

VALORACIÓN DEL CONTROL DE MALAS HIERBAS MEDIANTE APLICACIÓN FOLIAR DE QUINATO

Zulet-González A., Zulet A., Gil-Monreal M., Fernández-Escalada M., Zabalza A., Royuela M.*

Universidad Pública de Navarra,
Campus Arrosadía s/n, 31006 Pamplona.

* royuela@unavarra.es

Resumen: En estudios previos se detectó una importante acumulación de quinato en la parte aérea de las plantas tratadas con herbicidas inhibidores de la biosíntesis de aminoácidos, lo que podría explicar su capacidad de inducir la respuesta tóxica. También se evaluó el potencial efecto fitotóxico en función del modo de aplicación exógena, que fue superior tras aplicaciones radicales que foliares. En este trabajo se planteó valorar la utilización del quinato, pulverizado exógenamente, para el control del crecimiento de ciertas malas hierbas. Se realizaron aplicaciones foliares de quinato mediante pulverización en post-emergencia sobre plantas en diferentes estados fenológicos de *Sinapis alba*, *Papaver rhoeas*, *Lolium rigidum*, *Bromus diandrus* y *Cynodon dactylon*. Los resultados muestran que dicho compuesto presentó un mayor control y un efecto fitotóxico más evidente en las especies dicotiledóneas que en las monocotiledóneas, siendo *P. rhoeas* la única especie susceptible de ser controlada en sus estadios iniciales con este compuesto. En *S. alba* únicamente se produjo una reducción temporal del crecimiento sin llegar a ser letal.

Palabras clave: *Sinapis alba*, *Papaver rhoeas*, *Lolium rigidum*, *Bromus diandrus*, *Cynodon dactylon*.

Summary: Assessment of weed control via foliar application of quinate. In previous studies quinate was accumulated in leaves of plants treated with amino acid biosynthesis inhibiting herbicides, which begged the question of whether quinate have the capacity of inducing the toxic effects of the herbicides. The phytotoxic effects of exogenous application were more evident when quinate was applied to the nutrient solution than when it was sprayed onto the foliage. The objective of this study was to evaluate whether sprayed quinate could control the growth of some weed species. This was evaluated by spraying quinate to the leaves of plants of *Sinapis alba*, *Papaver rhoeas*, *Lolium rigidum*, *Bromus diandrus* and *Cynodon dactylon* at different phenological states in

postemergence. Exogenous application of quinato was more phytotoxic on dicotyledonous species than monocotyledonous species. *Papaver rhoeas* was the only species tested that would be potentially affected and controlled with the application of quinato, specifically in the initial states of plant development. Growth of *S. alba* was only temporally arrested after quinato application, but the treatment was not lethal.

Keywords *Sinapis alba*, *Papaver rhoeas*, *Lolium rigidum*, *Bromus diandrus*, *Cynodon dactylon*.

INTRODUCCIÓN

A pesar de que la aplicación de herbicidas es una práctica útil y eficaz en el control de malas hierbas, el uso indiscriminado y repetido de herbicidas de síntesis con el mismo mecanismo de acción ha generado diversos problemas, relacionados con la aparición de malas hierbas resistentes y la acumulación de residuos herbicidas en el suelo y aguas superficiales y subterráneas.

Como alternativa a la aplicación de los herbicidas convencionales de síntesis está el empleo de compuestos naturales, compuestos que serían no residuales al tener mayor probabilidad de ser degradados biológicamente, aspecto muy importante desde el punto de vista medioambiental, además de presentar distinto mecanismo de acción.

En estudios previos se detectó una importante acumulación de quinato tras la aplicación de dos tipos de herbicidas inhibidores de la biosíntesis de aminoácidos (Orcaray et al., 2010). La acumulación de quinato, compuesto sintetizado en una ramificación de la ruta del siquimato, como efecto común de diferentes tipos de herbicidas permitió plantear su potencial carácter fitotóxico. El estudio de la posible letalidad provocada por el quinato (dentro de la tendencia actual de buscar nuevos ingredientes activos a partir de compuestos naturales) mostró que en guisante la aplicación exógena de este compuesto a través de la solución nutritiva es letal y más fitotóxica que su aplicación foliar (Zulet et al., 2013). Sin embargo, al tratarse de un compuesto natural su persistencia en suelo es baja, lo que obligaría a una utilización práctica mediante aplicación foliar en postemergencia.

