

Uso de Ozono como alternativa para control de plagas en granos almacenados

Carlos Campabadal¹, Leandro Cardoso² y Ricardo Bartosik²

¹ Universidad del Estado de Kansas, Kansas, EEUU

² Proyecto INTA PRECOP de Eficiencia de Poscosecha, EEA INTA Balcarce

Carlos Campabadal, investigador de la Universidad Estatal de Kansas (KSU), EEUU, brindó una conferencia en la EEA INTA Balcarce sobre el uso de ozono como alternativa para el control de plagas de granos almacenados. Estas consideraciones son el producto de varios años de investigación en esta tecnología llevada adelante en las Universidades de Purdue (Indiana) y del Estado de Kansas principalmente. Seguidamente se resumen los puntos más importantes de su exposición.

El ozono es un gas levemente más pesado que el aire. La molécula de ozono está compuesta por tres átomos de oxígeno y se genera al hacer circular aire a través de un arco eléctrico de alto voltaje.

El ozono actúa en el granel oxidando toda molécula orgánica a su paso. Insectos, hongos y cualquier sustancia que se encuentre en la periferia del grano son blanco del ozono. El modo de acción del ozono sobre los insectos es aun objeto de estudio, pero se cree que su principal efecto es un daño a nivel del tracto intestinal y respiratorio del insecto. El ozono no traspasa la barrera que ofrece la cubierta del grano, por lo que no permite un control de estadíos inmaduros de plagas primarias (las cuales se desarrollan dentro del grano). En tal sentido el ozono solo serviría como método de control para los insectos de infestación secundaria o plagas externas.

El ozono tiene propiedades esterilizantes y reduce la contaminación de esporas de hongos y toxinas fuera del grano aunque su efecto es reducido cuando el grano se encuentra contaminado internamente. Sin embargo, si la mayor carga microbiana se encuentra en la superficie, el ozono tiene un importante efecto esterilizante. Por otra parte, si consideramos que la mayor proporción de las micotoxinas están típicamente en el interior del grano, el efecto real del ozono sobre las toxinas debería observarse como un efecto de importancia secundaria.

Los compuestos volátiles que causan numerosos rechazos de mercaderías por olores objetables son fácilmente eliminados con ozono. En la actualidad la ozonización es la única tecnología que permite la erradicación de olores objetables presentes en los granos (producidos por hongos o excreciones de insectos). Además, para desodorizar se requieren menos concentraciones de gas que para esterilizar, por lo que el costo de la desodorización es menor que el de la esterilización. Es por ello que el uso del ozono para la eliminación de olores es uno de las principales aplicaciones potenciales de esta tecnología.

Una ventaja sumamente importante del uso del ozono es que una vez que el ozono ha reaccionado, el residuo de dicha reacción es oxígeno. Esto implica la ausencia de contaminantes luego de una adecuada aplicación del gas. Es por ello que se encuentra aprobada para su uso en productos orgánicos en las normativas de países como EEUU.



Figura 1: Equipo generador de ozono de gran capacidad (Producido por O₃ Co., Aberdeen, Idaho, EEUU).

Metodología de Aplicación de Ozono

Si bien existen varios métodos comerciales de fabricar ozono, el más usado es el método de descarga de corona. Por medio de un alto voltaje (campo eléctrico entre dos electrodos de con forma de corona) se produce la separación de moléculas de oxígeno (O₂) en átomos de oxígeno individuales que, en presencia de otras moléculas de oxígeno van a formar una

molécula triatómica de ozono (O_3). Para la aplicación de ozono es necesario uno o más equipos generadores, los cuales normalmente son portátiles. La dimensión del equipo adecuado depende del tamaño de la instalación y la forma de aplicación. Los equipos comerciales producen desde 125-250 g/h (capacidad para silos pequeños) hasta equipos capaces de generar 1000 g/h (silos de hasta 1000 toneladas de capacidad, Figura 1).

Ozonización en lecho fijo: el ozono puede aplicarse en silos una vez que estos fueron llenados con grano, procedimiento análogo al enfriamiento logrado con un sistema de aireación. En este caso el gas se introduce a través de un sistema de recirculación, similar al utilizado en los sistemas de fumigación con circuito cerrado (Figura 2). Es importante destacar que si bien el ozono es un gas, es necesario forzar su movimiento a través de la masa de granos con un flujo de aire. El gas va reaccionando por capas de grano (generalmente el gas se introduce desde el techo del silo) y avanzando en forma de un frente hasta alcanzar la última capa de grano. Es importante mencionar que cuanto mayor sea la proporción de material no grano del total del granel, el frente de reacción del ozono avanzará más lentamente y el consumo de gas será mayor. Esto se debe a que el material fino se ubica en el espacio intergranario, produciendo que en un mismo volumen de grano exista más material con el cual el ozono deberá reaccionar. Dado que normalmente no es común que todo el ozono reaccione al pasar por el granel, existen sistemas de recirculación del gas. Otra alternativa es inyectar la mezcla de aire y ozono residual que sale de un silo bajo tratamiento en el conducto de aireación del próximo silo a tratar. Con esto se comienza el proceso de ozonización del próximo silo y se evita liberar al aire ozono, ya que a bajas concentraciones (2 ppm) y pocos minutos de exposición el ozono es peligroso para la salud humana.

