

UNIDAD

3 *Poscosecha y beneficiado*

Ing. Agr. Rosa Pérez Piza

3

¿Qué nos proponemos en esta unidad?

- ☞ Conocer y /o mejorar los procedimientos necesarios para:
 - Obtener un beneficiado que proteja la calidad del producto final.
 - Realizar:
 - el tratamiento del grano o mazorcas, desde que se cortan del árbol.
 - la correcta selección de las mazorcas a emplearse,
 - la quiebra de las mazorcas,
 - la extracción de las pepas y su posterior fermentación, secado, limpieza y almacenamiento adecuado.
- ☞ Profundizar las características de:
 - los procesos microbiológicos y bioquímicos para comprender mejor la fermentación.
 - un buen secado, para evitar los posibles problemas de calidad final.
 - los diferentes orígenes genéticos del cacao que se deben tener en consideración, para realizar una adecuada fermentación.
 - las diferentes alternativas en los métodos de fermentado y secado.
 - el limpiado del grano, ya seco;
 - su correcto almacenamiento y
 - cómo se debe mantener el cacao, antes de salir a la venta.



¿Qué temas vamos a ver?

Poscosecha y beneficiado

Beneficiado

3

Fermentación

4

Microbiología y bioquímica del beneficiado de cacao

5

Métodos y sistemas de fermentación

10

Remociones

12

Tiempo de fermentación por tipo de cacao

13

El secado

15

Conversiones

18

Limpieza y almacenamiento

18

Beneficiado



Entre las mejores golosinas que América ha podido ofrecer al mundo está, sin duda, el chocolate y el sinfín de productos elaborados sobre la base de las almendras de cacao.

Para lograr el inconfundible sabor a cacao y demás sabores y olores que origina, los granos deben sufrir transformaciones químicas internas, lo cual implica un proceso que se denomina “beneficiado” y acompaña el desarrollo de los precursores del sabor y del aroma de las pepas de cacao.

Beneficiar el cacao consiste en:

- Cosecharlo,
- Recolectarlo,
- Seleccionarlo,
- Partirlo y
- Desgranarlo,

Procesos a los que se suman: la fermentación, el secado y el almacenamiento correctos de las almendras de cacao, para preservar su calidad, hasta el procesamiento industrial.

El beneficiado se inicia con la correcta selección de mazorcas y con los procedimientos que se describen en esta unidad.

Una vez realizada la cosecha de las pepas de cacao, deben incorporarse directamente en el sistema de fermentación que se va a utilizar –ya sea por cajón o por montón– para poder darle el beneficiado correcto, mediante las labores adecuadas de poscosecha.

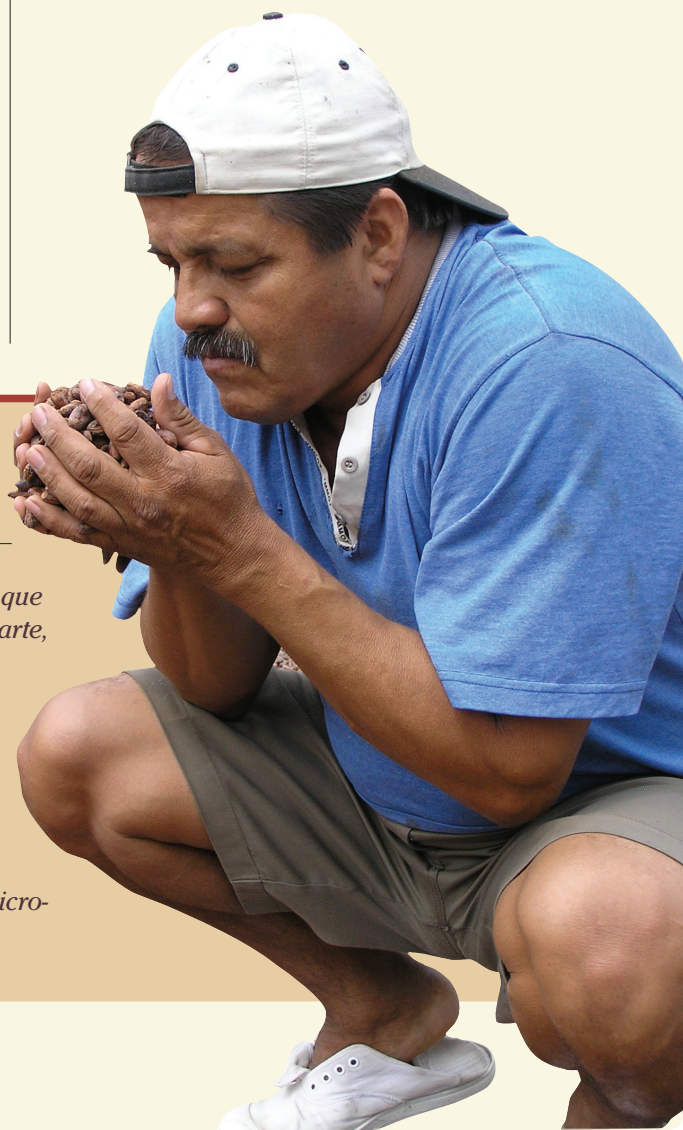
DATOS INTERESANTES

Más que una ciencia, un arte

Muchos autores coinciden en manifestar que la fermentación, más que una ciencia, es un arte, puesto que para el proceso resulta de vital importancia el uso de los sentidos, especialmente los de la vista y el olfato.

En los seres vivos, la fermentación es un proceso anaeróbico (sin oxígeno).

Las fermentaciones son propias de los microorganismos, como las bacterias y levaduras.



