



Organización Internacional del Café
Organização Internacional do Café
Organisation Internationale du Café

ED 1988/06

13 abril 2006
Original: inglés

C

Directrices para prevenir la formación de moho en el café

1. El Director Ejecutivo saluda atentamente a los Miembros y se complace en adjuntar un ejemplar de una nueva publicación, las Directrices para prevenir la formación de moho en el café, que tienen por objeto dotar a las autoridades cafeteras de un recurso técnico para la elaboración de directrices o códigos de prácticas nacionales encaminados a hacer disminuir la contaminación del café por la Ocratoxina A (OTA).
2. Las Directrices se han elaborado en el marco del proyecto OIC/FAO/FCPB titulado “Mejora de la calidad del café mediante la prevención de la formación de moho”, y formará parte también de un instrumento de capacitación que la FAO, en su calidad de organismo de ejecución del proyecto, está poniendo a punto y que se hará llegar a los Miembros en forma de CD-Rom.



Directrices para prevenir la formación de moho en el café

FINAL

ÍNDICE

1	PREFACIO	3
2	INTRODUCCIÓN.....	4
3	DEFINICIONES.....	7
4	RECOMENDACIONES	9
4.1	Antes de la cosecha.....	9
4.2	La cosecha.....	10
4.3	La elaboración después de la cosecha.....	12
4.3.1	El beneficiado húmedo	13
4.3.2	El beneficiado seco	16
4.4	Secado del café	17
4.5	Manipulación y comercialización local del café en cereza y pergamino.....	21
4.6	Transporte internacional.....	26

1 PREFACIO

Todo código de prácticas que se ocupe de un producto como el café –cuya variedad de sabores es importante mantener y al que puede sumarle valor la calidad organoléptica– debe respetar los diversos métodos tradicionales de producción. Desde luego, no se deben permitir las prácticas que puedan comprometer la salud pública, pero más allá de este límite hay pocas prácticas, si hubiera alguna, que no presenten opciones válidas. Sin embargo, las soluciones disponibles a los problemas conocidos presentan limitaciones, como el capital limitado de los pequeños productores, la lejanía de las instituciones de apoyo y de comercialización, la falta de incentivos económicos para introducir cambios y la inercia de los hábitos producto de prolongadas tradiciones.

Las directrices que aquí se presentan interpretan e incorporan resultados científicos en una orientación práctica. Estas fuentes científicas figuran en la documentación de apoyo. No hay intención ni interés en codificar estrictamente la práctica en límites estrechos, sería un intento inútil, en todo caso, dada la diversidad de las prácticas y la variedad esencial y buena calidad del producto de estas prácticas.

Estas directrices no tienen como objetivo su uso directo para todas las partes interesadas. Más bien se proponen ofrecer a las autoridades competentes la base para elaborar directrices nacionales o códigos de prácticas específicamente adecuados a sus respectivos sectores.

El primer objetivo de estas directrices es caracterizar los factores asociados a cada paso de la producción, a lo largo de la "cadena del café", que podrían contribuir a afrontar el problema de la contaminación por ocratoxina A (OTA), explicar su pertinencia en distintas situaciones y proponer medios para combatir este problema. Las recomendaciones, así como las contraindicaciones, tienen que ser lo suficientemente específicas para que las autoridades o partes interesadas puedan elaborar sus propias soluciones, adecuadas a sus circunstancias.

No basta que las recomendaciones sean acertadas y prácticas, y que se tenga una seria intención de aplicarlas, debe darse igual consideración a la forma en que se llevarán a cabo y garantizarán, en medio de la prisa cotidiana en que está inmerso todo sistema de producción en el momento más intenso de la cosecha. Una ejecución acertada depende de entender la forma en que debe estructurarse y organizarse una operación. El segundo objetivo de estas directrices es dar asesoramiento para aplicar un sistema de gestión de la inocuidad y la calidad a fin de contribuir a su ejecución.

Estas directrices, y la orientación nacional o códigos de prácticas que pudieran derivarse, constituirán la base de los programas nacionales para reducir la contaminación por OTA en el café. Las instituciones interesadas deben elaborar programas eficaces de capacitación, en apoyo a la ejecución de las directrices nacionales. Los responsables de elaborar las políticas necesitan garantizar la congruencia de la reglamentación y otras políticas pertinentes con un cumplimiento general de las partes interesadas respecto a las prácticas recomendadas.

2 INTRODUCCIÓN

La ocratoxina es una sustancia química producida por el desarrollo de ciertos hongos. Se produce cuando están presentes determinados microhongos en las condiciones necesarias para el desarrollo y la biosíntesis de esta sustancia química durante tiempo suficiente para que se acumule el producto. Sin embargo, los tipos específicos de hongos que producen esta contaminación no son los mismos que producen la OTA, por lo cual las causas de ésta permanecen básicamente invisibles.

En comparación con los cultivos básicos, el café tiene algunas ventajas. Quizás la más importante es que el café, cuando está almacenado, no es muy vulnerable al ataque de plagas. Las aves y los roedores no se comen las semillas y sólo un insecto importante, la broca del café, *Araecerus fasciculatus*, ataca el producto seco (Hill y Waller, 1998). En efecto, es probable que la presencia de carbono en las semillas del café, en formas refractiles como el carbohidrato polimano, así como celulosa y pectina, unidos al elevado contenido fenólico del grano limiten la variedad y alcance de deterioro fúngico. Es importante señalar que el café no tiene actualmente otros usos además del consumo humano como bebida o para dar sabor a otros productos elaborados.

Sin embargo, el café sí puede sufrir deterioro fúngico y bacteriano. Debido a que el café se somete casi universalmente a torrefacción a elevadas temperaturas antes del consumo, las bacterias que contaminan los alimentos representan un peligro insignificante para la salud pública, así como las enterotoxinas polipéptidas que a veces se producen y carecen de suficiente estabilidad ante el calor para persistir en el producto tostado. Con todo, las toxinas producidas por los hongos sobreviven al tostado y constituyen un posible peligro. La ocratoxina A (OTA) y, en menor medida, la aflatoxina, producidas ambas en el café por el hongo *Aspergillus* (M. Nakajima, *et. al.*, 1997; C. P. Levi, 1980; I. Studer-Rohr, *et. al.*, 1995; H. Tsubouchi *et. al.*, 1984), pueden presentarse en los granos de café crudos y tostados.

Las prácticas que limitan el desarrollo de algunos hongos también tienden a conservar las propiedades organolépticas y la inocuidad del café. Los dos instrumentos disponibles para este fin son: 1) la gestión de la humedad desde el principio del secado en adelante, y 2) facilitar la producción de microorganismos competitivos además de limitar las condiciones de desarrollo que no perjudican la calidad del café, antes de este punto.

Existen principalmente dos especies comerciales y algunos cruzamientos interespecíficos utilizados en la producción de café. El *Coffea arabica* (café arábica) que necesita un clima tropical de altura, a una altitud de entre 600 y 1 600 metros. Y el *Coffea canephora* (robusta) que se puede producir al nivel del mar, pero también se cultiva a menudo en las montañas tropicales. La especie robusta presenta un vigor y resistencia a las enfermedades superior a los de la arábica.

Si bien ambas especies presentan un número distinto de cromosomas, es posible cruzarlas y se conoce por lo menos un cruzamiento espontáneo. Estos cruzamientos se utilizan principalmente para mejorar el café arábica, al que dan mayor resistencia contra las enfermedades. La mayor parte del café arábica que se produce, fuera de Etiopía, es de este tipo. Sin embargo, también se producen y comercializan limitadamente dos híbridos interespecíficos llamados "arabusta" y "congusta", de los cuales el segundo es un cruzamiento de robusta y *Coffea congensis*.

El vigor del café robusta quiere decir que sus costos de producción a menudo son inferiores a los del café arábica, pero su valor también es considerablemente menor. La mayor parte del café robusta se usa para hacer café soluble, pero también tiene un pequeño mercado especializado, en especial el producto elaborado en húmedo.

El producto comercial es la semilla, que suele presentarse en pares dentro del fruto. Éste tiene el aspecto de una cereza, por lo cual se denomina así: "cereza". Los frutos se producen en racimos apretados (robusta) o más sueltos (arábica) en las ramas laterales. Ambas especies comerciales son arbustos grandes y muchas variedades comerciales han sido mejoradas para disminuir su altura y simplificar la cosecha, que suele ser manual.

La elaboración del café se lleva a cabo en la finca con el objetivo principal de estabilizar el producto (las semillas) secándolo para evitar su deterioro por acción microbiana. Para esto puede ser necesario quitarle antes al producto los tejidos de la fruta. El café, una vez seco, puede almacenarse y transportarse, así como "curarse". Este proceso puede incluir la clasificación por tamaño (selección) y por calidad, el pulido, la limpieza y el ensacado. El valor comercial del café depende de las características de su sabor, por lo cual conservar estas cualidades es decisivo en los métodos de elaboración.

