

DETERMINACIÓN DE LA INHIBICIÓN DEL PROCESO BIOLÓGICO DE DEPURACIÓN POR FUNGICIDAS.

Ernesto J. Santateresa¹, Luis Basiero¹, Estela Olivas¹, Beatriz Chiva¹, Carlos Ferrer¹, Juan I. Briones¹, Sergio Alonso¹, José Claramonte¹, José A. Basiero², Ignacio Bernacer², José J. Morenilla², Pedro de Llago³, Jesús Martí³

¹ FACSA

² EPSAR (Entitat Pública de Sanejament d'Aigües Residuals. Generalitat Valenciana)

³ AYUNTAMIENTO DE VILA-REAL

RESUMEN

A raíz de la preocupación existente, desde la explotación de EDAR's urbanas que reciben o son susceptibles de recibir aguas residuales procedentes de tratamientos fitosanitarios poscosecha, que se realizan en las centrales hortofrutícolas, se plantea la necesidad de realizar un estudio para determinar los efectos que los biocidas utilizados tienen sobre los procesos biológicos de depuración que se desarrollan en las depuradoras municipales.

Dichos tratamientos consisten en la inmersión, ducha y/o rociado de la fruta con productos fitosanitarios preparados adecuadamente, según las fichas técnicas del fabricante, previamente autorizadas y publicadas por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino del gobierno de España.

Las fugas, lavados o vertidos íntegros de estos caldos o productos fitosanitarios sin un adecuado o nulo tratamiento puede conllevar importantes daños en los procesos biológicos de depuración y, en consecuencia, al medio receptor de las aguas.

INTRODUCCIÓN

El tratamiento poscosecha de cítricos para su consumo en fresco combina una serie de procesos cuyo objeto es garantizar la conservación de los mismos, así como dotarles de una adecuada presentación al consumidor final.

En la mayor parte de centrales hortofrutícolas, en cabecera de la línea de confección o previa entrada a las instalaciones, se suelen aplicar determinados fungicidas para proteger al cítrico de la colonización por parte de hongos, principales organismos alteradores del mismo. Concluido este tratamiento, se procede a proteger la fruta de la deshidratación, empleando para ello ceras de conservación con o sin fungicida. Estas evitarán la pérdida de agua del fruto y a su vez le conferirán una superficie impermeable y brillo especial que lo puede hacer más atractivo para el consumidor final.

No obstante, los tratamientos que se aplican varían de una central a otra y dependen de la climatología acaecida durante la campaña, la variedad que se esté cosechando, el almacenamiento que va tener lugar y otros factores que hacen que el técnico cualificado de la central decida la conveniencia en el empleo de un tratamiento determinado.

Los caldos agotados o limpieza de la maquinaria que los han contenido pueden acabar vertiéndose a la red de alcantarillado inadecuadamente si no se realiza una gestión de los volúmenes generados mediante empresa autorizada o tratamiento de depuración adecuado, tal y como se especifica en las fichas técnicas de los productos correspondientes.

Los compuestos empleados en estos tratamientos tienen un marcado efecto tóxico en el reactor biológico de la EDAR, reduciendo la capacidad depuradora de la instalación y, por tanto, afectando a la calidad del agua depurada vertida por ésta.

De forma ocasional, pueden detectarse episodios de inhibición del proceso de depuración en la EDAR como fruto de la recepción de estos vertidos.

Durante la campaña de recogida de cítricos, la caracterización de estos vertidos pone de manifiesto la presencia de tres fungicidas principalmente: IMAZALIL, TIABENDAZOL Y

ORTOPHENILPHENOL, fungicidas que coinciden con los habitualmente empleados en plantas de procesado de cítricos.

El adecuado tratamiento de estos vertidos en origen es fundamental para garantizar el correcto funcionamiento de la instalación de depuración de aguas residuales. El vertido al alcantarillado de estos compuestos está limitado por normativa (Ordenanzas de Vertidos), así como por sus propias indicaciones de uso, y su adecuada gestión es responsabilidad de la planta de procesado. El objeto del presente estudio es cuantificar el efecto inhibitor de estos tres fungicidas sobre la actividad microbiana de una EDAR urbana.

METODOLOGÍA

Para llevar a cabo la cuantificación del efecto inhibitor de los fungicidas se utilizó una técnica respirométrica en la que partiendo del fango activo de la EDAR en fase endógena se le somete al consumo de un sustrato sintético fácilmente biodegradable en presencia de determinadas concentraciones del biocida a ensayo, tomando como muestra de referencia el sustrato sin biocida.

Tras una caracterización inicial del estado del fango activo (muestra de referencia), se procedió a someter a varias alícuotas del mismo a distintas concentraciones de cada uno de los fungicidas.

