

APLICACIONES Y CONCENTRACIONES DE PLAGUICIDAS EN LA ZONA REGABLE DE LA VIOLADA

Balcells, M. ¹, Isidoro, D. ², Lambea, P. ³, Sanz, M. A. ⁴

¹ Técnica (mbalcells@aragon.es), ² Investigador (disidoro@aragon.es), Unidad de Suelos y Riegos (Unidad Asociada EEAD-CSIC),

³ Técnica (pmlambea@aragon.es), ⁴ Investigadora (masanzg@aragon.es), Unidad de Calidad y Seguridad Alimentaria,

Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (CITA-DGA), Avda. Montañana 930, 50059 Zaragoza.

INTRODUCCIÓN

La Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) ha puesto en marcha en los últimos años (desde 2004) una red de control de plaguicidas (RCP) destinada a controlar la contaminación de origen agrícola/difuso causada por plaguicidas en 22 puntos de la red hidrográfica de la cuenca, entre ellos el B^{co} Violada (estación n^o 230). El muestreo de la CHE se centra en las sustancias incluidas en las listas de sustancias prioritarias y otros contaminantes y en las sustancias preferentes (Anexos I y II respectivamente del RD 60/2011; de los productos incluidos en este decreto solo alacloro, atrazina y clorpirifós se analizan en este trabajo) y se realiza 5 veces al año, en los meses considerados de mayor interés (febrero, mayo, junio, julio y septiembre). En este estudio se propuso un control más intenso (con muestras cada 21 días) a lo largo de todo el año que incluyese además el análisis de los plaguicidas en uso en la zona, no solo los incluidos en las listas sustancias prioritarias y preferentes.

El polígono de La Violada es una zona regable de 4117 ha (media de 2006 a 2010). La zona regable ocupa la parte baja de la cuenca del B^{co} de La Violada aguas arriba de la estación de aforo n^o 230 de la CHE, cuya superficie total es de 19637 ha (Figura 1). La mayor parte de esa zona pertenece a la Comunidad de Regantes de Almodévar (3556 ha), y el resto corresponde a las comunidades de Tardienta (346 ha) y Gurrea (111 ha).

Se eligió el polígono de La Violada por ser una zona bien conocida en cuanto a entradas de insumos agrícolas, propiedades de sus suelos y manejo del riego

Figura 1. Cuenca del Bco de La Violada y zona regable de La Violada.



puesto que ya ha sido objeto de estudios anteriores por parte del Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (CITA-DGA) (desde 1982). Un interés añadido es el proceso de transformación del regadío recién concluido y que ha convertido a la Comunidad de Regantes de Almodévar de un sistema de riego tradicional por inundación en un sistema moderno de riego por aspersión. Es por ello que se espera encontrar diferencias en cuanto a los plaguicidas durante los años de la transformación (2008 y 2009) y el primer año de riego por aspersión (2010).

El objetivo principal de este trabajo es conocer los plaguicidas presentes en las aguas del B^{co} de La Violada (salida del drenaje de la zona regable de La Violada), así como sus concentraciones. Otro objetivo es conocer el manejo que se hace de los plaguicidas en los distintos cultivos de regadío por parte de los agricultores mediante encuestas.

TRABAJOS REALIZADOS: ANÁLISIS DE PLAGUICIDAS Y ENCUESTAS DE CAMPO

Los plaguicidas (insecticidas/acaricidas) ►►►

▶▶▶ y herbicidas) analizados se eligieron a partir de la lista de plaguicidas más usuales en Al mudévar recopilada por el Centro de Protección Vegetal del Departamento de Agricultura y Alimentación del Gobierno de Aragón. En total se analizaron trece plaguicidas: Nicosulfurón (NSF), Rimsulfurón

Tabla 1. Clasificación de los plaguicidas estudiados en función de la técnica de análisis empleada y su abreviatura, actividad y grupo químico al que pertenece.