Existen dos sistemas generales de elaboración del café: el beneficiado húmedo y el beneficiado seco o natural. A través del primer método se obtiene el producto seco denominado "café en pergamino", que es la semilla cubierta por su tegumento o endocarpio; del otro sistema se obtiene la semilla cubierta por todo el tejido seco del fruto y se llama "café en cereza". El café en pergamino tiene más valor comercial, pero es más costosa su producción y tiene propiedades organolépticas diferentes que el café en cereza. Casi todo el café robusta se produce en cereza; casi todo el café arábica se produce en pergamino, pero con importantes excepciones regionales. Existe un limitado mercado especializado para el café robusta lavado, y el café arábica en cereza es un elemento esencial de las mezclas para hacer café express.

En el beneficiado húmedo se utiliza equipo para extraer la semilla del fruto, con lo que se obtienen la pulpa, la piel y una parte del mucílago (mesocarpio) de la fruta. El producto principal es el "pergamino" con una densa cubierta de mucílago. El pergamino se fermenta para degradar el mucílago a fin de poderlo eliminar fácilmente, pero también puede quitarse de inmediato con una máquina. Una vez eliminado el mucílago se seca el pergamino, por lo general al sol sobre cemento, tabique o tablas. Hay muchas variedades e innovaciones tecnológicas de este sistema general, pero su descripción trasciende el propósito de este trabajo.

En el beneficiado seco o natural la fruta se extiende directamente a secar al sol, con o sin la separación previa de las cerezas que flotan de las que se sumergen. Las superficies que suelen utilizarse para secar el café al sol son el suelo de tierra, de cemento, de tabique, una esterilla de bambú o una manta de lona. Mediante este método la semilla se separa de la fruta posteriormente, cuando se ha secado, con lo que se obtiene el tejido seco de la fruta o cáscara. El descascarado se suele hacer en la finca, o bien la cáscara se devuelve a ésta.

Si bien el método más común para secar el café es el secado al sol, en algunas regiones se lleva a cabo mecánicamente, en particular en los sectores más capitalizados. Incluso en este caso se acostumbra secar al sol durante una parte considerable del período de secado, ya que casi todas las secadoras mecánicas trabajan con café con un contenido

inicial de agua de entre 35% y 40% de humedad (base húmeda) respecto a los valores iniciales de 60% o más.

Si bien en el decenio de 1970 se documentó la presencia de OTA en el café, esto no se consideró un problema para la salud pública sino hasta que un estudio de la acción de la ocratoxina suscitó el debate en el decenio de 1990. Si bien no estaba demostrado, había información publicada de que la OTA era un cancerígeno genotóxico, como la aflatoxina. En caso de ser verdad, esta situación se traduce en que toda exposición a la OTA incrementa el riesgo de cáncer renal. La orientación aceptada para los agentes genotóxicos es reducir su presencia a un nivel que sea "tan bajo como sea razonablemente posible" (ALARA, por sus siglas en inglés).

La OTA es un moho estable ante el calor, producido por una proporción de aislados de algunas especies de hongos *Aspergillus* y *Penicillium*. En el café sólo intervienen las especies *Aspergillus ochre* y *Aspergillus niger*. Produce la toxina un micelio que se desarrolla en determinadas condiciones de humedad, nutrición y temperatura, mismas que permiten combatirla. Casi todas las muestras comerciales no contienen OTA detectable, con un límite actual de detección de 0,1 - 0,5 µg/kg (= ppb), de acuerdo al método que se utilice. De las muestras positivas, casi todas están por debajo de 5ppb y todo lo que supere los 20 ppb se considera excepcionalmente elevado.

Si bien estas directrices tienen como objetivo disminuir la contaminación por OTA, que es el principal problema de inocuidad de los alimentos en la producción de café verde, los programas industriales de inocuidad de los alimentos también tienen que tratar con eficacia otros posibles peligros en la producción, elaboración y manipulación del café.

3 DEFINICIONES

Acondicionamiento: Almacenamiento de los granos secos en botes ventilados para lograr un contenido uniforme de humedad en el lote.

Beneficiado: Elaboración del café cosechado hasta producir granos secos y estables.

Beneficiado en húmedo: Método de elaboración de las cerezas de café para obtener café en pergamino. Este tratamiento consiste en la eliminación mecánica del exocarpio con agua, eliminación de todo el mesocarpio mediante fermentación u otros métodos, y lavado después de secar el grano para producir café en pergamino, al que a continuación se le retira el pergamino para producir café verde.

Beneficiado en seco: Tratamiento que consiste en secar las cerezas de café para producir café en cáscara, después de lo cual el pericarpio seco se elimina mecánicamente para obtener café verde. El producto se llama "café en cereza", "café sin lavar" o "café natural".

Beneficiado natural: Véase "beneficiado en seco".

Bóia: Café en cereza que se separa al flotar en el agua, sistema utilizado en la cosecha de una sola pasada, en la cual abunda el café en cereza secado en el arbusto.

Bote de acondicionamiento: Grandes contenedores de malla de alambre, por lo general de 1m x 1m x 3m (o más grandes), utilizados para acondicionar el café. Los modelos modernos cuentan con ventilación mecánica.

Café en pergamino: Granos beneficiados en húmedo después del despulpado, secados hasta el 12% de humedad, pero antes de que se haya eliminado la cubierta dura (endocarpio o pergamino).

Café verde: Semilla seca del cafeto, separada de la parte no comestible del fruto. El café se exporta en esta forma.

Cáscara: El endocarpio seco del fruto del café. Material de desecho obtenido del café en pergamino o del café en cereza seco, consiste en la pulpa seca y la cubierta exterior del pergamino.

Cereza (o café en cereza): Fruto completo del cafeto, puede ser fresco o seco.

Curado: Etapa final de la elaboración del café, por lo general se lleva a cabo inmediatamente antes de la venta para exportación. El café pasa por una serie de operaciones que comprenden la limpieza, el pulido, el tamizado, la selección y la clasificación..

Defectos: Nombre general pero común para las partículas no deseadas que se encuentran en el café verde a granel. Los defectos pueden referirse a varios tipos de granos, o partes de los granos, al tejido de la fruta o a elementos ajenos al café. Se utilizan diversos términos para describir los defectos que pueden encontrarse en los granos verdes o crudos, o tostados, del café, y a veces se usan en algunos países y en otros no. En general, los defectos de los granos se deben a una elaboración deficiente, a daños producidos por plagas, o al efecto de condiciones desfavorables del clima que perjudican el desarrollo del fruto. Los defectos se ponderan con miras a la clasificación y calibración de los lotes de café, en los diversos sistemas nacionales e internacionales.

Despulpado: Tratamiento mecánico utilizado en el beneficiado en seco para eliminar todo el mesocarpio que sea posible.

Granos desnudos: Café en pergamino despojado parcial o totalmente del pergamino durante el despulpado o lavado.

Granos vanos: café en cereza que flota en el agua y se extrae por flotación, los granos suelen ser maduros o inmaduros.

Lavado mecánico: Cualquiera de los métodos mecánicos utilizados para eliminar el mesocarpio mucilaginoso de la superficie de pergamino, que se lleva a cabo después del despulpado, sin fermentación.

Mbuni (o Buni): Café en cereza seleccionado por percepción visual de daños causados por marchitez del café o broca del café, o por estar inmaduro (en Etiopía el café se llama "Bun" o "Buni" y este nombre no se debe confundir con "mbuni").

Mucílago: Mesocarpio del fruto, la capa intermedia de los tejidos que se encuentra entre el epicarpio y el endocarpio (pergamino). Consiste en el mucílago pectináceo y la pulpa.

Pergamino: Término que designa el endocarpio del fruto del café. Está entre la pulpa de la cereza y la piel plateada. Es una cubierta delgada y de textura parecida al papel, que queda en el café beneficiado en húmedo después del despulpado y la fermentación. Se elimina posteriormente durante el descascarado.

Pulpa: La parte carnosa exterior del mesocarpio que se encuentra directamente bajo la piel y la incluye, y se elimina con la despulpadora.

Rebusca (o pepena): Se aplica al café que se recoge del suelo debajo de los cafetos, porque se ha caído durante la cosecha o durante su desarrollo. Se aplica el término al café recogido de esta manera.

Secado mecánico: Cualquier técnica de secado con aplicación de calor mediante combustión de algún combustible.