Fermentación

La fermentación es un proceso de reacciones bioquímicas que transforman la materia viva en desechos (proceso catabólico) de oxidación incompleta natural) que se da en muchos productos alimenticios por acción de agentes microbianos, para obtener, al final, un compuesto orgánico. Estos productos finales son los que caracterizan los diversos tipos de fermentaciones.

La fermentación en sí misma, es una transformación bioquímica de muchos alimentos, entre ellos el cacao. Mediante la fermentación los granos de cacao llegan a desarrollar los precursores del sabor y aroma que les son característicos, y que se terminan de obtener durante el tostado.

La fermentación se lleva a cabo de diversas formas, pero todas se basan en apilar una cantidad de almendras frescas, con la pulpa suficiente para que los microorganismos produzcan calor, elevando la temperatura e impidiendo que mucho aire circule entre las almendras.

La fermentación del cacao en grano es esencial para el desarrollo de los precursores del sabor y aroma que incluyen azúcares de reducción, aminoácidos y péptidos. Los granos de cacao sin fermentar, no producen el sabor y el aroma de cacao en el tostado.

También se produce la fermentación en el tejido muscular de los animales (fermentación láctica), cuando el aporte de oxígeno a las células musculares no es suficiente para el metabolismo y la contracción muscular.



▲ Montón de cacao fresco cubierto con hojas de plátano, antes de iniciar la fermentación.



Procedimientos para la fermentación

Varían de acuerdo con la práctica agrícola de cada país. Los dos principales métodos utilizados en el Ecuador son: el montón y los cajones, que sirven para fermentar las pepas.

En fincas pequeñas de nuestro país se preparan montones cubiertos con hojas de musáceas (plátano, banano o bijao).

En cambio en las plantaciones más grandes, se las coloca en cajas cubriéndolas con hojas de plátano y se las remueve cada cierto tiempo.

Los cajones se fabrican de manera que la pulpa licuada se pueda drenar y entre algo de aire, ya sea por pequeños orificios en el fondo de la caja, o tal vez, a través de un piso con ranuras de 6 mm entre las tablas.

Los montones pueden ser útiles para fermentar desde 90 hasta 1.100 kg de almendras de cacao en baba, aunque es preferible trabajar con cantidades intermedias (150 kg a 300 kg) que son más fáciles de manipular.

Microbiología y bioquímica del beneficiado de cacao

Cuando se maduran las mazorcas de cacao, son recolectadas cortándolas del tronco leñoso. Después, son abiertas para exponer las semillas. Hasta el momento en que las mazorcas sanas son partidas, los granos están microbiológicamente estériles.

El efecto inmediato de esta exposición de las semillas, es el ataque microbiano inicial a la pulpa ácida, rica en azúcares. Así se inicia la fermentación. Una vez que se ha partido la mazorca, los granos y la pulpa se exponen a numerosas fuentes de microorganismos (especialmente levaduras y bacterias).

En el proceso de fermentación de las semillas del cacao, los microorganismos juegan un papel importante.

La fase inicial consiste en una *fermentación alcohólica*, es decir, la transformación de los azúcares de la pulpa en alcohol etílico, que se lleva a cabo por las levaduras, pertenecientes a los géneros *Candida*, *Dedaryomyces*, *Hansenulaa*, *Kloeckera*, *Pichia*, *Rhodotorula*, *Saccharomyces* y *Torulopsis*.

Las levaduras son hongos unicelulares anaeróbicos facultativos, que pueden vivir sin oxígeno, consiguiendo su energía por medio de la fermentación alcohólica, durante la cual rompen las moléculas de glucosa, obteniendo la energía para sobrevivir.

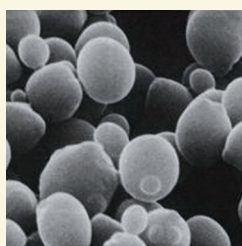
Cuando hay oxígeno lo utilizan para la respiración, es decir, para oxidar completamente la glucosa y así obtener energía.

En condiciones de anaerobiosis, las cepas de *Saccharomyces cerevisiae* (levaduras de la panificación) y de otras especies de levaduras, transforman la glucosa en ácido pirúvico, siguiendo la secuencia de reacciones de la glicólisis.

Recoger la cantidad necesaria de mazorcas lleva bastante tiempo, pero **es esencial utilizar mazorcas maduras**. Lo aconsejable es que se abran todas y se llene el cajón o se forme el montón, en un solo día. Este procedimiento puede obligar a tener que conservar hasta **por tres días** varias mazorcas recolectadas, como se dijo anteriormente.

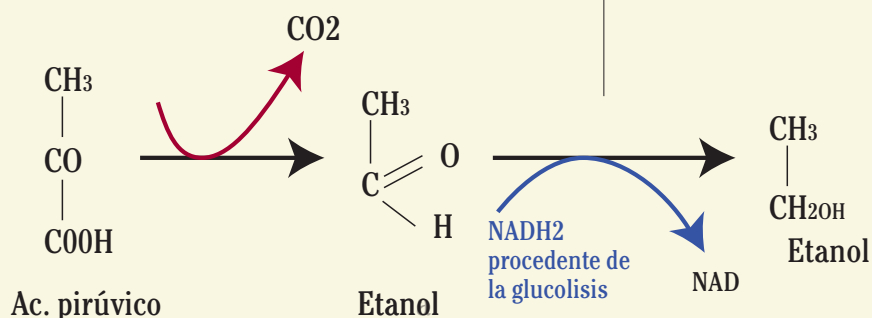
Se ha comprobado, sobre todo al comparar prácticas en algunas zonas en las que se cultiva cacao Trinitario, que mantener las mazorcas sin abrir durante unos cuantos días (a lo mucho tres días), da como resultado un mejor desarrollo del sabor básico de cacao.

