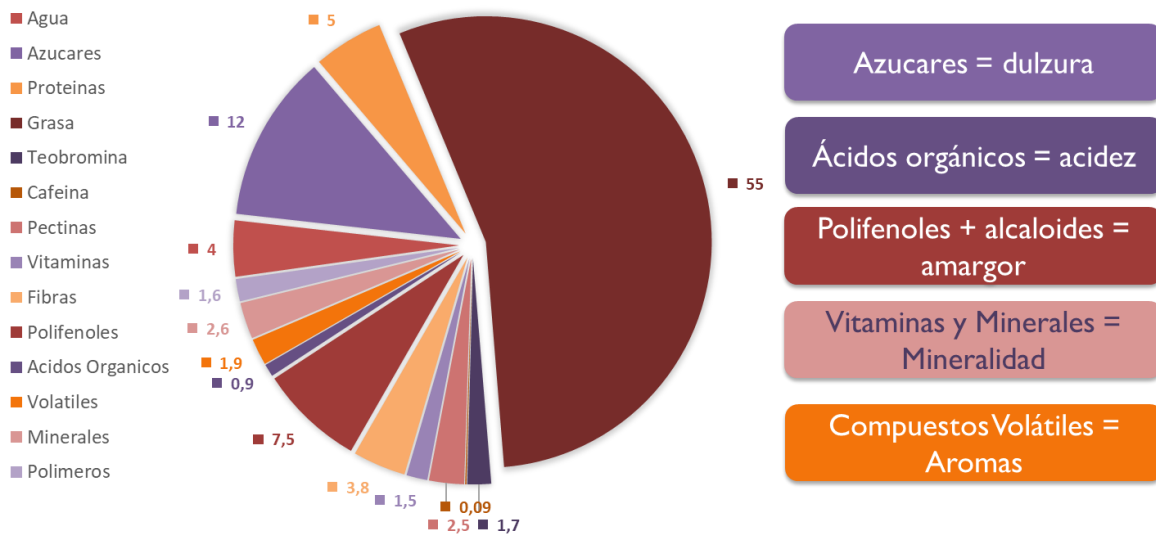
La palabra **calidad**, en este caso, incluye aspectos claves de sabor, características físicas y aspectos como la trazabilidad, ubicación geográfica y la certificación. Dichos aspectos determinan evaluación por parte del comprador, y como consecuencia influyen en el precio que pagará por él.



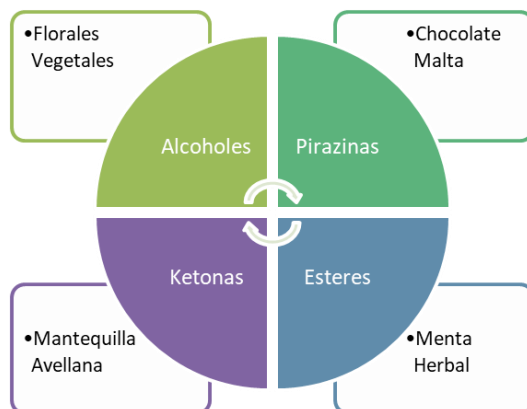
En términos generales la calidad del cacao se determina desde los factores de desarrollo de la planta, determinado por los compuestos químicos presentes en el suelo que aportaran los nutrientes para el desarrollo de la planta y por lo tanto la producción de los frutos.



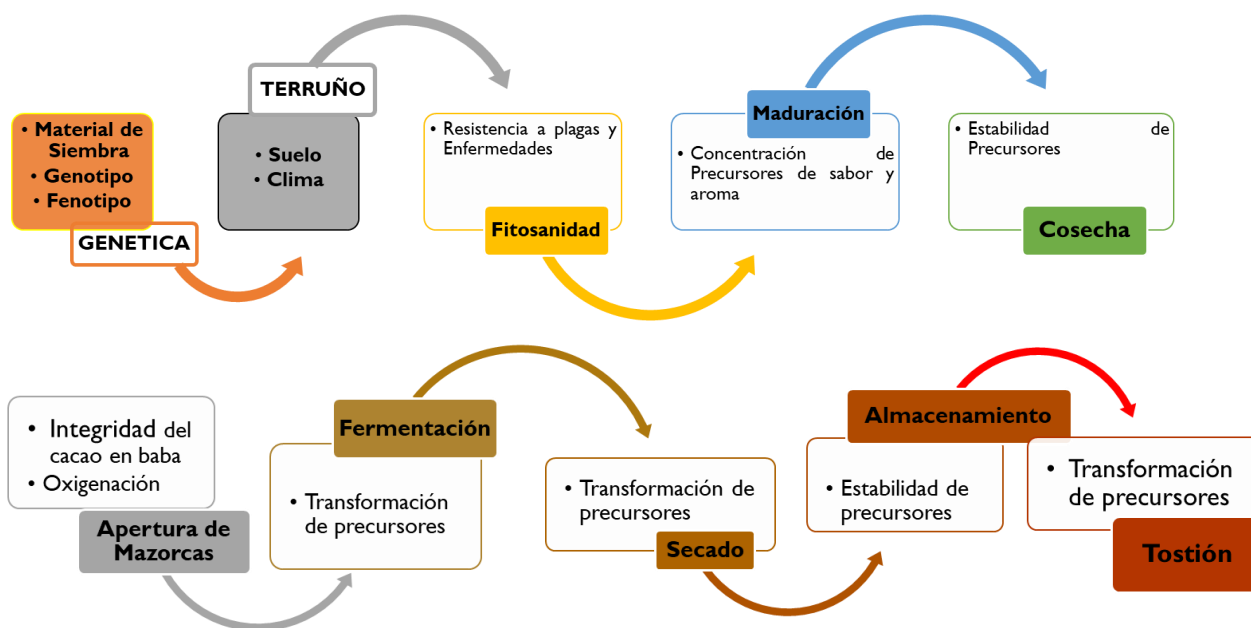
La calidad del grano de cacao no solo está determinada por las características intrínsecas presentes en la planta, el tratamiento post-cosecha también influencia la presencia de notas de olor deseables y la calidad de sabor final. Actualmente se han identificado más de 800 precursores de aroma y sabor.



El sabor es uno de los factores más importantes para determinar la calidad del cacao en grano, este juega un papel clave en la aceptación del producto por parte de los compradores.



La calidad del cacao en grano resulta de la interacción de la genética y el ambiente. Los factores genéticos se refieren a, que incluye el origen de la especie de planta; por su parte, Los factores ambientales incluyen, el suelo y el clima. En otras palabras, dependiendo de la especie sembrada, el lugar donde se siembra, será la característica del fruto cosechado. Así mismo, en la postcosecha, la variación de las condiciones ambientales, las condiciones de la fruta cosechada y la interacción de todas estas determinan la calidad final del cacao en grano.

