

GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN DE MICOTOXINAS EN *Capsicum*

1. INTRODUCCIÓN

El riesgo de contaminación de las especies del género *Capsicum* con micotoxinas, se presenta como resultado de condiciones medioambientales favorables para el crecimiento de hongos productores de micotoxinas, así como por la ejecución de prácticas inadecuadas durante el cultivo, cosecha, post-cosecha y procesamiento del producto que favorecen el crecimiento de estos hongos.

Las micotoxinas se encuentran en diversos alimentos y piensos y se han relacionado con diversas enfermedades de animales y personas. La exposición a micotoxinas puede producir toxicidad tanto aguda como crónica, con resultados que van desde la muerte a efectos nocivos en el sistema nervioso central, cardiovascular y respiratorio y en el aparato digestivo. Las micotoxinas pueden también ser agentes cancerígenos, mutágenos, teratógenos e inmunodepresores. Actualmente está muy extendida la opinión de que el efecto más importante de las micotoxinas, particularmente en los países en desarrollo, es la capacidad de algunas de ellas de obstaculizar la respuesta inmunitaria y, por consiguiente, de reducir la resistencia a enfermedades infecciosas. Las micotoxinas más frecuentes son las Aflatoxinas y la Ocratoxina A (OTA) siendo esta última la más tóxica.

La presencia de hongos en un alimento no implica necesariamente la presencia de micotoxinas, sino que indica un riesgo potencial de contaminación. Por otra parte, la ausencia de hongos toxicogénicos no garantiza que un alimento esté libre de micotoxinas, pues éstas persisten aún cuando el hongo ha perdido su viabilidad.

El objetivo de esta Guía es orientar a los operadores involucrados en la producción, procesamiento, comercialización y exportación de frutos obtenidos de la familia Solanaceae del género *Capsicum* en la implementación y aplicación de las buenas prácticas agrícolas y de higiene con la finalidad de prevenir y reducir el riesgo de contaminación con micotoxinas a lo largo de las fases de la cadena alimentaria de manera que puedan cumplir las reglamentaciones nacionales e internacionales sobre límites máximos de residuos, respecto a contaminantes en los alimentos, garantizando la inocuidad de sus productos.

2. GLOSARIO DE TÉRMINOS

Aflatoxinas: son micotoxinas y se consideran extrolitos tóxicos, carcinogénicos, mutágenos, teratógenos, inmunosupresores producidos principalmente por varias cepas de los hongos *Aspergillus flavus* (mayormente) y *A. parasiticus*, otras especies en el género *Aspergillus* son conocidos productores de aflatoxinas pero su ocurrencia en alimentos es menor (*A. nomius*, *A. parvisclerotigenus*, *A. toxicarius*) o rara. Cuatro compuestos son producidos en los alimentos: aflatoxina B1, B2, G1 y G2, siendo el tipo B1 la mayor producida y considerada el carcinógeno natural más potente conocido.

Buenas Prácticas Agrícolas (BPA): conjunto de principios, normas y recomendaciones técnicas aplicables a las diversas etapas de producción para ofrecer al mercado productos inocuos y sanos para su comercialización directa o para procesamiento agroindustrial, considerando un mínimo impacto ambiental.

Desinfección: la reducción del número de microorganismos presentes en el medio ambiente, por medio de agentes químicos y/o métodos físicos, a un nivel que no comprometa la inocuidad o la aptitud del alimento.

GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN DE MICOTOXINAS EN *Capsicum*

Higiene de los alimentos: todas las condiciones y medidas necesarias para asegurar la inocuidad y la aptitud de los alimentos en todas las fases de la cadena alimentaria.

Inocuidad de los alimentos: la garantía de que los alimentos no causarán daño al consumidor cuando se preparen y/o consuman de acuerdo con el uso a que se destinan

Límite Máximo de Residuos (LMR) : nivel de concentración o cantidad de uno o más contaminantes, por debajo del cual no se prevé riesgo para la salud, el bienestar humano y los ecosistemas, que es fijado por la Autoridad Competente y es legalmente exigible.

Lote: cantidad identificable de un producto alimenticio que se entrega en una sola vez y respecto de la cual el funcionario competente determina que tiene características comunes, como el origen, la variedad, el tipo de embalaje, el embalador, el consignador o las marcas.