La explicación a este fenómeno está en que la desecación parcial de las almendras en las mazorcas cerradas, fomenta la penetración de más aire entre las almendras, con lo que la fermentación se inicia más activamente.



▲ Levaduras

Este proceso es común a la mayoría de los seres vivos; pero aquí radica lo específico de estas levaduras: son capaces de proseguir la degradación del pirúvico hasta llegar al etanol, mediante el siguiente proceso:



Esto es una ventaja adaptativa para las levaduras, que pueden sobrevivir en anaerobiosis, o sea sin oxígeno. Pero solamente lo hacen cuando no hay oxígeno disponible y en relación con el bajo rendimiento energético de la fermentación alcohólica, comparado con el de la degradación oxidativa de la glucosa.

Cuando el medio es rico en azúcar, su transformación en alcohol hace que, llegada una cierta concentración, las levaduras no puedan sobrevivir.

Aunque hay distintos tipos de levaduras con diferentes tolerancias, el límite suele estar en torno al 14 % de alcohol para las levaduras del vino, por ejemplo.

Los microorganismos tienen un efecto diferente en la producción de los precursores del sabor. Durante los primeros dos días de fermentación, las levaduras dominan la población microbiana y doblan los azúcares de la pulpa ácida que rodea al grano para producir etanol.

Condiciones de bajo pH y una cantidad baja de oxígeno, favorecen inicialmente un excedente de levaduras sobre los organismos del ácido láctico.

El ácido cítrico natural de la pulpa, es metabolizado al mismo tiempo por los organismos del ácido láctico, pero el crecimiento inicial de especies microbianas se suprime, mientras los niveles de oxígeno se agotan.

Ya que la pulpa se drena, la masa en fermentación se hace más permeable al oxígeno, que establece las condiciones apropiadas para el crecimiento de bacterias. El contenido de oxígeno de la masa de granos en fermentación se incrementa al voltear la masa.

Los subproductos de la fermentación de la pulpa, particularmente el ácido acético, impregnan la testa y el cotiledón; la combinación de ácido acético y calor mata la almendra y previene la germinación.

Al mismo tiempo que esto ocurre, la baba mucilaginosa es exudada lentamente de la masa en fermentación, y por gravedad, cae al fondo del lugar donde se fermenta. Por esto es importante tener limpios los drenajes del cajón o del piso del montón, para que el cacao no se “ahogue”.

En una buena fermentación activa se produce una elevación de temperatura en más de 10°C durante las primeras 24 horas, para llegar luego a más de 40°C.

La fermentación alcohólica termina cuando aumenta la concentración de alcohol (de 12 a 14%), es decir, cuando se consumen todos los azúcares de la pulpa, entra oxígeno a la masa y se eleva el pH, provocando la muerte de las levaduras.

▼ **Almendras de cacao**
Nacional en diferentes
estados de fermentación a
las 48 horas.



El proceso se puede sintetizar así:



Fase 1 - Anaeróbica



Fase 2 - Aeróbica

Tras la fermentación alcohólica se produce un incremento en las poblaciones de levaduras del género *Lactobacillus*, tales como: *L. plantarum*, *L. collinoides* y *L. fermentum*, con la producción asociada de ácido láctico. Entonces, las bacterias acéticas quedan en condiciones ligeramente más anaerobias.

Cuando la masa es colocada en el espacio donde se fermenta y no se realiza la primera remoción a las 48 horas, comienza a transformarse en ácido láctico.

Por falta de aireación en la masa, los azúcares que deberían haberse transformado en alcohol, se transforman en ácido láctico.

Esta fermentación se ve beneficiada por la temperatura baja. Si no es removida a tiempo, el ácido láctico –por no ser volátil–, no se elimina durante el proceso de secado y los granos quedan con mucha acidez. Las almendras adquieren sabor a jamón.

Lo mismo ocurre en los tendales debido a la ausencia del sol, sobre todo cuando las almendras entran en contacto con lonas plásticas.

Luego sucede una intensa *acetificación*, o sea la transformación del alcohol etílico en ácido acético a cargo de las bacterias acéticas *Acetobacter* y *Gluconobacter*.

En este momento de la fermentación, durante el segundo día, la pulpa empieza a degradarse y a drenarse, y el etanol es oxidado más activamente a ácido acético, etapa dominada por bacterias del ácido acético (principalmente especies *Acetobacter*).

Esta reacción es exotérmica, es decir, origina calor y produce el suficiente para elevar la temperatura de los granos a 50 °C.

El ácido acético que pasa a los cotiledones, causa un desorden en la organización celular, dando como resultado la liberación de las enzimas previamente segregadas, que se mezclan con otros componentes de la almendra. Después sobrevienen varias reacciones enzimáticas hidrolíticas y oxidativas. Se cree que los precursores del aroma, se forman como resultado de las reacciones enzimáticas.

Las alteraciones químicas en el interior de la almendra de cacao, dependen de la muerte de las células del cotiledón. Sus membranas celulares se degradan y permiten que se pongan en contacto los diferentes constituyentes que estaban separados en el tejido vivo.

Las antocianinas y otras sustancias polifenólicas de las células pigmentadas (que le dan el color morado al cotiledón), pueden difundirse entonces hacia las células adyacentes de almacenamiento, donde se encuentran con diversas enzimas que provocan reacciones hidrolíticas, es decir, se produce el desdoblamiento de dichas moléculas en las condiciones anaerobias de la almendra.

