

## CÓDIGO DE PRÁCTICAS PARA PREVENIR Y REDUCIR LA CONTAMINACIÓN DE OCRATOXINA A EN EL PIMENTÓN

### 1. INTRODUCCIÓN

La ocratoxina A (OTA) es un metabolito fúngico tóxico clasificado por el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (CIIC) como posible carcinógeno humano (grupo 2B). El Panel Científico de Contaminantes en la Cadena Alimentaria de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) ha evaluado el riesgo por la ingesta de OTA en alimentos<sup>1</sup> y ha establecido una Ingesta Semanal Tolerable (IST) de 120 ng/Kg<sub>pc</sub>·día.

La OTA se produce cuando se dan las condiciones de actividad del agua, nutrientes y temperatura necesarias para el crecimiento de hongos de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*. La contaminación por OTA puede ocurrir durante el cultivo y, debido a su estructura química, se muestra estable durante el almacenamiento y resiste, generalmente, a los procedimientos de transformación industrial. La principal variedad comercial de pimiento que se produce y comercializa es *Capsicum annuum*.

Después de la recolección se selecciona la cáscara, se lava (opcional en esta etapa), se seca (al sol o en secaderos de aire caliente), se almacena y se comercializa. El contenido de humedad y la temperatura de la cáscara se han de mantener bajos para prevenir la formación de OTA.

El objetivo de esta guía es orientar hacia unas buenas prácticas de higiene para prevenir y reducir el contenido de OTA en pimentón, hasta alcanzar los niveles más bajos posibles (principio ALARA), aportando, de manera adicional, información práctica que ayude al sector implicado en el cumplimiento de los límites máximos establecidos en la legislación<sup>2</sup>.

### 2. DEFINICIONES

El pimentón es el producto seco obtenido de la molienda de los frutos seleccionados, sanos y limpios, de diversas variedades rojas (y en este caso dulces) del género *Capsicum* (pimiento).

### 3. ELABORACIÓN DEL PIMENTÓN

El proceso de elaboración tradicional se describe en la Figura 1.

El rendimiento medio del proceso respecto al producto fresco es inferior al 15% (en torno al 5-10 kg de pimiento fresco para obtener 1 kg de cáscara). En el global del proceso de elaboración se pierde un 5-6% de producto en polvo.

<sup>1</sup> [Opinion of the Scientific Panel on contaminants in the food chain \[CONTAM\] related to ochratoxin A in food](#). *The EFSA Journal* (2006) 365, 1 – 56

<sup>2</sup> [Reglamento \(UE\) 105/2010 de la Comisión, de 5 de febrero de 2010](#), que modifica el Reglamento (CE) 1881/2006, por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios por lo que se refiere a la ocratoxina A

La aplicación de técnicas de análisis de peligros y puntos de control críticos (APPCC) durante las etapas de producción, secado, transporte, elaboración y almacenamiento son indispensables para prevenir el riesgo de un alto contenido de OTA en el pimentón.

Es también preceptivo tener un control de trazabilidad y diferentes registros que garanticen la correcta aplicación del APPCC.

## 4. PRÁCTICAS RECOMENDADAS

### 4.1 ANTES DE LA COSECHA

En áreas geográficas donde las condiciones climáticas son favorables para la contaminación por hongos productores de micotoxinas (temperatura templada y humedad alta), se deben aplicar fungicidas autorizados, especialmente durante la maduración del fruto, teniendo en cuenta los límites máximos de residuos (LMRs) vigentes en la Unión Europea ([Reglamento \(CE\) nº 396/2005](#)) y el correspondiente factor de procesado debido a la desecación, que es de 5-6, aunque se estima que puede llegar a alcanzar un valor de 10.

En tanto que los hongos formadores de ocratoxina A están presentes en la tierra, no existen evidencias que infecten la materia prima cuando todavía está en la planta. No obstante, y aunque sea poco probable, podría darse esta situación como sucede en ocasiones en otros cultivos como el café.

