

BISOGNA CONCENTRARSI SUL PROBLEMA VERO: UNA SOLUZIONE DUREVOLE

Innanzitutto facciamo notare che nel discutere di OGM e Nbt, il dibattito si è focalizzato sul problema se le Nbt siano o non siano OGM. Secondo noi questo ha distolto l'attenzione dal vero problema e cioè che i prodotti delle due tecnologie hanno la stessa debolezza e quindi, non solo non rappresentano, ma sulla base della teoria evoluzionistica, **NON POSSONO** rappresentare una soluzione durevole alla suscettibilità delle piante ai parassiti. Oltre a non poter rappresentare una soluzione durevole, gli OGM creano problemi più grandi di quelli che intendevano risolvere.

OGM: DA UN PROBLEMA PICCOLO A UN PROBLEMA PIU' GRANDE

Questo accade a causa di un principio fondamentale della biologia che si chiama **Teorema Fondamentale della Selezione Naturale** (Fisher, 1930). Sulla base di questo principio, di fronte ad una pianta resistente ad un parassita, quel parassita, se possiede sufficiente variabilità genetica, evolve e riesce così a superare quella resistenza. Questa continua evoluzione e i suoi meccanismi sono conosciuti da molto tempo (Stern and Reynolds, 1958), sono bene illustrati da Palumbi (2001), il quale fornisce anche dati sui tempi entro i quali questo accade, e da Gray et al. (2009), Hagenbucher et al. (2013a) e Mc Donald et al. (2016).

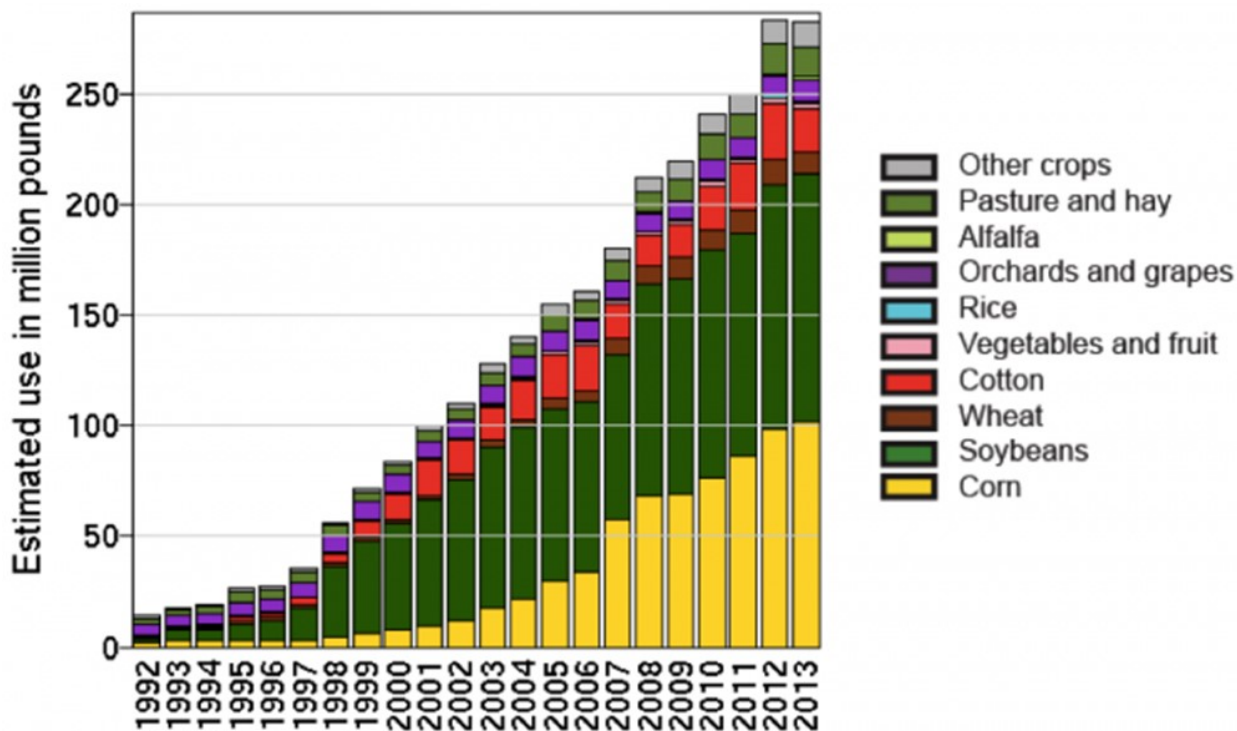
Che questo accada nel caso degli OGM è stato documentato per gli insetti (Gassmann et al. 2011; Pellegrino et al. 2018) e per le infestanti (Fisher, 2012); un altro effetto documentato è l'aumento di danni dovuti ad altri insetti divenuti prevalenti dopo l'introduzione di OGM (Lu et al., 2013; Hagenbucher et al., 2013b;