El objetivo del presente trabajo es seguir profundizando en la utilización del quinato en el control de malas hierbas valorando si la pulverización de forma exógena con quinato controla el crecimiento de las diversas malas hierbas (dos dicotiledóneas y tres monocotiledóneas) y si resulta letal para las mismas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se evaluó el efecto del quinato sobre diversas especies de malas hierbas a diferentes dosis, entre 50 y 400 mM. Se utilizaron dos dicotiledóneas: *Sinapis alba* L. y *Papaver rhoeas* L. y tres monocotiledóneas *Lolium rigidum* Gaudin, *Bromus diandrus* Roth y *Cynodon dactylon* (L.) Pers. Se realizaron aplicaciones foliares de quinato mediante pulverización en post-emergencia sobre plantas crecidas en invernadero y se evaluó posteriormente el crecimiento (peso fresco y peso seco de las plantas) así como los efectos visuales a diferentes tiempos desde la aplicación.

La siembra de las semillas de *S. alba*, *P. rhoeas*, *L. rigidum* y *C. dactylon* se realizó distribuyéndolas al azar por toda la parcela elemental. En este ensayo se utilizaron bandejas de plástico de dimensiones de 50 × 35 × 7cm (superficie 0,125 m²) que contenían una mezcla de perlita y turba fertilizada en relación 1:1. La germinación de *B. diandrus* se realizó en placas de agar y posteriormente se transplantaron las plántulas a las bandejas.

La aplicación foliar del quinato se realizó con un aerógrafo (Mod. Defi-nik; Sagola) conectado a un compresor. El quinato (Aldrich) fue aplicado foliarmente a unas dosis de 50, 100, 200 y 400 mM (9,6; 19,2; 38,4 y 76,8 g L⁻¹) disolviéndolo en agua con un surfactante alquiléter sulfato sódico (Biopower al 27,65% p/v, Bayer CropScience) al 5,4% v/v. Cada bandeja fue dividida en dos. Una mitad se pulverizó con la solución de quinato (20 mL) y la otra mitad se utilizó como control (únicamente se les aplicó Biopower). Una vez obtenido el caldo a aplicar, se ajustó el pH a 6-6,5 con NaOH para aplicar los tratamientos a pH controlado. La aplicación de todos los tratamientos fue a través de las hojas de las plantas cuando éstas alcanzaban un estado fenológico determinado.

Se realizó una comparación de medias según la t de Student ($p < 0,05$) para muestras independientes, comparándose los tratamientos control y quinato para cada especie y cada concentración. Como los resultados estaban expresados en porcentajes se realizó la conversión *arcoseno* $(x/100)^{1/2}$ previa al análisis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la dicotiledónea *S. alba*, las plantas tratadas con quinato fueron afectadas de manera temporal. La reducción del crecimiento fue transitoria, dando una inhibición significativa de la biomasa a los 21 días de evaluación (Tabla 1 y Figura 1a) aunque después se recuperaban parcialmente. Los bordes de las hojas se presentaban quemados por la acción del compuesto (Figura 1b).

Tabla 1. Efecto de la pulverización de quinato sobre *S. alba* (media±SE; n=3-6). * indica diferencias significativas entre plantas control y tratadas con quinato en el momento del muestreo.

Estado fenológico al tratar	Muestreo (días)	Dosis quinato (mM)	g PF /m ² (% del control)	g PS /m ² (% del control)
2 hojas	7	400	89,3 ± 4,2	88,1 ± 7,9
	21	400	84,1 ± 3,7 *	85,5 ± 4,9*

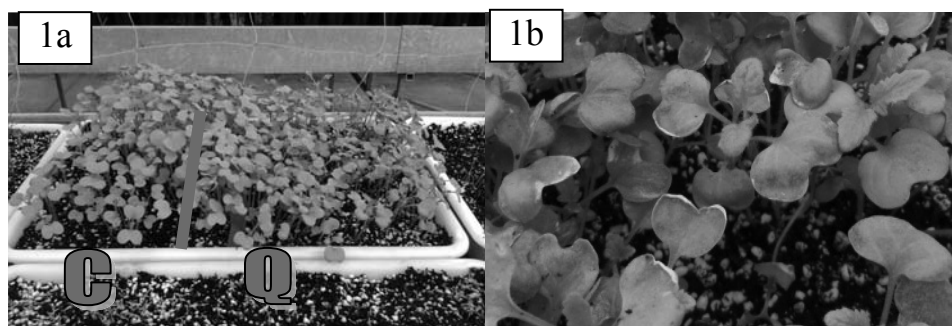


Figura 1. Estado de las plantas de *S. alba*. 1a) estado a los 21 días tras el tratamiento: C=control; Q=quinato; 1b) estado a los 2 días del tratamiento: detalle de los bordes de las hojas afectados por el quinato.