Las prácticas agrícolas recomendadas para evitar la formación y la presencia de esporas de hongos productores de OTA en el pimiento son:

a) Aplicación con regularidad de buenas prácticas agrícolas (BPA) en el momento apropiado, tales como eliminar la maleza, mejorar la textura y aireación del suelo, podarlos, aplicar fertilizantes y una correcta irrigación. Elegir un suelo con buen drenaje para evitar la acumulación del agua de riego.

b) La utilización de fungicidas de suelo (metam-sodio, cloropicrina, 1,3-dicloropropeno, etc.<sup>3</sup>) en las tareas de preparación del suelo de cultivo puede ser beneficiosa para reducir la carga de esporas de hongos productores de ocratoxina A. En la siembra, utilizar semillas desinfectadas para prevenir hongos e insectos y elegir bien la época de siembra de forma que la recolección del pimiento tenga lugar en la estación más seca; esta buena práctica es esencial en zonas con clima más húmedo y cálido.

c) También es fundamental el empleo de productos fitosanitarios, cuando las condiciones lo exijan, de manera que se minimicen los daños en los frutos que puedan favorecer la entrada y el desarrollo de hongos, como por ejemplo, a través de las galerías abiertas por orugas. Establecer una adecuada densidad de plantación y evitar la proliferación de malas hierbas durante el desarrollo plantar.

<sup>3</sup> Debe comprobarse previamente si la legislación del país donde se apliquen estos productos permite su utilización.

- d) No emplear riego por aspersión durante el periodo de floración. Esto podría aumentar las tasas de dispersión normal de esporas e incrementar las posibilidades de infección de los frutos con hongos productores de OTA.
- e) No utilizar residuos orgánicos no tratados durante el cultivo que podrían permitir la proliferación de hongos productores de OTA.
- f) Limpiar y desinfectar las herramientas utilizadas durante el cultivo.
- g) Aplicar una adecuada rotación de cultivos para regenerar el suelo.

## 4.2 DURANTE LA COSECHA

Es importante recolectar los pimientos en el punto de maduración óptima, que es cuando presentan su máxima intensidad de color, lo que indica mayor contenido de pigmentos naturales y el menor contenido en agua.

El personal que participe en las tareas de recolección debe estar convenientemente formado en prevención de la contaminación por micotoxinas, y durante la recolección debe hacerse una selección adecuada de los frutos, descartando aquellos que presenten síntomas de contaminación por hongos y aquellos que presenten algún tipo de daño externo. Estos frutos descartados deben ser retirados de la zona de plantación, evitando así que puedan contaminar el suelo de cultivo. Es muy importante que durante la recolección los pimientos no toquen el suelo para evitar que se contaminen.

Las cajas, contenedores y vehículos donde se transporten los frutos, así como las herramientas utilizadas para la recolección, deben estar convenientemente limpias y desinfectadas, de acuerdo con los principios de higiene de los alimentos<sup>4</sup>.

Asimismo, se recomienda elaborar un sistema de control de la contaminación con OTA en las zonas de producción, así como estudios de investigación de los factores que afectan la formación de las mismas.

## 4.3 DESPUÉS DE LA COSECHA

El pimiento fresco recolectado debe trasladarse inmediatamente al secadero para su procesado. Los contenedores que vayan a utilizarse para recoger el pimiento y transportarlo desde la explotación agrícola a las instalaciones de secado, deben estar limpios, desinfectados y secos antes de su utilización o reutilización. Si es necesario, deberán limpiarse y desinfectarse antes de su utilización o reutilización, y deberán ser adecuados para la carga prevista. El pimiento recolectado debe protegerse siempre de la lluvia o humedad excesiva.

<sup>4</sup> [REGLAMENTO 852/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004](#), relativo a la higiene de los productos alimenticios

En el caso de no poder proceder inmediatamente al proceso de secado, los frutos frescos deben ser almacenados en condiciones de baja humedad (<80%) y temperatura (entre 7-12°C) para evitar la proliferación de los hongos productores de OTA.