4 RECOMENDACIONES

4.1 Antes de la cosecha

Existen graves patógenos fúngicos del café, pero los hongos en general, y en particular los que producen la OTA, no enferman a la planta. Numerosos hongos pueden producir o participar en la descomposición del fruto, y muchos pueden desarrollarse y sobrevivir en las semillas viables, sanas. Los microorganismos son parte natural de la planta, en la parte interna como en la externa, y en la planta sana hay un equilibrio entre estos organismos comensales y la planta misma. Está demostrado que la infección de la semilla por hongos que producen OTA puede producirse en el huerto y alcanzar el desarrollo suficiente para que al momento de la cosecha se haya producido ocratoxina A. Se necesita investigar más para entender bien los factores que producen esta contaminación.

Están documentadas dos vías de contaminación: la introducción a través de la flor sin síntomas de infección; y la introducción de esporas al grano del café transportadas por a broca del café (*Hypothenemus hampei*) con síntomas evidentes: un hueco en la cereza y uno o más túneles en el grano. El fruto más maduro y más seco, así como la cáscara y la pulpa, pueden contener una mayor cantidad de esporas y micelios de las especies que producen la OTA.

Es lógico que el grano pueda contaminarse por la producción de moho en la superficie del fruto. La importancia relativa de este medio de contaminación del grano en el huerto no se ha evaluado sistemáticamente, pero el análisis micológico no ha demostrado una relación entre la contaminación del fruto y la del grano. Si las cerezas se desprenden y quedan en el suelo es más probable la contaminación y transmisión a través del fruto. Este proceso exige tiempo, pero por lo general, una vez en el suelo no se puede conocer la evolución del fruto. El fruto puede desprenderse por condiciones meteorológicas desfavorables, por la intervención de animales que se alimentan del fruto, por enfermedad o por abscisión causada por presiones sufridas por el fruto, o bien de manera accidental a causa de otras actividades agrícolas, como la eliminación de maleza o la desinfección.

Teniendo en cuenta estas consideraciones se recomiendan prácticas para reducir al mínimo la presencia en el huerto de esporas de los hongos que producen OTA, al igual que la presencia de la broca del café, y garantizar el buen estado de los cafetos para evitar en lo posible la producción de hongos en éstos y en los frutos.

1. Utilizar material vegetal tomado de la eliminación manual de la maleza para enriquecer la textura y fertilidad del suelo. También se pueden usar los productos secundarios del café, pero antes es necesario elaborarlos en composta hasta que el material adquiera un estado friable, lo que requiere un tiempo de tres a seis meses, según las condiciones de temperatura y humedad. Evítese aplicar material orgánico durante la floración e inmediatamente antes de la misma.
2. No aplicar riego por aspersión durante la floración, porque podría aumentar las tasas de dispersión de las esporas e incrementar las posibilidades de infección de los granos por hongos productores de OTA.
3. Elimínense del huerto las cerezas caídas, especialmente fuera de temporada, y distribúyanse trampas de alcohol para combatir la broca, especialmente cuando se

aproxima la cosecha y durante la misma, así como durante el beneficiado. Se recomienda promover programas de manejo integrado de plagas (MIP).

4. Utilizar prácticas hortícolas que contribuyan al buen estado de los cafetos: deshierbe, poda, fertilización, lucha contra las plagas y las enfermedades, etc. Al escoger el método de poda es necesario tener presente sus efectos sobre el follaje, que debe ser alto para que la sombra y el elevado potencial fotosintético incrementen la robustez del café.
5. No eliminar desechos del café que no se transformen en composta, ni tampoco desechos domésticos o de los establos que también se produzcan en la finca, o piensos, en el cafetal y alrededor del mismo. Las semillas y sus materiales asociados podrían promover la proliferación de hongos productores de OTA.

4.2 La cosecha

El método de cosecha depende de una mezcla de exigencias del beneficiado, consideraciones económicas y disponibilidad de mano de obra. En general se pueden señalar cuatro sistemas: 1) cosecha selectiva en varias etapas (manual), en la que se recogen sólo las cerezas maduras; 2) cosecha selectiva en varias etapas en la que se arrancan los racimos cuando contienen principalmente cerezas maduras; 3) cosecha única en la que los trabajadores cosechan todo a su paso por el cafetal; 4) cosecha mecánica con maquinaria, a veces operada manualmente, que desprende el fruto del árbol mediante vibración.

Además de estos métodos de cosecha, antes y después de la misma se llevan a cabo otras actividades, algunas de las cuales también obtienen fruta. A menudo se realiza una cosecha previa para recoger los frutos que han madurado prematuramente. Se lleva a cabo el deshierbe y la limpieza del cafetal para acelerar el extendido de las esterillas o la recogida de la fruta caída.

Después de la cosecha principal suelen recogerse los frutos no recolectados en la misma, parte de los cuales quedaron en los cafetos, aunque casi todos en el suelo. Se trata de una medida importante del manejo integrado de plagas contra la broca, pero tradicionalmente este café ingresa en la cadena de alimentos para consumo humano.

Un contacto breve con el suelo no es problemático, pero llega a serlo si se prolonga ese contacto. Algunos resultados experimentales revelan que *cuando el clima es seco* no se acelera la producción de hongos, y la permanencia del café hasta dos semanas en el suelo no necesariamente aumenta la contaminación por hongos productores de OTA. En climas húmedos sólo es aceptable recoger el fruto del suelo el mismo día. Para destinar el café al consumo es necesario aplicar medidas para garantizar el cumplimiento de estos límites.

La maduración irregular del fruto es un problema para todos los agricultores y para los métodos de elaboración, porque las propiedades físicas y la calidad de los distintos grados de maduración son distintas. Cuando se utiliza la cosecha selectiva se puede reducir al mínimo la heterogeneidad, a expensas de un costo más alto de la cosecha. Por este motivo, el momento de la cosecha es importante, en especial cuando se utilizan métodos no selectivos.

La concentración de OTA puede aumentar en los cultivos conforme avanza la estación, y sin duda aumenta la broca durante la cosecha. A principios de la temporada existe una frecuencia desproporcionada de cerezas inmaduras con baja calidad para el consumo, que no se pueden despulpar ni separar fácilmente de las cerezas maduras con métodos mecánicos.

La proporción de cerezas que han madurado demasiado aumenta conforme avanza la temporada y, después de un determinado momento, ya no se pueden despulpar. La situación de las cerezas que se han pasado de maduras o se han secado en el cafeto es compleja, aunque todo indica que dejar secar el café en el cafeto cuando la temporada de cosecha es seca es una práctica segura. El secado en el árbol en otros climas posiblemente sea menos seguro y, de todas formas, a esta práctica se atribuyen ciertos defectos para el consumo, con un sabor fermentado, a "desinfectante".

La cereza del café se debe beneficiar sin demora. A veces se utilizan métodos de protección, como mantener la fruta recogida en sacos, mantener las cerezas en agua, pasar el café parcialmente seco del patio de secado a "botes de acondicionamiento" o secar en capas demasiado gruesas, pero son sistemas problemáticos. Se necesitan una planificación atenta y anticipación porque el café está listo para el beneficio cuando ha terminado de secarse, lo que suele depender del clima. La velocidad de la cosecha y la eficacia del beneficiado, así como la disponibilidad de mano de obra, deben ser compatibles con la velocidad del secado.

Hasta ahora se ha comprobado que se puede mantener las cerezas frescas temporalmente en agua limpia, pero este material pronto se hace más difícil de despulpar y lavar. Se ha visto que mantener el café en sacos puede producir, en forma desigual, elevados niveles de OTA y pérdida de calidad. Asimismo, secar en capas demasiado gruesas a velocidad lenta propicia la formación de hongos y su desarrollo. Se ha demostrado que en los botes de acondicionamiento se acelera poco el secado, de modo que el tiempo que el grano pasa en estos botes incrementa la posibilidad de descomposición.

El café que se va a beneficiar debe ser uniforme para no mezclar distintas categorías de fruta, por ejemplo café húmedo con café seco en el beneficiado seco; café que se puede despulpar con café que no se puede despulpar en el beneficiado húmedo; fruta en buenas condiciones con otras categorías en todos los métodos. El producto de la cosecha debe corresponder al beneficiado previsto y evaluarse de acuerdo a esta correspondencia. Se sabe que las semillas del café pueden contener OTA al momento de la cosecha, pero no es factible detectar estas semillas.

1. Antes de la cosecha es importante eliminar las cerezas caídas y la maleza alta de la proximidad de los cafetos, porque mejora la eficacia de la recogida, protege a los trabajadores y es necesaria para proteger la cosecha principal de la contaminación de cerezas que ya tienen tiempo de haber caído y que podrían incluirse al recuperarse del suelo las cerezas recientemente caídas.
2. La cosecha debe comenzar en cuanto haya suficientes cerezas maduras, a fin de que la cosecha sea viable desde el punto de vista económico.
3. Se deben colocar esterillas para cosechar bajo los cafetos cuando sea posible. Protegen la cosecha principal de contaminación por cerezas caídas anteriormente, e incrementan la eficacia de la recolección. Sólo se pueden utilizar estas esterillas

en terreno plano o levemente inclinado, ya que la fruta rueda de las esterillas cuando el terreno es muy inclinado.