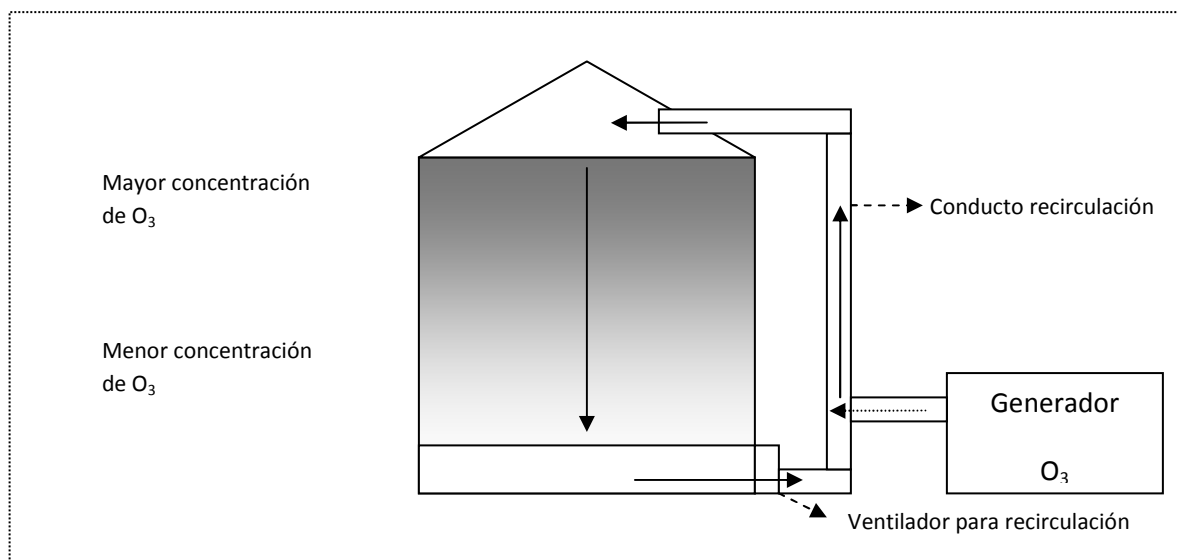


Figura 2. Sistema de ozonificación en lecho fijo con recirculación.



El objetivo de aplicación radica en alcanzar una concentración moderada (50 ppm) en todo el granel, y luego mantenerla por el tiempo requerido (ej. 72 hs) hasta lograr un CT-producto de 3600 ppm-horas (CT-producto es el producto entre la concentración del gas y el tiempo de exposición; un mismo CT-producto se puede lograr con bajas concentraciones y altos tiempos de exposición o viceversa). Las desventajas de esta modalidad de aplicación es que una capa de grano (la que inicialmente toma el contacto con el gas) se encuentra en contacto con alta concentración de ozono durante toda la aplicación de forma innecesaria. Por otra parte, una exposición prolongada de las estructuras metálicas al gas puede provocar un deterioro del silo. Este efecto es más marcado aún en estructuras que posean componentes plásticos (el ozono también es corrosivo con los plásticos, a excepción de algunos materiales como el teflón). El Ing. Campabadal presentó algunos diseños experimentales que se evaluando en la Universidad Estatal de Kansas buscando salvar algunas de estas desventajas.

Ozonización semicontinua por contraflujo: Este sistema requiere que el silo posea una rosca horizontal o barredora en el piso del silo (el cual debe ser plano). Estos sistemas son los que normalmente se utilizan para el secado en silo con temperatura intermedia-alta. El sistema requiere que el ozono sea aplicado desde la parte inferior del silo hacia la parte superior, formando un flujo contrario a la circulación de la masa de granos. A medida que la capa inferior recibe la CT- producto necesaria es extraída del silo por la rosca barredora y una nueva capa de granos ingresa por la parte superior, por lo que el silo se mantiene siempre lleno. Este sistema requiere una adecuada sincronización entre la ozonización del grano y la descarga del mismo. La misma observación respecto del efecto del ozono sobre las estructuras metálicas realizada anteriormente se aplica a este sistema de ozonización.

Sistema continuo de ozonización: Este diseño contempla la ozonización en una etapa del movimiento (o transporte interno) del grano previa al almacenaje final. Se ha confeccionado un prototipo montado en una rosca o sinfín con un sistema de distribución del gas de manera uniforme durante el recorrido del grano. Estas estructuras son totalmente móviles y conformadas de materiales especiales para evitar el rápido deterioro por acción del ozono. La principal desventaja de este método es que el proceso de ozonización requiere grandes concentraciones instantáneas del gas para alcanzar una CT-producto adecuada, esto se traslada a un generador de mayores dimensiones y por supuesto más costoso. Por otro lado, aún con la capacidad de los equipos más grandes (650 g/h) el grano debe permanecer al menos 4 minutos en el sinfín, lo cual reduce la capacidad normal de transporte de grano de cualquier rosca.

El costo de los equipos de menor capacidad (125 g/h) ronda los US\$ 250000, mientras que los equipos de mayor capacidad tienen un costo estimado superior a los US\$ 500000



EEA INTA Balcarce

(precios estimados para el año 2009). Esto implica que se deben tratar una importante cantidad de producto para amortizar el costo del mismo.

En síntesis, la utilización del ozono en commodities para la eliminación de hongos e insectos posee limitantes debidas a la acción superficial del gas y a la relación costo de aplicación/valor del producto. En tal sentido, como método alternativo para el control de insectos, las atmósferas modificadas parecen tener mayores ventajas. Su uso desodorizante y esterilizante (única tecnología que lo consigue realizar a gran escala), sumado a una carga cero de residuos, son atractivos que permiten su uso en granos industriales y orgánicos, donde las exigencias de calidad son normalmente más altas, las escalas suelen ser menores y el precio del producto almacenado mayor.