OGM: UNA SOLUZIONE VECCHIA A DANNO DELLA TERRA E DELLA SALUTE

Quando si parla di OGM, si parla soprattutto di piante geneticamente modificate con l'introduzione della resistenza agli erbicidi (95,9 milioni di ettari o il 53% della superficie coltivata a OGM) e di quelle geneticamente modificate con l'introduzione della resistenza agli erbicidi combinata con la resistenza agli insetti (58,5 milioni di ettari o il 33% della superficie coltivata a OGM) (Pellegrino et al., 2018). I conti sono presto fatti: **quando si parla di OGM si parla soprattutto di resistenza a erbicidi**. Perché ci preme sottolineare questo? Perché la WSSA (Weed Science Society of America) riporta che globalmente ci sono 515 casi di infestanti resistenti agli erbicidi, con 263 specie (152 dicotiledoni e 111 monocotiledoni) che hanno evoluto resistenza a 23 dei 26 meccanismi d'azione conosciuti e a 167 diversi erbicidi. La resistenza agli erbicidi è stata trovata in 94 colture in settantuno paesi¹

Quindi la maggior parte degli OGM è destinata a combattere un nemico, le erbe infestanti, che secondo la WSSA hanno una straordinaria capacità di evolvere resistenza. Una conseguenza è che, al contrario di quanto viene spesso detto, l'uso del più famoso dei diserbanti, il glifosato, in uno dei paesi con la maggiore superficie coltivata a OGM, gli USA, è andato alle stelle a causa del fatto che gli agricoltori che usano OGM di mais e di soia nel corso del tempo hanno aumentato l'uso di glifosato rispetto agli agricoltori che non usano OGM (Perry et al., 2016). Sono numerosi gli studi che riportano gli effetti negativi del glifosato sulla vita microbica del terreno, con un conseguente accumulo nel terreno di nitrati e fosfati e loro conseguente lisciviazione nelle falde acquifere (Gaupp-Berghausen et al., 2015).

¹ (<http://weedsociety.org/Home.aspx>).



Fonte: USGS, Nat'l Water Quality Assessment Program, Pesticide National Synthesis project

Recentemente è stato dimostrato che molti pesticidi, non solo danneggiano la salute umana come residui, ma la semplice esposizione nel raggio di 2 km da dove sono applicati aumenta la probabilità di autismo nei bambini (von Ehrenstein et al., 2019).

Alla critica che gli OGM non rappresentino una soluzione durevole al problema dei parassiti, si risponde che questo è anche il difetto delle varietà moderne e non solo degli OGM e, come vedremo, dei prodotti delle nuove tecniche di breeding. Questo significa che siamo in presenza di tecnologie che concettualmente nulla hanno di nuovo.

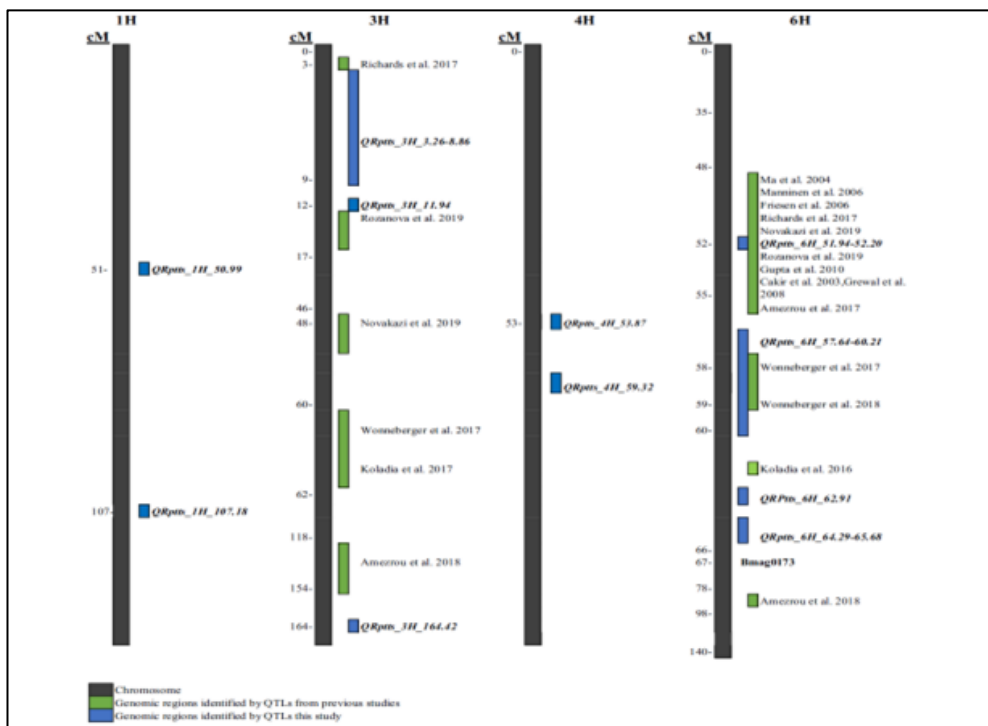
DALLE FAKE NEWS DEGLI OGM A QUELLE DELLE NUOVE TECNICHE DI BREEDING (Nbt).