En la dicotiledónea *P. rhoeas* (Tabla 2), se pudo observar que, con la misma concentración que se aplicaba al resto de las especies, 400 mM, el daño producido en las plántulas era total. La muerte de las plántulas fue muy rápida y se hacía evidente a las 24 horas desde la aplicación con quinato. En el caso de esta especie se evaluaron diferentes concentraciones del compuesto, para ver cuál era la menor que podría seguir manteniendo un control significativo sobre ellas. Aunque las concentraciones más bajas estudiadas (50 y 100mM) sí que producían una reducción del crecimiento de las plántulas, no se producía la letalidad observada con las concentraciones más altas (200 y 400mM) (Tabla 2 y Figura 2). Los mayores efectos se consiguieron con la dosis más alta de 400 mM.

Tabla 2. Efecto de la pulverización de quinato sobre *P. rhoeas* (media±SE; n=3-6). * indica diferencias significativas entre plantas control y tratadas con quinato en el momento del muestreo.

Estado fenológico al tratar	Muestreo (días)	Dosis quinato (mM)	g PF/m ² (% del control)	g PS/m ² (% del control)
cotiledones	21	400	6,7 ± 2,3*	5,9 ± 2*
	21	50	49,3 ± 6,9	46,4 ± 9,9
2 hojas	21	100	33,7 ± 8,9	31,2 ± 4,6
	21	200	52,9 ± 23,9	49,7 ± 21,5
	21	400	21,7 ± 11,3 *	26,7 ± 10,9 *
	21	200	12,1 ± 5,4 *	16,2 ± 6,5 *
4 hojas	21	400	12,5 ± 4,4 *	12,3 ± 4,0 *

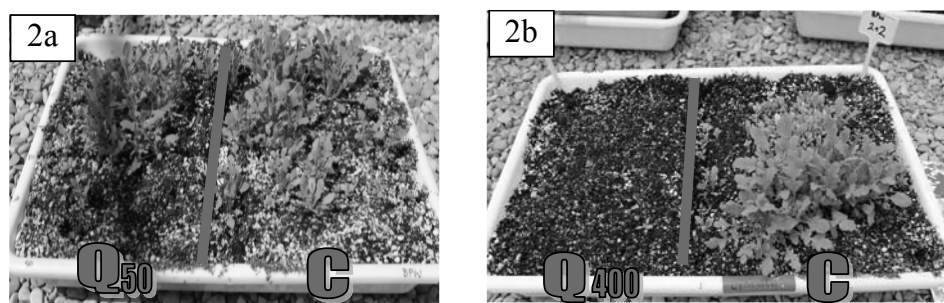


Figura 2. Estado de las plantas de *P. rhoeas* tratadas en estado fenológico de 2 hojas a los 21 días. 2a) Q₅₀=50 mM quinato; C= control. 2b) Q₄₀₀=400 mM quinato; C= control.

En *L. rigidum* (Tabla 3 y Figura 3a) tampoco pudieron observarse efectos visuales claros tras la aplicación de quinato. Se realizaron dos tipos de ensayo, uno en el que el muestreo se realizaba a los 7 días y otro en el que se realizaba a los 21 días, y el único efecto significativo se pudo observar en la evaluación a los 21 días del tratamiento, con un 25% de reducción del mismo. Los experimentos realizados con *B. diandrus* (Tabla 3 y Figura 3b), no resultaron muy significativos ni concluyentes ya que tras realizar la aplicación las plántulas quedaban tumbadas sobre la superficie del sustrato, sin vigor (Figura 3b). Dentro de la limitación de los resultados obtenidos, la aplicación de quinato no resulta fitotóxica para esta mala hierba. La aplicación de quinato no provocó ningún efecto fitotóxico sobre las plantas de *C. dactylon* (Tabla 3 y Figura 3c).