#### 4.3.1 Limpieza

Los frutos deben ser lavados después de la cosecha para quitar restos orgánicos y polvo, pudiéndose emplear agua clorada (100-150 ppm), enjuagando posteriormente para eliminar completamente los restos del tratamiento. Durante esta fase debe realizarse un proceso de selección que permita eliminar los pimientos que presenten síntomas de infección por hongos, aunque sea en una pequeña parte, ya que éstos pueden constituir la base para contaminar una partida completa. Esta fase puede ser efectuada en la explotación agrícola

#### 4.3.2 Secado

El principal objetivo de la operación de secado es disminuir de una manera eficaz el contenido de agua de los pimientos cosechados, a fin de obtener un producto estable y de buena calidad. Para evitar el crecimiento de los hongos productores de OTA, durante el secado del fruto se debería mantener una baja humedad y el contenido de humedad en el producto final debería estar por debajo del 11%. El proceso de secado produce un producto deshidratado cuya composición en base seca es aproximadamente un 33% de semilla, un 8% de rabos y 58.5% de cáscara.

Los frutos pueden secarse al sol (3 ó 4 días en épocas de altas temperaturas y 7 u 8 en épocas más frías) o en secaderos de aire caliente con aire de baja humedad relativa (HR) y temperatura de 45-65 °C (de 10 a 12 horas). En zonas con unas condiciones climáticas de alta humedad y temperaturas suaves es preferible la utilización de secaderos de aire caliente, ya que el proceso de secado al sol puede alargarse hasta 20-25 días lo que favorece la proliferación de hongos productores de OTA.

Los hongos productores de OTA requieren condiciones favorables durante cierto período de tiempo para crecer y producir la toxina. La cantidad de agua disponible es el factor más importante que se debe tener en cuenta. Cuando hay una actividad elevada del agua ( $a_w > 0,95$ ) los hongos productores de OTA probablemente no podrán desarrollarse, porque crecen primero los hongos hidrófilos de crecimiento rápido y las levaduras. Cuando la actividad del agua es más baja ( $a_w < 0,80$ ) puede haber hongos productores de OTA pero no producen la toxina, y cuando la  $a_w$  es inferior a 0,78-0,76, no pueden crecer.

De esta manera, lo más importante es controlar el período de tiempo durante el cual el pimiento permanece en el patio de secado, en el margen de actividad del agua en el que pueden desarrollarse hongos productores de OTA ( $a_w = 0,8-0,95$ ). De acuerdo a los resultados experimentales, cinco días o menos en el patio de secado son suficientes y eficaces para prevenir la acumulación de OTA.

Las medidas recomendadas para secar los pimientos con eficacia son:

