SALUT | Pere Puigbò | Actualitzat el 08/06/2022 a les 09:00

Com pot afectar el glifosat a la salut humana?

Estudis experimentals en diverses espècies d'animals suggereixen que les traces de glifosat en els aliments poden provocar una alteració de la microbiota intestinal



L'herbicida més utilitzat, el glifosat, pot exercir un fort impacte sobre les espècies bacterianes de la microbiota humana; RoundUP n'és la marca més utilitzada. | RoundUP.com

El glifosat és l'herbicida generalista més utilitzat a nivell mundial, i segurament el més controvertit durant els darrers anys. El domini d'aquest herbicida en el mercat dels pesticides s'atribueix principalment a l'ús en cultius transgènics com la soja, el blat de moro i la canola, dels quals prop del 90% són varietats resistents al glifosat. A Europa, on els cultius transgènics son pràcticament inexistents, gran part del seu ús és per eradicar les males herbes abans de la sembra. A més, els cultius de cereals, mongetes i altres conreus s'acostumen a dessecar amb glifosat abans de la collita. El 2017, la Unió Europea va autoritzar l'ús del glifosat durant cinc anys, però d'ençà de llavors s'ha publicat una extensa literatura científica sobre els efectes secundaris de l'herbicida pur i dels seus productes derivats (coneguts, en anglès, com *Glyphosate-based herbicides* o GBH) en plantes i animals. La Unió Europea té previst revisar l'ús dels GBH durant el segon semestre del 2022.

El glifosat és un herbicida molt efectiu, perquè la seva diana, l'enzim 5-enolpiruvilshikimat-3-fosfat sintasa (EPSPS), també conegut com AroA, és present a quasi totes les plantes, bacteris i fongs. L'EPSPS és l'enzim central a la via del shikimat per la producció de tres aminoàcids essencials en humans (fenilalanina, tirosina, i triptòfan). Els humans poden estar directament exposats al glifosat, durant l'aplicació de l'herbicida, o indirectament, a través de l'aigua potable i

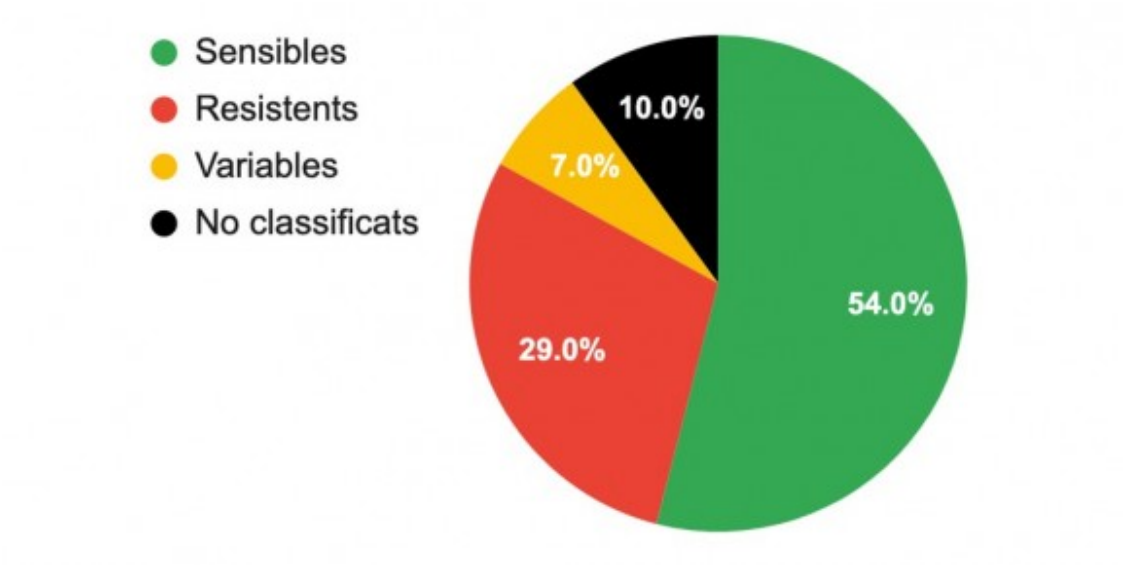
aliments amb traces. No obstant, **es creu que la utilització del glifosat és segura perquè ni els humans, ni els altres animals no tenim l'enzim diana a les nostres cèl·lules. Tot i així, el glifosat pot exercir un fort impacte sobre les espècies bacterianes de la microbiota humana**, les quals sí que tenen l'enzim diana, i estan estretament relacionades amb l'aparició i el progrés de diverses malalties, segons estudis recents. Per tant, **l'ús generalitzat del glifosat pot tenir un fort impacte sobre la microbiota intestinal, així com en la salut humana**.

