

DISIPACION Y CONTROL DE SULFATO DE COBRE PENTAHIDRATADO SOBRE MALEZAS ACUÁTICAS SUMERGIDAS EN CANALES DE RIEGO

MOLINARI, M. A. (CERZOS CCT-CONICET – mmolinari@cerzos-conicet.gob.ar), AAGAARD, G (CORFO RÍO COLORADO - gregorio-aagaard@hotmail.com), BENTIVEGNA D. J. (CERZOS CCT-CONICET - dbentive@criba.edu.ar), TUCAT G. (CERZOS CCT-CONICET - gtucat@criba.edu.ar), MONTICO M. L. (CORFO RÍO COLORADO - mlmontico@corforiocolorado.gov.ar), DADDARIO J. F. F. (CERZOS CCT-CONICET - jdaddario@criba.edu.ar). FERNÁNDEZ O.A. (UNS – ofernan@criba.edu.ar)

RESUMEN: *Chara contraria* y *Zannichellia palustris* son importantes malezas de los canales de riego del Valle inferior de Río Colorado en Argentina. El objetivo de este trabajo fue evaluar el control con sulfato de cobre pentahidratado y la disipación del mismo dentro de canales de riego. Con tal motivo, se realizaron 12 aplicaciones de 2,5 y 5 ppm por un periodo de entre 9 y 22 horas durante la estación de riego. Tomándose muestras de agua al punto de aplicación y en la parcela tratada. Se logró un óptimo control de las malezas con 2,5 ppm por un tiempo mayor o igual a 12 horas. No se detectó una pérdida significativa del producto hasta los 4700m del punto de aplicación. Las aplicaciones de sulfato de cobre en canales de riego indicaron una baja pérdida del producto a través del canal, que se tradujo en un favorable control de las malezas estudiadas.

Palabras claves: Sulfato de cobre, *Chara contraria*, canal de riego

INTRODUCCIÓN

La zona de regadío del valle inferior del Río Colorado se encuentra en el sur de la provincia de Buenos Aires, Argentina (39° 23'S, 62°37'O). El área comprende 535.000 ha de las cuales 140.000 ha son regadas a través de 5.441 km de canales de riego. La construcción del dique Casa de Piedra en 1989 ocasionó que los sedimentos de color rojo que transportaba el río y le daba su nombre sean depositados en la represa. Por tal motivo, la turbidez del agua se redujo y permitió el traspaso de la luz al fondo de los canales, que se tradujo en un incremento de la flora sumergida (ACOSTA, 1998; BENTIVEGNA, 2001). Plantas vasculares como *Potamogeton pectinatus* y *Zannichellia palustris*, conjuntamente con el alga *Chara contraria*, son las principales malezas sumergidas presentes en los canales (ACOSTA, 1998). Dichas malezas ejercen una barrera mecánica que disminuye el transporte del agua en el canal, lo cual provoca un aumento de las pérdidas de agua por infiltración, evaporación o desbordes.

El sulfato de cobre pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) es recomendado para el control de malezas sumergidas (PIETERSE y MURPHY, 1990). La toxicidad deriva de la habilidad del cobre de precipitar proteínas en la célula (PIETERSE y MURPHY, 1990), actuando mejor a altas temperaturas del agua y pH neutro o ácido. El cobre es un micronutriente y la diferencia entre ser beneficioso o tóxico para las plantas deriva en la concentración. Por tal motivo, su utilización debe ser bajo condiciones apropiadas para lograr la mayor efectividad de control evitando la acumulación del cobre en el ambiente que se traduciría en un efecto tóxico a los cultivos irrigados (SALAM y EL-FADEL, 2008).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto tóxico del sulfato de cobre pentahidratado sobre *C. contraria* y *Z. palustris*. Como así también conocer la disipación del $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ en ambientes acuáticos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo de control de malezas sumergidas se realizó en 5 canales de riego del valle inferior del Río Colorado. Durante la temporada de riego, que se extendió desde agosto del 2013 hasta marzo del 2014, se aplicó $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ para reducir la presencia de *C. contraria* y *Z. palustris*. Los tratamientos consistieron en diluir 1kg de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ en 3 litros de agua, siendo esta solución dosificada según el caudal del canal para obtener concentraciones de 2,5 y 5 ppm de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Las aplicaciones se realizaron durante un tiempo variable entre 9 y 22 horas. Durante las aplicaciones se midieron los parámetros del ambiente acuático como: caudal, pH, turbiedad y conductividad eléctrica (CE) (Tabla 1).