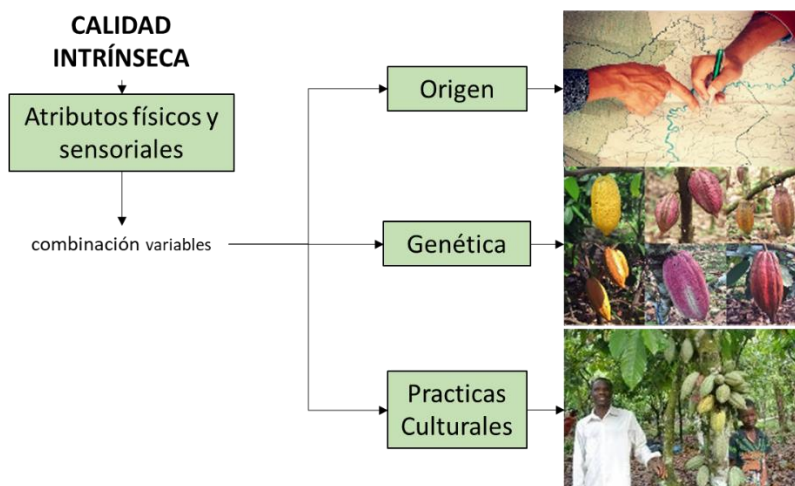


Actualmente se han medido las condiciones óptimas para la producción de cacao

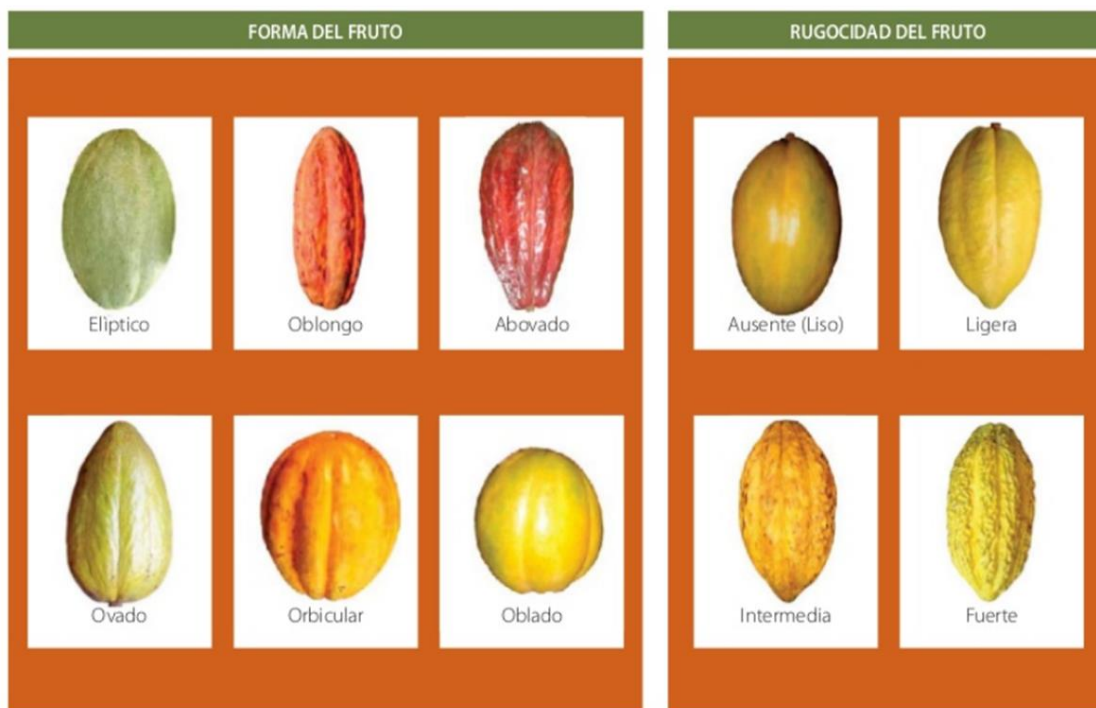
Características	Sumamente optima	Moderadamente optima	Marginalmente optima	No optima
Altura sobre el nivel del mar (m.s.n.m)	400 - 800	0 - 400 y 800 - 1.000	1.000 - 1.200	Mayor a 1.200
Temperatura media anual (°C)	24 a 28	28 a 30 y 24 a 20	30 a 32 y 20 a 18	Menor 18 y mayor 32
Precipitación anual (mm)	1.800 - 2.600	2.600 - 3.200 y 1.800 - 1.500	3.200 - 3.800 y 1.500 - 1.200	Menor a 1.200 y mayor a 3.800
Drenaje natural del suelo	Moderadamente o bien drenado		Imperfectamente o moderadamente excesivo drenado	Muy pobre, pobre o excesivamente drenado
Profundidad efectiva del suelo (cm)	Mayor a 100	50 - 100	25 - 50	Menor a 25
Acides (pH)	5,5 - 6,5	6,8 - 7,0 y 5,5 - 5,0	7,0 - 8,0 y 5,0 - 4,5	Mayor de 8,0, menor de 4,5
Nutrientes disponibles				
Materia orgánica (% total)	Mayor al 5%	4 a 5	3 a 4	Menor del 3%
P ₂ O ₅ (kg/ha)	Mayor al 69	69 a 57	57 a 46	Menor de 46
K (meq/100gr)	Mayor a 0,3			Menor de 0,15
Ca (meq/100gr)	3,5 a 4	4 a 8	8 a 12	Menor de 2, mayor de 12
Mg (meq/100gr)	1 a 1:5			Menor de 1
Ca/Mg (meq/100gr)	3:1			Relación mayor a 3:1

***cm:** centímetros, **mm:** milímetros, **°C:** grados centígrados, **meq:** miliequivalentes, **m.s.n.m:** metros sobre el nivel del mar, **Kg/ha:** kilogramos por hectárea.

Teniendo esto en cuenta, es importante señalar que en el proceso de post-cosecha entra una nueva variable tener efecto en la calidad final del cacao en grano, dicha variable corresponde a las prácticas culturales desarrolladas por los agricultores.



En términos de genética, comercialmente se reconocen las siguientes variedades criolla, amazónicas o forasteros y trinitarios, cada variedad con características fenotípicas (físicas) que permiten su diferenciación, dentro de estas características se encuentran la forma del fruto, la rugosidad del fruto, el ápice del fruto, la constricción basal del fruto, la forma de la semilla en sección longitudinal y la forma de la semilla en sección transversal





FORMA DE LA SEMILLA EN SECCIÓN LONGITUDINAL



Oblonga Ovada Elíptica Irregular

FORMA DE LA SEMILLA EN SECCIÓN TRANSVERSAL



Aplanada Intermedia Redondeada

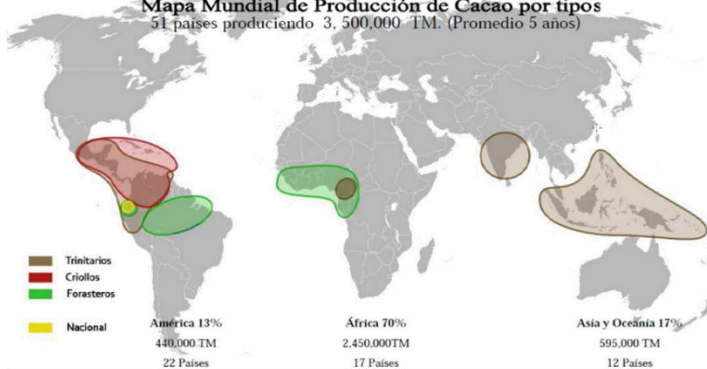
CONSERVACIÓN Y GOBERNANZA

en el Piedemonte Amazónico



Mapa Mundial de Producción de Cacao por tipos

51 países produciendo 3.500.000 TM. (Promedio 5 años)



CRILLOS



Mazorca Puntiaguda
Surcos Poco Profundos
Semilla Redonda
Cotiledón Blanco-Rosado
Variedades: Porcelana, Piura, Guasare, Chuao

AMAZONICOS O FORASTEROS



Mazorca Redondeada
Surcos Profundos
Semilla Alargada
Cotiledón Morado
Variedades: Bahía, IMC 67, CCN51

TRINITARIOS



Mezcla de las dos familias anteriores
Variedades: ICS60, 39, FSV 41, FEAR 5



FEAR 5

Origen: Arauquita, Arauca
Seleccionado por (año) FEDECACAO (2002)
Pedigrí: Híbrido Trinitario
Peso Fruto (Gr): 613



Rendimiento (Kg/Há/Año): 1689
Índice de Mazorca (IM): 17
Índice de Grano (IG): 1,6
Compatibilidad: AC
% Intercompatibilidad: 86
Reacción a Monilia: MS

FSA 12

Origen: Saravena, Arauca
Seleccionado por (año) Fedecacao (2002)
Pedigrí: Híbrido Trinitario
Peso Fruto (Gr): 575



Rendimiento (Kg/Há/Año): 1575
Índice de Mazorca (IM): 18
Índice de Grano (IG): 1,3
Compatibilidad: AI
% Intercompatibilidad: 93
Reacción a Monilia: MR

TSH 565

Origen: Trinidad
Seleccionado por (año) JW. Freeman (1957)
Pedigrí: ICS 1 x SCA 6
Peso Fruto (Gr): 670



Rendimiento (Kg/Há/Año): 1212
Índice de Mazorca (IM): 19
Índice de Grano (IG): 1,2
Compatibilidad: AI
% Intercompatibilidad: 81
Reacción a Monilia: S

FSV 41

Origen: San Vicente, CH
Seleccionado por (año) FEDECACAO (2008)
Pedigrí: Híbrido Trinitario
Peso Fruto (Gr): 732