Una de esas reacciones es la degradación de las antocianinas coloreadas de las almendras en el cacao forastero, de tal forma que se produce algo de decoloración de los cotiledones.

Cuando en el interior de las almendras empieza a penetrar más aire, se inician reacciones oxidativas o de pardeamiento y el tejido se oscurece. Esta etapa se produce en la última parte de la fermentación normal del tipo Forastero en caja, (seis a siete días) y puede continuar durante la desecación, siempre que ésta no se produzca con demasiada rapidez.

DATOS INTERESANTES

La fermentación láctica

Se llama fermentación láctica al proceso celular donde se utiliza glucosa para obtener energía y donde el producto de desecho es el ácido láctico. Este proceso ocurre en el sistema muscular humano y lo realizan muchas bacterias (llamadas bacterias lácticas) y algunos protozoos

Este fenómeno es el implicado en la producción de sustancias lácteas acidificadas, como por ejemplo: yogurt, quesos, crema ácida, etc.

El ácido láctico tiene excelentes propiedades conservantes de los alimentos. Pero en los granos de cacao, su presencia puede acarrear una posterior fermentación butírica, que trae sabores indeseables.



DATOS INTERESANTES

Cómo se obtiene el vinagre

*La materia prima para obtener vinagre es el alcohol etílico, que sufre un proceso aeróbico denominado oxidación debido a la presencia de bacterias del tipo *Acetobacter*.*

Este tipo de bacterias son de un género microbiano caracterizado por tener células de formas elipsoidales y esféricas, sueltas o unidas en cadenas, por lo general inmóviles, aunque algunas son móviles por ayuda de flagelos, que son filamentos móviles que sirven como órgano locomotor.

Según su función pueden clasificarse en dos grupos:

- *Los que oxidan el ácido acético y lo transforman en dióxido de carbono y agua*
- *Los que carecen de esta propiedad.*





Las almendras de cacao sometidas a fermentación por varios días, sin remoción, toman un olor putrefacto, dañando la calidad final del producto. Esto

suele ocurrir en sacos de cacao plástico donde no hay presencia de oxígeno. En épocas de mayor cosecha, que en las zonas norte y central del litoral ecuatoriano coincide con el periodo lluvioso, se observa este tipo de fermentación con mucha frecuencia, debido a que las masas de cacao no salen a secarse a tiempo.

Al mismo tiempo que tienen lugar estas reacciones, muy visibles, se producen otras alteraciones químicas que no están completamente estudiadas, pero que, ciertamente, involucran a los polifenoles o pigmentos violetas y que son fundamentales para el desarrollo del sabor del chocolate.

Cuadro 2. Principales reacciones enzimáticas en el cacao en grano durante el proceso de fermentación.

Enzima	Acción
Glucosidasas	Divide la reducción de azúcares de las antocianinas
Invertasa	Convierte la sucrosa a glucosa y fructosa
Proteinasas	Hidroliza las proteínas almacenadas en péptidos y amino ácidos libres
Polifenoloxidasa	Convierte los polifenoles en quinonas

Hacia el final de la fermentación, otros organismos como bacilos, mohos y actinomicetos, empiezan a prosperar y a dominar la microflora de la fermentación.

La duración de la fermentación depende de la variedad de cacao y puede ser desde 1 ½ a 10 días (ej. el cacao oeste africano es fermentado por 5 a 6 días).

Si las pepas son fermentadas demasiado tiempo, el resultado tiene efectos indeseables: putrefacción, deterioro del sabor potencial, producción de alta concentración de ácidos, desarrollo de moho en el exterior y sabor mohoso.

La mejor manera de determinar el fin de la fermentación (aparte del cambio en la coloración externa de la pepa), es cuando la temperatura de la masa comienza a bajar, porque se han consumido todos los sustratos que estaban presentes en la pulpa.

En una fermentación normal, la temperatura sube bruscamente hasta el segundo día (caso cacao Nacional) hasta un máximo de 52° C, para luego ir descendiendo paulatinamente, hasta equilibrarse con la temperatura del ambiente.

Luego de una fermentación normal del complejo Nacional x Trinitario, que tarde cuatro días, la actividad bacteriana continúa bajo condiciones de aireación progresivamente mayores, ya que los restos de la pulpa licuada desaparecen, permitiendo que el aire se difunda por entre las almendras. La alta temperatura se mantiene por la actividad bacteriana.

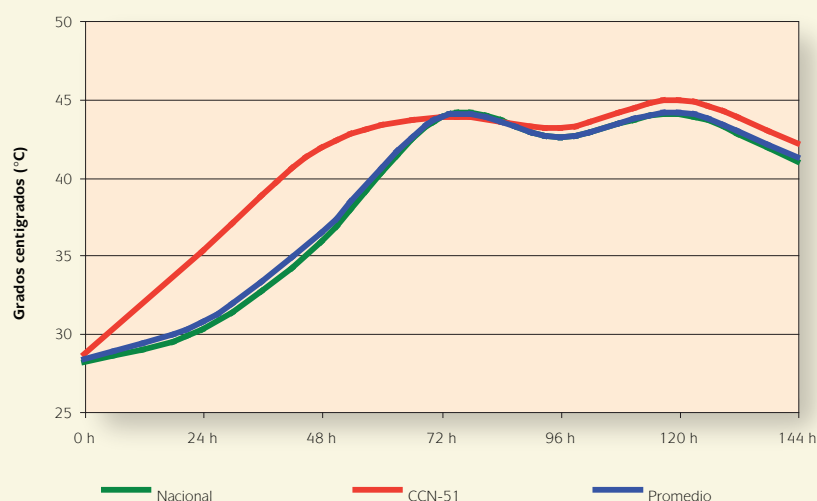
En caso de que la fermentación se haga en cajas, se voltean usualmente las almendras a las 48 horas. El proceso del volteo tiene el efecto inmediato de aumentar la aireación y por consiguiente la actividad bacteriana, lo que se refleja en la rápida elevación de temperatura, que puede superar al efecto del enfriamiento provocado por el volteo.