Tabla 1. Características del medio acuático y de las aplicaciones del $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ realizadas

Canal	Fecha	CE (μS)	pH	Turbiedad (NTU)	Caudal L/seg	Dosis ppm	Tiempo (horas)	Temperatura $^{\circ}\text{C}$
Fortín	22/10/2013	1,46	6,47	10,28	280	2,5	9	17
Julieta 1	05/11/2013	1,38	7,09	10,43	252	5	9	20
Julieta 2	05/11/2013	1,38	7,09	10,43	252	5	9	20
La Graciela	19/11/2013	1,41	7,17	6,08	150	5	9	19
Compuerta 7	19/11/2013	1,43	7,66	13,65	120	2,5	12	19
F2 prima	03/12/2013	1,42	7,57	66	160	2,5	23	20
La Graciela	20/12/2013	1,30	7,42	21,7	180	5	12	19
Compuerta 7	20/12/2013	1,32	7,5	7,91	80	2,5	21:30	21
F2 prima	06/01/2014	1,23	7,38	50,55	132	2,5	18:30	22
La graciela	21/01/2014	1,23	7,56	11,24	85	2,5	18	22
Julieta 3	22/01/2014	1,25	7,48	14,1	155	5	18	21
F2 prima	24/02/2014	1,25	6,96	5,47	157	2,5	14:30	22

Para determinar la disipación del cobre en el canal se tomaron 2 muestras de agua, una inmediatamente después del sitio de aplicación (inicial) y la otra en el lugar de recolección de la biomasa a una distancia variable desde la primera (Final). Sobre estas muestras se

determinó el contenido de cobre en el agua utilizando un Espectrómetro de Emisión Atómica por Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP-AES), Shimadzu 9000 Simultáneo de Alta Resolución. Los datos se analizaron con un test de t para dos muestras emparejadas, utilizando un $p < 0,05$ (HICKS and TURNER, 1999). La disipación del herbicida se determinó por la reducción efectiva del Cu (ppm) en el canal a distintas distancias aguas abajo del punto de aplicación dependiendo del canal.

Para precisar los cambios en la vegetación sumergida, se cosecharon 10 muestras de biomasa en una sección de cada canal situada a diferentes distancias aguas abajo del punto de aplicación. Para tal fin se recolectó la biomasa contenida en un cuadrado de $0,09 \text{ m}^2$ colocado en el fondo del canal, antes y 15 días después de la aplicación del $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. El peso seco de las malezas se determinó colocando las muestras en estufa a 70°C hasta lograr peso constante. Paralelamente se recolectaron 15 plantas individuales a las cuales se les midió la altura.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Disipación.

No hubo pérdidas significativas del producto hasta los 4.700 m (Tabla 2). FERNÁNDEZ et al. (1987) obtuvieron resultados similares al aplicar entre 2 y 5 ppm de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ en canales de drenaje, logrando un buen control de malezas hasta 1000 m luego del punto de aplicación. Cabe destacar que el análisis de agua sin tratar con el sulfato de cobre presentó una concentración de 0,051 ppm de Cu.

Tabla 2. Disipación del $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ en canales de riego durante los tratamientos.

Canal	Fecha	Inicial ppm Cu	Final	Distancia metros	Diferencia ppm Cu	
Fortin	22/10/2013	0,1032	0,1135	900	0,010	ns
Julieta 1	05/11/2013	0,2949	0,2400	3.000	-0,055	ns
Julieta 2	05/11/2013	0,2949	0,2148	4.700	-0,080	ns
La Graciela	19/11/2013	0,1637	0,0650	800	-0,099	ns
Compuerta 7	19/11/2013	0,0782	0,0765	800	-0,002	ns
F2 prima	03/12/2013	0,0683	0,0832	200	0,015	ns
La Graciela	20/12/2013	0,1730	0,0539	900	-0,119	ns
Compuerta 7	20/12/2013	0,1986	0,0429	800	-0,156	ns
F2 prima	06/01/2014	0,0751	0,0754	200	0,000	ns
La graciela	21/01/2014	0,4182	0,4182	700	0,000	ns
Julieta 3	22/01/2014	1,2091	0,2099	700	-0,999	ns
F2 prima	24/02/2014	0,2550	0,0971	200	-0,158	ns

Las distancias evaluadas son pequeñas en referencia a la citada por bibliografía, lo cual se manifiesta en controles de hasta 8 km con una simple aplicación (SULFATE COOPER, 2003).

Control de las especies sumergidas.