Rendimiento (Kg/Há/Año): 1993
Índice de Mazorca (IM): 13
Índice de Grano (IG): 2,1
Compatibilidad: AC
% Intercompatibilidad: 81
Reacción a Monilia: S

FSA 13

Origen: Saravena, Arauca
Seleccionado por (año) Fedecacao (2002)
Pedigrí: Híbrido Trinitario
Peso Fruto (Gr): 449



Rendimiento (Kg/Há/Año): 1824
Índice de Mazorca (IM): 24
Índice de Grano (IG): 1,3
Compatibilidad: AI
% Intercompatibilidad: 88
Reacción a Monilia: MS

CCN 51

Origen: Ecuador
Seleccionado por (año) Homero Castro (1960)
Pedigrí: ICS 95 X IMC 67
Peso Fruto (Gr): 1441



Rendimiento (Kg/Há/Año): 1441
Índice de Mazorca (IM): 15
Índice de Grano (IG): 1,6
Compatibilidad: AC
% Intercompatibilidad: 68
Reacción a Monilia: MR

<p>ICS 6 Origen: Trinidad Seleccionado por (año) J.F Pound(1931) Pedigrí Híbrido Trinitario x Criollo Peso Fruto (Gr): 810</p> <p>Rendimiento (Kg/Há/Año): 1432 Índice de Mazorca (IM): 11 Índice de Grano (IG): 1,9 Compatibilidad: AC % Intercompatibilidad: 93 Reacción a Monilia: MS</p>	<p>ICS 1 Origen: Trinidad Seleccionado por (año) J.F Pound(1931) Pedigrí Híbrido Trinitario Peso Fruto (Gr): 722</p> <p>Rendimiento (Kg/Há/Año): 1117 Índice de Mazorca (IM): 17 Índice de Grano (IG): 1,7 Compatibilidad: AC Reacción a Monilia: S</p>	<p>ICS 39 Origen: Trinidad Seleccionado por (año) J.F Pound(1931) Pedigrí Híbrido Trinitario x Criollo Peso Fruto (Gr): 914</p> <p>Rendimiento (Kg/Há/Año): 1598 Índice de Mazorca (IM): 12 Índice de Grano (IG): 2,3 Compatibilidad: AI % Intercompatibilidad: 75 Reacción a Monilia: S</p>
<p>ICS 60 Origen: Trinidad Seleccionado por (año) J.F Pound(1931) Pedigrí Híbrido Trinitario x Criollo Peso Fruto (Gr): 810</p> <p>Rendimiento (Kg/Há/Año): 1076 Índice de Mazorca (IM): 13 Índice de Grano (IG): 12,3 Compatibilidad: AI % Intercompatibilidad: 93 Reacción a Monilia: S</p>	<p>ICS 95 Origen: Trinidad Seleccionado por (año) J.F Pound(1931) Pedigrí Híbrido Trinitario x Criollo Peso Fruto (Gr): 930</p> <p>Rendimiento (Kg/Há/Año): 902 Índice de Mazorca (IM): 20 Índice de Grano (IG): 1,4 Compatibilidad: AC % Intercompatibilidad: 95 Reacción a Monilia: R</p>	<p>IMC 67 Origen: IQUITOS Perú Seleccionado por (año) J.F Pound Pedigrí Forasterio Alto Amazonas Peso Fruto (Gr): 929</p> <p>Rendimiento (Kg/Há/Año): 975 Índice de Mazorca (IM): 18 Índice de Grano (IG): 1,3 Compatibilidad: AI % Intercompatibilidad: 70 Reacción a Monilia: MR</p>

Por su parte cuando se hablan de prácticas culturales se incluyen los sistemas de siembra implementados, el manejo de podas, las prácticas de fertilización, el manejo de enfermedades. Así como también las actividades desarrolladas en la cosecha, la fermentación, secado y almacenamiento.

2. Factores de calidad en la cosecha del cacao

De manera general, en Colombia la frecuencia de cosecha no debe sobrepasar los 15 días. Sin embargo, este criterio tiene que ser ajustado de acuerdo con la realidad de las condiciones regionales y de cada finca, siempre buscando cosechar las mazorcas en su estado óptimo de madurez.

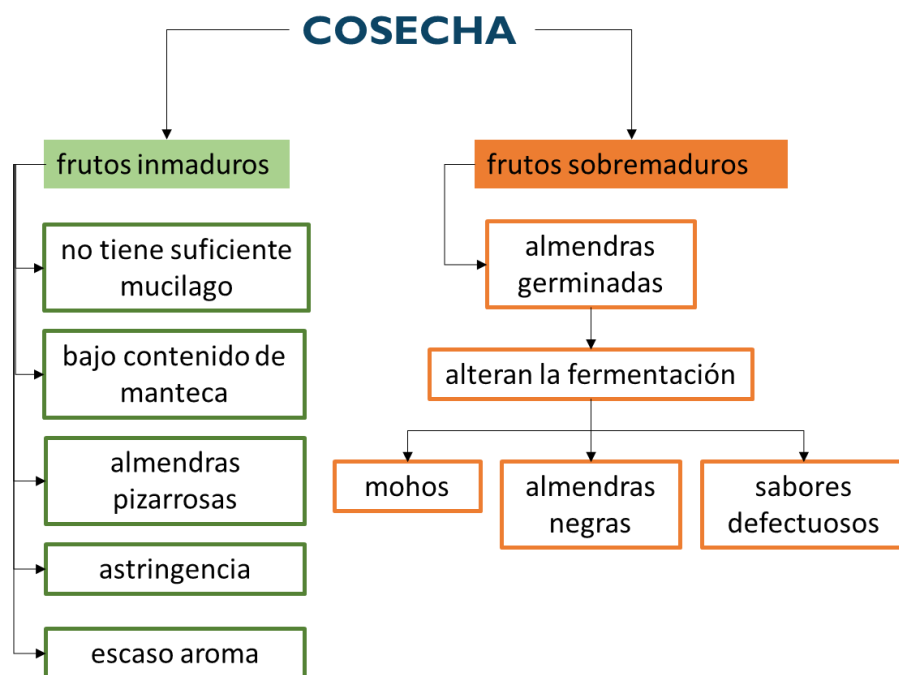
La frecuencia de cosecha está determinada especialmente por:

- La precocidad de la maduración y la germinación de las distintas variedades o materiales de siembra
- Altura sobre el nivel de mar.
- temperatura promedio diaria.
- humedad relativa diaria.

Es necesario ajustar la frecuencia de cosecha para impedir la existencia de mazorcas sobremaduras en el cultivo y la germinación temprana de granos, evitando que se incluyan en la cosecha y la afecten la calidad del cacao en baba a fermentar.

2.1. Grado de maduración en la cosecha del cacao

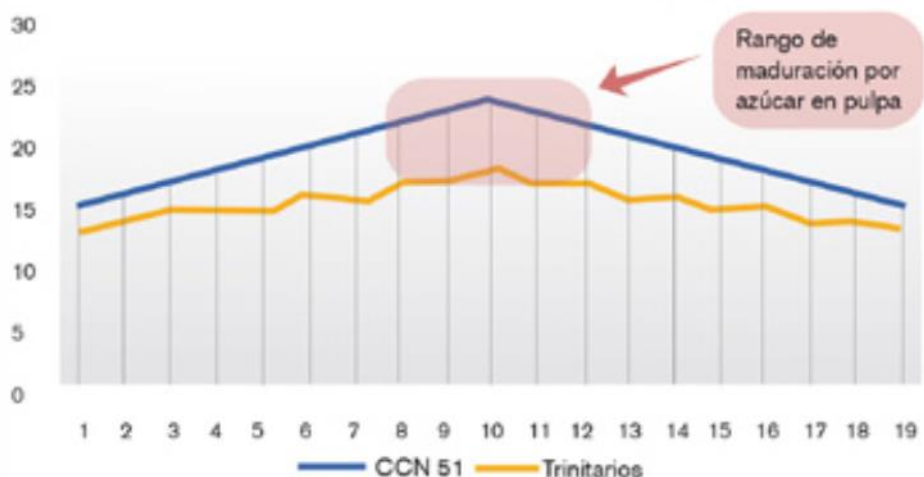
Antes de cosechar los frutos se debe mirar que estén maduros, evitando coger los verdes y pintones, pues estos no cuentan aún con los azúcares necesarios para la fermentación y darían sabores a frutas inmaduras y astringencia. Igualmente, aunque los frutos sobremaduros pueden tener el contenido de azúcar adecuado, estos frutos que avanzan más rápido en la fermentación pueden avinagrar (vinagre) la expresión sensorial de la partida de cacao.