Sulle Nbt, ci sono tre aspetti che dovrebbero fare guardare a questa tecnologia, quando applicata al miglioramento genetico delle piante, a dir poco con molto sospetto, per concludere, basandosi su nozioni di genetica di base, che non c'è modo che esse possano risolvere alcun problema:

- a) Una pubblicazione del 2017 (Schaefer et al., 2017) metteva in guardia sull'insorgere di mutazioni inattese a seguito dell'uso del *gene editing* usando CRISP-Cas9; è vero che il lavoro è stato misteriosamente ritirato – misteriosamente perché contro il parere di 4 dei 6 autori – ma nel 2018 ne è stato pubblicato un altro (Kosicki et al., 2018) sempre su una rivista importante e sempre denunciando gli stessi pericoli; nel febbraio di quest'anno ancora un'altra pubblicazione (Skryabin et al., 2020) dimostra effetti collaterali indesiderati. Quindi la tecnica che anche in Italia è stata presentata su Repubblica con ".....ora possiamo cambiare poche lettere del DNA e rendere la pianta resistente a parassiti riducendo irrorazioni di antiparassitari e erbicidi. Invece

delle trenta irrorazioni, le mele potrebbero resistere autonomamente” è tutt’altro che precisa;

- b) Il secondo aspetto prende lo spunto proprio dalla frase estratta da Repubblica: anche se la tecnica dovesse con il tempo diventare precisa e senza effetti indesiderati, chi la sostiene sa che la maggior parte dei caratteri agronomicamente importanti sono controllati da molti geni distribuiti su tutti o quasi tutti i cromosomi? Questo è vero anche per le resistenze alle malattie: qui sotto sono rappresentati 4 dei 7 cromosomi dell’orzo e quei rettangolini verde-chiaro e blu a lato dei cromosomi in verde scuro (molti sul secondo e sul quarto) sono tutti geni che controllano UNA malattia dell’orzo: QUALI POCHE LETTERE??? Di queste mappe cromosomiche, prodotte tra l’altro da chi è in favore del *gene editing*, ne potremmo fornirne innumerevoli per molte specie e molti caratteri.



Fonte: Adhikari et al. (2020)

- c) Il terzo aspetto rende OGM e Nbt uguali dal punto di vista evolutivo. Infatti, sempre assumendo che la tecnica diventi estremamente precisa e senza effetti indesiderati, e assumendo inoltre che se ne limiti l’uso a quei caratteri controllati da singoli geni, per esempio una resistenza ad una malattia o ad un insetto, si ricadrebbe nella debolezza descritta sopra per gli OGM e cioè si realizzerebbe una soluzione che è alla portata della capacità evolutiva dell’organismo che si intende controllare creando le condizioni per la comparsa di una razza resistente.

Quanto detto sopra è terribilmente complicato dal cambiamento climatico perché temperatura e precipitazioni influenzano la diffusione, la crescita e la sopravvivenza di malattie, insetti e infestanti (Rosenzweig et al., 2001). Numerosi studi citano esempi di interazioni tra il cambiamento climatico, lo sviluppo delle colture e sia i