En la mayoría de los ensayos realizados el $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ se produjo un buen control sobre las malezas acuáticas sumergidas (Tabla 3). Solo las aplicaciones realizadas entre el mes de octubre y los primeros días de noviembre, no lograron una reducción importante de las malezas presentes en los canales de riego. Esto probablemente se debió al elevado caudal (>200 L/seg) de los canales, sumado al escaso tiempo de aplicación (<10 horas). Estos cortos tiempos de aplicación contrastan con los tiempos prolongados (>24 horas) recomendados por SMITH y KANNENBERG (1998).

Tabla 3. Caracterización de la altura y biomasa acuática en las aplicaciones de Sulfato de cobre pentahidratado en canales de riego.

Canal	Fecha	Altura cm		Biomasa inicial g/m ²	Biomasa final g/m ²	Variación biomasa	
		C. contraria	Z. palustris				
Fortín	22/10/2013	41,3		112,7	185,1	18,1%	ns
Julieta 1	05/11/2013		14,1	39,1	96,1	145,7%	**
Julieta 2	05/11/2013	32,1		45,5	40,9	-10,2%	ns
La Graciela	19/11/2013	21,8		586,2	411,5	-29,8%	**
Compuerta 7	19/11/2013	13,6		373,2	40,5	-89,2%	**
F2 prima	03/12/2013	24,1		594,1	115,1	-80,6%	**
La Graciela	20/12/2013	45,6		821,6	607,1	-26,0%	**
Compuerta 7	20/12/2013	12,5	12,9	360,6	8,6	-97,7%	**
F2 prima	06/01/2014	19,9		550,4	45,9	-91,3%	**
La Graciela	21/01/2014	38,4		643,5	495,1	-23,1%	**
Julieta 3	22/01/2014	15,3		472,1	242,9	-50,9%	**
F2 prima	24/02/2014	27,5		599,4	10,8	-98,2%	**

Los controles realizados entre los meses de diciembre y febrero alcanzaron una significativa reducción en la biomasa acuática, mientras que en estos tratamientos el tiempo de aplicación superó las 12 horas y se realizaron en canales de menor caudal (<200 L/seg). Analizando el canal “La Graciela”, el cual presentaba una distribución compacta de la vegetación y altura de las plantas elevadas de *C. contraria* (Tabla 3), la reducción de la biomasa fue menor que en los otros canales. Esto puede deberse a que se reduce el pasaje del herbicida entre la plantas, afectando solamente a la parte superior de las mismas (Tabla 3).

CONCLUSIONES

El sulfato de cobre pentahidratado presentó un buen control sobre *C. Contraría* y *Z. palustris* aplicado en canales de riego del valle inferior del Río Colorado. La disipación del $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ fue baja en las distancias evaluadas, lo cual permitiría un buen control en sitios más alejados del punto de aplicación. Los mejores resultados se obtuvieron aplicando 2,5 ppm durante un tiempo de exposición de 12 a 24 horas. El sulfato de cobre se incorpora como una herramienta económica viable para los sitios infectados por las malezas evaluadas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer a CORFO Río Colorado y al Consorcio Hidráulico del Valle Bonaerense del Río Colorado por el financiamiento y asistencia en los trabajos de campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA, L.W. Banco de propágulos de macrófitas sumergidas en el distrito de riego del valle inferior del río Colorado y su relación con el manejo y los factores ambientales. MS thesis. Universidad Nacional del Sur, 1998. 87 p.
- BENTIVEGNA, D. J. Crecimiento y desarrollo de *Potamogeton pectinatus* L. en canales de riego y su respuesta a tratamientos químicos con acroleína. MS thesis. Universidad Nacional del Sur, 2001. 183 p.
- FERNÁNDEZ, O.A et al. Aquatic plant management in drainage channels of southern Argentina. **Journal Aquatic Plant Management** 25: 65-67. 1987.
- HICKS, R.C., TURNER, Jr. K.V. Fundamental Concepts in the Design of Experiments. 5 ed. Oxford University Press, 1999. 565 p.
- PIETERSE, A. H.; MURPHY, K.J. Aquatic weeds: The ecology and management of nuisance aquatic vegetation. Oxford University Press, 1990. 593 p.
- SALAM, D.; EL-FADEL, M. Mobility and Availability of Copper in Agricultural Soils Irrigated from Water Treated with Copper Sulfate Algicide. **Water Air Soil Pollution**, v.195, p.3-13, 2008.
- SCHMIDT J.C.; KANNENBERG J.R. How to Identify and Control Water Weeds and Algae. 5. ed. Applied Biochemists, 1998. 132p.
- SULFATE COOPER (fine crystals). Pesticide label. Old Bridge Chemical Inc, 2003. 2 p.