Para cada fungicida se efectuó un ensayo de referencia en el que se cuantificó la tasa de respiración máxima (RsMax) del fango activo sin fungicida.

Se analizó el efecto inhibitor de muestras de referencia con una concentración de agente tóxico (Imazalil, Tiabendazol y Ortophenilphenol) de 1, 5, 10, 25 y 50 ppm. La fortificación de las muestras se efectuó de forma independiente para cada fungicida, no efectuándose mezclas de los mismos para el estudio de sinergias.

Para reproducir las condiciones de operación que presenta la EDAR municipal receptora, se determinaron los volúmenes de muestra (Vm) y de licor mezcla (Vf) de acuerdo con la ecuación (1) de la figura 1.

$$(1) \quad Q_o / (Q_o + Q_r) = V_m / V_f$$
$$(2) \quad I (\%) = (1 - R_s/R_{smax}) * 100$$

Figura 1.- Ecuaciones cálculo volúmenes (1) y grado de inhibición (2)

Donde:

Qo: caudal del influente al reactor biológico en la EDAR

Qr: caudal de recirculación licor mezcla (fango activo) al reactor biológico en la EDAR

Vm: volumen de muestra

Vf: volumen de fango de recirculación (licor mezcla)

I: inhibición

Rs: tasa de respiración

Rsmax: tasa de respiración máxima

El efecto inhibitor se cuantificó obteniendo el valor de tasa de respiración (Rs) para el tiempo en el que se obtuvo la RsMax en el ensayo de referencia.

La actividad biológica observada para cada ensayo R se puede observar en los respirogramas superpuestos representados.

Comparando los resultados obtenidos para cada concentración de fungicida con la actividad del ensayo de referencia según se recoge en la ecuación (2) de la figura 1, se obtuvieron los porcentajes de inhibición para cada caso.

RESULTADOS OBTENIDOS

Caracterización del fango activo

Mediante la determinación de la tasa de consumo de oxígeno en el licor mezcla (OUR) en mg O₂/l·h y la tasa específica de consumo de oxígeno del licor mezcla (SOUR) en mg O₂/gSSV·h se evaluó el estado de una muestra de fango activo procedente de la EDAR.

En la tabla 1 se recogen los resultados obtenidos.

Tabla 1.-OUR y SOUR en muestra de fango activo no inhibida (ensayo UNFED)

Temperatura	20 °C	Volumen fango	1 litro	SSV	3,8 g/l
OUR (Tasa de consumo de oxígeno en licor mezcla)				11,142 mgO ₂ /l·h	
SOUR (Tasa específica de consumo de oxígeno del licor mezcla)				2,718 mg O ₂ /g SSV·h	

La fracción teórica de volátiles oxidados por día durante la respiración endógena se calcula mediante la expresión recogida en la figura 2:

$$\text{SOUR (mg O}_2\text{ / g SSV} \cdot \text{h)} \cdot 24/1000 = \text{SOUR (Kg O}_2\text{/Kg SSV} \cdot \text{d)} = b$$

$$K_d = b/1,42$$

Figura 2: Ecuación cálculo b y K_d

El valor de K_d obtenido fue de 4,6·10⁻². A partir de este dato se calculó un valor teórico estimado de carga másica (F/M) de 0,056 Kg DBO/KgVSS·d.

Pruebas de inhibición

Siguiendo la metodología expuesta, en la Tabla 2 se recogen los resultados obtenidos.

Tabla 2.- Resultados ensayos inhibición

MUESTRA	FUNGICIDA (ppm)	RsMÁX (mg/l·h)			INHIBICIÓN (%)		
		Iz**	T**	O**	Iz**	T**	O**
D* 1/10	50	3,067	11,75	0	92,08	59,30	100
D* 1/20	25	23,360	12,863	13,133	39,69	55,44	88,53
D* 1/50	10	29,430	20,369	13,446	24,01	29,44	88,63
D* 1/100	5	31,244	21,784	20,639	19,33	24,54	82,40
D* 1/500	1	-	25,402	69,185	-	12,01	41,00
REFERENTE	0	38,732	28,868	117,276	0	0	0

* **D**: dilución de la muestra problema

** **(Iz)** IMAZALIL; **(T)** TIABENDAZOL; **(O)** ORTOPHENILPHENOL

La superposición de respirogramas (figura 3) de los ensayos realizados con cada plaguicida pone de manifiesto el efecto tóxico de la adición de los mismos con respecto a la tasa de respiración máxima (RsMax). La RsMax fué obtenida a partir del mismo fango activo sin adicionar fungicidas.