4. Llévase a cabo una selección apropiada durante la cosecha, antes del beneficiado, o en ambos momentos, a fin de eliminar la fruta de inferior calidad, de acuerdo a las necesidades del sistema de beneficiado.
 - Donde es frecuente la marchitez del café o *Phoma*, sólo se puede clasificar manualmente. La clasificación permite eliminar los granos enfermos, inmaduros o demasiado maduros. También se deben separar los granos inmaduros.
 - La clasificación mediante flotación en agua también sirve para separar los granos que tienen una o más semillas enfermas, algunos granos atacados por la broca y granos que se han secado en el árbol, ya que éstos flotan, cuando se trata de una mezcla de granos maduros e inmaduros, que se hunden. Se ha demostrado que la carga microbiana superficial se reduce agitando brevemente las cerezas en el agua, aunque es cuestionable que este sistema reduzca el riesgo de contaminación del grano de café por OTA.
5. Establézcanse rutinas claras para el beneficiado y la manipulación de los productos secundarios de la clasificación o separación en el sistema de producción.
6. El café que ha estado en contacto con el suelo del cafetal durante un tiempo más prolongado de lo establecido, se debe recoger y destruir.
7. Hay que asegurarse de que el café cosechado se elabore sin demora. Una función importante de la gestión es la coordinación de las actividades de la cosecha con las del beneficiado. En general, es mejor dejar los granos en el cafeto unos días que cosecharlo y dejarlo en espera del beneficiado.

4.3 La elaboración después de la cosecha

Es muy diferente la maduración y el secado de las cerezas en el cafeto que después de la cosecha. El fruto del café, a diferencia de otros tipos de fruta, no tiene capacidad de latencia, una vez recogido el fruto su transformación y decadencia se aceleran. A partir de los medios disponibles para controlar el beneficiado, el período de postcosecha se caracteriza por dos fases distintas, unidas por una fase de transición.

En la primera fase, de gran humedad, iniciada con la cosecha, el producto está en un estado inestable y sólo se puede contener la descomposición promoviendo la formación de microorganismos contrarios, limitando el oxígeno y el tiempo de permanencia en este estado.

En la última etapa, la de menor humedad, iniciada en la última parte del secado y prolongada durante el tostado, el producto está en condiciones estables y se controla evitando que el café se humedezca de nuevo.

La descomposición puede evitarse durante la transición entre las dos etapas mencionadas limitando el tiempo de esta etapa, ya que hay suficiente humedad para que se desarrollen organismos mesofílicos y xerofílicos que promueven la descomposición, pero no para

que se produzcan organismos hidrofílicos, que combaten a los anteriores, y la ventilación es una parte indispensable en el secado.

En el beneficiado húmedo la etapa de mayor humedad debe prolongarse y controlarse mediante fermentación, pero en general se debe tratar de reducir la duración de la fase de gran humedad.

La fase de transición es la menos estable y la más difícil de prever. En este período, algunos microbios hidrofílicos, cuya inocuidad es conocida, son sustituidos por otros mesofílicos, capaces de producir OTA. Cabe señalar, no obstante, que muchos organismos inoocuos pueden deteriorar la calidad del café. Muchas veces no es posible secar el café con rapidez cuando la cosecha coincide con una temporada lluviosa o hay una gran humedad ambiental, por lo cual es necesario tomar medidas para incrementar todo lo posible el secado cuando las condiciones son desfavorables (véase secado).

Después del secado, en un momento determinado ya no se pueden producir microorganismos porque el producto tiene poca humedad, lo que anuncia la conclusión del beneficiado.

Suele atribuirse una buena calidad a diversos aspectos del beneficiado, lo que determina en parte el valor comercial del café. Estas relaciones no están comprobadas mediante comparación objetiva con otras opciones pero dado que se toman en cuenta, es necesario estudiarlas. Un mercado racional necesita este tipo de información para premiar las prácticas que demuestren favorecer la inocuidad o la calidad en general. Los recursos y la atención invertidos en actividades que no producen beneficio, desvían la atención de otras cuestiones más importantes, en el mejor de los casos.

Anteriormente, la fermentación y el secado al sol se consideraban esenciales para dar una buena calidad al café, pero ahora esta idea se discute debido a la difusión de las lavadoras y secadoras mecánicas. Algunos trabajadores recomiendan que el café en pergamino se proteja de un secado rápido al sol de mediodía en las primeras etapas, pero en muchas partes no se aplica este principio.

4.3.1 El beneficiado húmedo

El beneficiado húmedo requería cerezas de madurez uniforme, pero la nueva tecnología permite tratar cerezas inmaduras junto con las cerezas maduras. El producto principal del beneficiado húmedo es el café en pergamino, y el secundario es el café en cereza.

Este café en cereza beneficiado en seco se obtiene de las cerezas separadas (granos vanos y *mbuni*) de la principal cadena de producción, antes del despulpado, de acuerdo a defectos característicos o incompatibilidad con la tecnología de elaboración del pergamino. Por lo común se desatiende mucho la cadena de elaboración secundaria de menor valor, pero no debería ser así ya que este producto también se destina al consumo humano. El análisis ha demostrado que este producto, si no se cuida, puede presentar una gran contaminación por OTA. Las cerezas separadas pueden tener muchos defectos, algunos de los cuales, de acuerdo a la información de algunos estudios de los defectos, se asocian a un mayor riesgo de contaminación por OTA en comparación con los granos sanos producidos en el mismo lote.

La descomposición del pergamino se combate mediante fermentación, para limitar la presencia de oxígeno y promover la producción de microorganismos competitivos durante la degradación del mucílago, a fin de poder lavar el grano y secarlo, o mediante

eliminación mecánica del mucílago para secarlo de inmediato. Una tercera opción es una reciente innovación que permite secar enseguida el pergamino despulpado sin eliminar el mucílago (*descascado o cereja descascado*).

A través de un amplio muestreo se ha visto que los residuos del despulpado no promueven la formación de hongos productores de OTA, aunque sí promueven la formación de bacterias y levaduras cuyos ácidos pueden dañar el equipo. Es necesario aplicar programas adecuados de limpieza para controlar las fuentes adicionales e innecesarias de contaminación y proteger el equipo. Asimismo, se puede reciclar el agua, utilizada para despulpar, en otros ciclos de despulpado. El depósito más grande de hongos productores de OTA en el beneficiado húmedo es el fruto mismo del café, comprendido el grano.

Desde hace mucho tiempo se considera que incluir la piel, cerezas inmaduras machacadas, y cerezas sin despulpar y de menor tamaño en la fermentación y el secado del pergamino repercute mucho en la calidad. Estas consecuencias podrían plantear un riesgo de producción de OTA, pero hay pocos datos que confirmen su influencia determinante en la concentración de OTA, cuando su frecuencia es aceptable desde el punto de vista de la calidad en general.

Con base en la rapidez con que se forma moho en los granos desnudos o quebrados se observa que el pergamino protege contra la formación de moho cuando hay humedad. Aunque esto no significa que esta contaminación en general produzca OTA, es evidente la necesidad de tomar medidas de precaución. Se producen muchos más granos desnudos o quebrados en las lavadoras mecánicas que usan poca agua y en las despulpadoras más elementales, por lo cual es necesario prestar especial atención cuando se usa esta maquinaria.