Técnica	Plaguicida	Abreviatura	Actividad	Grupo químico
CG-MS	Atrazina	ATZ	herbicida	triazina
	Alaclor	ALC	herbicida	cloroacetanilida
	Acetoclor	ACC	herbicida	cloroacetamida
	Cipermetrina	CPM	insecticida/acaricida	piretroide
	Clorpirifós	CPF	insecticida	organofosforado
	Deltametrina	DTM	insecticida	piretroide
	Diclofop-metil	DFM	herbicida	ariloxifenoxipropionato
	Malation	MLA	insecticida/acaricida	organofosforado
HPLC-DAD	Molinato	MTO	herbicida	tiocarbamato
	2,4D	2,4D	herbicida	alquilclorofenoxiacido
	Nicosulfurón	NSF	herbicida	sulfanilurea
	Rimsulfurón	RSF	herbicida	sulfanilurea
	Tribenuron-metil	TBM	herbicida	sulfanilurea

(RSF), ácido 2,4-diclorofenoxiacético (24D), Tribenuron-metil (TBM), Molinato (MTO), Atrazina (ATZ), Acetocloro (ACC), Alacloro (ALC), Malation (MLA), Clorpirifós (CPF), Diclofop-metil (DFM), Cipermetrina (CPM) y Deltametrina (DTM). Los análisis se llevaron a cabo en la Unidad de Calidad y Seguridad Alimentaria (UCySA) del CITA mediante cromatografía de gases con detector de masas (CG-MS: ATZ, ALC, ACC, CPM, CPF, DTM, DFM, MAL y MTO) y cromatografía líquida de alta resolución con detector diodo array (HPLC-DAD: 24D, NSF, RSF y TBM). En la lista original estaba incluido también el Glifosato (GTO), cuya determinación analítica se está poniendo a punto en la UCySA. En la Tabla 1 se resumen los

plaguicidas analizados y la técnica empleada en cada caso: cromatografía de gases-masas (CG-MS) y cromatografía líquida de alta resolución (HPLC-DAD).

Se tomaron un total de 46 muestras manuales de 2 litros en botellas de vidrio ámbar, aproximadamente cada 21 días, en la salida del drenaje de la zona regable durante los años hidrológicos 2008, 2009 y 2010. Las muestras se conservaron, desde el momento de la recogida hasta su análisis, en cámaras frigoríficas a una temperatura entre 0-3 °C, y se procesaron en un tiempo no superior a una semana desde la toma de la muestra.

Además, durante las campañas de riego de 2008, 2009 y 2010 se realizaron encuestas a los agricultores de la zona sobre aplicaciones de fitosanitarios ▶▶▶



Tel. 935 443 040
www.itc.es

Dosificación de fertilizantes en pivots, coberturas y goteos

- ▶ Mayor producción de los cultivos
- ▶ Mayor rendimiento de los abonos
- ▶ Ahorro en costes de explotación
- ▶ Control de la fertilización



▶▶▶ (así como prácticas de fertilización y manejo del riego) para establecer los productos utilizados (sustancias activas), las dosis empleadas, fechas de aplicación y combinaciones de sustancias en las aplicaciones de plaguicidas. En total se realizaron 78 encuestas durante los años de estudio (29 en 2008, 17 en 2009 y 32 en 2010). El menor número de encuestas realizadas en el 2009 se correspon-

de con la disminución de superficie cultivada y la menor aplicación de fitosanitarios. Los resultados de estas encuestas, en cuanto a productos empleados —sustancias activas— y fechas de aplicación, complementan a los resultados analíticos en el B^{co} Violada y permiten relacionar las fechas de aplicación con las salidas detectadas por el barranco.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El proceso de transformación llevado a cabo en 2008 y 2009 ha dado lugar a una baja intensidad de cultivo que se refleja en (1) una mayor superficie en abandono (hasta el 45% en 2008 y 2009); (2) una mayor proporción de cereales de invierno y menor proporción de maíz con relación a años anteriores (los agricultores sembraron cebada, que puede cultivarse sin riego, a la espera de poder regarlo o completar con una segunda cosecha de maíz); (3) la permanencia en el campo de alfalfa de más de 5 años (los agricultores han preferido no levantar el cultivo y seguir realizando los cortes que sean posibles a la alfalfa antes de que las obras les obliguen a parar en 2008 y 2009); y (4) unas entradas de fertilizantes más bajas que en los años 90 (se prefiere invertir menos en los cultivos ante la posibilidad de no poder culminar su cosecha), en parte también motivadas por el incremento en los precios del fertilizante nitrogenado. Como se verá a continuación, las aplicaciones de plaguicidas han sido inferiores en 2009 en comparación con 2008 y 2010 como consecuencia de las obras de transformación, según los resultados de las encuestas efectuadas.