Madurez comercial: estado en las frutas y hortalizas en el que el crecimiento o desarrollo es el óptimo desde el punto de vista comercial y les permite soportar el transporte, la manipulación y almacenamiento hasta el momento de su consumo. El estado varía con los objetivos comerciales.

Madurez de consumo: estado de un producto hortícola en el que ha alcanzado las características adecuadas para su consumo.

Micotoxinas: son metabolitos fúngicos secundarios producidos por ciertas cepas de hongos toxigénicos. De alta toxicidad para animales y el hombre. También han sido definidas como “mohos” toxigénicos, capaces de desarrollarse en gran variedad de sustratos (especialmente los de origen vegetal), pudiendo contaminar los alimentos cuando éstos son cultivados, procesados, transformados o almacenados si existen condiciones adecuadas que favorezcan su desarrollo. Los principales géneros de hongos “mohos” de importancia en Salud Pública son: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*. Las principales micotoxinas son las Aflatoxinas y la Ocratoxina A.

Ocratoxina A (OTA): es una micotoxina nefrotóxica, hepatotóxica, inmunosupresora, teratógena y carcinogénica producida mayormente por hongos de los géneros *Aspergillus* secciones Flavi (*Petromyces alliaceus*), *Circumdati* (*Aspergillus ochraceus*, *A. steynii*, *A. westerdijkiae*) y *Nigri* (*A. carbonarius*, *A. niger*) y por *Penicillium* serie *Verrucosa* (*Penicillium nordicum*, *P. verrucosum*).

Páprika: es el nombre que se le da a un pimiento ligeramente pungente y seco, *Capsicum annum*, L.

Pc: peso corporal.

Peligro: agente biológico, químico o físico presente en el alimento, que puede causar un efecto adverso para la salud.

Riesgo: una función de la probabilidad de que se produzca un efecto adverso para la salud y la gravedad de este efecto, debido al (los) peligros (s) presente (s) en el alimento.

Semilla: toda estructura botánica destinada a la propagación sexual o asexual de una especie.

3. DISPOSICIONES RELATIVAS A LAS BUENAS PRÁCTICAS

3.1 Prácticas Recomendadas

3.1.1 Antes y Durante el Desarrollo del Cultivo

- a) Elegir un terreno que presente un suelo con buen drenaje para evitar la acumulación del agua de riego.
- b) En la siembra, utilizar semillas certificadas ¹ debidamente desinfectadas para prevenir hongos e insectos. De utilizarse plantines deberán contar con un certificado de calidad, de sanidad o carta de garantía.
- c) Elegir bien la época de siembra de forma que la recolección del fruto tenga lugar en la época más seca; esta buena práctica es esencial en zonas con clima más húmedo y cálido.
- d) Establecer una adecuada densidad de siembra y realizar labores culturales oportunas, tales como el control de malezas y aquellas que permitan mejorar la estructura y aireación del suelo. Se debe limpiar y desinfectar las herramientas utilizadas durante las labores de cultivo.
- e) Para el control fitosanitario aplicar los principios del Manejo Integrado de Plagas (MIP). Las medidas de control que impliquen un tratamiento con agentes químicos, físicos o biológicos deberán ser aplicadas bajo la supervisión directa de personal especializado. Si las condiciones exigen el uso de productos fitosanitarios de manera que se minimicen los daños en los frutos que puedan favorecer la entrada y el desarrollo de hongos, estos deberán estar registrados y autorizados por el SENASA, teniendo en cuenta los estándares de límites máximos de residuos (LMRs) nacionales vigentes o a falta de éstos los fijados por la *Comisión del Codex Alimentarius*² y cuando corresponda para exportación, los exigidos en las reglamentaciones del país importador.
- f) Aplicar los riegos de manera eficiente en volumen y en el momento oportuno. No emplear riego por aspersión durante el periodo de floración, ya que esto podría aumentar las tasas de dispersión normal de esporas e incrementar las posibilidades de infección de los frutos con hongos productores de micotoxinas.
- g) La aplicación de fertilizantes deberá realizarse en cantidad y momento apropiado. De utilizarse abonos orgánicos estos deberán estar previamente tratados para evitar la proliferación de hongos productores de micotoxinas.
- h) Evitar el ingreso al campo de animales domésticos especialmente al área de secado.
- i) Previo a la cosecha se deberá eliminar del área los frutos y hojas caídas en el suelo.