2.2. Contenido de Azúcar en la pulpa

El contenido de azúcar es fundamental para que los microorganismos especializados realicen la fermentación. El contenido mínimo para que ocurra una correcta fermentación es de 16°Brix. Por debajo de este valor es posible que no ocurra la fermentación. Hay variedades o materiales de cacao que pueden tener contenidos altos de azúcar y otros bajos, lo cual permite hacer una primera clasificación por este criterio.

Contenido de azúcar en la pulpa



2.3. Corte de mazorcas

Al momento de cosechar los frutos se ha de tener cuidado de no dañar los cojines florales, ya que esto comprometería la producción de nuevos frutos. La cosecha se realiza con tijeras de podar, desinfectadas y bien afiladas, haciendo el corte en el pedúnculo hacia la parte más cercana posible del fruto. Si los frutos se encuentran en lo alto se puede usar una horquilla o podón, teniendo siempre cuidados con el cojín floral. Las mazorcas se van trasladando hasta el punto seleccionado para la partida y desgrane de las mismas.

2.4. Guarda de mazorcas

Esta variable corresponde al número máximo de días que se puede apilar las mazorcas cosechadas en campo sin que se deteriore la calidad. Las otras variables o condiciones que determinan el tiempo de retención son:

- Un clima muy cálido.
- Un alto porcentaje de materiales con tendencia a germinación precoz.
- Exponer directamente el montón a la luz solar.
- Humedad relativa alta.

Cuando se presentan las anteriores variables en un nivel alto se recomienda que el tiempo de retención no sea mayor a un (1) día. Si las condiciones no son tan intensas se puede tener tiempos de retención de máximo tres (3) días.

2.5. Clasificación de los granos

Criterios de clasificación del cacao en baba

- **Color de la pulpa:** Para una mazorca inmadura el color de la pulpa es blanco; para una sobremadura es café oscuro; para el punto óptimo es de color crema.
- **Textura de la pulpa:** Para una mazorca inmadura la textura es algodonosa, seca y firme; para una sobremadura es blanda y muy húmeda; para el punto óptimo la textura es blanda pero menos húmeda.

- **Limpieza de los granos:** Deben estar limpios de hongos, manchas o cualquier impureza, todo lo cual puede generar luego sabores a moho o no permitir la fermentación.

A partir de estas características se identifican las semillas enfermas, semillas germinadas, semillas inmaduras y semillas sobremaduras, ya que estas afectan la calidad de la fermentación.

2.6. Almacenamiento de cacao fresco

El cacao fresco puede ser almacenado temporalmente sin que se afecten significativamente las condiciones que permiten la correcta fermentación y sin que se alteren su sabor y aroma finales. Se recomienda no exceder las 24 horas de almacenamiento temporal.

Se recomienda realizar el almacenamiento temporal en tanques plásticos con tapa, en los cuales el cacao fresco se deposita sin escurrir. El tanque debe estar muy limpio, lavado con un jabón neutro libre de aromas y enjuagado varias veces para que no queden residuos. Al momento de llenarlo y una vez lleno no debe caer en él ninguna sustancia extraña que pueda contaminarlo, de lo contrario se puede perder todo el cacao almacenado.

2.7. Empaque y transporte de cacao fresco

En todos los casos se debe asegurar que el cacao no esté en contacto con las distintas superficies y que los sacos o baldes se encuentren cerrados. Estas medidas son necesarias porque el cacao fresco adsorbe fácilmente los olores externos y debido al riesgo de contaminación cruzada.

Cuando el cacao fresco desgranado se coloca en canastos u otros utensilios que permiten drenar los líquidos en el sitio de la finca donde se quebraron, se recomienda no dejar más de 4 horas entre el desgranado, transporte y llenado del cajón fermentador. Lo anterior es fundamental cuando se entrega el cacao en puntos de compra de cacao fresco donde será almacenado temporalmente.

2.8. Trazabilidad del proceso de cosecha

En el proceso de cosecha es fundamental registrar los siguientes datos, con el fin de hacer un control de costos y de la producción. Para cada sesión de cosecha se debe registrar como mínimo:

- Fecha.
- Responsable.
- Número de mazorcas recolectadas.
- Variedades
- Horas de trabajo por sesión de cosecha

FORMATO DE LIQUIDACIÓN DEL CACAO RECOLECTADO						#Consecutivo
PATRÓN DE CORTE						
Fecha (dd/mm/aaaa):		Hora de entrega:		Fecha de pago (dd/mm/aaaa):		
Productor	Cód. productor	Cédula	Celular	Vereda	Finca	
Variedad	Cód caneca	Calidad tipo (A: sano- B: enfermo)	Precio por kg	Peso Neto (kg)	Total (\$)	
Observaciones:				Total de Canecas	Total Kg	Total liquidado (\$)
Firma productor:			Firma y nombre del responsable:			

3. Factores de calidad en la postcosecha del cacao

3.1. Fermentación

La Fermentación se refiere a la descomposición de la pulpa del cacao por parte de microorganismos tales como levaduras y bacterias, donde como resultado de su metabolismo se obtienen los precursores de aroma y sabor que caracterizan el sabor a chocolate.

Tabla 1. Tipos de microorganismos y condiciones para su desarrollo

MICRO-ORGANISMO	PRODUCTO RESULTANTE	Aw	O ²	Temp°	Temp° Optima	Ph
Levaduras	Alcohol	0.80	Ambas	0-50° C	25-35°C	4 - 4.5
Bacterias Lácticas	Ácido láctico	0.95	Anaeróbicas	15-55° C	18 - 22°C	Cerca de 7
Bacterias Acéticas	Ácido Acético	0.80	Aeróbicas	15-55° C	18 - 22°C	Cerca de 7
Bacterias Hetero-fermentadoras	Ácido Láctico, Ácido Acético y Alcohol	0.95	Ambas	15-55° C	18 - 22°C	Cerca de 7
Bacilos	Enzimas	0.80	Aeróbicas	0-50° C	20-30°C	2- 4.5

3.1.2. Fases de la fermentación

- **Fase 1 – Fermentación Alcohólica (Levaduras anaeróbicas):** En las primeras 24/36 h las levaduras (del ambiente, de la mazorca, de las manos que trabajan el cacao) convierten los azúcares en alcohol y CO₂ bajo condiciones de bajo oxígeno y pH debajo de 4. La temperatura de los primeros dos días es entre 32 y 38°C.
- **Fase 2 – Fermentación Láctica (Bacterias del ácido láctico):** este tipo de microorganismos están presentes desde el comienzo de la fermentación, pero solo se vuelven dominantes entre 48 y 96 h. Las bacterias del ácido láctico convierten azúcares y algunos ácidos orgánicos en ácido láctico.
- **Fase 3 – Fermentación Acética (Bacterias del ácido acético):** este tipo de microorganismos están también durante toda la fermentación, pero se vuelven importantes hacia el final cuando aumenta la ventilación. Son responsables de la conversión del alcohol en ácido acético. Esta es una reacción fuertemente exotérmica y es responsable del aumento de la temperatura. Puede llegar a 50 °C o más en algunas fermentaciones.