Figura 2. Evolución de la superficie cultivada en la zona regable de La Violada a lo largo del periodo 2006-2010.

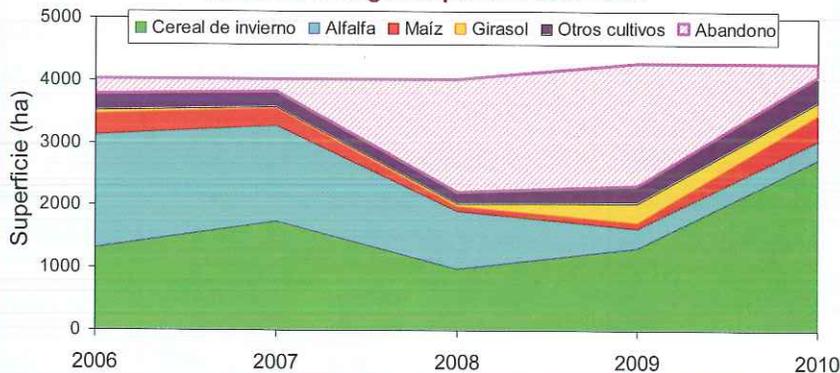


Figura 2. Evolución de la superficie cultivada en la zona regable de La Violada a lo largo del periodo 2006-2010.

Año y aplicación	Materia activa (%)	Dosis (L/ha)	N (%)
Año 2008			
Presiembra/Siembra	GTO (40)	1	3 (27%)
	TBM (75)	20*	3 (27%)
Invierno (enero-febrero)	GTO	1.8	1 (9%)
	DFM+TBM (36)	1,5+20	1 (9%)
Primavera (marzo-abril)	TBM (75)	15*	3 (27%)
	24D+MCPA (35+30)	0,75	2 (18%)
	DFM	2	1 (9%)
Año 2009			
Presiembra/Siembra	GTO (40)	0,92	3 (33%)
Invierno (enero-febrero)	[§] TKX+ [§] OXI	1,25+2	1 (11%)
	[§] DFM+MCPA	1,25	1 (11%)
Primavera (marzo-abril)	TBM (75)	20*	1 (11%)
	24D+MCPA (35+30)	20	2 (22%)
	MCPA	0,76	2 (22%)
Primavera (marzo-abril)	24D	0,75	1 (11%)
	Año 2010		
Presiembra/Siembra	GTO (40)	1,25	3 (20%)
	TBM	0,23*	1 (7%)
Invierno (enero-febrero)	OXI	0,6	1 (7%)
	[§] OFF+TBM	1+0,3*	1 (7%)
	TKX	1	1 (7%)
	MCPA	1	1 (7%)
Primavera (marzo-abril)	TBM+TKX	30*+1,4	1 (7%)
	TBM	12,5*	3 (20%)

[§]TKX: Tralkoxidim; [§]OXI: Oxitril; [§]DFM: Difluorfenicam; [§]OFF: Oxifluorfen
*Dosis en g/ha

La superficie regada fue casi la mitad durante los dos años de transformación (2198 ha en 2008 y 2315 ha en 2009) que en 2010 (4072 ha). En los tres años el cultivo mayoritario fue el cereal de invierno; la superficie de alfalfa se redujo de 900 ha en 2008 a 300 ha en 2009-10 por las obras de transformación y la de maíz aumentó de 90 ha en 2008-09 a 400 ha en 2010, tras la transformación (Figura 2).

En las Tablas 2, 3 y 4 se resumen las aplicaciones realizadas durante la época de estudio para los cultivos mayoritarios (cereal de invierno, alfalfa y maíz).

