

Prevención, detección y manejo de la resistencia a herbicidas

Prevention, Detection and Management of Herbicide Resistance

Ricardo Alcántara-de la Cruz orcid.org/0000-0001-6302-0947

Centro de Ciências da Natureza, Universidade Federal de São Carlos
campus Lagoa do Sino. Buri, Brasil

Autor de correspondencia: ricardo.cruz@ufscar.br

Resumen

Introducción. El uso continuo de herbicidas, frecuentemente con múltiples aplicaciones durante el mismo ciclo agrícola, provoca el surgimiento de biotipos/poblaciones de malezas resistentes. La resistencia es la capacidad hereditaria de algunos individuos para crecer y reproducirse sexualmente después del tratamiento de un herbicida a dosis de campo letal para los individuos susceptibles de la población (WSSA, 1998). **Objetivos.** Entender qué es la resistencia a herbicidas, cuáles son los tipos mecanismos que la confieren y la importancia de su caracterización sirven para implementar estrategias de manejo asertivas tanto de prevención como de manejo de la resistencia. **Métodos.** Los mecanismos que confieren resistencia pueden ser relacionados con el sitio de acción (mutaciones o sobreexpresión del gen que codifica la enzima-objetivo del herbicida) o no relacionados con el sitio de acción (reducida absorción y traslocación, metabolismo, exudación radicular, exclusión celular del herbicida, muerte celular rápida) (Gaines *et al.*, 2020), los cuales son caracterizados por técnicas de biología molecular, pruebas *in vivo* usando plantas completas, ensayos enzimáticos *in vitro*, radiológicas (^{14}C), plataformas analíticas (HPLC, LC-MS/MS, GC-MS) entre otras (Dayan *et al.*, 2015; Déyle *et al.*, 2015; Nandula y Vencill, 2015). **Resultados y discusión.** La identificación de biotipos de malezas resistentes en campo no debe estar relacionado a un mal uso de herbicidas y sí a su falta de eficacia en especies

Abstract

Introduction. The continuous use of herbicides, frequently with multiple applications during the same agricultural cycle, has caused the emergence of resistant weed biotypes/populations. Resistance is the inherited ability of some individuals to grow and reproduce sexually after herbicide treatment at field doses lethal to susceptible individuals in the population (WSSA, 1998). **Objectives.** Understand what resistance to herbicides is, what are the types of mechanisms that confer it and the importance of its characterization to implement assertive management strategies for both prevention and resistance management. **Methods.** The mechanisms that confer resistance can be target-site (mutations and/or overexpression of the gene that encodes the enzyme-target of the herbicide) or non-target-site (reduced absorption and translocation, metabolism, root exudation, herbicide cell exclusion, rapid cell death) (Gaines *et al.* 2020), which are characterized by molecular biology techniques, *in vivo* tests using whole plants, *in vitro* enzymatic assays, radiological (^{14}C) methods, analytical platforms (HPLC, LC-MS/MS, GC-MS), among others (Dayan *et al.*, 2015; Déyle *et al.*, 2015; Nandula and Vencill, 2015). **Results and Discussion.** The identification of biotypes of resistant weeds in the field should not be related to a misuse of herbicides, but to their lack of efficacy in species that were previously controlled. Knowing

que previamente eran controladas. Conocer el tipo de mecanismos que confieren resistencia a herbicidas en una población de malezas es fundamental para desarrollar estrategias de manejo adecuadas (Beckie and Harker, 2017). Los mecanismos del sitio de acción son gobernados por un solo gen (resistencia monogénica); por lo tanto, una rotación de herbicidas con modo de acción diferente podría ser suficiente para controlar la resistencia. Sin embargo, los mecanismos no relacionados con el sitio de acción son gobernados por múltiples genes (resistencia poligénica) y cada gen contribuye con cierto nivel de resistencia. Además, estos genes también pueden conferir resistencia múltiple a herbicidas con diferentes mecanismos de acción que no fueron previamente utilizados en el área; por lo tanto, además de rotación de herbicidas, se requieren de estrategias de manejo de la resistencia no químicas. **Conclusión.** Distinguir poblaciones resistentes (identificar el problema) oportunamente a través de prospecciones de campo, pero principalmente, caracterizar los mecanismos de resistencia (diagnosticar la causa) es esencial para elaborar y ejecutar programas de manejo de resistencia eficientes para evitar el aumento de los niveles de resistencia, así como de la selección de resistencia cruzada o múltiple.

Palabras clave

Mecanismos, prospecciones de campo, resistencia cruzada, resistencia múltiple, sitio de acción.

the type of mechanisms that confer resistance to herbicides in a weed population is essential to develop adequate management strategies (Beckie and Harker, 2017). The target-site resistance mechanisms are governed by a single gene (monogenic resistance), therefore a rotation of herbicides with different mode of action could be sufficient to control resistance. However, non-target-site mechanisms are governed by multiple genes (polygenic resistance) and each gene contributes a certain level of resistance. Furthermore, these genes can also confer multiple resistance to herbicides with different modes of action that were not previously used in the area; therefore, in addition to herbicide rotation, non-chemical resistance management strategies are required. **Conclusion.** Distinguishing resistant populations (identifying the problem) in a timely manner through field surveys, but mainly characterizing the resistance mechanisms (diagnosing the cause), is essential to develop and execute efficient resistance management programs, avoiding increasing resistance levels and/or selection for cross or multiple resistance.

Keywords

Cross/multiple, field surveys, resistance mechanisms, site of action, target-site.

Literatura citada

- Beckie, H.J. y Harker, K.N. (2017). Our top 10 herbicide-resistant weed management practices. *Pest Management Science*. 73(6): 1045-1052. <https://doi.org/10.1002/ps.4543>
- Dayan, F.; Owens, D.; Corniani, N.; Silva, F.; Watson, S.; Howell, J. y Shaner, D. (2015). Biochemical markers and enzyme assays for herbicide mode of action and resistance studies. *Weed Science*. 63(SP1): 23-63. <https://doi.org/10.1614/WS-D-13-00063.1>
- Délye, C.; Duhoux, A.; Pernin, F.; Riggins, C. y Tranel, P. (2015). Molecular mechanisms of herbicide resistance. *Weed Science*. 63(SP1): 91-115. <https://doi.org/10.1614/WS-D-13-00096.1>
- Gaines, T.A.; Duke, S.O.; Morran, S.; Rigon, C.A.G.; Tranel, P.J.; Küpper, A. y Dayan, F.E. (2020). Mechanisms of evolved herbicide resistance. *Journal of Biological Chemistry*. 295(30): 10307-10330. <https://doi.org/10.1074/jbc.REV120.013572>
- Nandula, V. y Vencill, W. (2015). Herbicide absorption and translocation in plants using radioisotopes. *Weed Science*. 63(SP1): 140-151. <https://doi.org/10.1614/WS-D-13-00107.1>
- Weed Science Society of America (WSSA). (1998). Herbicide resistance and herbicide tolerance definitions. *Weed Technology*. 12(4): 789. <https://doi.org/10.1017/S0890037X00044766>