parassiti che i loro nemici naturali (Heeb et al., 2019). Zavala et al. (2008) hanno dimostrato come l'aumento della concentrazione di CO₂ aumenti la suscettibilità della soia a un insetto invasivo, mentre Deutsch et al. (2018) hanno stimato una perdita di resa del 10-25% nel riso, mais e grano per ogni grado in più di riscaldamento medio globale a causa dell'aumento della crescita della popolazione e del tasso metabolico degli insetti. Newton et al. (2011) e Pautasso et al. (2012) hanno passato in rassegna diversi studi che mostrano la complessità delle interazioni ospite-patogeno e come queste interazioni siano influenzate dal cambiamento climatico, rappresentando così un'altra area di incertezza nella previsione degli effetti del cambiamento climatico. Il cambiamento climatico influenza l'adattamento e la diffusione delle erbe infestanti, nonché un aumento del rischio per l'evoluzione della resistenza agli erbicidi (Ziska e Dukes, 2010; Colautti e Barrett, 2013; Matzrafi et al., 2016). Negli Stati Uniti è stata documentata l'espansione dell'area geografica di diversi insetti importanti, di erbe infestanti e di patogeni (Rosenzweig et al., 2000). Il tutto in modo scarsamente prevedibile e diverso da luogo a luogo.

Su questo si sta accumulando tantissima letteratura ma non c'è una parola su come OGM e Nbt possano rappresentare una soluzione ad un problema in continua e imprevedibile evoluzione.

LA SOLUZIONE DUREVOLE È ALLA PORTATA DI MANO

Detto questo, va ricordato che c'è una vastissima letteratura scientifica – una pubblicazione è uscita qualche giorno fa (Signe White et al., 2020), e il suo titolo fa capire di cosa si tratta: “la eterogeneità dell'ospite rallenta l'evoluzione della virulenza”. Tutta questa letteratura, da anni, dice la stessa cosa: la diversità tra colture ed entro colture (miscugli e popolazioni) è la migliore e più duratura difesa sia contro i parassiti che contro il cambiamento climatico.

Questa è la soluzione che la Commissione Europea prevede per l'agricoltura biologica con il riconoscimento del valore del “materiale biologico eterogeneo” nel nuovo regolamento che entrerà in vigore dal Gennaio 2022. Una soluzione peraltro già implementata con successo da molti agricoltori che fanno parte di piccole filiere locali con piena soddisfazione dei consumatori.

Concludiamo con un accenno al problema della fame nel mondo: ci si chiede come mai, dopo il primo articolo scientifico comparso 37 anni fa e dopo che gli OGM hanno raggiunto circa 190 milioni di ettari nel mondo (dati del 2017), non solo il numero e la percentuale di persone che soffrono la fame nel mondo non è diminuita ma anzi a partire dal 2014-2015 sta di nuovo aumentando? (FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. 2020). Non viene da chiedersi come mai in quel report non si parli di OGM e di *gene editing* (eppure si parla molto di innovazione in agricoltura) così come non se ne parla nei Proceedings di un Simposio Internazionale sull'Innovazione in agricoltura del 2019? (FAO, 2019)?