1. Todo equipo, sin importar lo elemental que sea, necesita mantenimiento regular. El mal funcionamiento del equipo puede retardar el beneficiado y comprometer la calidad e inocuidad del café. Además de la limpieza y el mantenimiento regular durante la cosecha:
 - Al concluir el beneficiado, todo el equipo se debe limpiar a fondo y lubricar según corresponda, y protegerlo contra el agua, el polvo y los residuos durante la temporada de inactividad. También es el momento para sustituir las piezas necesarias y hacer reparaciones. Hay que verificar el desgaste de las superficies despulpadoras.
 - Al reanudar las actividades, todo el equipo se debe limpiar, armar de nuevo, lubricar donde corresponda, y revisar, y supervisar la instalación, las juntas, y el suministro de electricidad y de agua. Se debe probar la integridad operacional antes de usar la maquinaria, para tener tiempo de hacer las reparaciones necesarias si hicieran falta.
2. Adóptense criterios de aceptabilidad para cada elemento importante del beneficio y atribúyanse funciones claras al personal, a fin de asegurar que esos criterios se cumplan. El despulpado es una actividad decisiva en el beneficiado húmedo y se debe garantizar su óptimo desempeño. Puede ser necesario capacitar a los trabajadores. A continuación se proporciona orientación para este fin:

- Calidad de las cerezas que son el insumo: ¿cuál es la proporción máxima aceptable de cerezas inmaduras o demasiado maduras, o que se han secado en el cafeto (si no se utiliza un sifón)? ¿cómo se calcula la proporción de cerezas inmaduras y demasiado maduras? ¿A quién corresponde supervisar este aspecto y con qué frecuencia? Prescribir medidas de reparación para los casos en que se rebasan las normas.
 - Calidad del despulpado I: ¿Qué proporción de cerezas sin despulpar y de granos fragmentados se aceptan en el beneficiado? ¿En qué forma y con qué frecuencia se supervisa la cantidad de estas categorías? ¿Qué medidas de reparación se justifican por las consecuencias del beneficiado de estas categorías? ¿Sería eficaz económicamente aplicar medidas para incrementar la uniformidad de tamaño del insumo? Prescribir medidas de reparación para los casos en que se rebasan las normas.
 - Calidad del despulpado II: ¿Están eliminándose con eficacia las pieles? ¿En qué forma y con qué frecuencia se necesita supervisión? ¿Cómo se investiga la causa de una eliminación deficiente de la piel: suministro inadecuado de agua, obstrucción de la circulación del agua, desgaste de la superficie del elemento despulpador? Prescribir medidas de reparación para los casos en que se rebasan las normas.
 - Una vez establecido un plan de este tipo, algunas medidas pueden resultar ineficaces, demasiado estrictas o demasiado generales. Podrían registrarse las diversas estimaciones de la supervisión, así como la calidad e inocuidad del producto, para incrementar la eficacia del beneficiado.
3. Aunque no se ha demostrado que el agua de mala calidad promueva la contaminación por OTA, el café es un alimento y debe elaborarse con agua limpia. De ser posible debe utilizarse agua de pozo o de manantial. Se ha notificado que el agua turbia deteriora las propiedades organolépticas del café en el beneficiado húmedo.
 4. La mejor fermentación para desprender el mucílago lo necesario para lavar el café es la más breve. Establézcase la forma y el momento de ensayo y evaluación de la fermentación. Ésta puede contribuir a la calidad del café, pero su objetivo principal es eliminar el mucílago. La velocidad de fermentación puede variar de acuerdo a la especiación del inóculo y el nivel (de la cereza que se introduce), así como a la temperatura ambiente.
 5. Vigilar la presencia de moscas de la fruta y tomar medidas para combatirlas si se propagan en exceso. En general son portadoras de microorganismos presentes en los alimentos, pero una infestación tupida puede desequilibrar la fermentación.
 6. Tener un programa paralelo para el beneficiado en seco del café en cereza secundario, y no permitir que se controle "por defecto". Mantener instalaciones separadas para el café en cereza que se está secando, y aplicar buenas prácticas de secado (véase abajo) para este producto.
 7. Establecer criterios para juzgar la eficacia del lavado y una rutina para aplicar esta medida de control, y verificar si está bien controlado el uso de agua y reducido al mínimo.

- Cantidad de productos secundarios que no sean de café que quedan después del lavado.
- Cantidad de granos rotos, quebrados y desnudos después del lavado.

A continuación se comentan la gestión del secado y del patio de secado.

4.3.2 El beneficiado seco

En el beneficiado seco se seca toda la cereza con o sin medidas previas de selección o separación. Entre las variaciones regionales está mantener el café cosechado en sacos, cúmulos o capas gruesas que no se remueven, antes de extenderlo para secar y abrir la cereza con medios mecánicos, como el despulpado, pero donde el pergamino y la piel se secan como masa sin separar.

Es necesario insistir en que para obtener buenos resultados, el secado de la cereza, aunque sea sencillo, necesita de la aplicación de buenas prácticas y medidas de gestión tanto como el método húmedo, que es más complicado.

En el beneficiado seco hay que eliminar casi el doble de agua en el patio de secado por kilogramo de café que en el beneficiado húmedo. Asimismo, las cerezas enteras protegen más el grano. Abrir las cerezas es una medida "poco tecnológica" para reducir el tiempo de secado sin aumentar demasiado los costos de elaboración, como en el beneficiado húmedo. Si esta medida no se lleva bien a cabo, el daño físico producido al grano puede propiciar la contaminación de moho en el grano interno y el riesgo asociado de contaminación por OTA, además de pérdida de calidad.

Una variación muy importante del método acostumbrado de presentar cerezas maduras a la unidad de beneficiado es permitir que la mayor parte de la fruta se seque en el cafeto. Los resultados indican que este método puede producir café inocuo y de buena calidad en las regiones donde la temporada de cosecha es relativamente seca. Su eficacia disminuye el costo de la cosecha al permitir la recogida de una pasada, a la vez que se reduce al mínimo la cantidad de granos inmaduros en el producto.

Estudios sobre el terreno han demostrado que con frecuencia las cerezas recogidas se mantienen de tres a siete días en sacos o apiladas, sobre todo entre los pequeños productores. En estas condiciones se experimentan elevadas temperaturas y la fermentación se acelera, en forma diferente que la fermentación utilizada en el beneficiado húmedo.

Los estudios directos realizados no han demostrado en forma irrefutable que esta práctica sea inaceptable, pero es evidente que este procedimiento no está sometido a control y en ocasiones se han registrado resultados alarmantes de la misma. Por esto se recomienda que una vez cosechada, la cereza fresca no se mantenga sin extender enseguida para secarla. Además, la demora antes del beneficiado a menudo deteriora considerablemente la calidad del café.

El beneficiado húmedo también produce una cantidad de café en cereza (véase arriba), que no es el mismo que el café en cereza de la cosecha principal. En general esta cereza se obtiene de 1) granos vanos, donde un sifón elimina la cereza madura que flota en el agua de la cosecha principal y se combina con elementos clasificados manualmente (granos inmaduros o demasiado maduros); 2) "mbuni", en las regiones donde la marchitez del café es endémica no se suelen utilizar sifones, de modo que en la cosecha

principal hay granos vanos, que son cerezas visiblemente enfermas, inmaduras y demasiado maduras, secas en cereza.

En algunas regiones las cerezas maduras se seleccionan y se secan. Casi en todas las regiones, especialmente después de varios años en los cuales los precios son muy bajos, en la producción de café se utiliza la cosecha general, con separación por flotación. Cuando se acostumbra cosechar el café que ya se ha secado en el cafeto, debería utilizarse la flotación para separar las cerezas secadas en el árbol y evitar que se humedezcan de nuevo en el patio de secado al mezclarse con otras cerezas frescas. Incluso cuando las cerezas están uniformemente maduras, la frecuencia de los granos defectuosos se puede reducir en la cosecha principal eliminando los granos vanos. El análisis de los defectos ha revelado que algunos se asocian a elevados niveles de contaminación por OTA, por lo cual la reducción de los niveles de defectos *en algunos casos* puede ser una importante medida para combatir la formación de OTA.

1. El equipo principal de secado es: la superficie sobre la cual se seca el café, las secadoras mecánicas (cuando se utilizan), las cubiertas y rejillas, así como las instalaciones de separación por flotación, en algunos casos.
 - Al concluir el beneficiado, todo el equipo se debe limpiar a fondo y lubricar según corresponda, protegerlo contra el agua, el polvo y los residuos durante la temporada de inactividad. También es el momento para sustituir las piezas necesarias y hacer reparaciones.
 - Al reanudar las actividades, todo el equipo se debe limpiar, armar de nuevo, lubricar donde corresponda, y revisar, y supervisar la instalación, las juntas, y el suministro de electricidad y de agua. Se debe probar la integridad operacional antes de usar la maquinaria, para tener tiempo de hacer las reparaciones necesarias si hicieran falta.
2. Debe hacerse una selección o aplicar el sistema de flotación para eliminar las cerezas enfermas o dañadas del volumen principal que se está elaborando.
3. Cuando se cosecha selectivamente, aplíquese el método de flotación para separar las cerezas maduras de las inmaduras.
4. Establézcanse medidas para coordinar las actividades de la cosecha con la disponibilidad de las instalaciones de secado y para que no sea necesario retrasar el beneficiado una vez que las cerezas llegan al beneficio.

A continuación se trata la gestión del secado y del patio de secado.

4.4 Secado del café

Estrictamente hablando, el secado del café forma parte de la elaboración de este producto, pero aquí se trata por separado porque es conveniente contemplar al mismo tiempo el secado de la cereza y el pergamino. En los sistemas biológicos las relaciones del agua son un ámbito muy complicado e importante para el control de la calidad e inocuidad de los productos. Se ha dedicado un gran esfuerzo a entender todos los aspectos del secado, el control del secado y la medición del contenido de agua, y existe mucha información y datos que se presentan en la bibliografía.