- a) El patio de secado deberá tener la inclinación suficiente que facilite la eliminación de agua y estar ubicado lejos de fuentes contaminantes como zonas de polvo y deben tener la máxima exposición al sol y circulación de aire durante la mayor parte del día a fin de acelerar el secado de los frutos. Se deberán evitar las zonas sombrías. Los frutos habrán de colocarse en plataformas elevadas o bien en un suelo hecho de material idóneo, libre de contaminación.
- b) La superficie para el secado se deberá elegir de acuerdo al clima de la región, el coste y la calidad del producto seco, ya que todo tipo de superficie tiene ventajas y desventajas. La utilización de plástico en zonas húmedas no es adecuada, puesto que se humedecen por debajo de la capa de pimientos, lo que promueve la formación de hongos. Es necesario que la superficie de secado se pueda limpiar y desinfectar fácilmente.
- c) Es muy importante que los pimientos no estén en contacto directo con el suelo, de acuerdo con el punto 3.2 del Código de Prácticas de Higiene para Especies y Plantas Aromáticas Desecadas<sup>5</sup>, ya que es la principal fuente de contaminación
- d) Los suelos de hormigón reciente podrán utilizarse para la fase de secado sólo cuando exista la absoluta certeza de que el hormigón esté bien cuajado y exento de agua sobrante. Es más higiénico colocar una cubierta de plástico (apto para uso alimentario) que abarque todo el suelo de hormigón fresco como protección contra la humedad
- e) El ritmo y el tiempo de la cosecha se deberán basar en la superficie disponible del patio de secado y en el tiempo medio que se requiere para el secado, teniendo en cuenta las condiciones climatológicas.
- f) Deberán tomarse las debidas precauciones para proteger los frutos del contacto con animales domésticos, roedores, aves, ácaros, insectos y otros artrópodos durante el proceso de secado, la manipulación y el almacenamiento.
- g) Los trabajadores del patio de secado deben estar convenientemente formados en la prevención de la contaminación por micotoxinas, incluyendo el uso adecuado del equipo para medir la humedad.
- h) Se reparará, limpiará, protegerá y dará mantenimiento al equipo en un espacio limpio de almacenamiento hasta la siguiente temporada. El medidor de humedad deberá comprobarse con regularidad y calibrarse una vez al año antes de la cosecha de acuerdo con el método ISO 6673.
- i) Durante el secado, es recomendable girar los pimientos para que el secado sea uniforme y desechar los dañados. También debe evitarse la acumulación de frutos que dificulten el proceso de secado y, por lo tanto, incrementen su tiempo. Deben extenderse lo máximo posible para facilitar su aireación.

<sup>5</sup> [CODIGO DE PRÁCTICAS DE HIGIENE PARA ESPECIAS Y PLANTAS AROMATICAS DESECADAS](#). CODEX ALIMENTARIUS 1995. CAC/RCP 42-1995

### 4.3.3 Selección y embalaje

Una vez secos los pimientos hay que eliminar todos aquellos frutos manchados, inmaduros, descoloridos y dañados. La eliminación de una sola parte de los frutos contaminados no es una medida preventiva de contaminación del resto del fruto con OTA, sino que puede contribuir al aumento de los niveles de OTA, contaminando la partida completa o incluso otras que puedan mezclarse.

Los pimientos secos deberán inspeccionarse y clasificarse antes de proceder a su procesado y someterlos a análisis de laboratorio para determinar los niveles de OTA de una manera sistemática, en muestras procedentes de zonas con una climatología desfavorable (humedad alta y temperatura suave), o periódica, en muestras procedentes de zonas donde la contaminación es baja.

Es importante evaluar la efectividad de la técnica de selección, de ahí que sea necesario conservar los resultados analíticos de todos los lotes para poder demostrar dicha eficacia.

Tras el desrabado del pimiento entero (opcional), para eliminar el pedúnculo, el producto es finalmente compactado en balas o fardos, en el caso de que no vaya a ser procesado inmediatamente.

Las prensas utilizadas deben estar limpias y en buenas condiciones. Se deben usar sacos de rafia transpirable, realizados con materiales aptos para su uso alimentario, que deben quedar bien cerrados para evitar contaminaciones por insectos o plagas. El pimiento seco compactado en balas o fardos debe almacenarse en un almacén cerrado, limpio y con ventilación, siempre protegido de la humedad.

## 4.4 TRANSPORTE

Los contenedores que vayan a utilizarse para transportar el pimiento seco hasta las instalaciones de molturación deben estar limpios, secos y exentos de insectos y de proliferación visible de hongos antes de su utilización o reutilización.

Los lotes deben protegerse de toda acumulación de humedad adicional mediante el uso de contenedores cubiertos o herméticos, o lonas alquitranadas. Deben evitarse las fluctuaciones térmicas que puedan ocasionar condensación en el producto, ya que esto podría dar lugar a una acumulación local de humedad y al consiguiente desarrollo de hongos con formación de ocratoxina A.

