

PROTOCOLOS PARA PROCESOS DE COSECHA Y POS-COSECHA



FERMENTACIÓN DE CACAO



Objetivo General:	Objetivos específicos:
<p>  Diseñar e implementar Protocolo para el adecuado manejo de la fermentación y sistema de trazabilidad en fincas y centrales de beneficio para cacaos especiales. </p>	<ul style="list-style-type: none">  Identificar y manejar correctamente la fase anaerobia y aerobia que ocurren durante el proceso de fermentación de la masa de cacao.  Emplear cajones fermentadores adecuados y garantizar la inocuidad durante el proceso de fermentación.  Realizar adecuadamente la remoción de la masa de cacao y el manejo óptimo del tiempo durante el proceso de fermentación.  Determinar el porcentaje de las mermas ocurridas durante el proceso de fermentación.  Implementar protocolo diferenciado para el proceso de fermentación para obtener grano seco de cacao (Especial, premium, corriente) en los volúmenes y calidad adecuadas, garantizando su trazabilidad de acuerdo a los requerimientos del mercado.  Registrar información en los formatos

	<p>establecidos para el desarrollo adecuado de las operaciones.</p> <p>■ Evaluar y ajustar permanentemente los procesos hasta lograr su estandarización y su aplicabilidad en la finca y la central de beneficio.</p>
--	---

Tabla de contenido

FERMENTACIÓN DE CACAO	3
1. Fases en el proceso de fermentación	3
1.1. Fase anaeróbica o alcohólica (Ausencia aire).....	3
1.2. Fase aeróbica o acética (Presencia aire).....	3
2. Cajones de fermentación	5
2.1. La remoción de la masa de granos y tiempo de fermentación.....	6
2.2. Mermas en la fermentación.....	8
2.3. Asignación de protocolo de beneficio (Especial, premium).....	10
Resumen y lista de chequeo para el productor y administrador de la central de beneficio	11
Bibliografía.....	12

FERMENTACIÓN DE CACAO

Es el paso fundamental en el beneficio del cacao, en este proceso se desarrolla el sabor y el aroma del producto y contribuye a formar un grano “hinchando” de color marrón y de buena apariencia.



Proceso de fermentación en cacao (1)

Una adecuada fermentación origina un cacao que, al ser convertido en chocolate, es agradable al paladar y al olfato, por el contrario, una mala fermentación o la ausencia de ella, puede afectar negativamente el producto de manera notable.

La fermentación, también llamada “cura” del cacao o “avinagrada”, es un proceso complejo que consiste en una serie de cambios de carácter bioquímico y físico en todas las estructuras del grano, tanto en la

testa o cascarilla, en el mucílago que cubre, el interior del cotiledón y en el embrión que debe morir y reabsorberse.

1. Fases en el proceso de fermentación

Durante el proceso de fermentación se presentan dos fases, una llamada Anaerobia o ausencia de aire y una segunda Aerobia o en presencia de aire, estas fases necesariamente tienen que desarrollarse para garantizar un adecuado proceso y por consiguiente un grano de excelente calidad.

1.1. Fase anaeróbica o alcohólica (Ausencia aire)

El proceso implica el suceso de reacciones químicas mediante las cuales los azúcares contenidos en la pulpa, se transforman en productos como agua, alcohol etílico y ácido acético entre otras sustancias, por la acción de levaduras que son microorganismos de carácter anaeróbico, en cuyo proceso generan el desprendimiento de calor.

Este proceso ocurre entre las 0, 24 y 48 horas, donde se puede realizar el volteo de la masa para aumentar la producción de microorganismos, quedando a criterio de la persona responsable.

1.2. Fase aeróbica o acética (Presencia aire)

En una segunda fase y también ayudado por otros organismos, esta vez bacterias aeróbicas (*Acetobacter*), es decir, que, para vivir, (necesitan aire), se desarrollan otros procesos, y sucede la oxidación de los polifenoles y cambios notables en el pH. Este proceso ocurre entre las 24 a 120 horas aproximadamente.