Algunes espècies bacterianes han desenvolupat diversos mecanismes de resistència al glifosat, inclosa la resistència dirigida sobre la mateixa diana, és a dir, hi ha microorganismes que tenen una còpia de l'enzim EPSPS resistent al glifosat. Tot i així, també hi ha mecanismes de resistència no dirigits, que afecten a l'efectivitat l'herbicida. Actualment, hi ha reconegudes quatre classes de l'enzim EPSPS, la classe I (amb els marcadors de sensibilitat al glifosat) i les classes II, III i IV (amb els marcadors de resistència a l'herbicida), que es poden determinar mitjançant mètodes bioinformàtics.

[noticiadiariambautor]93/70[/noticiadiariambautor]

Un anàlisi microevolutiu -és a dir, en bacteris íntimament relacionats- de l'enzim diana del glifosat mostra que l'origen evolutiu (filogènia) dels organismes és clau per determinar la capacitat de resistència o sensibilitat al glifosat. No obstant, amb senzilles variacions dins de la seqüencia de l'EPSPS, els bacteris poden alterar el seu estatus i adaptar-se ràpidament a la pressió evolutiva exercida per l'herbicida. Aquestes variacions es poden produir a través de mutacions puntuals en el centre actiu de l'enzim, o mitjançant transferències horitzontals (HGT, de les sigles en anglès de *horizontal gene transfer*) del gen *epsps*. Les HGT són el mecanisme més freqüent d'innovació gènica en els bacteris. Aquest mecanisme els permet guanyar funcions i adaptar-se ràpidament al medi que els envolta. Així, **l'ús intensiu de glifosat pot tenir un fort impacte en la diversitat d'espècies i en la composició de les comunitats microbianes**, a través de diversos mecanismes, entre els quals hi ha la selecció purificadora de bacteris sensibles, l'adaptació ràpida d'alguns grups bacterians que esdevenen resistents al glifosat i el possible increment d'organismes amb multi-resistència als antibiòtics.

Basant-nos en l'anàlisi bioinformàtic de l'enzim EPSPS, podem classificar el 80-90% de les espècies microbianes en base a la seva sensibilitat al glifosat. Aquest eina ens ha permès fer una exploració de la presència de bacteris sensibles i resistents a l'herbicida en la microbiota intestinal humana. **Més de la meitat dels bacteris principals del microbioma intestinal humana són potencialment sensibles al glifosat**, segons una investigació realitzada la Universitat de Turku (Finlàndia) i publicada la revista *Journal of Hazardous Materials*. **De les 101 espècies bacterianes més comunes a la flora intestinal humana, el 54% són intrínsecament sensibles al glifosat**, és a dir aquestes espècies presenten els biomarcadors que determinen una susceptibilitat a l'herbicida, un 29% són potencialment resistents, un 7% son variables, i un 10% encara no han sigut classificades (figura 1). Aquest estudi obre la porta a determinar l'impacte real del glifosat sobre la microbiota intestinal humana i d'altres animals i, per tant, sobre la seva salut.