En cuanto al cereal (Tabla 2), el GTO fue el único herbicida empleado en presiembra y el TBM y 24D fueron los más empleados durante el periodo de invierno-primavera. Para el año 2008 sólo un ▶▶▶

►►► agricultor del total de los encuestados no realizó ningún tratamiento, en 2009 todos los agricultores trataron y en 2010 el 40% de los entrevistados no aplicaron nada. En el 25% de los casos los agricultores realizaron tratamientos de presembrado en el cereal, de los cuales el 78% realizaron posteriormente alguna aplicación más. Además, se aplicaron más herbicidas durante la época de primavera (44%) que durante la de invierno (33%).

Los insecticidas más utilizados fueron CPM y MLA todos ellos aplicados en la alfalfa (Tabla 3). Sus aplicaciones se concentran en los meses de verano (finales de mayo a mitad de agosto). En 2009 la alfalfa no recibió tratamiento alguno pues no se llegó a culminar el cultivo por las obras de transformación, además por el mismo motivo, en 2008 el 50% de los encuestados tampoco realizaron ninguna aplicación. En maíz los plaguicidas más empleados fueron el ACC, OFF y ATZ (la ATZ solo hasta 2009) y sus aplicaciones se centran en los meses de mayo y junio (Tabla 4). Todos los agricultores entrevistados para maíz han realizado algún tipo de aplicación.

Los demás plaguicidas analizados se emplearon en menor medida. También se detectó el uso de materias activas no analizadas en los cultivos principales y en girasol, especialmente en 2010: MCPA, LCI, OXI y TKX (Tablas 2, 3 y 4).

Las mayores masas de materias activas que entraron a la zona regable corresponden a los productos más usuales en los cultivos más extendidos en cada año: GTO y TBM y algo menos

24D y MCPA (cereal, los 3 años); MLA, CPM y LCI en 2008 y 2010, (alfalfa); y ACC y OFF en 2010 (maíz).

En cuanto a las aguas de retorno, se detectó algún plaguicida en el 87% de las muestras analizadas. Los plaguicidas encontrados con mayor frecuencia fueron ATZ (48%), TBM (35%), CPM (30%) y 24D (30%); con menor frecuencia se detectaron DTM, NSF, ACC, DFM, CPF y RSF; y en ningún caso se detectaron MLA, MTO y ALC. La elevada frecuencia de detección ►►►



feria de El Ángel

SEGOVIA

FUENTEPelayo

2, 3, 4
marzo

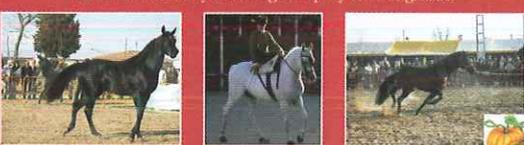
XXVIII
edición
2012



Feria Multisectorial
Maquinaria agrícola y ganadera. Alimentación. Decoración. Artesanía. Alimentación. Muebles. Servicios.



Feria del Caballo XXVII Edición
Sábado y Domingo a las 17h. Exhibición a cargo de Centro Hípico "La Calabaza" de Medina del Campo. Y durante el Sábado y el Domingo compra y venta de ganado.



Todas las charlas se celebrarán en "Casa de la Cultura de Fuentepelelayo"



Jornadas Agro-Ganaderas

Viernes 24 de Marzo de 2012
19:30 h. Presentación
19:45 h. ¿CÓMO ALIMENTAR A CERTAS ESPECIES?
Jorge Albaladejo Trujillo (Quito) 20:30 h.
MIL Y UNA IDEAS PARA ADELANTARSE
Jorge Ayuso de Francisco (Ponsonby) 20:45 h.
MESA REDONDA Y CLAUSURA
Al finalizar la jornada se servirá un vino español.

Jueves 1 de Marzo de 2012
20:30 h. Las materias primas y su influencia en el desarrollo de la ganadería. Con la participación de los máximos responsables de las fábricas productoras de piensos de la provincia: Avigara, Párriz, Gárces, Zambrano, Poirriego. Asociaciones Agrarias.