Luego que se completa la fermentación, los granos son secados a un contenido de humedad de 6 a 7%. El secado estabiliza la actividad microbiológica de los granos, termina con las reacciones enzimáticas que ocurren dentro del grano, e impide que la manteca de cacao se ponga rancia.

A menos que la desecación sea muy rápida, las deficiencias en la fermentación se remedian hasta cierto punto, durante los primeros días de secado.

El cacao que ha sido fermentado y secado, posee muchos de los sabores volátiles requeridos para el chocolate. Es en este punto que los granos secados salen de las fincas y se envían a través del mundo a las fábricas de chocolate, donde tiene lugar el próximo paso del procesamiento.

Gráfico 1. Evolución de la temperatura durante la fermentación.



Métodos y sistemas de fermentación

A nivel mundial se presentan varios métodos de realizar la fermentación. Entre los de mayor difusión y uso, están:

- Los montones;
- Los sacos y
- Los cajones de madera.

Fermentación en montón

Consiste en apilar la masa de cacao fresco, de preferencia sobre un tendal de caña o de madera, protegido de la lluvia y del viento, con hojas limpias de musáceas (plátano, banano o bijao).

Inicialmente, se procedía a apilar el cacao durante las noches y de día, se esparcía en el tendal. Este método fue utilizado tradicionalmente por la mayoría de los productores cacaoteros, con excelentes resultados, cuando se trataba de cacao Nacional en estado puro, porque el bajo contenido de pigmentos violetas del cotiledón permitía una fermentación rápida.

El resultado no era el mismo para cacaos de otros orígenes, por el alto contenido de pigmentos violetas.

En la actualidad, el montón, ya sea por pilo o en lagartos, una vez cubierto, se deja fermentar por 48 horas, luego se hace una remoción, de tal forma que la parte inferior quede arriba de la masa. Se lo vuelve a tapar con las hojas y se lo deja por otras 48 horas.

Cuando se trate de tendales de cemento, se debe formar una alfombra con hojas de musáceas, sobre la cual descansará la masa a fermentarse. De esta forma se evita que los granos adquieran mohos no deseados.



▲ **Montón de cacao fresco cubierto con hojas de plátano**, antes de iniciar la fermentación.

No es recomendable tapar la masa con sacos de yute, porque transmiten el sabor del yute al cacao. Lo mismo ocurre con lonas o plásticos, que impiden el intercambio gaseoso y “cocinan” los granos sobre los que tiene contacto directo, favoreciendo la fermentación láctica y butírica, por la ausencia de aire.

▼ **Montón de cacao en fermentación, con alta incidencia de moho**, por cobijado incorrecto; con penetración de aire que favorece la presencia de hongos.



Fermentación por sacos



Muchos agricultores en las zonas cacaoteras del Ecuador y en otras regiones del mundo, al cosechar el cacao, recogen los granos en sacos plásticos, que es lo que les resulta más fácil.

Por no utilizar métodos más adecuados, dejan el cacao en los sacos, amarrados y escurriendo la baba. Cuando es época seca lo dejan de 2 a 4 días, mientras que en época lluviosa se suelen apilar los sacos hasta 8 días. Casi siempre sin realizar ninguna remoción.

La mayor desventaja de este procedimiento es que la fermentación no se realiza de manera adecuada, puesto que se presentan en gran cantidad, los granos violetas y pizarras, favoreciendo la fermentación láctica y butírica.

Fermentación en cajones de madera

Los mejores resultados de almendras fermentadas, se obtienen mediante este método, que consiste en colocar sólo almendras frescas y sanas, en cajones de madera contruidos especialmente para ello.

Una vez colocadas las almendras dentro del cajón, se cubren las pepas con hojas de musáceas y se deja reposar la masa durante 48 horas, antes de la remoción.

Una vez removidas las almendras, se cubren nuevamente y se dejan por otras 48 horas, antes de sacar la masa al tendal.

► **Cajón de fermentación individual**, con tres compartimientos. La madera debe ser de preferencia blanca, sin taninos que contaminen el cacao.

◄ **Fermentación de cacao en sacos de yute plástico.** Método no recomendado.

► **Cajones de madera dispuestos en desniveles tipo escalera**, para fermentar grandes cantidades de cacao.

▼ **Cajón de madera** con masa de cacao en fermentación y cubierta correcta de hojas de musáceas.



Los cajones de madera, sean de tipo individual o de escalera, deben tener perforaciones en el piso para permitir el drenado de los jugos del cacao. Estos orificios siempre deben estar libres de obstrucciones.

► **Drenado de jugos.**



Remociones

Las remociones o volteos de las almendras, permiten homogeneizar, airear y elevar la temperatura de la masa en fermentación.

El tamaño de los cajones varía, dependiendo del tamaño de la finca o de la cantidad promedio de cacao que se recolecte en cada tumbada.

Uno de los objetivos del volteo es asegurar el grado de fermentación uniforme. No obstante, se ha encontrado considerable variación entre diferentes zonas, aún cuando se practica el volteo.

El volteo se recomienda también para las fermentaciones en montón, en las cuales la aireación es baja.