¹ Ley N° 27262 publicada el 13 de mayo de 2000. Ley General de Semillas

² *Codex Alimentarius* 1995. CAC/RCP 42-1995

3.1.2 Durante la cosecha

La cosecha deberá iniciarse cuando se observen suficientes frutos en un estado de madurez comercial, que para el caso de paprika se da cuando presenta su máxima intensidad de color (rojo intenso), lo que indica mayor contenido de pigmentos naturales y el menor contenido en agua. La recolección en este estado facilita el secado uniforme de los frutos.

Cuando se decida el momento apropiado para iniciar la cosecha se recomienda seguir lo siguiente:

- a) El personal que participe en las tareas de recolección debe estar convenientemente formado en los Principios Generales de Higiene así como, en los conceptos básicos de Buenas Prácticas Agrícolas. Durante la recolección se deberá hacer una selección adecuada de los frutos, descartando aquellos que presenten signos 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 que puedan contaminar el suelo de cultivo. Es importante que durante la recolección los frutos no toquen el suelo para evitar que se contaminen.
- b) En la medida de lo posible, se deberá aplicar un sistema de cosecha diferencial, para que una vez que los productos alcancen la madurez óptima, sean cosechados. Esto asegurará buena calidad y ayudará a prevenir el crecimiento de hongos y formación de micotoxinas.
- c) Siempre que sea posible, colocar debajo de las plantas esterillas, lonas o mantas impermeabilizadas, para evitar la contaminación por los frutos caídos con anterioridad.
- d) Los frutos deben ser extraídos de la planta asegurándose que el pedúnculo y el cáliz queden adheridos al fruto, ya que esto los hace menos susceptibles al ataque de hongos.
- e) Realizar la cosecha en recipientes de fácil limpieza y desinfección (jabas cosecheras, sacos de uso exclusivo para la cosecha), seleccionando únicamente los frutos directamente de la planta. Se recomienda que al término de la jornada diaria los recipientes empleados sean limpiados, desinfectados y secados antes de volver a ser usados.
- f) El fruto cosechado debe trasladarse inmediatamente al área de secado. Los contenedores que vayan a utilizarse para recoger el fruto y transportarlo desde la explotación agrícola a las instalaciones de secado, deben estar limpios, secos y exentos de insectos y de proliferación visible de hongos 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, de acuerdo con los principios de higiene de los alimentos³.

³ Apéndice I del *Código Internacional Recomendado de Prácticas, Principios Generales de Higiene de los Alimentos* (Ref. N° CAC/RCP 1-1969, Rev. 2 - 1985).

3.1.3 Etapa de Post-cosecha

Se deberá asegurar que todos los procesos de post-cosecha estén organizados, para reducir el tiempo transcurrido entre la cosecha y el secado evitando de este modo, las condiciones de almacenamiento que pueden favorecer la presencia de hongos u otros daños. 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 micotoxinas.

3.1.3.1 Limpieza y Selección

Durante esta fase debe realizarse un proceso de selección que permita eliminar los frutos que presenten daños, aunque sea en una pequeña parte, ya que éstos pueden constituir la base para contaminar un lote completo.

3.1.3.2 Secado

El principal objetivo de esta operación es disminuir, de una manera eficaz, el contenido de agua de los frutos cosechados hasta un nivel no mayor a 14% con la finalidad de obtener un producto estable y de buena calidad.

Esta actividad solo se realizará cuando el destino del producto cosechado así lo determine.

Los frutos pueden secarse natural o artificialmente, lo importante es que se tomen medidas adecuadas para evitar que la materia prima pueda contaminarse o alterarse durante el proceso.

a) Secado Natural (al Sol)

Los frutos pueden secarse al sol, 3 ó 4 días en épocas de altas temperaturas y 7 a 8 en épocas más frías, debiendo observarse lo siguiente:

- a) Los frutos no deben estar en contacto directo con el suelo (punto 3.2 del Código de Prácticas de Higiene para Especies y Plantas Aromáticas Desecadas⁴), ya que es la principal fuente de contaminación de microorganismos, sobre todo del hongo que produce micotoxinas. Es necesario que la superficie de secado se pueda limpiar y desinfectar fácilmente; ésta se deberá elegir de acuerdo al clima de la región, el costo y la calidad del producto seco. No se deben secar los frutos en el suelo desnudo, colocarlos sobre un material de fácil limpieza y lavado, pudiéndose utilizar mantas de polipropileno apto para uso alimentario. También se pueden utilizar bandejas, lonas, plataformas elevadas o bien un piso hecho de material idóneo.
- b) 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 bajas y con sombra. Deberá ser diseñado de modo que permita una limpieza fácil y adecuada y facilite la supervisión del producto.