Durante el transporte en barco se deberán extremar las precauciones y deberán utilizarse sensores de temperatura y humedad en el interior de los contenedores para poder detectar fluctuaciones que puedan ocasionar una contaminación durante el transporte. Además, las bodegas de carga deben estar bien ventiladas con aire seco para eliminar la humedad resultante de la respiración de las especias y evitar la condensación de la humedad cuando se pasa de una zona cálida a otra más fría, o del día a la noche.

Los sacos de pimientos secos deberán estar bien dispuestos y cruzados para que tengan buen apoyo y se evite la formación de columnas verticales vacías (chimeneas). La capa superior y los lados de los sacos deberán cubrirse con materiales que puedan absorber el agua condensada, como gel de sílice o cartón, como protección contra la formación de hongos que podrían dar lugar a la producción de OTA.

Debe evitarse la infestación por insectos, aves y roedores durante el transporte, mediante el uso de contenedores resistentes a los insectos y los roedores o mediante tratamientos químicos repelentes de los mismos autorizados. El pimiento transportado en contenedores puede fumigarse con fosfuro de aluminio y magnesio como opción eficaz.

Durante las operaciones de carga y descarga deben cubrirse las zonas de tránsito del pimentón para protegerlas de la lluvia.

Es importante que el operador elija proveedores de transporte que asuman este código de prácticas y garanticen unas condiciones de transporte adecuadas.

#### **4.5 PROCESADO DEL PIMIENTO EN CÁSCARA SECO**

El pimiento debe procesarse lo antes posible una vez que se reciba en la planta de procesado.

El pimiento en cáscara seco se procesa siguiendo una serie de etapas: Desbinzado, trituración, molturación, enfriamiento, mezclado-tamizado y esterilización.

Tras la esterilización el pimentón se seca a 70 °C hasta un contenido en humedad inferior al 12 %, y luego se enfría, se tamiza y se envasa. Debido a que el pimentón es higroscópico, se debe empaquetar rápidamente tras su elaboración usando un material que sirva de barrera para la humedad.

El contenido en humedad del producto final debería oscilar entre el 5% y el 12% para evitar la proliferación de hongos.

#### **4.6 ALMACENAMIENTO**

La disposición, el diseño, la construcción, el emplazamiento y el tamaño de los locales destinados al almacenamiento del pimentón permitirán un mantenimiento, limpieza y/o desinfección adecuados.

Cuando sea necesario, ofrecerán unas condiciones adecuadas de manipulación y almacenamiento a temperatura controlada y capacidad suficiente para poder mantener los productos alimenticios a una temperatura apropiada que se pueda comprobar y, si es preciso, registrar. El ambiente deberá mantenerse con una humedad relativa del 55 al 60 por ciento para proteger la calidad e impedir el desarrollo de moho.



## **PUNTOS ESENCIALES PARA EVITAR LA CONTAMINACIÓN POR OTA EN PIMENTÓN:**

- ✓ **Prevención de la contaminación del fruto en la planta**
- ✓ **Selección de los frutos, desechando los dañados (enteros) a lo largo de todo el proceso**
- ✓ **Secado del fruto sin contacto directo con el suelo**
- ✓ **Control higiénico, de humedad y de temperatura desde el campo al consumidor**