El proceso de fermentación necesita alrededor de 4, 6 u 8 días, durante este tiempo es necesario mantener vivos a los microorganismos que causan la fermentación.

Durante la fermentación la semilla se calienta, su temperatura sube hasta 50 grados centígrados. Cuando la temperatura llega a 45 grados centígrados los embriones de las semillas mueren, y ese momento marca el inicio de los cambios que dan el sabor y el aroma a chocolate. En el momento en que se pierde el calor, es señal de que los microorganismos ya murieron y ha finalizado el proceso de fermentación.

Desde el punto de vista físico, se producen cambios como el hinchamiento del grano, por penetración de líquidos como el agua y el ácido acético, que permea la cáscara de la almendra desde fuera de esta hacia los cotiledones, ello ayuda a la muerte definitiva del embrión y le garantiza al cacao una apariencia final de «arriñonamiento» y de grietas o estrías internas.

Tab 1: Fases y Microorganismos que intervienen en la fermentación. (2)

Fase	Microorganismos	Temperatura optima de crecimiento	Variación de Ph
Anaeróbica (0 a 48 h)	Levaduras: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Saccharomyces cerevisia</i> diferente variedad • <i>Kloeckera apiculata</i> 	32,5-33°C Se pueden alcanzar temperaturas de más de 40°C	Inicialmente 6,5 hasta 4,5
Aeróbica (24 a 120 h)	Bacterias ácido lácticas: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Lactobacillus plantatum</i>, <i>L. pentous</i>, <i>L. paracasei</i> Bacteria ácido acéticas: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Acetobacter lovaniensis</i> y otras 	45-50°C	Se alcanza un Ph de 4,3 a 5,20
Sobrefermentación (en función del material)	Bacterias formadoras de esporas: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Bacillus subtilis</i> • <i>Bacillus cereus</i> • <i>Bacillus megaterium</i> 		pH 3,5-5

Las transformaciones de las sustancias que producen el sabor astringente al cacao, es decir, los polifenoles, son indispensables pues cuando esto no se produce, el grano es castigado en su precio.

Estas sustancias son las responsables del color violeta de la almendra las cuales, al pasar al grano seco, mantiene dicha pigmentación la que es indicativo de mala fermentación y como tal, calificado negativamente para efectos de determinar la calidad.

GRUPOS GENETICOS DE CACAO SEGÚN SU CALIDAD ORGANOLEPTICA

CRIOLLO	TRINITARIO	FORASTERO
		
<ul style="list-style-type: none"> - Aroma: medio - Sabor: fino Hay excepciones 	<ul style="list-style-type: none"> - Aroma: fino - Sabor: fino Hay excepciones 	<ul style="list-style-type: none"> - Aroma: medio - Sabor: corriente Pocas excepciones

Fuente: M&O Consulting (García, L. 2008) (3)

Las sustancias generadas y la alta temperatura producida a partir de la fermentación, en términos generales, proporcionan a los granos unas características que corresponden a las condiciones de calidad que se examinan a la hora de la venta del producto, las que no cumplen, será objeto de la disminución de los precios o rechazo por parte de los compradores.

Las prácticas inadecuadas que no garanticen la ocurrencia de todos y cada uno de los cambios físicos y bioquímicos, no permitirán la presencia en el mercado de un producto de buena calidad.

2. Cajones de fermentación

Los lotes de cacao en baba deben depositarse en cajones o recipientes de madera dulce, en lo posible de color blanco, no deben presentar clavos, rastros de pinturas u otro tipo de sustancias, conviene usar pasadores de madera, estos cajones deben tener orificios en el fondo y a los lados para la salida de la “baba” o líquidos que se desprenden del mucílago. Los cajones deben estar colocados en sitios cubiertos y abrigados, protegidos de corrientes de aire frío que suelen presentarse especialmente en las horas de la madrugada, pues se requiere que la temperatura se eleve y sea constante, para garantizar un proceso de fermentación completo y parejo.