Experiencias llevadas en todas las zonas cacaoteras del Litoral, de las estribaciones andinas y de la Amazonia nos permiten llegar a la conclusión de que a las 48 horas de iniciado el proceso de fermentación, se deben voltear las almendras, a fin de ayudar a elevar la temperatura y matar al embrión.

Las remociones se basan en que la mayor actividad de fermentación, se da en los primeros 10 centímetros de la masa fermentante y, para uniformizar este proceso bioquímico, las que están en la parte inferior deben ser ubicadas en la parte superior de la masa, luego de lo cual se la vuelve a tapar.

Las remociones deben ser efectuadas lentamente, con equipos sin filos que puedan dañar las pepas. La herramienta más apropiada para esta labor es la pala de madera, caso contrario, mucho más recomendable es el uso de las manos.

En cada volteo, se debe prevenir la formación de bolsas de aire a fin de evitar:

- Crecimiento de mohos, y
- Aglomeración de las almendras, que forman pelotas o grupos de pepas, que dificultan el manipuleo y secado posterior.



◀ **Almendras luego de ser removidas.** Se aprecia el cambio del color externo y la progresiva pérdida del mucilago.

▶ **Remoción con pala de madera** en una batería de cajones de fermentación.



Tiempo de fermentación por tipo de cacao

La diversidad de tipos de cacao que existe en el mundo, hace que el tiempo de fermentación varíe según el tipo de cacao.

Así, al cacao Forastero Amazónico –que es el de mayor superficie sembrada en el mundo–, se le da un tratamiento de 6 días; a los Trinitarios igual o mayor cantidad de días y al cacao Criollo de Venezuela de 3 a 4 días.

En el Ecuador para el cacao del complejo Nacional x Trinitario, que se presenta en la mayoría de las áreas cacaoteras del país, a los 4 días se logran los mayores porcentajes de almendras fermentadas.

La variedad Nacional puro en cambio, necesita mucho menos fermentación, suele bastar con 2 días.

Sorprendentemente, aunque el cacao trinitario necesita la fermentación más larga para sus almendras de color violeta, las del tipo Nacional no parecen quedar excesivamente fermentadas. Se han tomando muestras a intervalos diarios de la fermentación en montones de Trinitario, y se observó que los cambios más importantes, en especial la reducción de astringencia y el aumento del sabor potencial de chocolate, se producen durante los primeros días.

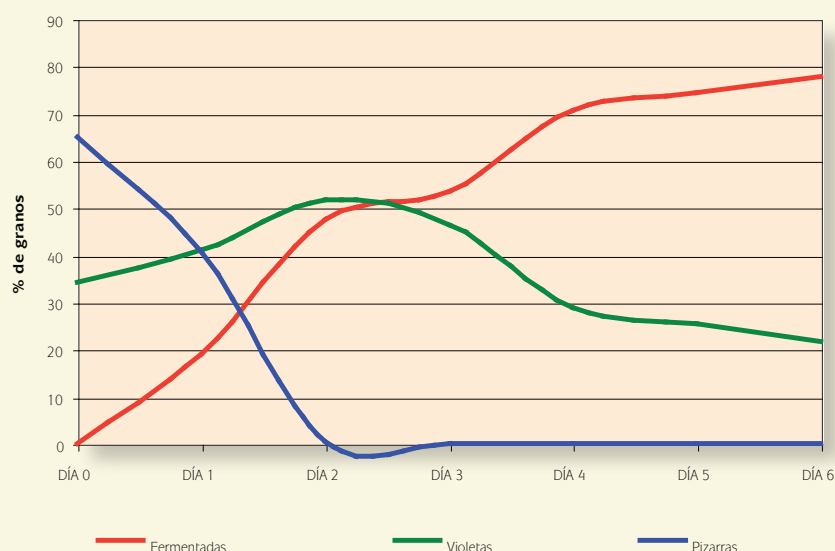


▲ **Remoción de cacao en cajón fermentador.** El color externo de las pepas en los primeros 10 cm demuestra que han empezado a fermentarse, mientras las del fondo, apenas han iniciado el proceso.

◀ **Masa de cacao con 4 días de fermentación.** Con coloración marrón chocolate, indicio de una excelente fermentación.



Gráfico 2. Evolución de la fermentación en cacao tipo Nacional x trinitario



Para el cacao trinitario (clon CCN-51) en montones o en cajas, se puede considerar adecuado el período de cinco días de fermentación. Sin embargo, en la práctica existe una apreciable variación. Los montones en algunos lugares, generalmente se abren después de cinco días.

En Trinidad y Tobago, el período aplicado depende del estado de cada fermentación.

En la isla de Granada la fermentación difiere, el período es más largo: de nueve a once días. Como se ha dicho, el tiempo depende del tipo de cacao que se fermenta y de las condiciones ambientales del lugar.

En Ecuador, para obtener óptimos resultados, el cacao tipo trinitario necesita 5 días de fermentación, con un día de escurreido previo.

Cuando se da una mayor cantidad de días de los que necesita un tipo específico de cacao, se presentan problemas de sobrefermentación, tales como:

- Almendras negras con aroma y sabor putrefacto; y,
- Ataque de mohos.

Y por consiguiente, se deteriora la calidad.



◀ **Cacao con coloración desigual** por diferentes días de fermentado. Las oscuras han tenido demasiados días; mientras que las café claro, los 4 días necesarios.

DATOS INTERESANTES

¿Cómo se advierte que el cacao sigue un buen proceso de fermentación?