Viernes 2 de Marzo de 2012
16:30 h. Fertilización de los cultivos con abonos minerales y pailles en agricultura de conservación. Ponente: Joaquín Izaldua. Instituto Navarro de Tecnología e Infraestructuras Alimentarias. Asociación Segoviana de Labores de Conservación.

Sábado y 3 de Marzo de 2012
11:30 h. REUNIÓN TÉCNICA SOBRE RECOLECCIÓN, ALMACENAMIENTO, MANIPULACIÓN Y TRATAMIENTO DE PATATA. Inauguración de la jornada. Inmo Sr. Alcalde de Fuentepelelayo.
11:45 h. Presentación de la Jornada. Fco. Javier García Cantero. Ingeniero Técnico Agrícola. AGRORHED, S.L.
11:50 h. 1ª Ponencia. Desinfección de Abitaceros. Manuel Gil Rivera. Licenciado en Casa Química. AGRORHED, S.L.
12:00 h. 2ª Ponencia. Ventilación de abitaceros: control de temperatura, humedad y abogacidos. Cándido del Real. CRISTOF AGRO.
12:30 h. Receso. Vino español.
12:30 h. 3ª Ponencia. Control Sanitario de la Patata: Imazalil. Javier Jover de la Roba. CERES EUROPE.



Organiza:



Colabora:



Colabora:



Colabora:



Colabora:



Colabora:



Colabora:



Colabora:

188A081

▶▶▶ de ATZ (solo utilizada en maíz, cultivo con escasa superficie, en 2008 y 2009) se atribuye a su persistencia y su uso anterior en el cultivo de maíz. Se detectó ATZ en el B^{ss} Violada desde octubre de 2007 hasta finales de febrero de 2010 [Figura 3(a)], a partir de entonces no se encontró ATZ en ninguna de las muestras analizadas. Para las sustancias menos frecuentes [Figura 3(b)] se observa un mayor número de detecciones en el año 2010 que en los dos años de modernización (21 frente a 10). El CPF y el RSF solo se detectaron en una ocasión, ambos en 2010.

Las concentraciones más altas encontradas (superiores en alguna muestra al límite de 0,1 µg /L) corresponden a: (1) ACC en 2010, detectado en una única muestra con la máxima concentración registrada en este estudio: 5,51 µg /L, frente a dos únicos registros de 2008 (0,02 µg /L) y 2009 (0,05 µg/L) lo que se justifica por el aumento de la superficie de maíz en ese año; (2) CPM principalmente en 2010 (se detectó en 12 de las 17 muestras analizadas en 2010, con un registro superior a 0,5 µg/L, solo en 3 muestras en 2009 y en ninguna en 2008); (3) TBM (detectado sobre todo en 2008, en 10 de 13 muestras); (4) 24D, detectado con mayor frecuencia en 2008 (en 9 muestras de 13), pero con concentraciones más altas en 2010 (solo en 4 muestras de 17, pero alcanzando 0,155 µg /L); (5) DFM, detectado una vez en 2009 y 4 en 2010 (máximo de 0,329 µg /L); (6) NSF, detectado sobre todo en 2008 y 2010, con concentraciones más altas en 2010 (máximo de 0,211 µg /L); y (7) DTM que se encontró especialmente en 2010 (Figura 3). 24D y TBM (herbicidas aplicados en el cereal de invierno) son más frecuentes en 2008 y 2009, los años en que se realizó la transformación y predominó el cultivo de cereal.

En general, la frecuencia de detección de los plaguicidas fue superior en 2010 que en 2008-09 (salvo para 24D y TBM) y las concentraciones encontradas fueron también superiores en 2010 (excepto para TBM). En 2009 además, tanto las frecuencias de detección como las concentraciones son inferiores a

Tabla 2. Materias activas (concentración), dosis y número de encuestados (N) que han realizado cada aplicación (porcentaje sobre el total de encuestados) en el cultivo de cereal de invierno según la época de aplicación para cada año de estudio.