⁴Código de Prácticas de Higiene para Especies y Plantas Aromáticas Desecadas. *Codex Alimentarius* 1995. CAC/RCP 42-1995

GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN DE MICOTOXINAS EN *Capsicum*

- c) Los pisos 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.
- d) Durante el secado los frutos deben extenderse lo máximo posible para facilitar su aireación. La capa de los frutos a secar no debe exceder los 4 cm de grosor. Es recomendable girar los frutos para que el secado sea uniforme, desechando aquellos dañados, como mínimo 1 vez al día; no obstante, remover un mayor número de veces al día reduce la probabilidad de desarrollo de hongos.
- e) Para impedir que se camine sobre la zona de secado se recomienda distribuir los frutos formando camas de secado o tendales, de un ancho que permita al operador realizar todo tipo de labores (remoción, selección, etc).
- f) Se comenzará a tomar muestras de distintas partes de cada lote, dos o tres días antes de que se prevea que termine el secado y se seguirán evaluando de nuevo todos los días hasta obtener el contenido de humedad deseado. Se recomienda adoptar medidas instrumentales de carácter práctico.
- g) Proteger los frutos de la lluvia o rocío de la noche durante el secado y asegurarse de que ningún fruto se vuelva a humedecer durante el almacenamiento o en otro momento, ya que esto favorece la formación rápida de hongos y la posible producción de micotoxinas.
- h) No se deberá realizar la rehidratación intencional de los frutos.
- i) Deberán tomarse las debidas precauciones para proteger los frutos de la contaminación y contacto con animales domésticos, roedores, aves, ácaros, insectos y otros artrópodos durante el proceso de secado, manipulación y almacenamiento.
- j) El instrumental para determinar el contenido de humedad se deberá calibrar con el método ISO 6673. Se reparará, limpiará, protegerá y dará mantenimiento al equipo en un espacio limpio de almacenamiento hasta la siguiente temporada.
- k) Los trabajadores del patio de secado deben estar convenientemente capacitados en la prevención de la contaminación por micotoxinas y en el uso adecuado del equipo para medir la humedad.

b) Secado Controlado

En zonas con unas condiciones climáticas de alta humedad y temperaturas suaves es preferible la utilización de secaderos de aire caliente, puesto que el proceso de secado al sol puede prolongarse hasta 20-25 días lo que favorece la proliferación de hongos productores de micotoxinas, por lo que se puede emplear un sistema de secado controlado, tales como:

GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN DE MICOTOXINAS EN *Capsicum*

- **Secado en túnel:** es un método, donde los frutos están protegidos en túneles de polietileno y se controla la temperatura a través del movimiento de aire. Dichos túneles deben estar diseñados para que se elimine el riesgo de condensación que cae sobre el cultivo a secar. Los parámetros de procedimiento recomendable son:
 - Temperatura de aire de 71°C con velocidad constante de 2 metros/segundo.
 - El tiempo promedio requerido para obtener un producto final con una humedad alrededor de 5 a 6% es de 6 horas.
- **Secado con aire caliente:** se debe tener cuidado para garantizar que no haya riesgo de gases provenientes del combustible que entren en contacto con el producto. Esto se puede lograr de la mejor manera a través del uso de un intercambiador de calor para que sólo aire limpio entre en contacto con el producto. El tiempo de secado de fruto en secaderos de aire caliente con aire de baja humedad relativa (HR) y temperatura de 45-65 °C es de 10 a 12 horas.
- **Intercambiador de calor solar:** también puede ser utilizado el aire caliente generado por los rayos solares sobre un intercambiador de calor, el cual ingresa a una unidad que contiene los frutos esparcidos sobre una rejilla.