- La temperatura empieza a descender.
- El grano se hincha.
- El embrión muere.
- Al cortar las almendras escurren un líquido color vino tinto.
- Al partir las almendras con una navaja, muestran un color lila pálido en el centro, rodeado de una parte exterior de color café oscuro.



Para obtener los mejores resultados en el proceso de fermentación se debe tener siempre en cuenta:

- Contar con una infraestructura y un sitio adecuados.
- Utilizar almendras de mazorcas sanas y fisiológicamente maduras.
- No colocar en la masa a fermentar: venas, cáscaras u otras materias extrañas.
- No añadir cacao fresco a una masa ya en fermentación.
- No mezclar cacao Nacional con Trinitarios para fermentar juntos, puesto que tienen diferente tiempo de tratamiento.
- Usar de preferencia cajones de madera para fermentar.
- Colocar los cajones bajo techo y sin corrientes de aire.
- Mantener destapados los orificios del fondo del cajón.
- Conservar siempre tapada la masa fermentante.
- Remover la masa cada 48 horas.
- No prolongar el tiempo de fermentación más allá del tiempo necesario o recomendado.



El secado



▲ **Tendal de cemento**
con cacao al que se lo
remueve con rastrillo para
un secado uniforme.

Cuando se exporta el cacao a destinos que requieren viajes de varias semanas, el contenido de humedad debe ser inferior al 7%, puesto que el grano de cacao, absorbe humedad del aire con mucha facilidad, es decir, es higroscópico.

El secado es la etapa que complementa la fermentación, puesto que un secado correcto, permite seguir desarrollando los precursores del sabor y del aroma.

Los objetivos del secado son:

- bajar el contenido de humedad interna del grano a un 7%, a fin de evitar la acción agentes patógenos que puedan dañar la calidad, y
- permitir el fácil almacenamiento.



Una vez secado el grano, es imposible mejorar su calidad, lo único que se puede hacer es mantener dicha calidad.

Secado natural

Una vez culminada la fermentación, se retiran las almendras de la caja o se trasvasan los montones para su desecación.

Las almendras se encuentran libres de la mayor parte de la pulpa que tenían adherida, pero conservan todavía cierto contenido de humedad y están algo blandas.

En los lugares en que el clima es relativamente seco en el momento de la cosecha, se suelen secar las almendras extendiéndolas durante el día, en capas de unas cuantas pulgadas de espesor, sobre tendales, donde se exponen al sol.

Las capas de las almendras se rastrillan a intervalos variables y generalmente se apilan por la noche y se protegen cuando llueve. Algunos tendales tienen, por lo general, techos montados sobre ruedas para facilitar la protección.

◀ **Herramientas** utilizadas
en el manipuleo del cacao
en grano durante el secado
natural.





▲ **Caballetes para desplegar láminas** plásticas para proteger el cacao en caso de lluvias. Solución rápida a la falta de tendales rodantes y/o secadoras artificiales.



▲ **Tendal con techo corredizo** construido con materiales rústicos al alcance del agricultor. San José del Tambo, provincia de Bolívar.



En algunos países de África occidental, se esparcen las almendras sobre esterillas hechas de caña, que se colocan sobre plataformas bajas. Así, cuando llueve, se pueden enrollar las esterillas para proteger las semillas y llevarlas a cobertizos cercanos. La desventaja de estas esterillas es que su rastrillado tiende a desprender los fragmentos que quedan adheridos a las cubiertas de la almendra y pueden caer entre las filas de caña, separándose del cacao.

Se necesita aproximadamente una semana de tiempo soleado, para secar a menos de 7% el contenido de humedad necesario para impedir que crezcan los mohos durante el almacenamiento.

▲ **Pepas de cacao en tendal de cemento** luego de la remoción con rastrillo, para un secado uniforme.

◀ **Cacao seco recogido** en tendal de cemento, listo para ser guardado.



Secado artificial

En los lugares en que el clima es menos seco y poco soleado durante la cosecha, se recurre a la *desección artificial*: se esparcen las almendras sobre una superficie que se calienta por debajo con los gases de combustión sobre la base de leña –muchas veces el único combustible local– no muy recomendable por el fuerte olor a humo que penetra a veces en el interior de las pepas.

Un equipo de desecación más complicado utiliza cambiadores de calor, de manera que se insufla aire caliente y limpio, por la capa de almendras esparcidas sobre una superficie perforada o en un cilindro rotatorio.

Los equipos modernos pueden funcionar por combustión de petróleo o de combustible sólido, incluyendo la madera. Este equipo se utiliza mucho en las grandes plantaciones del Lejano Oriente (isla de Samoa).

La desecación artificial no es muy recomendable, puesto que puede plantear dos problemas: el secado demasiado rápido y la penetración de humo en las almendras.

Secado demasiado rápido

Las enzimas del interior de la almendra dejan de estar activas por falta de humedad, antes de que se hayan completado diversos cambios químicos.

Hasta cierto punto, esto se puede resolver, asegurando que los procesos bioquímicos hayan avanzado lo suficiente antes de separar las almendras del montón o de la caja de fermentación. Aunque es normal, que en la desecación al sol, algunos de estos procesos tengan lugar durante los primeros días.



Penetración de humo en el interior de las almendras

▲ *Secadora artificial estacionaria, la cual usa como combustible gas propano.*

Al ahumarse las almendras, se suele producir un desagradable sabor a humo o a jamón, *que no se puede eliminar posteriormente del chocolate.*

Es relativamente fácil diseñar un desecador que mantenga al humo apartado del cacao. Sin embargo cuando se lo hace funcionar durante algunos años en las condiciones de muchas fincas cacaoteras, que tienen pocas facilidades para su aplicación y mantenimiento, el riesgo de que el humo penetre en las almendras de cacao, frecuentemente se convierte en realidad.