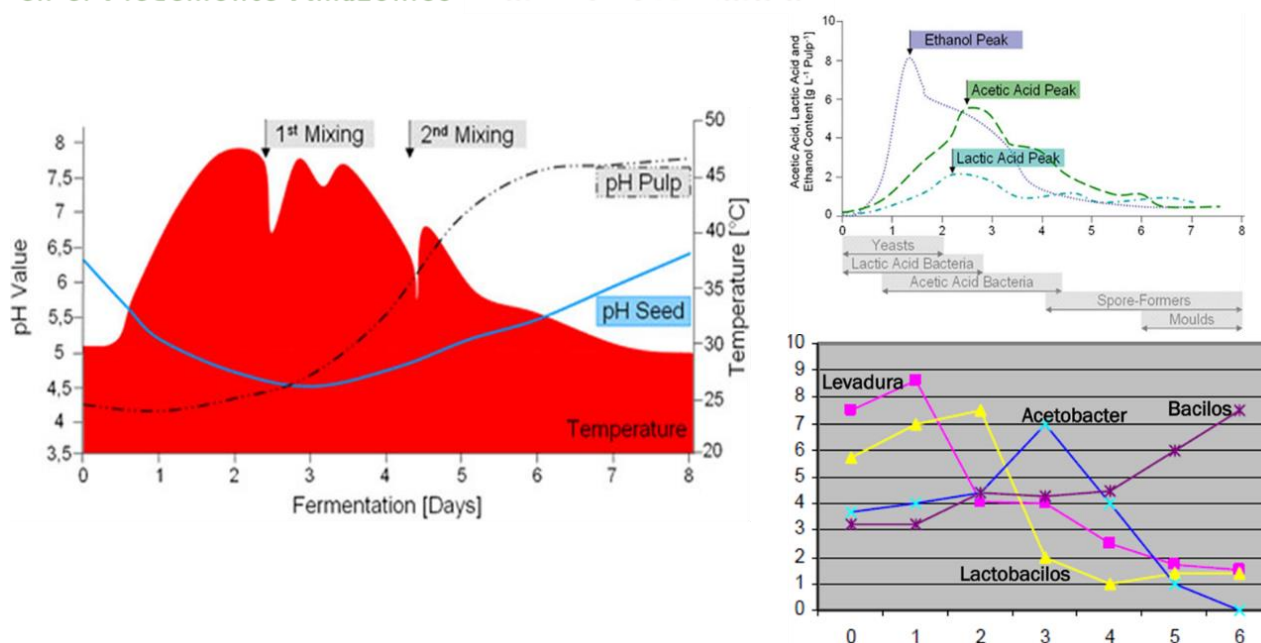
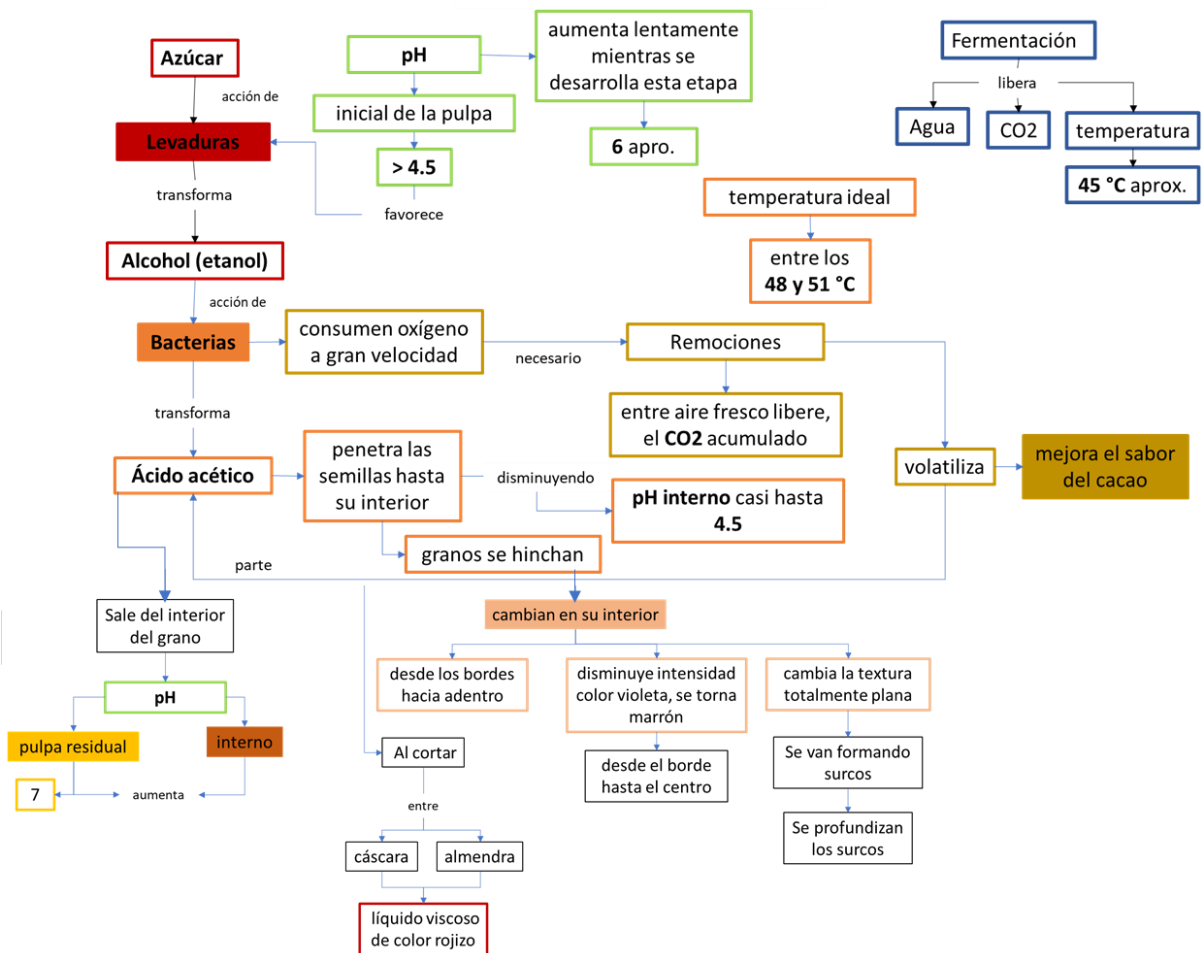


Figura 1.

Durante este proceso de fermentación el material pasa por cambios físicos y químicos:

- El azúcar se transforma en alcohol (etanol) por acción de las levaduras.
- La fermentación libera agua, CO₂ y genera un aumento de temperatura aproximadamente hasta los 45 °C
- El pH inicial de la pulpa (menor de 4.5) favorece la prevalencia de las levaduras y empieza a subir lentamente mientras se desarrolla esta etapa.
- El alcohol se transforma en ácido acético por acción de bacterias.
- El ácido acético penetra las semillas hasta su interior, disminuyendo el pH interno casi hasta 4.5
- La temperatura ideal se debe mantener día y noche entre los 48 y 51 °C.
- Las bacterias consumen oxígeno a gran velocidad, por lo cual es necesario hacer las remociones para que entre aire fresco y se libere el CO₂ acumulado.
- Con las remociones también se volatiliza parte del ácido acético, con lo que mejora el sabor del cacao.
- El pH de la pulpa aumenta hasta acercarse al valor de 6.
- Los granos se hinchan por la entrada de la solución de ácido acético.
- Los granos empiezan a cambiar en su interior desde los bordes hacia adentro, y disminuye la intensidad del color violeta, que se torna marrón.
- Se van formando surcos en el interior del grano y cambia la textura totalmente plana.
- El ácido acético empieza a salir del interior del grano, por lo cual su pH interno empieza a subir.
- El pH de la pulpa residual va aumentando acercándose al valor de 7.
- Los granos siguen cambiando en su interior y predomina el color marrón desde el borde hasta el centro
- Se profundizan los surcos en el interior del grano.
- Al cortar el grano se encuentra, entre la cáscara y la almendra, un líquido viscoso de color rojizo.



3.1.3. Condiciones Básicas de las Instalaciones para Fermentar Cacao

- Se debe contar con un área especial en la cual se pueda colocar temporalmente el cacao para un escurrimiento inicial antes de cargar los cajones o, en su defecto, se debe tener un cajón inicial con muy buen drenaje.
- Los cajones deben estar protegidos de la lluvia y el viento directos, bien sea mediante paredes de material, madera o telas plásticas.
- Las instalaciones deben tener ventanas que puedan abrirse y cerrarse, ofreciendo así suficiente ventilación.
- Se recomienda contar con una entrada y una salida diferentes para optimizar el transporte de cacao fresco y el fermentado.
- Tener un piso en material con canales o declives que permitan desalojar de manera eficiente los líquidos que drenan los cajones.
- Los líquidos drenados deben terminar en un depósito que permita controlar su uso o disposición final, sin afectar el medio ambiente.

- El ancho de las puertas y caminos entre los cajones debe ser de al menos un (1) metro, para poder movilizar una carretilla.