En todo el mundo la mayor parte del café se seca al sol sobre algún tipo de superficie expuesta preparada, como tablas cubiertas con una red de alambre, esterillas de bambú o de henequén, terrazas de cemento o de tabique, tierra compactada, mantas de plástico o de lona, o redes de pesca. También se aplica el secado mecánico después de un primer secado al sol hasta dejar un contenido de humedad de alrededor del 40%. Pocas veces se utilizan secadoras solares, pero en algunas regiones es relativamente frecuente encontrar *parabólicos* y Maquesina. El valor de este sistema depende mucho de las condiciones del clima.

En el período de secado (nivel de humedad/días) se pueden distinguir tres momentos: un período inicial de desfase, un período de cambio máximo y una fase de desaceleración. El café en cereza tiene un período de desfase de uno a tres días, en el cual el nivel de humedad cambia poco en comparación con el período de desfase, de un día o menos, en el secado del pergamino. Los hongos que producen la OTA están en desventaja competitiva en estas condiciones de humedad.

La siguiente fase es lineal y su pendiente depende primero que nada de las condiciones de secado, y en segundo lugar de la tecnología del patio de secado. La cereza y el pergamino, en condiciones idénticas, se secan a la misma velocidad máxima. Éste es el período más favorable para que prosperen los hongos productores de OTA.

Conforme se va secando el café, el agua que queda está herméticamente contenida en la semilla y disminuye la velocidad del secado, con lo cual se produce un período de secado muy lento. Cuando hay estos niveles de humedad pueden producirse algunos hongos, pero no los que producen la ocratoxina A.

Para que se produzca la OTA tienen que darse condiciones favorables al desarrollo de uno o más de los hongos capaces de producir esta toxina, durante un período suficiente. La condición esencial es la presencia de agua: humedad excesiva (nivel de agua alrededor de 0,95), donde prosperan los hongos hidrofílicos de rápido crecimiento, así como las levaduras, estos organismos prosperan y reprimen a los hongos que producen la OTA; en condiciones demasiado secas (nivel de agua inferior a 0,80) los hongos que producen la OTA no pueden producir la toxina; en condiciones todavía más secas (nivel de agua inferior a 0,78 o 0,76), no pueden desarrollarse. En el patio de secado el objetivo es reducir al mínimo el período que el café pasa en el margen de humedad propicio para el desarrollo de los hongos productores de OTA. Se ha demostrado que es posible lograr cinco días o menos en este margen, con buenos resultados para evitar la acumulación de OTA.

Cuando el café se humedece de nuevo las consecuencias pueden ser más graves que cuando el secado es lento. Si los granos contienen un nivel de contaminación, éste puede aumentar en biomasa durante el período de secado, de modo que a mayor biomasa el micelio está en condiciones de crecer aceleradamente y producir OTA, si las condiciones de desarrollo son propicias.

Datos recientes confirman que el contenido de humedad máximo aceptable (12% y 13% de nivel de humedad para el pergamino y el café en cereza secos) protege el café del crecimiento de productores de OTA e incluye un considerable margen de seguridad. Esta afirmación se basa en el estudio de la relación entre la actividad del agua y el nivel de humedad, incluido en más de 2 000 muestras de muchas fuentes diversas, lo que revela que el contenido de humedad de la cereza de robusta y del pergamino de arábica de alrededor del 18% y 16%, respectivamente, corresponde a una actividad del agua

promedio de 0,76, que es el mínimo necesario para que se desarrollen los organismos productores de OTA. Los datos indican que, con un nivel de seguridad del 99%, esta cifra se convierte en alrededor del 13% para ambos. Cabe señalar que la relación de la actividad del agua y el nivel de humedad se determinó sólo por desorción, y es previsible que varíe ligeramente un isoterma de sorpción.

Esta relación entre la actividad del agua y el nivel de humedad se confirma a través de experimentos de almacenamiento en los que se ha verificado una moderada rehumidificación con graves consecuencias. Sin embargo, un lote de café que contenga más humedad es inherentemente menos estable que uno con menos humedad, y el contenido de humedad recomendado no es difícil de lograr casi en todas las regiones productoras.

En los diferentes climas el secado presenta problemas distintos, y la idoneidad del equipo sólo puede evaluarse a la luz del clima que prevalece durante la cosecha. Esto también dificulta la formulación de recomendaciones de aplicación general. Muchos estudios reproducidos correctamente revelan que las diferencias en el equipo de secado producen una variación muy reducida en la velocidad del secado, pero que ésta varía mucho de acuerdo al uso del equipo y a las condiciones meteorológicas predominantes durante el secado. Es positivo para toda operación mantener un registro de las actividades y sus consecuencias. Esta información sirve para mejorar la práctica o identificar lotes que puedan haber experimentado condiciones en particular negativas de secado y que puedan considerarse en peligro.

El secado mecánico acostumbra utilizarse como complemento del secado al sol, y se aplica al final del secado para hacer más espacio en el patio, pero en algunas regiones se utiliza mucho como principal método de secado. Casi todos los tipos de secadoras disponibles se controlan a través de dos parámetros: la duración y la temperatura. El principal problema del secado mecánico es un exceso de temperatura que produce granos negros de los granos inmaduros y exceso de secado, con lo que el productor pierde valor por pérdida de peso.

El objetivo del secado es eliminar el agua de la semilla en la forma más eficaz, a fin de estabilizar el producto y conservar su calidad.

1. Ubicar el patio de secado donde reciba más sol y viento. En el secado al sol, éste aporta la energía de la evaporación del agua de los granos de café, y la circulación del aire acelera el proceso. El patio de secado debe situarse donde ambos elementos abundan, no haya zonas de sombra ni bajas.
2. Utilizar una superficie adecuada al clima y al producto que se produce.
 - En pruebas contiguas las distintas superficies utilizadas han mostrado diferencias en la velocidad del secado, pero suelen ser pequeñas y no constantes.
 - El café en pergamino se contamina más fácilmente, por lo cual sólo se deben utilizar superficies que se puedan limpiar y drenar con facilidad.
 - Estas pruebas no descalificaron el uso de algún tipo de superficie, pero todas revelaron ventajas y desventajas. El suelo no se recomienda en las zonas lluviosas, y las superficies impermeables, como el plástico, se ha

observado que "sudan" debajo de la capa de café y promueve el desarrollo de mohos en la superficie. En regiones de clima húmedo o lluvioso, es necesario tener en cuenta el imperativo práctico de que el café tenga que cubrirse frecuentemente y volver a extenderse, una vez seca la superficie.

3. Planifíquese la cosecha de acuerdo a la capacidad de beneficio y del patio de secado, y al tiempo promedio de permanencia para que se seque el café. Se recomienda planificar para casos de contingencia ya que puede haber mal tiempo y aumentar el tiempo de permanencia del café en el patio de secado.
4. El café colocado en el patio de secado se debe cuidar para aprovechar al máximo las condiciones predominantes, por una parte, y evitar posibilidades negativas que pueden presentarse en cualquier actividad al aire libre. Los parámetros principales para controlar este proceso son:
 - Mantener separadas las diferentes categorías y las cosechas de días distintos, y utilizar un sistema de etiquetado para evitar confusiones.
 - No se debe secar el café en capas gruesas. La carga óptima para secar al sol es aproximadamente la misma para el pergamino y el café en cereza, de 25 a 35 kg/m² cuando el producto está fresco. Esto corresponde a una capa de 3 y 5 centímetros de espesor, respectivamente.
 - Cuando las condiciones de secado son mejores (poca humedad, buena circulación del aire e intensidad del sol), se pueden extender capas más gruesas: en un clima nublado, húmedo y sin viento, es mejor extender capas más delgadas. En las distintas regiones se pueden aplicar normas diferentes de acuerdo a las diferencias del clima.
 - Una vez relativamente seco el café, en promedio un día entero para el pergamino y tres para la cereza, por la noche el café se amontona y se cubre. Cuando está plenamente húmedo puede haber pérdida de humedad durante la noche y si se cubre podría producirse condensación. Esto impide que el café vuelva a humedecerse por el rocío o la lluvia.
 - Durante el día, si es posible hay que dar vuelta a la capa de café cuatro veces. Aunque es difícil demostrar que rastrillar el café más de una vez al día reduce el tiempo de secado, se ha observado que mantener el café sin moverlo permite que se cubra de moho.
 - Tómense medidas para evitar que los animales de la finca tengan acceso al café. El café es un alimento y no debe exponerse a agentes comúnmente encontrados sobre y dentro del ganado, y también debe evitarse la introducción de agua en el café que se está secando.
 - Vigílese la presencia de la broca en patio de secado y supervísese con regularidad mientras se seca la cereza. La concentración de cerezas puede atraer a hembras de la zona circundante y la cosecha puede sufrir más daños mientras se seca. Conviene instalar trampas de alcohol alrededor del patio para combatir este insecto.