Tab 2: Dimensiones y capacidad del cajón fermentador (1)

DIMENSIONES DE LOS CAJONES FERMENTADORES Y CAPACIDAD				
DIMENSIONES/METROS			KILOGRAMOS CACAO	
LARGO	ANCHO	ALTO	FRESCO	SECO
1	1	0.9	450	150
1.5	1	0.9	600	200
2	1	0.9	900	300

Para el caso de los cajones fermentadores pueden existir varias dimensiones dependiendo de las necesidades de cada central de beneficio, pero para este caso es recomendable dimensiones de 3 mts de largo x 1 mts de ancho x 0,9 mts de alto con división interna, en el cual se puede fermentar parte de la cantidad de grano comercializado en la central de beneficio, de manera que no se tenga una subutilización de la estructura y deben estar codificados o numerados para el control de los lotes.

El Cajón fermentador debe tener una altura máxima de 0.30 Mt sobre el nivel de suelo, esto para evitar el flujo de vientos fuertes que incidirían en la temperatura de la masa en fermentación.

Tab 3: *Cajón madera recomendado y control temperatura de la masa cacao. (4)*

	
<p>Cajones en madera tipo lineal ideal para centrales de beneficio</p>	<p>Medición de temperatura en la masa de cacao en proceso de fermentación</p>

Fundamental que el área donde este establecido los cajones fermentadores, el piso este recubierto por una capa impermeable como cemento o baldosa con un leve desnivel para que no se generen encharcamientos a casusa de los líquidos (mucilago) generados y estos puedan ser drenados y recolectados para garantizar la salubridad de la central de beneficio.

2.1. La remoción de la masa de granos y tiempo de fermentación

El protocolo a implementar en la etapa de remoción de la masa, se tendrá en cuenta los requerimientos especiales del mercado (Cliente), o en su defecto se procede a implementar protocolo convencional donde se recomienda que las almendras, deben permanecer sin ser removidas durante las primeras 48 horas, tiempo que dura la fase de fermentación anaeróbica; luego es necesario voltear la masa de cacao diariamente, es decir, cada 24 horas, para permitir la liberación del CO₂ generado en el proceso y que su lugar sea ocupado por aire con oxígeno que garantice el proceso de oxidación.

La masa de cacao debe estar bien cubierta en lo posible por sacos de fique, que impida el contacto con sustancias extrañas u animales, evitar la entrada y salida de corrientes de aire que nos afecten la temperatura del área de fermentación.

Se debe utilizar los elementos de protección personal (Guantes, caretas, gafas, entre otros) para evitar afectación de la salud de las personas por los vapores u olores, además la remoción debe realizarse con elementos apropiados como remos de madera y realizar la medición periódica de la temperatura para lograr un buen proceso de fermentación.

De acuerdo a los lotes conformados y tratamiento a implementar ya sea por su calidad u origen, los tiempos estimados de duración del proceso son los siguientes:

-  En el caso de las mezclas homogéneas con niveles de azúcar similar, la fermentación tiene una duración aproximada de 5 a 6 días, dependiendo del clima y la hidratación del grano.
-  En el caso de un solo material vegetal por su alto contenido de azúcar como lo es el CCN 5, la fermentación tiene una duración aproximada de 6 a 8 días, dependiendo del clima y la hidratación del grano.
-  En el caso de los cacaos híbridos y regionales **Criollos** el proceso de fermentación tiene una duración aproximada de 4 a 5 días y se debe evaluar y estandarizar los horarios del volteo de la masa de cacao.
-  En el caso de los granos afectados por plagas, enfermedades y contaminados por otras sustancias, la fermentación no se desarrollara de manera uniforme, ya que el contenido de mucilago (azúcar) es menor, la cual tendría una duración aproximada de 4 a 5 días, o hasta que se observe que se ha logrado obtener una calidad apropiada.

Con los volteos se logra una fermentación uniforme entre los granos, siendo ello garantía para obtener un producto con aroma, color y sabor a chocolate, ya que en ese estado se promueve la formación de los precursores de tales características.

La altura de la masa en fermentación debe estar entre 60 y 90 cm y se debe dejar un margen de 10 a 15 cm. del borde del cajón para facilitar así la labor de volteo.

