

UTILIZACIÓN DE QUINATO COMO POTENCIAL HERBICIDA DE ORIGEN NATURAL

A. Zulet, M. Igal, A. Zabalza, M. Royuela
Dpto. Ciencias del Medio Natural, Universidad Pública de Navarra,
Campus Arrosadía, E-31006 Pamplona. España.
E mail: royuela@unavarra.es

Resumen: El quinato es sintetizado por las plantas en una ramificación lateral de la ruta metabólica del siquimato. Las plantas tratadas con herbicidas inhibidores de la biosíntesis de aminoácidos (ramificados o aromáticos) acumulan este compuesto en hojas. Estos resultados plantearon la función del quinato en el modo de acción estos herbicidas. Se ensayó la aplicación exógena de quinato a través de absorción radicular y en aplicación foliar lo que permitió examinar su carácter fitotóxico y su potencial como herbicida natural. Se observó una detención del crecimiento de las plantas tratadas. Se comprobó que el quinato penetró en el tejido y se translocó a otros órganos de la planta diferentes al lugar de aplicación. Además, el quinato exógeno pareció incorporarse a la vía metabólica, ya que los niveles de algunos compuestos situados después de la vía del siquimato se incrementaron (aminoácidos aromáticos y ácido caféico). La aplicación radicular fue letal pero no lo fue la aplicación foliar.

Palabras clave: aplicación foliar, aplicación radicular, aminoácidos aromáticos.

INTRODUCCIÓN

La aplicación de herbicidas inhibidores de la biosíntesis de aminoácidos (aromáticos y ramificados) produce una acumulación de quinato en hojas de plantas de guisante (ORCARAY *et al.*, 2010). Esta acumulación llevó al estudio del papel del quinato en el modo de acción de estos herbicidas, planteando si esta acumulación sería una respuesta adaptativa al estrés causado por los herbicidas, o si el compuesto era en sí mismo letal, y en ese caso, si una aplicación exógena de quinato podría mimetizar los efectos herbicidas. En estudios previos de aplicación radical de quinato, parece que el compuesto puede tener efecto (ORCARAY *et al.*, 2010). El problema que puede presentar un compuesto natural, es

que su efecto sea perdurable en el tiempo, de ahí que también se pensara en aplicar el quinato en tratamiento foliar.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se cultivaron plantas de guisante (*Pisum sativum* L.) en cultivo hidropónico puro con aireación forzada (Zabalza *et al.*, 2005). Cuando las plantas tenían 12 días se aplicaron los tratamientos. Se aplicó ácido quínico a través de la solución nutritiva o pulverizada sobre las hojas a unas concentraciones de 4 mM y 400 mM, respectivamente. En la aplicación foliar, el ácido quínico se disolvió en agua con el surfactante Biopower 0.2% (v/v) (Syngenta). Las determinaciones se realizaron antes de la aplicación de los tratamientos (día 0) y transcurridos 1, 3, 7, 10 y 15 días, distinguiendo entre las hojas de edad anterior a la aplicación de quinato (hojas viejas) y expandidas después de dicha aplicación (hojas nuevas). Se determinó crecimiento (longitud de raíz y parte aérea), contenido en quinato (por cromatografía iónica; ORCARAY *et al.*, 2010), contenido en ácido caféico (por HPLC; BECERRIL *et al.*, 1989) y aminoácidos aromáticos (por electroforesis capilar; ORCARAY *et al.*, 2010).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En aplicación radical de quinato, se observó una detención del crecimiento tanto de la parte aérea como de la raíz. En aplicación foliar, la detención del crecimiento sólo se observó en la parte aérea que además mostró necrosis en el ápice caulinar de las plantas tratadas (Fig.1).