Tabla 3. Efecto de la pulverización de quinato sobre *L. rigidum*, *B. diandrus* y *C. dactylon*. (media±SE; n=4-6). * indica diferencias significativas (dentro de la misma especie) entre plantas control y tratadas con quinato en el momento del muestreo.

Especie	Altura de la planta al tratar (cm)	Muestreo (días)	Dosis quinato (mM)	g PF/m ² (% del control)	g PS/m ² (% del control)
<i>L. rigidum</i>	10	7	400	86,4 ± 3,2	94,5 ± 5,2
		21	400	78,7 ± 6,5 *	75,4 ± 4,7 *
<i>B. diandrus</i>	6-8	21	400	82,1 ± 22,2	71,7 ± 16,4
<i>C. dactylon</i>	5	21	400	103,2 ± 24,1	115,9 ± 37,3

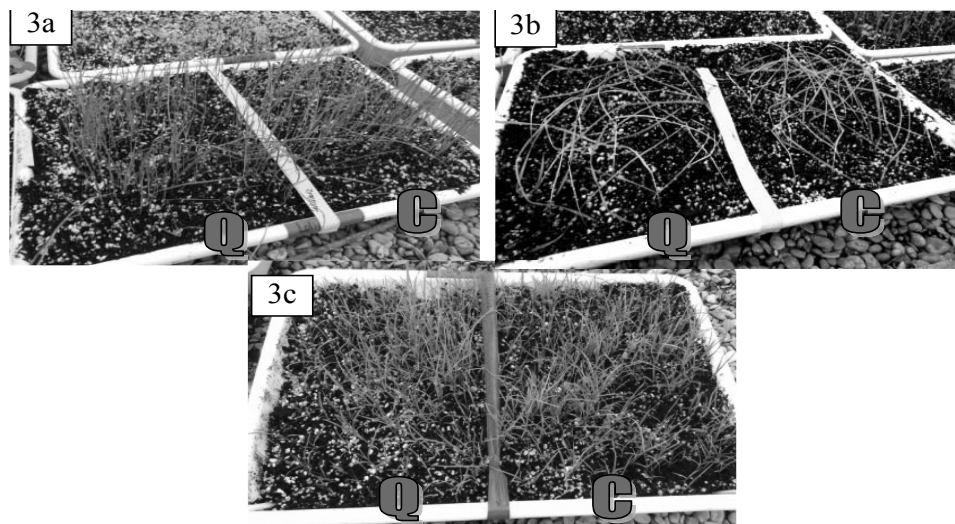


Figura 3. Estado de las plantas a los 21 días de la pulverización de Q= 400 mM quinato, C=control. 3a) *L. rigidum*; 3b) *B. diandrus*; 3c) *C. dactylon*.

CONCLUSIONES

La aplicación foliar de quinato produjo un efecto fitotóxico y un control más evidente en las especies dicotiledóneas que en las monocotiledóneas evaluadas. El quinato produjo una reducción temporal del crecimiento de plantas de *S. alba*, seguido de una recuperación parcial. *P. rhoeas* fue la única especie que podría llegar a controlarse con quinato, ya que este compuesto produjo una letalidad completa tras aplicaciones de quinato 400 mM sobre plántulas en todos los estadios evaluados y una importante reducción del crecimiento (50-90%) tras aplicaciones de 200 mM sobre plantas con 2 o 4 hojas. Ninguna de las tres especies monocotiledóneas evaluadas *L. rigidum*, *B. diandrus* y *C. dactylon* se vio afectada significativamente por el tratamiento con quinato.

AGRADECIMIENTOS

Financiación: MINECO AGL-2013-40567-R. Zulet, Gil-Monreal y Fernández-Escalada han contado con una beca predoctoral de la Universidad Pública de Navarra y Zulet-González con una beca SEMh-2014.

BIBLIOGRAFÍA

ORCARAY L, IGAL M, MARINO D., ZABALZA A & ROYUELA M. (2010) The possible role of quinate in the mode of action of glyphosate and acetolactate synthase inhibitors. *Pest Management Science* 66, 262-269.

ZULET A, ZABALZA A & ROYUELA M. (2013) Phytotoxic and metabolic effects of exogenous quinate on *Pisum sativum* L. *Journal of Plant Growth Regulation* 3, 779-788.