- En clima lluvioso conviene estar preparados para proteger de la lluvia el café que se ha secado completa o parcialmente. La rehumidificación persistente puede producir un café inadecuado. El café en cereza que ha estado en el patio menos de unos tres días no sufrirá grandes repercusiones si se humedece de nuevo, pero el café en pergamino siempre debe protegerse.
 - Es recomendable establecer una rutina, un método estándar para evaluar cuánto se ha secado el café antes de secarse por completo (<13% o <12% de humedad para el café en cereza y pergamino, respectivamente). Como orientación, y teniendo presente que un exceso de secado no es conveniente para el productor, el lote primero se debe evaluar dos o tres días antes de que esté previsto que haya terminado de secarse. La humedad se debe evaluar de nuevo por lo menos una vez al día, según las condiciones de secado. Se recomienda tomar una muestra de distintas partes del lote incluyendo cualquier parte del mismo que reciba sombra.
 - Para hacer esta evaluación suelen dar buenos resultados los métodos tradicionales, como remover el café o sacudirlo, pero la humedad se debe medir con instrumentos más seguros, que pocas veces están disponibles en las fincas. Cuando se usa un medidor es imperativo que la persona que lo utilice esté bien capacitada y que se calibre el instrumento por lo menos una vez al año, de preferencia justo antes de la cosecha.
5. Organícense las actividades que se llevarán a cabo en el patio de secado. Se recomienda garantizar que los trabajadores estén capacitados para las tareas que van a desempeñar. Téngase lista una referencia de lo que se debe hacer. Deléguese con claridad las responsabilidades y asegúrese que se registre el cumplimiento de las tareas básicas a fin de que, en caso de ausencia de la persona designada, la tarea se lleve a cabo. Casi ninguna finca puede permitirse tener un grupo o una persona para dedicarse en exclusiva a supervisar las operaciones de secado, a fin de facilitar la comunicación entre los trabajadores y garantizar la mejor ejecución posible.
 6. Una vez seco, almacénese el producto en sacos limpios de henequén en condiciones adecuadas de almacenamiento (véase abajo). Es correcto almacenar las cerezas secas o el café en pergamino seco ("*en casca*" o "*en pergamino*"), especialmente si se tiene la intención de mantener el producto en la finca durante algún tiempo.
 7. Después de la cosecha, limpiar y proteger la superficie y el equipo de secado como corresponda. Antes de que se inicie el secado, revisar, reparar, limpiar y poner en marcha el equipo, y el almacén de la finca u otro almacén. Esto incluye objetos fácilmente pasados por alto como canastas, lonas, rejillas, barriles, sacos, cuerda para coser, etc. Elaborar una lista.

4.5 Manipulación y comercialización local del café en cereza y pergamino

La manipulación del café en el comercio local varía mucho en los distintos países productores, tanto respecto a la estructura de la cadena como a la ejecución de las funciones. Estas funciones incluyen varias operaciones de valor agregado, como la

eliminación de los tejidos de la fruta que quedan adheridos, la limpieza, clasificación, selección (por tamaños), vuelta a ensacar y en ocasiones vuelta a secar. También incluye el almacenamiento y el transporte. En general se comercia el café en grano verde.

Durante este período el café tiene que estar protegido para que no se degrade, no se vuelva a humedecer ni contamine y se debe mejorar mediante clasificación y limpieza. La venta y el envío al torrefactor concluyen esta etapa de la "cadena del café".

Una vez almacenado el café seguirá secándose si el aire es más seco que el café (humedad relativa inferior a un 60%), pero si el medio ambiente es más húmedo que el café (humedad relativa de más del 80%), éste comenzará a absorber agua. Como los períodos de almacenamiento pueden prolongarse durante un tiempo considerable, los cambios que se produzcan, por pequeños que sean, pueden causar problemas. Las posibilidades de que vuelva a humedecerse el café son el paso de humedad desde suelos y muros húmedos, goteras o lluvia impulsada por el viento, inmovilidad del aire y la mezcla de café seco con café húmedo. Todos estos aspectos se pueden controlar siguiendo buenas prácticas en instalaciones adecuadas, además de realizar una supervisión de rutina para diagnosticar e intervenir para resolver un problema antes de que se produzcan consecuencias.

El contenido de humedad es el principal parámetro para ponderar la posibilidad de almacenar el café y es parte importante de la evaluación del estado de un lote de café. Pocos productores tienen instrumentos para medir la humedad, habituados a determinar rápidamente el contenido de humedad, pero los comerciantes suelen tenerlos. Los higrómetros hacen una estimación indirecta a partir de las propiedades electrónicas del café y se calibran para una o varias muestras de contenido de humedad conocido (por lo general con el método de secado en horno).

La veracidad depende de varias limitaciones aparte del muestreo, que repercuten en todos los métodos. El café puede diferir considerablemente de un lote a otro, de acuerdo a diferencias fisiológicas y de elaboración, variaciones que producen errores imprevistos en la determinación de la humedad con medidores. Además, el equipo puede descalibrarse por sí solo o con mala intención, y está sujeto a errores de uso por falta de capacitación. El uso de estos instrumentos es muy simple pero no cualquiera lo puede utilizar ni su empleo es trivial.

Aparte del almacenamiento se llevarán a cabo algunas funciones de valor agregado, pero es imposible generalizar quién las desempeña ni cuándo, ya que los distintos sectores a través de los cuales transita el café de la finca al exportador son muy diferentes. El café debe descascararse, tarea que puede corresponder o no al agricultor, puede cambiar de manos varias veces, mezclarse con otros cafés, secarse de nuevo, clasificarse y seleccionarse (por tamaño) de muchas maneras, pulirse, y pesarse ensacado.

El análisis de tipos inferiores de café ha indicado que algunos tipos de defectos pueden presentar un gran contenido de OTA. No se trata en modo alguno de una observación universal y urge seguir investigando para aclarar la relación entre los tipos de defectos y la contaminación por OTA. Mientras tanto, es recomendable aplicar medidas especiales de manipulación para los defectos asociados al riesgo de contaminación por OTA. Debe haber poca tolerancia para esos defectos en el grano verde seleccionado, y los granos seleccionados no se deben mezclar de nuevo con café limpio ni venderse directamente al torrefactor sin análisis directo para determinar la presencia de OTA, con un plan

adecuado de muestro que demuestre su aceptabilidad desde el punto de vista de la salud pública.

El transporte es uno de los aspectos importantes de la cadena del café. De acuerdo a las condiciones de las carreteras y la distancia, el café puede transportarse localmente, pasando por las montañas en motocicletas, vehículos todo terreno, camiones o trenes, o llevarse directamente a los exportadores que están en los puertos. Este último traslado supone un considerable cambio de clima, lo cual requiere medidas adicionales para evitar que el café se humedezca de nuevo.

Todas las partes de la cadena de producción son sensibles, claro está, a las fuerzas del mercado. El mercado local forma parte de la cadena de producción, tal vez la más sensible a los cambios en la demanda. Si hay demanda de café manipulado de acuerdo a recomendaciones de higiene, entonces se aplicarán prácticas para abastecerlo. Esto representa una gran posibilidad de influir en las prácticas a través de mecanismos de reglamentación y no reglamentarios, dato que las autoridades competentes deben tener presente. Una consideración primordial en toda intervención es asegurar que los productores procedan en forma fiable, que garantice la inocuidad de su producto.

Todas las partes interesadas pueden contribuir a la protección del café conforme atraviesa la cadena estableciendo procedimientos para evitar la aceptación de café sospechoso y evitando prácticas que pudieran contribuir a un problema en otro momento posterior. Una vez seco, el café debe protegerse para que no vuelva a absorber humedad, ya sea a través del contacto con agua líquida, por mezclarse con lotes de café húmedo, por absorción de superficies húmedas o aire húmedo o por redistribución del agua en el lote. Los defectos asociados a un contenido elevado de OTA deberían reducirse a niveles aceptables. Otro imperativo es proteger contra la contaminación desde otros materiales.

1. Todos los operadores deberían establecer requisitos mínimos relacionados con las condiciones de higiene del café presentado a la venta, así como un método de evaluación rápida, antes de la compra, para garantizar que el café cumpla con los criterios mínimos aceptables establecidos.
 - En la medida de lo posible, elaborar una lista de proveedores aprobados que acaten las prácticas de higiene recomendadas.
 - Establecer una rutina para evaluar rápidamente el café que se recibe, con un método de muestreo que presente una submuestra representativa del lote de ingreso para determinar el contenido de humedad, los niveles de defectos, una evaluación general de la calidad física e indicios de moho (visuales u olfativos).
 - Utilizar una barra para remover el café de cada saco y combinarlo en una submuestra. El método de muestreo debe tener en cuenta que un lote puede ser una aglomeración o mezcla de café de distintos orígenes, de modo que deben tomarse muestras de cada saco. Una barra es el instrumento más conveniente para formar una mezcla representativa y la uniformidad del lote se debería evaluar por la impresión visual que produce al formarla.