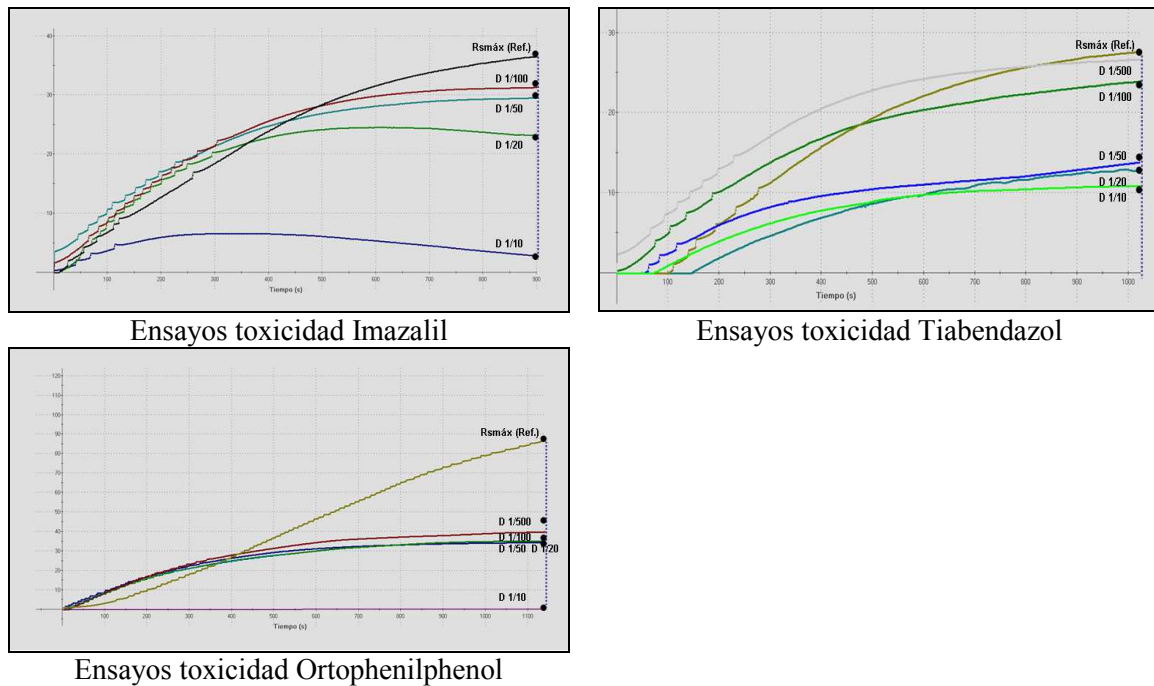


Figura 3.- Ensayos de toxicidad de los tres plaguicidas a diferentes concentraciones de la muestra problema. Superposición de respirogramas.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en los diferentes ensayos realizados muestran que la concentración de fungicidas y el grado de toxicidad guardan una correlación directa en todos los casos, obteniéndose mayor porcentaje de inhibición cuanto mayor concentración de compuesto se emplea.

Las tres sustancias activas estudiadas presentan un notable efecto tóxico, presentando mayor grado de inhibición el Ortophenilphenol, al que le suceden el Imazalil y el Tiabendazol. Los porcentajes obtenidos, tras la adición de compuesto a una concentración de 50 mg/l han sido de 100 %, 92.08 % y 59.30 % de inhibición, respectivamente.

Teniendo en cuenta que la concentración habitual de estos caldos puede oscilar desde los cientos de miligramos por litro hasta varias unidades de gramos por litro, y que su vertido será de forma puntual, su efecto en las depuradoras puede ser más que notable y estará en función de la dilución alcanzada en el sistema de saneamiento.

AGRADECIMIENTOS

FACSA quiere expresar su agradecimiento al personal de los departamentos de vertidos y explotaciones por las aportaciones realizadas para este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

Horticultura n°145 de junio de 2000, Belen Fouz, Marina Serra, Milagros Mateos, Medioambiente y poscosecha, Instituto Tecnológico Agroalimentario (AINIA).

Ripollés Pascual, F. y Santateresa Forcada, E. La Problemática Asociada a las Sustancias Prioritarias en las Redes de Saneamiento. Actas de las XXVI Jornadas Técnicas AEAS (2.006).

Ripollés Pascual, F., Marín Galvín, R., Santateresa Forcada, E., Lahora Cano, A. y González Canal, Í. Presencia de Contaminantes Emergentes y Aplicación del E-PRTR en Saneamientos Públicos. Actas de las XXIX Jornadas Técnicas AEAS (2.009).

Directiva 2006/11/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 15 de febrero de 2006 relativa a la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas vertidas en el medio acuático de la Comunidad.

Cleresci L.S., Greenberg A.E., Trussell RR., Standard Methods for the Examination of waste water, 21th Edition, American Public Health Association,. Maryland, USA, 2005.