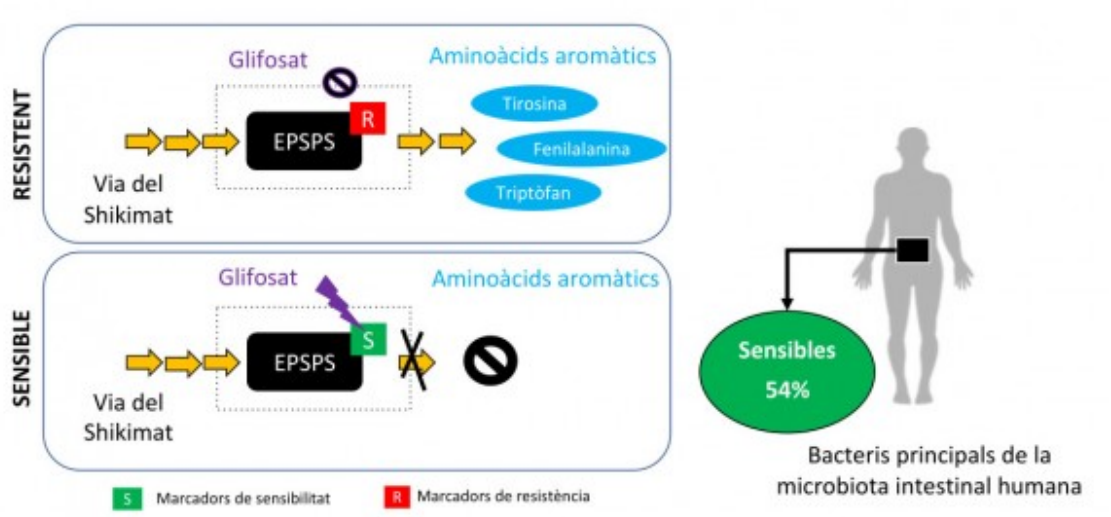


Distribució de bacteris sensibles i resistents al glifosat en la microbiota humana. Font: Leino, 2021.

Aquests resultats van en concordança amb **investigacions experimentals que mostren com l'ús del glifosat pot afectar els microorganismes associats a insectes, plantes i mamífers.** Diversos estudis han demostrat que els humans estem exposats al glifosat, a través dels aliments, la inhalació o l'absorció, afectant així els microorganismes de la pell, de la boca i de les vies respiratòries. **Els estudis experimentals en diverses espècies d'animals suggereixen que les traces de glifosat en els aliments poden provocar una alteració de la microbiota intestinal**. També s'han observat canvis en el metaboloma de l'orina, donat que és la principal via d'excreció del glifosat.

Diversos factors contribueixen a definir una microbiota humana sana, entre els quals hi ha la composició bacteriana, les seves funcions, la dinàmica genètica i l'ecologia. **Alterar la relació de bacteris sensibles i resistents al glifosat, o altres antimicrobians, mitjançant una pressió selectiva diferencial, podria conduir a una disbiosi de la flora microbiana en individus sans**. En paral·lel, d'altres estudis indiquen que podria afavorir la presència de bacteris patògens, donat que acostumen a tenir una major capacitat d'adaptació, i fomentar, com hem esmentat anteriorment, l'aparició d'organismes multi-resistents.

En resum, aquesta nova línia d'investigació sobre la relació del glifosat amb el seu enzim diana proporciona les eines necessàries per a futures investigacions, com s'indica a l'article publicat a la revista *Life "Does Glyphosate Affect the Human Microbiota?"*. **Investigacions recents apunten a un efecte potencial de l'herbicida sobre la microbiota, inclòs un efecte sobre la microbiota humana**. Aquest impacte s'ha fet evident en diversos estudis empírics, tan en bacteris salvatges, com en aquells associats a un hoste. Els propers estudis experimentals i epidemiològics determinaran, d'una manera definitiva, l'impacte del glifosat sobre la microbiota humana i, en conseqüència, sobre la salut de l'ésser humà.



Un 54% de les espècies del nucli del microbioma intestinal humà són sensibles al glifosat. Font: Leino, 2021.

Per saber-ne més:

Albert, H. (25/11/2021). Glyphosate Exposure Could Disrupt Human Gut Microbiome. *Forbes*.
Guerrero, R.; Berlanga, M. (4/2/2020). Nosaltres, els humans: principalment uns microbis. *Pensem*.
Leino, L.; Tall, T.; Helander, M.; Saloniemi, I.; Saikkonen, K.; Ruuskanen, S.; Puigbò, P. (2021). Classification of the glyphosate target enzyme (5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase) for assessing sensitivity of organisms to the herbicide. *J. Hazard. Mater*. 408, 124556.
Mathew, S. A.; Muola, A.; Saikkonen, K.; Saloniemi, I.; Marjo, H.; Puigbò, P. (2022). Quantification of the Potential Impact of Glyphosate-Based Products on Microbiomes. *J Vis Exp*. e63109.
Puigbò, P; Leino, L. I.; Rainio, M. J.; Saikkonen, K.; Saloniemi, I.; Helander, M. (2022). Does glyphosate affect the human microbiota? *Life* (Basel). 12.