Año y fecha	Materia activa (%)	Dosis (L/ha)	N (%)
Año 2008			
15-abr	[§] LCI+MLA	0,1+0,5	1 (10%)
1-jun (15-may a 15-jun)	MLA+CPM (50+10)	0,9+0,3	4 (40%)
5-jun (25-may a 15-ago)	LCI (2.5)	0.2	2 (10%)
Año 2009			
-	-	-	-
Año 2010			
15-ene	[§] TSM	33*	1 (25%)
15-abr	LCI+CPM	0,1+0,3	1 (25%)
15-abr	[§] CTD	1	1 (25%)
15-jun	MLA+CPM	0,5+0,3	1 (25%)
25-jun	LCI	0,1	1 (25%)

[§]LCI: Lambda-Cihalotrina; [§]TSM: Tifensulfurón-metil; [§]CTD: Cletodim

*Dosis en g/ha

Tabla 4. Materias activas (concentración), dosis y número de encuestados (N) que han realizado cada aplicación (porcentaje sobre el total de encuestados) en el cultivo de maíz según la época de aplicación para cada año de estudio.

Año y fecha	Materia activa (%)	Dosis (L/ha)	N (%)
Año 2008			
5-may	ACC (84)	4	1 (33 %)
20-may	ALC+ATZ (30+18)	4	1 (33 %)
25-jun	[§] DCA (48)	0,2	1 (33 %)
15-jun	NSF (75)	1	1 (33 %)
Año 2009			
15-abr	ACC+ATZ (36+18)	5	1 (100 %)
Año 2010			
24-abr	OFF+TKX	5+1	1 (11%)
2-may (20-abr a 15 may)	OFF+ACC	5,2+2, 5	2 (22%)
11-may (1-may a 5-jun)	ACC	4,5	4 (44%)
26-may	ACC+GTO	4+1	1 (11%)
26-may	CPF		1 (11%)
25-jun	[§] DCA+ [§] FOP	0,6+0,5	1 (11%)

[§]DCA: Dicamba; [§]FOP: Fluoroxipir

2008 y 2010 (excepto para ATZ) (Figura 3). Todo ello parece indicar una menor movilización de plaguicidas en 2009 (derivada de la menor superficie de cultivo y las menores aplicaciones) y una mayor movilización en 2010, debida al incremento en la superficie cultivada y en las aplicaciones de plaguicidas (Figura 2 y Tablas 2, 3 y 4). El aumento de CPM y la aparición de DTM en 2010 no obedecen a un aumento de la superficie de alfalfa (Figura 2), sino al aumento del uso de plaguicidas en alfalfa (Tabla 3). La aparición de ACC y CPF en 2010 se sigue del incremento de la superficie y de las aplicaciones de maíz (Figura 2; Tabla 4).

Atendiendo a la lista de sustancias prioritarias y otros contaminantes (Anexo I del RD 60/2011) en la que se centra la RCP de la CHE se observa que ninguna de las tres sustancias del Anexo I analizadas en este trabajo superan los límites de media anual ▶▶▶

▶▶▶ (MA) ni la concentración máxima admisible (CMA) para aguas continentales establecidos en las Normas de Calidad Ambiental (Tabla 5). Además se observa que en ninguno de los tres años estudiados se detecta alacloro y que el clorpirifós solo aparece en el 2010.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los métodos analíticos puestos a punto por la UCySA permiten determinar la mayoría de los plaguicidas considerados inicialmente de interés en la zona de Almodévar.

Las sustancias activas encontradas con mayor frecuencia fueron ATZ, TBM, CPM y 24D. La sustancia más frecuente es la ATZ a pesar de que su uso apenas se ha verificado en los tres años, lo que revela un posible lavado de ATZ acumulada de las aplicaciones de años anteriores.

Con la puesta en riego por aspersión en 2010, el número de detecciones se ha incrementado notablemente apareciendo también concentraciones mayores que en los años de la transformación (2008 y 2009), de menor intensidad de cultivo. Esto, unido a la detección de plaguicidas en periodos no muestreados en la RCP indica el interés de realizar muestreos de mayor frecuencia.