Tab 4: Tiempo de fermentación según el tipo de cacao Criollo, Trinitario y Forastero (2)



Nunca se deben mezclar granos cosechados en diferentes días, los depositados con posterioridad no alcanzarán a completar todos los procesos requeridos, produciéndose una fermentación incompleta, por esto es importante organizar la recolección de lotes para obtener los volúmenes mínimos para poder iniciar la fermentación el mismo día para toda la masa cosechada.

Cuando la fermentación se realiza mal, el resultado es un cacao corriente, que no tiene calidad para chocolate.

Tab 5: Control de temperatura en el proceso de fermentación. (1) (2)

FORMATO DE CONTROL DE TEMPERATURA EN EL PROCESO FERMENTACIÓN EN CENTROS DE BENEFICIO															
Código Central beneficio			Código de lote						A.s.n.m						
Responsable					Fecha de llenado del cajon										
Fermentación					Código del cajon										
Masa a fermentar (Kg)			Hora de llenado												
			Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día
			1	2	3	4	5	6	7						
Horas	0	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	132	144	156	168
Temperatura ambiental, sala fermentación															
Temperatura cajon °C															
Referencia cajon (eje)															
Volteo - Registrar el N° 10 el día del volteo															
% Fermentación															
Total (Kg) fermentados															
Firma Responsable															

2.2. Merms en la fermentación

Las merms es una variable muy importante a tener en cuenta, ya que esta puede variar e incidir de alguna manera en los rendimientos, normalmente la perdida de líquidos oscilan entre un 20% a un 26%.

En la época de invierno es común que los granos de cacao tengan un alto contenido de humedad en la pulpa o azúcar, situación que conlleva a que se requieran más días para completar el proceso de fermentación y las merms son mucho mayores.

En la época seca o de verano, en caso que las plantaciones no cuenten con riego o disponibilidad de agua, ocurre un fenómeno de deshidratación que afecta a los frutos y los granos, lo que hace que el contenido de pulpa o azúcares sea menor, en este caso las merms son un poco menor por lo mencionado y los tiempos de fermentación se reducen igualmente.

Tab 6: Características del grano cacao en el proceso fermentación (2)

	
Grano de cacao con 1 día de fermentación	Corte de grano de cacao con 1 día de fermentación
	
Grano de cacao con 3 días de fermentación	Corte de grano de cacao con 3 días de fermentación
	
Grano de cacao con 7 días de fermentación	Corte de grano de cacao con 7 días de fermentación

Tab 7: Mermas en el proceso de fermentación. (1) (5)

FORMATO CONTROL DE MERMAS EN PROCESO DE FERMENTACION									
Nº	FECHA	CODIGO CENTRAL BENEFICIO	CODIGO LOTE	PESO INICIAL (KG)	PESO DRENADO (KG)	MERMAS (KG)	MERMAS (%)	FERMENTACION (%)	OBSERVACIONES
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
Firma Responsable _____									

2.3. Asignación de protocolo de beneficio (Especial, premium).

- **Tratamiento N° 1 – Cacao especial**

El cacao pasa al cajón de madera donde se dará el siguiente tratamiento:

- ✓ Se llena el formato de monitoreo con los datos iniciales (código de la central, código lote, fecha, hora, peso de la masa y temperatura inicial).
- ✓ Primer volteo a las 48 horas (2 días).
- ✓ Segundo volteo a las 72 horas después de haber entrado al cajón (3 días)
- ✓ Tercer volteo: 96 horas después de haber entrado al cajón. (4 días)
- ✓ Salida a marquesina: 120 horas después de haber entrado al cajón (5 días).
- ✓ Los volteos o remoción de la masa se deben hacer en la hora exacta

Al momento del primer volteo, dividir en dos partes la masa en fermentación, desde arriba hasta abajo, retirar una de las dos porciones totalmente hasta el fondo e ir depositando y extendiéndola en el cajón de al lado. Luego continuar con la otra porción igualmente depositándola sobre la porción anterior hasta terminar el proceso.

Para el segundo y demás días se hará el mismo procedimiento, procurando que cada día se inicie el retiro de la porción con un lado diferente y consecutivo, conservando el sentido de las manecillas del reloj.