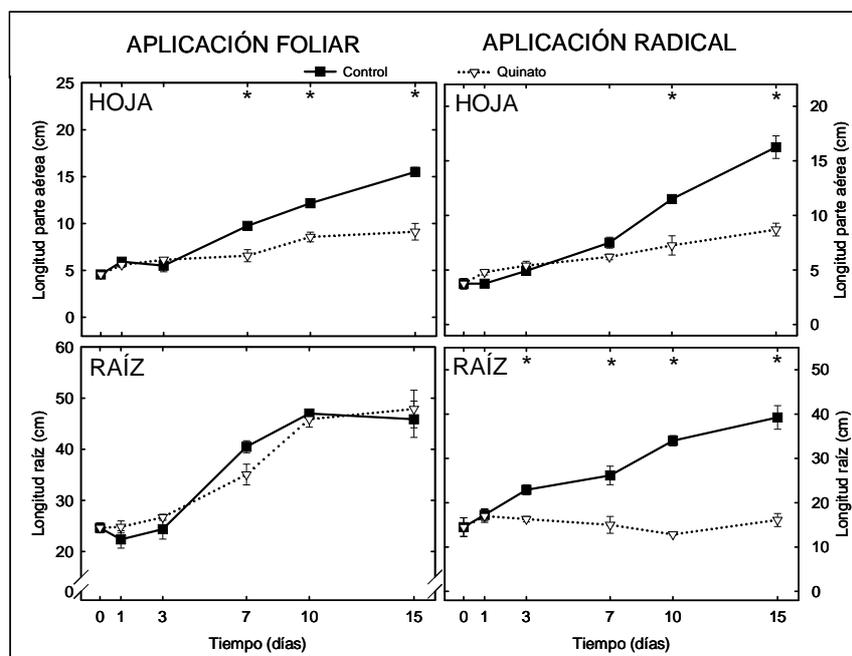


Figura 1.- Crecimiento de parte aérea y raíz de plantas de guisante tras la aplicación foliar y radical de quinato. Media \pm ES (n=8-10). Los símbolos indican diferencias significativas entre los valores control y tratadas (*) para un día determinado ($p \leq 0.05$).

Se observó absorción de quinato en plantas tratadas tanto por la solución nutritiva como en aplicación foliar. Además, el quinato se translocó a tejidos de la planta no tratados, ya que se detectaron acumulaciones de quinato en hojas tras el tratamiento de las plantas por la solución nutritiva, así como en raíces y hojas nuevas tras la aplicación foliar (Fig. 2)

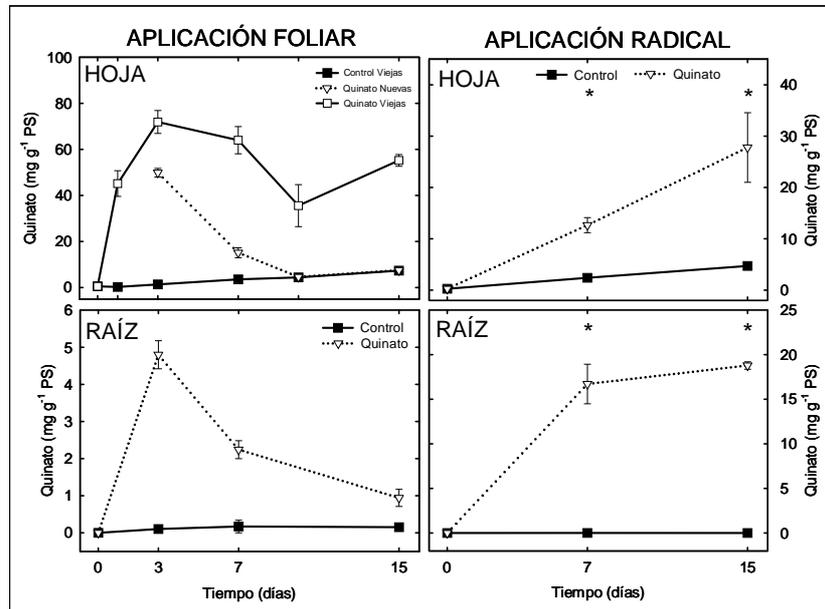


Figura 2.- Contenido de quinato en hojas y raíces de plantas de guisante tras la aplicación foliar y radical de quinato. Media \pm ES (n=3). Los símbolos indican diferencias significativas entre control y quinato (*) para un día determinado ($p \leq 0.05$).