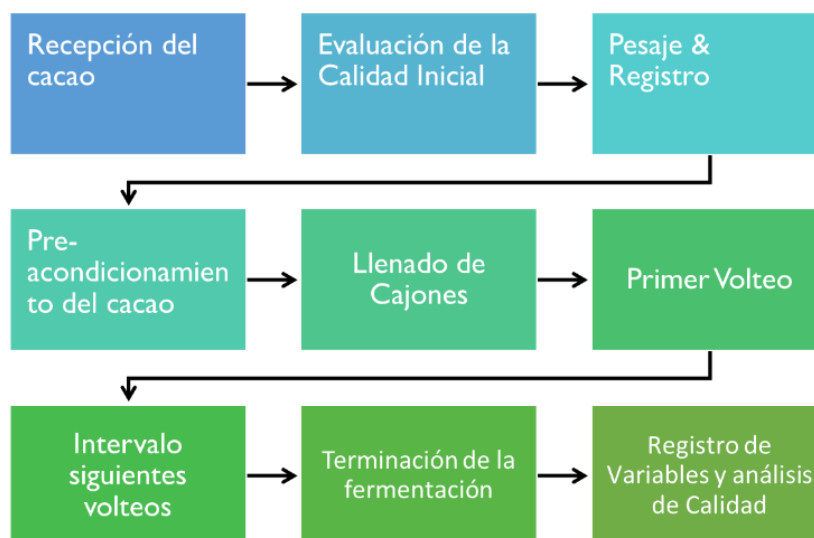


Figura 2. Flujo de Proceso de Fermentación de Cacao

I. Recepción del cacao fresco

La instalación para fermentación debe contar con un espacio donde se pueda colocar el cacao en baba con una leve inclinación y un canal para conducir los líquidos drenados hacia la caja de disposición

Evaluar visualmente la uniformidad de la calidad del cacao fresco, asegurándose de que posean iguales condiciones, y teniendo en cuenta el color del cacao y la humedad. Se evalúa también la concentración de azúcar y la temperatura del cacao

El peso neto del cacao fresco se debe consignar en el formato disponible para ello, Este registro es básico para hacer el control de costos y trazabilidad.

II. Pre-acondicionamiento del Cacao Fresco

Se recomienda dejar pre acondicionar el cacao en baba por un máximo de 12 horas antes de llenar el cajón. Se puede dejar en tanques con tapa para que se hinche o se puede dejar escurrir para que disminuya la cantidad de pulpa. Este pre-acondicionamiento contribuye a controlar la acidez final del cacao y permite acortar los tiempos de fermentación.

Se recomienda dejar pre acondicionar el cacao en baba por un máximo de 12 horas antes de llenar el cajón. Se puede dejar en tanques con tapa para que se hinche o se puede dejar escurrir para que disminuya la cantidad de pulpa. Este pre-acondicionamiento contribuye a controlar la acidez final del cacao y permite acortar los tiempos de fermentación.

III. Llenado del Cajón de Fermentación de Cacao

Cada cajón recibirá un código y se convierte en una unidad de análisis y trazabilidad. En cada cajón se ubican mínimo 60 kg de cacao fresco, idealmente 200 kg. Se debe “arropar y tapar con hoja de plátano /bijao como inóculo natural, revisar que el cajón drene bien los líquidos de la pulpa.

IV. Protocolo de Volteos de la masa de cacao

Los objetivos de remover o voltear el cacao en fermentación son:

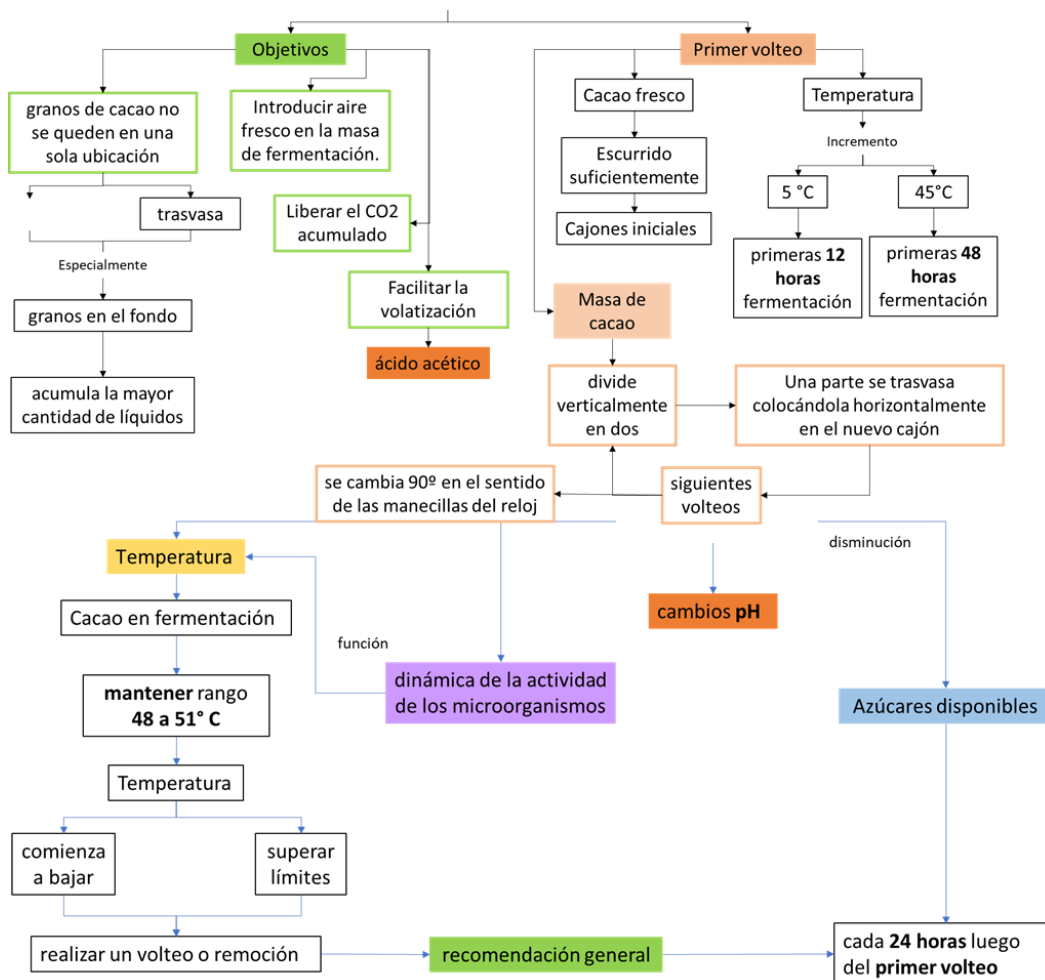
- Lograr que los granos de cacao no se queden en una sola ubicación, bien sea en el mismo cajón o en otro a donde se trasvasa. Especialmente para los granos que quedan en el fondo donde se acumula la mayor cantidad de líquidos.
- Introducir aire fresco en la masa de fermentación.
- Liberar el CO₂ que se ha acumulado.
- Facilitar la volatilización del ácido acético producido.

Las recomendaciones generales para tomar la decisión del primer volteo son:

- El cacao fresco ha escurrido suficientemente en los cajones donde se ha depositado inicialmente.
- Lograr un incremento de al menos 5°C en las primeras 12 horas de fermentación.
- Lograr como mínimo una temperatura de 45°C en las primeras 48 horas de fermentación.
- Cada vez que se va a voltear el cacao la masa se divide verticalmente en dos. Una de las partes se trasvasa colocándola horizontalmente en el nuevo cajón. En los siguientes volteos se efectúa la misma operación, pero la división vertical se va cambiando 90° en el sentido de las manecillas del reloj, para poder recordar más fácil.

Los criterios para realizar los siguientes volteos son:

- La temperatura del cacao en fermentación se debe mantener en el rango de 48 a 51° C Cuando la temperatura comienza a bajar o a superar estos límites se debe realizar un volteo o una remoción. La recomendación general es hacer esto cada 24 horas luego del primer volteo.
- La dinámica de la actividad de los microorganismos, en función de la temperatura,
- los cambios en el pH
- la disminución de los azúcares disponibles, entre otros factores, permite afirmar que los volteos se pueden realizar cada 24 horas luego del primer volteo.