Esta es la razón por la que los cacaos de algunas zonas tienen menos demanda y por consiguiente los precios son más bajos.



Conversiones

Si se lo compara con un grano que no ha sido fermentado y que se ha secado directamente, en términos estadísticos, los efectos de una fermentación adecuada y de un secado apropiado, no tienen influencia directa sobre el peso final del grano. Obviamente afecta en gran medida su calidad intrínseca.

Del peso fresco inicial a un grano secado hasta lograr un contenido de humedad interior de 7%, el cacao en baba, pierde un 62% de su peso en condiciones de alta humedad, mientras que en época seca pierde un máximo 60% de agua. Es decir, que cada 100 libras de cacao fresco, rinden de 38 a 40 libras de cacao totalmente seco (cero relativo ó 7% de humedad), según la época del año.

En pruebas realizadas en la zona de Manabí y El Empalme, el cacao pierde más peso por contenido de humedad que en otras zonas, quedando de 36 a 37 libras de cacao seco por cada 100 libras de cacao en baba.

► **Impurezas** que debe removerse.



▼ **Criba artesanal** para limpiado de cacao en grano usado por pequeños productores. Yaguachi, provincia del Guayas.



Limpieza y almacenar

Una vez que se ha logrado reducir el contenido de humedad del interior de las almendras, hay que darle al producto una limpieza final, para eliminar la presencia de granza, impurezas y materia extraña, que afecten la calidad del producto.

Para las condiciones de un pequeño productor, se recomienda la limpieza manual, o en su defecto, el uso de una zaranda o cedazo con orificios de 6 ó 7 mm de diámetro, con marco de madera, amarrados por los extremos a cuerdas que penden del techo de la bodega. La altura del bastidor con la zaranda debe estar entre 1 y 1,20 metros, para comodidad del operador.

Al agitar la zaranda, se elimina todo aquello que no sea grano de cacao entero, por efecto de densidad.

Luego se procede a almacenar los granos en sacos limpios y secos, y en bodegas ventiladas y protegidas de los elementos de la naturaleza, los insectos y los roedores.

Almacenamiento

▼ **Llenado de sacos de yute** con cacao seco en tendal, para posterior almacenamiento en bodega.



Se ha determinado internacionalmente, que el cacao, por ser un producto destinado al consumo humano, debe ser embalado en sacos de yute, libres de aceite mineral, a fin de mantener la pureza de la calidad del producto.

Un cacao con secado adecuado y correctamente embalado, puede ser almacenado hasta por seis meses sin ningún problema.

Almacenamiento

Las bodegas o los grupos de sacos de cacao deben ser tratados de manera eficiente contra la acción de insectos y roedores.

Siempre hay que hacer tratamientos preventivos, para evitar la incidencia de pérdidas poscosecha.

Para el caso de roedores, especialmente ratas y ratones que dañan los sacos y al cacao en si, se recomienda el uso de cebos envenenados.

Para el control y eliminación de insectos plaga, especialmente polillas y gorgojos, se fumigan las bodegas o los lotes con productos gaseosos sobre la base de:

- Bromuro de metilo,
- Gastoxín, o
- Fotoxín (fosforo de aluminio),

Estos productos, usados del modo correcto y en las dosis recomendadas, no dejan ningún residuo en el grano de cacao.

Para el caso de cacao tipo orgánico, se emplean trampas atrayentes, impregnadas con hormonas sexuales femeninas específicas de la especie a controlar (feromonas).

Los Estados Unidos, a través de la Administración de Drogas y Medicamentos (FDA), establecen que el cacao debe estar **absolutamente libre de toda infestación viva**, no importa el tipo de insecto ni su etapa de desarrollo.

DATOS INTERESANTES

No más bromuro de metilo



El Protocolo de Montreal, relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono, que entró en vigor en enero 1 de 1989, dispuso la eliminación progresiva del bromuro de metilo porque es un agente químico que afecta la capa de ozono. En los EE.UU, desde enero de 2001, no se fabrica, ni se importa o exporta.

En otros países importadores hay plazo hasta el 2005; en tanto, en los países exportadores, se puede utilizar hasta el 2015.

Se ha hecho una excepción temporal con el cacao previo a su embarque, para controlar plagas foráneas no presentes en un país, como el escarabajo kapra o la mosca de la fruta mediterránea, ya que son plagas que atacan al producto fresco.

Actividad 3

¿Qué hay que hacer para lograr una fermentación que resguarde la calidad del chocolate?

Describe los diferentes pasos y sus características

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN
EN LA CADENA DEL CACAO

MÓDULO POSCOSECHA DEL CACAO
UNIDAD 3: POSCOSECHA Y BENEFICIADO
Ing. Agr. Rosa Pérez Piza

© CAMAREN, 2006
Av. Eloy Alfaro y Amazonas,
Ed. MAG 7° piso, Quito - Ecuador
Telf: (593-2) 2563 485
E-mail: foros@camaren.org
www.camaren.org

ISBN-10: ISBN-9978-45-579-5
ISBN-13: ISBN-978-9978-45-579-1
Primera edición, noviembre 2006
1000 ejemplares

Coordinación General
Dennis García, CAMAREN

Mediación Pedagógica
Susana Ruggiero

Revisión Técnica
Pedro Ramírez, GTZ

Fotografías
Ing. James Quiroz
Juan Agama
Dennis García

Diseño editorial
Verónica Ávila / Activa Diseño Editorial

Impreso en Ecuador