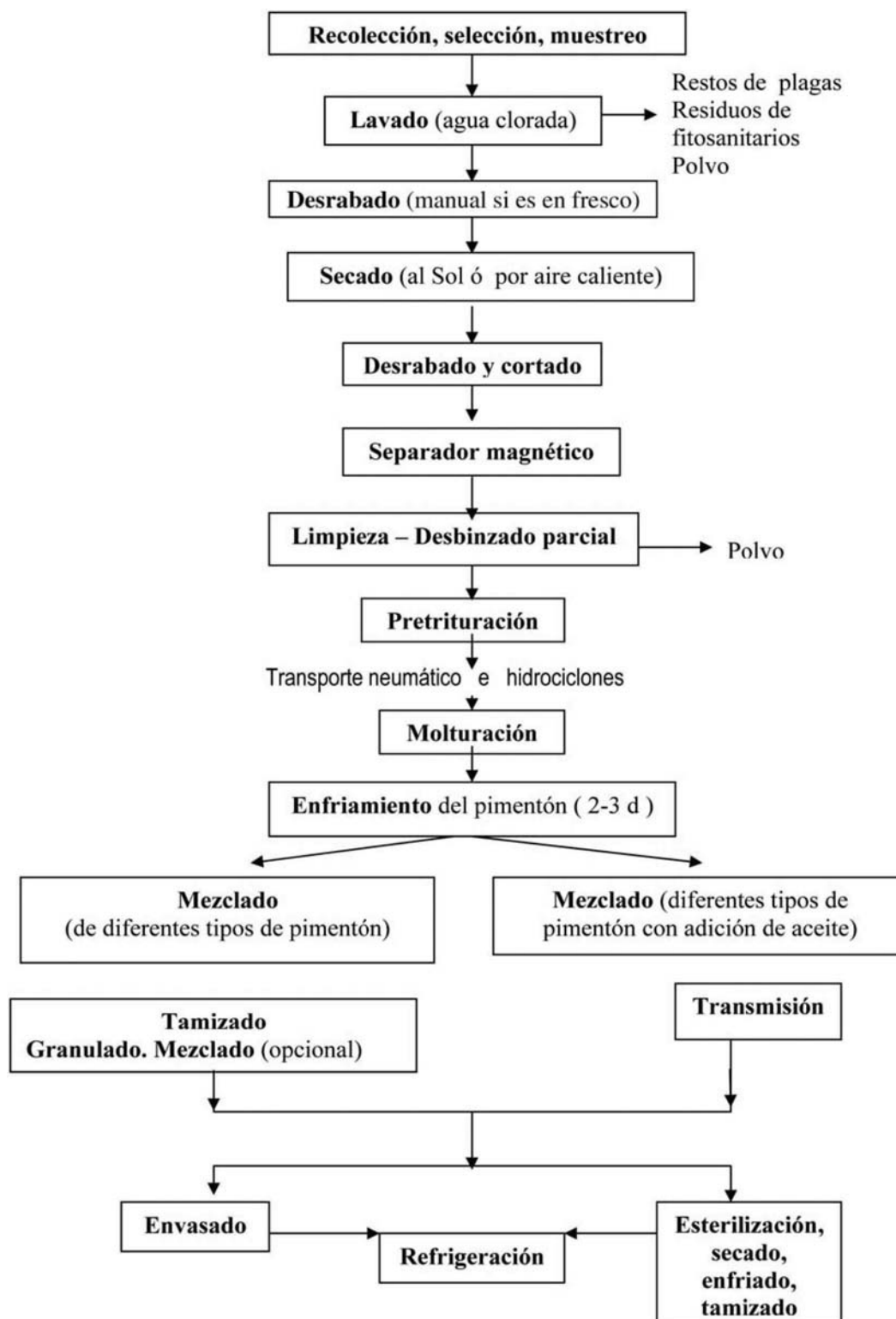


Figura 1. Proceso de elaboración del pimentón.

### **Notas sobre el diagrama de flujo:**

- El proceso de desrabado es opcional. Prácticamente todo el pimentón que se comercializa procede de la molienda íntegra del pimiento con su pedúnculo.
- El proceso de desbinzado también es opcional.
- El enfriamiento solo es aplicable en el caso de la molienda con los molinos tradicionales de piedra, cada vez menos usados. La molienda en molinos de impacto modernos no calienta el producto, por lo que la etapa de enfriado no es necesaria.
- El almacenamiento final del pimentón molido se recomienda que sea bajo refrigeración para preservar el color, pero normalmente se almacena a temperatura ambiente.