Se debe mantener el equipo e instalaciones limpias, asegurándose que no tengan desechos antes de usarlas y que los equipos estén secos antes de su uso.

3.1.4 Selección y Envasado

- a) Una vez secos los frutos se deben eliminar todos aquellos que estén 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 micotoxinas, sino que puede contribuir al aumento de los niveles de micotoxinas, contaminando la partida completa.
- b) El lote deberá inspeccionarse y clasificarse antes de proceder a su envasado y someterlo a análisis de laboratorio para determinar los niveles de micotoxinas, 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.
- c) Deberán establecerse requisitos mínimos de higiene y un método de evaluación rápida, así como un método de muestreo con submuestras representativas del lote entrante para determinar el contenido de humedad, la cantidad de defectos, una evaluación general de la calidad física e indicios visuales u olfativos de enmohecimiento. Estos análisis deberán hacer referencia ya sea a reglamentos nacionales, internacionales⁵, o a métodos consolidados utilizados en la industria.
- d) 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.

⁵ COMMISSION REGULATION (EC) No 401/2006. Métodos de Muestreo y Análisis para el Control Oficial de los niveles de Micotoxinas en productos Alimenticios

- e) Todo el material que se emplee para el envasado deberá almacenarse en condiciones de limpieza e higiene. El material deberá ser apropiado para el producto que ha de envasarse y para las condiciones previstas de almacenamiento y no deberá transmitir al producto sustancias objetables como aceites minerales utilizados en la fabricación de los sacos de fibra natural para lo cual se puede hacer uso de forros. El material de envasado deberá ser sólido y conferir una protección apropiada contra la contaminación.
- f) Los recipientes no deberán ser utilizados para ningún fin que pueda dar lugar a la contaminación de los frutos. Se recomienda que sean de uso exclusivo. Los recipientes deberán inspeccionarse inmediatamente antes del uso para cerciorarse de que se encuentren en buen estado y, en caso necesario, limpiarse y/o desinfectarse; cuando se laven, deberán escurrirse bien antes del llenado. En la zona de envasado o llenado sólo deberá almacenarse el material de envasado necesario para uso inmediato.
- g) El envasado deberá hacerse en condiciones higiénicas de modo tal que impida la contaminación de los frutos.

3.1.5 Almacenamiento y Transporte

Los frutos deberán almacenarse y transportarse en condiciones tales que los recipientes y los frutos mismos se mantengan íntegros.

- a) La disposición, el diseño, la construcción y el tamaño de los almacenes deben permitir un mantenimiento, limpieza y/o desinfección adecuados. Los almacenes deben estar bien ventilados con aire seco para eliminar la humedad resultante de la respiración de las especias y evitar la condensación cuando se pasa de una zona cálida a otra más fría, o del día a la noche, ya que esto podría dar lugar a una acumulación de humedad y por consiguiente el desarrollo de hongos productores de micotoxinas, siendo recomendable contar con un control y registro de temperatura.
- b) Se debe asegurar que los frutos se almacenen sin tocar el suelo y lejos de las paredes para que ninguna condensación potencial rehumedezca los frutos.
- c) El almacén deberá tener una humedad suficientemente baja para que el producto pueda mantenerse en condiciones normales de almacenamiento sin que se desarrolle moho ni se produzca un deterioro significativo por oxidación o por cambios enzimáticos. El ambiente deberá mantenerse con una humedad relativa del 55% al 60% para proteger la calidad e impedir el desarrollo de moho. Cuando ello no sea posible, el producto deberá envasarse en recipientes impermeables al agua y al gas y se almacenarán en locales apropiados.
- d) Los envases (sacos) 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 micotoxinas.

3.2 Recomendaciones Adicionales

- a) Los vehículos de transporte y contenedores que vayan a utilizarse para transportar los frutos hasta las instalaciones o área de envío deberán estar limpios, secos y exentos de insectos y de proliferación visible de hongos antes de su utilización o reutilización.
- b) 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.
- c) Durante las operaciones de carga y descarga deben cubrirse las zonas de tránsito de los frutos para protegerlos de la lluvia.
- d) Es importante que el operador elija proveedores de transporte que asuman este código de buenas prácticas y garanticen unas condiciones de transporte adecuadas.
- e) Durante el transporte bajo cualquier tipo de medio (aéreo, marítimo o terrestre) 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 esta etapa.