Los resultados de las encuestas apuntan a un cambio en los plaguicidas empleados respecto a los considerados inicialmente. Estos datos sugieren la necesidad de desarrollar métodos de análisis para algunas de estas sustancias especialmente GTO y en menor medida MCPA y LCI. La complejidad detectada en los patrones de aplicación de plaguicidas y la rápida evolución de los productos empleados indican la conveniencia de un mayor número de encuestas para definir correctamente las aplicaciones de fitosanitarios.

Figura 3. Evolución temporal de la concentración (a) de los plaguicidas más frecuentes y (b) de los plaguicidas detectados con menor frecuencia a lo largo del periodo de estudio. Se señala también el límite de 0,1 mg/L admitido para plaguicidas individuales.

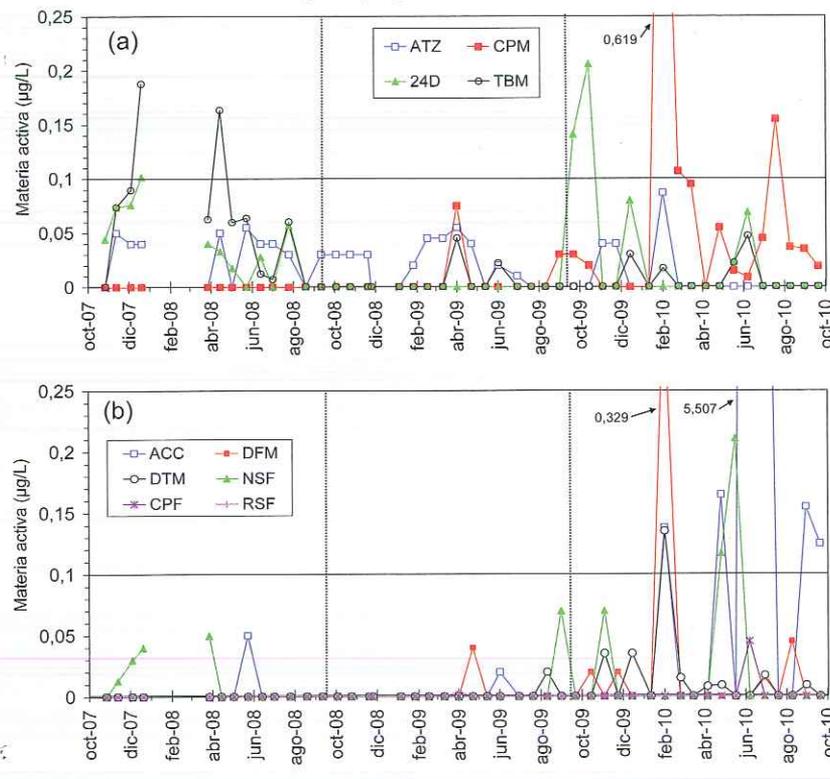


Tabla 5. Límites para la concentración media anual (MA) y máxima admisible (CMA) establecidos por las Normas de Calidad Ambiental (NCA; Anexo I del RD 60/2011) y valores detectados (media anual, M y concentración máxima, CM) en la zona regable de la Violada para los años de estudio.

Sustancia	NCA		2008		2009		2010	
	MA (µg/L)	CMA (µg/L)	M (µg/L)	CM (µg/L)	M (µg/L)	CM (µg/L)	M (µg/L)	CM (µg/L)
Alacloro	0,3	0,7	0	0	0	0	0	0
Atrazina	0,6	2	0,03	0,06	0,02	0,06	0,01	0,09
Clorpirifós	0,03	0,1	0	0	0	0	0,003	0,045

AGRADECIMIENTOS

La Comunidad de Regantes de Almodévar ha facilitado la información sobre superficies de cultivo y ha colaborado en la realización de las encuestas. José Ángel Eserverri de la Cooperativa Virgen de la Corona de Almodévar y Rocío Barros del CITA han facilitado información sobre las prácticas de manejo de fitosanitarios. Este estudio ha sido financiado por el proyecto AGL 2006-11860/AGR del Plan Nacional de I+D+i.

BIBLIOGRAFÍA

Real Decreto 60/2011, de 21 de enero, sobre las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas. BOE N° 19 de 22 de enero de 2011: 6854-6870. T