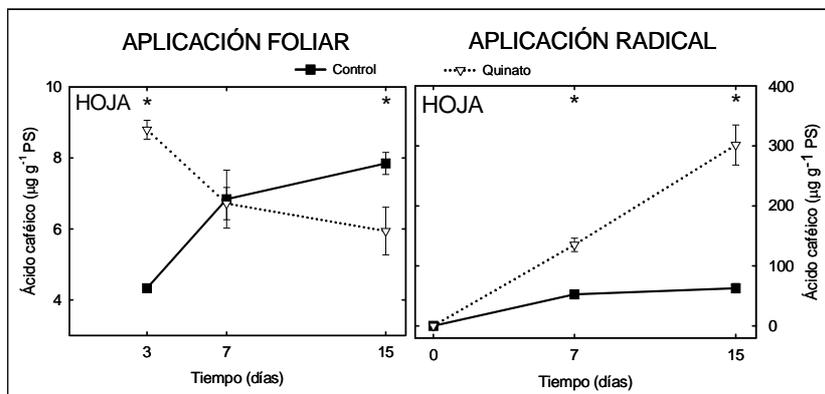


Figura 3.- Contenido de ácido cafeico en hojas de plantas de guisante tras la aplicación foliar y radical de quinato. Media \pm ES (n=3). Los símbolos indican diferencias significativas entre control y quinato (*) para un día determinado ($p \leq 0.05$).

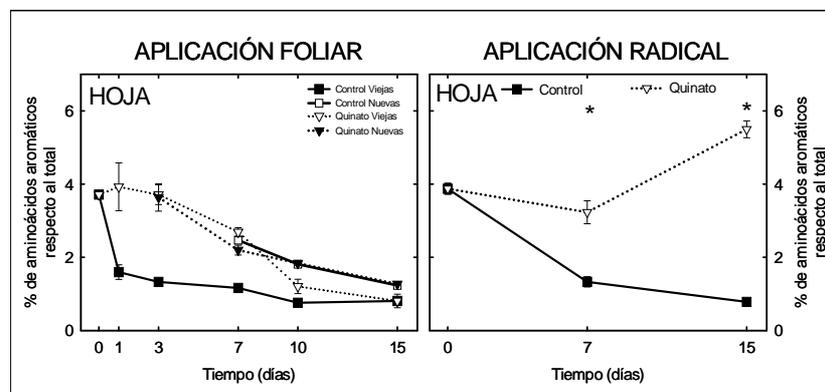


Figura 4.- Porcentaje de aminoácidos aromáticos respecto al total en hojas de plantas de guisante tras la aplicación foliar y radical de quinato. Media \pm ES (n=3). Los símbolos indican diferencias significativas entre control y quinato (*) para un día determinado ($p \leq 0.05$).

En ambos tratamientos, el quinato parece incorporarse al metabolismo, ya que se incrementaron los niveles de algunos compuestos situados después de la vía de incorporación del quinato, como por ejemplo el ácido caféico, producido por la unión de quinato y ácido clorogénico (Fig. 3). También se observó un incremento en los aminoácidos aromáticos de la propia vía, tanto en hojas viejas como en nuevas (Fig. 4) coincidiendo el valor máximo de éstos con el contenido de quinato, para ambos tratamientos (Fig. 2). Si bien el tratamiento foliar no fue letal, en ambos tratamientos el quinato se incorpora al metabolismo de la planta desregulando procesos metabólicos como la vía del siquimato.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto AGL2010-18621/AGR.

BIBLIOGRAFÍA

- BECERRIL, J.M.; DUKE, S.O.; LYDON, J. (1989). Glyphosate effects on shikimate pathway products in leaves and flowers of velvetleaf. *Phytochemistry*, 28, 695-699.
- 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.
- ZABALZA, A.; GONZALEZ, E.M.; ARRESE-IGOR, C.; ROYUELA, M. (2005). Fermentative metabolism is induced by inhibiting different enzymes of the branched-chain amino acid biosynthesis pathway in pea plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53, 7486–7493.

Summary: The possible use of quinate as a natural product based herbicide. Quinate is a compound synthesized by plants in a side branch of the shikimate pathway. Plants treated with herbicides inhibiting amino acid biosynthesis (branched chain and aromatic) accumulate this compound in leaves. These results raised the question about the role of quinate in the mode of action of these herbicides. We monitorized the exogenous application of quinate through the nutrient solution and sprayed to the leaves. It allowed us to examine its phytotoxicity and its possible use as a natural herbicide. We observed a growth arrest in treated plants. Quinate was absorbed and translocated to other plant organs apart from the application site. In addition, quinate seemed to be metabolized, as an increase in the levels of some compounds located after in the shikimate pathway (aromatic amino acid and caffeic acid) was detected. Quinate application through the nutrient solution was lethal, but not in the leaf application.

Key words: spray to leaves, supply to the roots, aromatic amino acids.