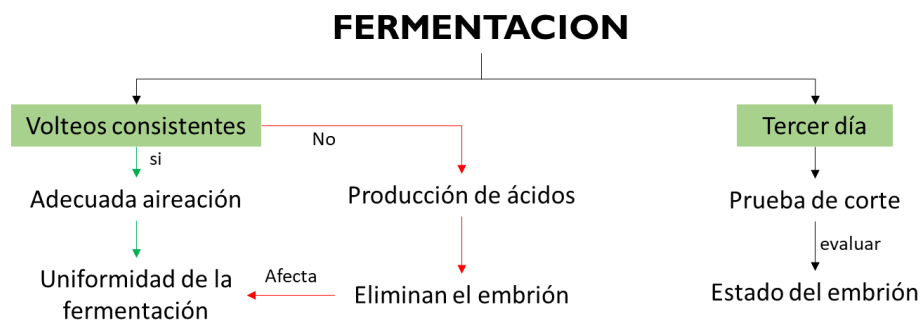


V. Finalización de la Fermentación del Cacao

Para las calidades más altas de fermentación y baja acidez, se debe contar con algunos indicadores en el monitoreo que permiten determinar cuándo se puede sacar el cacao de los cajones de fermentación. Estos indicadores son:

- Luego de un volteo la temperatura no sube en las siguientes horas, como sí lo hacía en los volteos anteriores.
- El monitoreo de granos violetas no disminuye significativamente en relación con el último corte de granos
- No quedan restos de la pulpa en la superficie del grano.
- El color externo del grano fermentado es marrón.

Al momento del último volteo no se sienten tan fuertemente los vapores del ácido acético. Internamente en el grano la acidez que se había concentrado en el centro del grano, ha empezado a salir hasta el punto en donde el pH de la parte interna y externa es igual. Hay que tener en cuenta que, dependiendo del método de secado, se puede conseguir aumentar el porcentaje de fermentación final en grano seco hasta en un 10 %.



VI. Transporte del cacao fermentado

El cacao se saca de los cajones y se coloca en una carretilla plástica limpia, en sacos o en canastillas que faciliten su pesaje y transporte. Hay que asegurar la limpieza de los recipientes para que el cacao fermentado no absorba ningún olor extraño.

VII. Trazabilidad durante la Fermentación del Cacao

En el formato se registran los datos del proceso:

- Fecha
- Hora de Llenado
- Temperatura Ambiente
- Humedad Relativa Ambiental
- Temperatura de la Masa
- Temperatura de Referencia
- pH de la masa de cacao
- Grados Brix Inicial
- Grados Brix Residual
- Protocolo de Volteo: Se señala el momento en que se hizo un volteo o remoción.
- Porcentaje de granos violetas: Para cada monitoreo se recomienda tomar 20 granos de distintas partes del cajón, cortarlos y colocarlos en una superficie con una iluminación que permita observar su color. El número de granos violetas se multiplica por 5 para expresarlos en porcentaje.

VIII. Control de la Fermentación del Cacao

- **Ensayo 1:** Llenar un cajón y realizar volteos cada 24 horas. Tomar una muestra de 1 kilo inmediatamente después de cada volteo y secar. Luego evaluar la calidad de cada muestra y relacionar el porcentaje de fermentación con el número de días y volteos.
- **Ensayo 2:** Llenar un cajón y realizar el primer volteo a las 48 horas y después cada 24 horas. Tomar una muestra de 1 kilo inmediatamente luego de cada volteo y secar. Posteriormente evaluar la calidad de cada muestra y relacionar el porcentaje de fermentación con el número de días y volteos.
- **Ensayo 3:** Llenar un cajón y realizar el primer volteo a las 60 horas y después cada 24 horas. Tomar una muestra de 1 kilo inmediatamente luego de cada volteo y secar. Posteriormente evaluar la calidad de cada muestra y relacionar el porcentaje de fermentación con el número de días y volteos.
- **Ensayo 4:** Llenar un cajón y realizar volteos cada 48 horas. Tomar una muestra de 1 kilo inmediatamente después de cada volteo y secar. Luego evaluar la calidad de cada muestra y relacionar el porcentaje de fermentación con el número de días y volteos.

1.1.1. Calidad de la fermentación



1.2. Secado

Durante el secado la humedad interna de los granos de cacao pasa de cerca del 60% hasta 7%. En este proceso, continúan la transformaciones físicas y químicas que no alcanzan a completarse durante la fermentación generando las características organolépticas deseables.

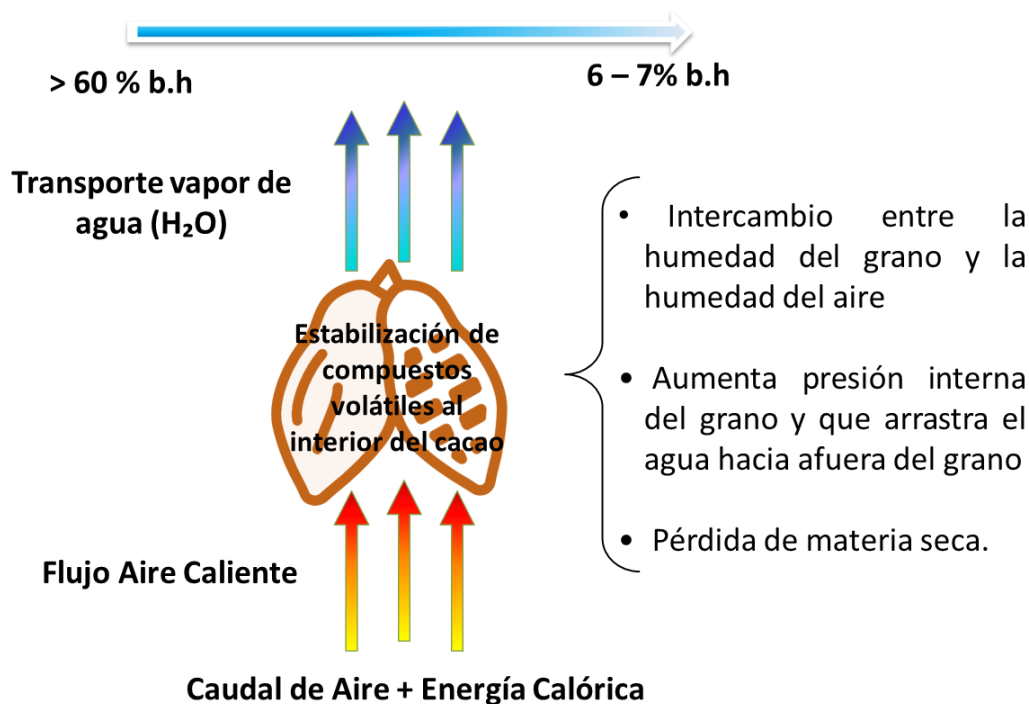
Es considerado como una de las etapas en las que se presentan mayores riesgos para la calidad física y sensorial del producto.

Todas las reacciones y cambios biológicos, químicos y físicos que le ocurrirán a un grano de cacao después del secado dependen de la cantidad de agua libre o disponible al interior del grano. (La actividad del agua -aw).

La cantidad de agua se expresa en forma porcentual y corresponde a la proporción del peso del agua frente al peso del cacao. Entre el 7 al 8% de humedad del grano es un rango seguro para prevenir el deterioro - corresponde a una aw de 0,67 que asegura que microorganismo no dañaran el cacao durante el almacenamiento.

1.2.1. Cambios Físicos y Químicos en el secado del Cacao

Durante el secado continúan las reacciones bioquímicas que iniciaron con la fermentación y le dan las características sensoriales al cacao. Los tres primeros días de secado son críticos para la estabilidad de estas reacciones que impactan el color, sabor y aroma del cacao. Con el secado se inician las denominadas reacciones de Maillard y la formación de los compuestos de Amadori. Sabiendo que los compuestos de Amadori tienen alta reactividad térmica el secado tiene un gran impacto sobre el aroma del cacao.



1.2.2. Secado natural

La eficiencia del secado natural depende de la radiación solar (temperatura) y el flujo de aire en el cual se encarga de remover la humedad desprendida de los granos y de entregar parte de su energía calórica. En general entre mayor sea la radiación solar y la velocidad del viento, mayores son las tasas de secado.