- Si el café se entrega a granel, formar la muestra tomando pequeñas alicuotas con regularidad durante la descarga o con una barra larga especialmente adaptada si las muestras han de tomarse antes de la descarga.
 - Utilizar un higrómetro que reciba buen mantenimiento y esté bien calibrado para estimar el contenido de humedad. Éste permite conocer bien la capacidad de almacenamiento, pero no la manipulación de que ha sido objeto del café.
 - Aparte de los registros básicos de compra y venta, en el que se anotan el peso y los precios, manténgase un registro completo de las evaluaciones, el contenido de humedad, el lugar de origen, y toda la información de las partes posteriores de la cadena (por ejemplo, la calidad en la taza, informes sobre el curado, quejas) de la que se tenga noticia.
 - Mejórense los criterios para la evaluación del café que se recibe a partir de la revisión anual del registro. Equipárense todo lo posible las evaluaciones de recepción con el resultado de evaluaciones más detalladas o específicas. Desde luego, esto es posible en medida muy limitada por la necesidad de unir lotes de café.
2. El diseño y la estructura de los almacenes contribuyen mucho a mantener seco y uniforme el café almacenado. Los almacenes no tienen que ser edificios costosos, pero deben estar bien contruidos:
- El mejor almacén tiene techos altos y una amplia circulación del aire, piso de cemento con barrera de protección contra la humedad, no debe sufrir inundaciones ni siquiera cuando llueve mucho. Es necesario garantizar que el techo y las ventanas estén sellados e impidan el ingreso del agua. De ser posible, canalizar todo suministro de agua alrededor de la zona de almacenamiento para que eventuales problemas de plomería no humedezcan el café.
 - El café almacenado no debe estar expuesto a la luz directa del sol ni debe situarse donde pudiera haber calefacción local capaz de producir variaciones de la temperatura y propiciar el paso de humedad.
 - Si el café se almacena a granel, el sistema más conveniente es construir ex profeso silos con elevadores. Otro sistema menos costoso pero también eficaz es el depósito de tablillas de madera (*tubla*), que no forma parte de los muros externos, fijado por encima del piso. Una puerta de tablillas cortas que se pueden quitar, instalada en rieles, permite introducir y sacar el café.
3. El objetivo de operar un almacén es organizar de la mejor forma este servicio, a fin de evitar la contaminación y la reintroducción de humedad, y facilitar las actividades de recepción, venta y las de valor agregado. La calidad del producto debe conservarse hasta su venta al siguiente participante en la cadena de comercialización.

- Llévase un registro de ingresos para conocer la condición inicial y tiempo de almacenamiento de todas las existencias.
 - Si se utilizan sacos para almacenar, no se deben apilar junto a los muros, sino disponerse en forma tal que el aire pueda circular libremente. Conviene colocarlos en plataformas para evitar que estén en contacto directo con el suelo.
 - Se deberían aplicar programas de limpieza y mantenimiento para garantizar la inspección, limpieza y renovación periódica de los almacenes.
 - En la inspección de las instalaciones también se debe indagar si hay broca del café. Estos insectos sólo pueden sobrevivir cuando el café está demasiado húmedo para almacenarlo, de modo que una infestación de broca indica que hay café húmedo. La solución debería ser erradicar el insecto y corregir el problema de humedad.
 - Muchas actividades, comprendidas las explotaciones agrícolas, necesitan mantener por separado los tipos de café, de modo que deberían planificar el espacio de almacenamiento y el sistema de etiquetado para satisfacer este requisito. Los almacenes de café, incluidos los que tiene la finca, no se deben usar para almacenar materiales no alimenticios que puedan producir contaminación.
 - Si es adecuado para el período de almacenamiento, establézcase una revisión mensual de medición del contenido de humedad de las existencias y proceder en consecuencia. Una posible solución cuando se detecta una absorción inaceptable de humedad del medio ambiente podría ser instalar ventiladores para volver a secar el aire.
4. La limpieza y clasificación del café no debería producir daños al producto, que lo expusieran a contaminación o deterioro, ni introducir una nueva contaminación, y debería garantizar la reducción de materiales no deseados a niveles aceptables, de acuerdo a criterios predeterminados.
- Deberían aplicarse programas de limpieza y mantenimiento para garantizar que las instalaciones y el equipo reciban inspección, mantenimiento y se limpien a fondo con regularidad.
 - Cuando la limpieza y clasificación del café se llevan a cabo en el almacén, es necesario tener en cuenta medidas como la partición de los muros o instalación de ventiladores, a fin de evitar la contaminación del café beneficiado con productos secundarios del mismo, como polvo y otros materiales.
 - Eliminar de la cosecha principal los granos defectuosos. Éstos deben descartarse o seleccionarse antes de incluirlos en la cadena de alimentos para consumo humano. La OTA puede producirse en cualquier clase y calidad de café de cualquier origen, y no se conoce una pauta segura que relacione la presencia de esta toxina con una región, práctica o circunstancia determinada. Sin embargo, la distribución entre las clases de

granos separados del grueso del café no es uniforme y está demostrado que los granos defectuosos y la cáscara (también considerada un defecto) a veces contienen considerablemente más OTA que los granos sanos. De la misma manera, la piel plateada puede contener una cantidad desproporcionada de OTA en comparación con el grano sano. Las autoridades nacionales deberían dar una orientación clara basada en ulteriores investigaciones de la contaminación por OTA de los granos defectuosos.

5. El transporte del café se puede considerar una extensión del almacenamiento del mismo, pero presenta problemas prácticos específicos para cumplir las condiciones de almacenamiento relativas a evitar que el café se humedezca de nuevo, absorbiendo la humedad de cualquier fuente, mantener la uniformidad de la temperatura y evitar la contaminación de materiales extraños no alimentarios.
 - Cuando corresponda, los operadores deberían elaborar una lista de proveedores aprobados del servicio de transporte, que trabajen en forma congruente con las buenas prácticas de higiene para el transporte del café.
 - Revisar que en el vehículo no haya residuos de cargas anteriores, ni huecos que pudieran permitir el ingreso de agua o de las emisiones del escape. Préstese especial atención al piso y alrededor de las ruedas, ya que por las llantas podría entrar agua a la carga, de la carretera o de la lluvia.
 - El mantenimiento regular del vehículo tiene particular importancia ya que una descompostura podría dar lugar a una exposición imprevista al aire libre.
 - Mientras más prolongado sea el tiempo de transporte, más importante es la condición del vehículo o contenedor, y los requisitos para su uso.

4.6 Transporte internacional

El café sólo se transporta del productor a los países consumidores en granel, sobre todo en contenedores con capacidad para de 18 a 22 toneladas, según que el café se cargue en sacos o a granel. Incluso el café bien seco en estos volúmenes contiene una gran cantidad de agua que, mientras permanezca bien distribuida, no causa problemas. Pero las fluctuaciones de la temperatura pueden producir condensación y humedecer de nuevo el café, y una elevada temperatura puede hacer que la humedad se redistribuya y propiciar la producción de hongos.

1. Las zonas de carga y descarga deberían estar cubiertas para proteger el café de la lluvia.
2. Garantícese que el café destinado a la exportación esté uniformemente seco y con un nivel de humedad por debajo de 12% con relación al peso. Verifíquese que el café no contenga materia extraña ni un exceso de granos defectuosos, de acuerdo a la clasificación.
3. Revísense los contenedores vacíos para confirmar que no queden residuos de cargas anteriores ni humedad. Verifíquese que no tengan daños estructurales evidentes que pudieran agravarse durante la carga al barco. Verifíquese si hay

daños estructurales menores que, de todas formas, pudieran permitir el ingreso de agua.

4. Cárguese el café de preferencia a granel en un revestimiento de plástico que se pueda sellar, con cuidado de que este revestimiento esté a buena distancia del techo del contenedor.
5. Si se van a utilizar sacos, almacénense atravesados para que estén bien apoyados y no se formen columnas verticales vacías (chimeneas). Cúbrase la capa superior de los sacos con cartón pesado para que absorba cualquier condensación que pudiera formarse a pesar de las precauciones tomadas. A veces también se utilizan envases de gel de sílice para absorber la humedad del medio ambiente. No está comprobada su eficacia y debe garantizarse que el gel de sílice no contamine el café.
6. Las mejores condiciones de embarque del café son un lugar protegido en el barco, que no reciba directamente el sol para evitar que el contenedor se caliente.