- **Tratamiento N° 2 – Cacao especial**

- ✓ Primer volteo: 24 horas después de haber entrado al cajón (1 día).
- ✓ Segundo volteo: 72 horas después de haber entrado al cajón (3 días).
- ✓ Tercer volteo: 96 horas después de haber entrado al cajón (4 días).
- ✓ Salida a marquesina: 120 horas después de haber entrado al cajón, al otro día en la mañana después del último volteo (5 días).

- **Tratamiento N° 3 – Cacao premium**

- ✓ Primer volteo: 48 horas después de haber entrado al cajón (2 días).
- ✓ Segundo volteo: 72 horas después de haber entrado al cajón (3 días).
- ✓ Salida a marquesina: 120 horas después de haber entrado al cajón, al otro día en la mañana después del último volteo (4 días). (5) (6)

Se debe realizar monitoreo y registrar la información para un mayor control del proceso, también es importante mencionar que estos protocolos están sujetos a ajustes al punto de lograr estandarizar los procesos en la central según los requerimientos del mercado.

Resumen y lista de chequeo para el productor y administrador de la central de beneficio

1. Fermentación

- 🍷 La fermentación es uno de los procesos más importante en la cosecha de cacao, normalmente oscila entre 5 a 8 días.
- 🍷 El área de fermentador debe ser un lugar limpio, seguro y encerrado para evitar las corrientes de aire y cambios bruscos de temperatura.
- 🍷 Antes de depositar el cacao en baba en los cajones fermentadores, estos deben estar completamente limpios, codificados, y en buen estado.
- 🍷 Deposite el cacao fresco en los cajones según su clasificación, ya sea por núcleo, variedad, contenido de azúcar o granos enfermos o dañados y protocolo asignado.
- 🍷 Nunca adicione sustancias o elementos extraños en la masa de cacao (Agua, residuos cascaras, aditivos, etc) que puedan afectar su calidad.
- 🍷 La masa de cacao debe quedar totalmente cubierta con sacos limpios de fique o lonas para conservar la temperatura y la entrada de animales.
- 🍷 No mezcle masa de cacao de diferentes días para no afectar la calidad del grano.
- 🍷 Recuerde que el proceso de fermentación se divide en dos etapas:
 - ✓ **Primera etapa** – Fase Anaerobia (Ausencia de aire) – Hasta las 48 horas.
 - ✓ **Segunda etapa** – Fase Aeróbica (Presencia de aire) – Después de las 48 horas.
- 🍷 Medir la temperatura de la masa con el termómetro diariamente, mínimo 30°C y máximo 45 a 50°C.
- 🍷 Realizar los volteos de la masa de cacao siempre a la misma hora o cuando sea necesario.
- 🍷 Lo ideal es que divida la masa en 4 partes y retire capas de 10 cm con una pala de madera, y deposítelas en el siguiente cajón, la masa superficial queda en el fondo y viceversa, siempre en dirección de las manecillas del reloj.
- 🍷 Adecue los cajones fermentadores de acuerdo a su necesidad y a los volúmenes de producción de su finca o central de beneficio.
- 🍷 Monitoree la masa de cacao y realice esporádicamente corte del grano para medir visualmente el grado de fermentación.
- 🍷 Utilice elementos de protección como guantes, caretas y gafas para protegerse de los vapores que puedan afectar su salud.
- 🍷 Diligenciar los formatos y registrar información del proceso, para su análisis y ajustes que se requieran. (5)

Bibliografía

1. **Swisscontact, Colombia Productiva -** *Implementacion sistema trazabilidad en cacao.*
2. **Aprocasur, Asociacion de productores de cacao -** *Proceso fermentacion en central de beneficio.*
3. **M&O Consulting (García, L. 2008).** *Grupos geneticos de cacao segun su calidad organoleptica.*
4. **Asocalima, Asociacion de productores agropecuarios -** *Centrales de beneficio cacao.*
5. **Ojeda, Yeison.** *Implementacion sistema trazabilidad cacao.*
6. **Agronomo, Elkin Suarez - Profesional.** *Protocolo fermentacion cacao.*