También son importantes, el tipo de superficie sobre la cual descansa el cacao; el espesor de su capa y la periodicidad utilizada para revolver los granos.



1.2.3. Secado artificial

El secado no debe acelerarse, normalmente se realiza en promedio de 24 a 30 horas a una temperatura de 45-50 grados centígrados máximo. Es importante tener en cuenta que no se deben mezclar cacao de diferentes días en una cámara del secador mecánico, porque no se logra que los dos productos queden en las mismas condiciones de humedad.



1.2.4. Riesgos para la calidad del cacao durante el secado

Un calor excesivo ($+ 65^{\circ}$) y un secado rápido no permiten la pérdida adecuada de ácidos volátiles como por ejemplo el ácido acético y tiene un efecto dañino sobre la calidad. La mayor parte de los riesgos están relacionados con la permanencia de los granos de cacao con altos contenidos de humedad por períodos prolongados. Además, la falta de higiene personal, de las instalaciones y los equipos y las altas temperaturas en almacenamiento.

El rango de humedad de mayor riesgo es entre el 18% y el 35%. El cacao corre el riesgo de ser atacado por bacterias y levaduras que dan origen a procesos de sobre-fermentación y generan en su orden: ácido láctico, ácido acético, ácido propiónico y finalmente el butírico

Estas condiciones son propicias también para el ataque de hongos, tales como el *Aspergillus flavus* que produce la aflatoxina y el hongo *Aspergillus Ochraceus* que produce las ocratoxinas (OTA). El crecimiento del moho puede producir grandes concentraciones de aldeídos volátiles, que afectan negativamente el aroma del cacao.

1.2.5. Fases del secado

Inicialmente se recomienda un ritmo de secado lento para que salga la mayor cantidad de ácido acético del interior del grano y se facilite una buena oxidación, así como la continuidad en las reacciones que iniciaron en la fermentación.

No puede ser exageradamente lento porque los microorganismos tendrían una superficie ideal para establecerse, creando una capa de hongos externos dañando el cacao.

En las primeras 24 horas de secado, se deben hacer remociones cada 30 minutos durante el día (16 remociones/día). Para el 2do día se recomienda hacer remociones cada 60 min (16 remociones/día). Luego de las remociones siempre hay que dejar la misma altura de capa y rebordear

Para los siguientes días de secado se recomienda hacer remociones cada 2 horas. Asimismo, se debe dejar la misma altura de capa. A partir del cuarto día de secado es conveniente tomar la humedad del grano cada 12 horas, para poder conocer las condiciones ambientales y la curva de secado.

1.2.6. Trazabilidad durante el secado

En el formato se registran los datos del proceso:

- Fecha
- Hora de Llenado
- Masa de cacao
- Temperatura Ambiente
- Humedad Relativa Ambiental
- Temperatura de la Masa
- Temperatura de la cámara de secado
- Humedad de la cámara de secado
- Humedad del cacao
- **Protocolo de Remoción:** Se señala el momento en que se hizo un volteo o remoción.
- **Porcentaje de granos violetas:** Para cada monitoreo se recomienda tomar 20 granos de distintas partes del cajón, cortarlos y colocarlos en una superficie con una iluminación que permita observar su color.

6. Manejo del porcentaje de humedad del grano según recomendaciones y registro diario								
% Humedad del grano	Día 1	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9 - salida
	%	%	%	%	%	%	%	%
Rango de humedad del grano recomendados								
Crítico - voltear	60%	19% - 23%	13% - 23%	11% - 23%	10% - 23%	9% - 23%	8 - 23%	
Ideal	55%	14% - 9%	10% - 8%	8% - 7%	7%	7%	7%	7%
Recoger		7%	6%	6%	6%	6%	6%	6%
<i>Recomendaciones:</i> El grano debe alcanzar un porcentaje de humedad de 7% para ser retirado del secado y ser clasificado y empacado								
7. Verificación de calidad y rendimiento del grano seco								
Secado Artificial (silno)	Temperatura ambiente (°C)		Total horas de secado		Factor de Conversión: (Kg ingresaron / Kg cacao seco)			



Tabla 2. Características de un grano bien secado

Características del grano seco	Grano bien fermentado	Grano que le falta fermentado	Grano sin fermentar
Forma	Hinchado	Algo aplanado o pacho	Pachito
Color del grano por fuera	Café oscuro	Amarillo claro, amarillo rojizo	Blanquecino, rojizo
Cascarilla	Se desprende fácilmente al tocarlo con los dedos	Es difícil de arrancar con las uñas	No se desprende está pegado al grano
Consistencia del grano	Fácil de quebrar y desbaratar con los dedos	Se desbarata con los dedos	Es duro como de hule, pero se puede partir con navaja
El grano por dentro	Este todo quebrado	entero	Muy duro y solido
Color del grano por dentro	Color chocolate o café claro	Entre cenizo y morado	Color negruzco
Olor	Chocolate aromático agradable	A vinagre desagradable	Sin olor, o con olor a moho
Sabor o gusto	Amargo agradable	Amargo	Muy amargo

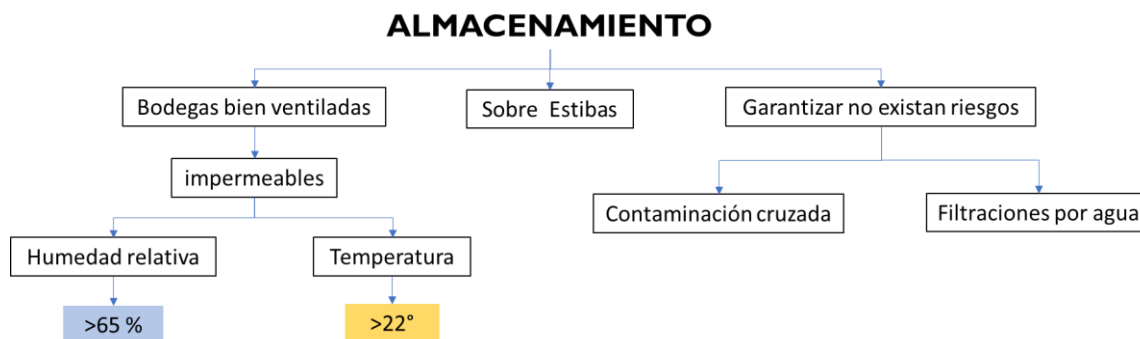
1.3. Almacenamiento

Almacene en bodegas bien ventiladas e impermeable, y sobre estibas, con una humedad relativa inferior al 65 % y una temperatura por debajo de los 22°C. Se debe garantizar que no existan riesgos de contaminación cruzada o filtraciones por agua, que puedan dañar el CPS.

Definición de FIFO (“First In, First Out”): significa “primero en entrar, primero en salir”. Este sistema es ideal para el almacenamiento de productos perecederos, que además de su colocación por gamas o familias, deberán ser colocados de tal forma que los primeros en salir sean los más próximos a su fecha de caducidad.

Los empaque húmedos o deteriorados pueden contribuir a la contaminación de los granos y a la proliferación de plagas y hongos.

El cacao es higroscópico, es decir su contenido de humedad varía de acuerdo a las condiciones de Temperatura y Humedad relativa del aire, Gana o pierde Hd. Y es capaz de absorber olores que predominen en el exterior. Cada saCo debe estar contramarcado con la información básica de trazabilidad.



2. Análisis de la calidad

Definición de la Organización Internacional para la Normalización (ISO 2005): “Calidad se refiere al grado en el que un conjunto de características inherentes a un objeto (producto, servicio, proceso, persona, organización, sistema o recurso) cumple con los requisitos de un cliente.

La calidad en el cacao se refiere al grado en que las características del producto cumplen con las necesidades de un comprador determinado.

La calidad interna del cacao proviene de una combinación del origen, genética y los procesos o prácticas culturales

3. Bibliografía

Afoakwa, E. O., Paterson, A., Fowler, M., & Ryan, A. (2008). Flavor formation and character in cocoa and chocolate: a critical review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 48(9), 840-857.

Mohamadi Alasti, F., Asefi, N., Maleki, R., & SeiedlouHeris, S. S. (2019). Investigating the flavor compounds in the cocoa powder production process. *Food Science & Nutrition*, 7(12), 3892-3901.