Bibliografia

1. Fisher, R.A. 1930. The genetical theory of natural selection, Oxford Clarendon Press, Oxford

2. Stern, V.M., Reynolds, H.T. 1958. Resistance of the spotted alfalfa aphid to certain organo-phosphorus insecticides in Southern California. *Journal of Economic Entomology* 51: 312-316
3. Palumbi, S.R. 2001. Humans as the world's greatest evolutionary force. *Science* 293 (5536): 1786-1790
4. Gray, M.E., Sappington, T.W. et al. 2009. Adaptation and Invasiveness of Western Corn Rootworm: Intensifying Research on a Worsening Pest. *Annual Review of Entomology* 54:303–321
5. Hagenbucher, S., Olson, D.M., et al., 2013a. Resistance Mechanisms against Arthropod Herbivores in Cotton and their Interactions with Natural Enemies. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 32:458–482
6. McDonald, B.A., Stukenbrock, E.H. 2016. Rapid emergence of pathogens in agroecosystems: global threats to agricultural sustainability and food security. *Trans. R. Soc. B* 371: 20160026
7. Gassmann, A.J., Petzold-Maxwell, J.L., et al. 2011. Field-Evolved Resistance to Bt Maize by Western Corn Rootworm. *PLoS ONE* 6(7): e22629
8. Pellegrino E., Bedini S. et al. 2018. Impact of Genetically Engineered Maize on Agronomic, Environmental and Toxicological Traits: A Meta-analysis of 21 Years of Field Data, «*Scientific Reports*» 8: 3113
9. Fisher M. 2012. Many Little Hammers: Fighting Weed Resistance with Diversified Management. *CSA News*, September 2012: 4-10
10. Lu, Y., Wu, K. et al. 2013. Mirid Bug Outbreaks in Multiple Crops Correlated with Wide-Scale Adoption of Bt Cotton in China. *Science* 328: 1151 – 1154
11. Hagenbucher, S., Wäckers, F.L., et al. 2013b. Pest trade-offs in technology: reduced damage by caterpillars in Bt cotton benefits aphids. *Proc R Soc B* 280: 20130042.
12. Perry, E.D., Ciliberto, F., Hennessy, D.A., Moschini, G.C. 2016. Genetically engineered crops and pesticide use in U.S. maize and soybeans. *Science Advances* 2 (8): e1600850
13. Gaupp-Berghausen, M., Hofer, M., Rewald, B., Zaller, J.G 2015. Glyphosate-based herbicides reduce the activity and reproduction of earthworms and lead to increased soil nutrient concentrations. *Scientific Reports* 5, 12886
14. von Ehrenstein, O.S., Ling, C., Cui, X., Cockburn, M., Park, A.S., Yu, F., Wu, J., Ritz, B. 2019. Prenatal and infant exposure to ambient pesticides and autism spectrum disorder in children: population based case-control study. *British Medical Journal* 364: 1962
15. Schaefer, K.A., Wu, W-H., et al. 2017. Unexpected mutations after CRISPR–Cas9 editing in vivo. *Nature Methods* 14: 547–548
16. Kosicki, M., Tomberg, K., et al. 2018. Repair of double-strand breaks induced by CRISPR–Cas9 leads to large deletions and complex rearrangements. *Nature Biotechnology* 36(8): 765–771
17. Skryabin, B.V., Kummerfeld, D-M., et al. 2020. Pervasive head-to-tail insertions of DNA templates mask desired CRISPR-Cas9-mediated genome editing events. *Science Advances*, 6 (7), eaax2941
18. Adhikari, A., Steffenson, B.J., et al. 2020. Identification of quantitative trait loci for net form net blotch resistance in contemporary barley breeding germplasm from the USA using genome-wide association mapping. *Theoretical and Applied Genetics* 133: 1019–1037.

19. Rosenzweig, C., Iglesias, A., et al. 2001. Climate change and extreme weather events - Implications for food production, plant diseases, and pests. *Global Change and Human Health* 2: 90–104
20. Heeb, L., Jenner, E., Cock, M.J.W. 2019. Climate-smart pest management: building resilience of farms and landscapes to changing pest threats. *J Pest Science* 92: 951–969
21. Zavala, J.A., Casteel, C.L., et al. 2008. Anthropogenic increase in carbon dioxide compromises plant defense against invasive insects. *Proc. Natl. Acad. Sci. (USA)* 105 (13): 5129–5133
22. Deutsch, C.A., Tewksbury, J.J., et al. 2018. Increase in crop losses to insect pests in a warming climate. *Science* 361: 916–919
23. Newton, A.C., Johnson, S.N., Gregory, P.J. 2011. Implications of climate change for diseases, crop yields and food security. *Euphytica* 179: 3–18
24. Pautasso, M., Döring, T.F., et al. 2012. Impacts of climate change on plant diseases—opinions and trends. *European Journal of Plant Pathology* 133 (1): 295–313
25. Ziska, L.H., Dukes, J.S. 2010. *Weed Biology and Climate Change*. Blackwell Publishing Ltd. Ames, Iowa 50014-8300, USA
26. Colautti, R.I., Barrett, S.C.H. 2013. Rapid Adaptation to Climate Facilitates Range Expansion of an Invasive Plant. *Science* 342: 364–366
27. Matzrafi, M., Seiwert, B., et al. 2016. Climate change increases the risk of herbicide-resistant weeds due to enhanced detoxification. *Planta* 244: 1217–1227
28. Rosenzweig, C., Iglesias, A., et al. 2000. *Climate Change and U.S. Agriculture: The Impacts of Warming and Extreme Weather Events on Productivity, Plant Diseases, and Pests*. Center for Health and the Global Environment, Harvard Medical School, 260 Longwood Avenue, Room 262A, Boston, MA 02115 pp 1–47
29. Signe White, P., Choi, A., et al. 2020, Host heterogeneity mitigates virulence evolution. *Biol. Lett.* 1620190744
30. FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. 2020. *The State of Food Security and Nutrition in the World 2020. Transforming food systems for affordable healthy diets*. Rome, FAO.
31. FAO. 2019. *Proceedings of the International Symposium on Agricultural innovation for Family Farmers: unlocking the potential of agricultural innovation to achieve the Sustainable Development Goals*. J. Ruane, ed. Rome, FAO. (disponibile qui: www.fao.org/3/ca4781en/CA4781EN.pdf)