



[Salvatore Ceccarelli](#)

Organismi Geneticamente Modificati e Nuove Biotecnologie

Posted by [salvatorececcarelli](#) on [December 31, 2018](#)[January 2, 2019](#)

Negli ultimi mesi, indirettamente e direttamente si è parlato molto di biotecnologie.

Indirettamente se ne è parlato attaccando modi di fare agricoltura (biologica e biodinamica) che si basano sui principi di agro ecologia, che ormai si considera una scienza essendo insegnata anche nelle Università (per esempio al Berkeley Food Institute, University of California, Berkeley).

Uno degli argomenti usato in questi attacchi è che in agricoltura biologica e biodinamica non è permesso coltivare Organismi Geneticamente Modificati (OGM), ai quali recentemente sono stati equiparati, suscitando molta indignazione in chi di biotecnologie si intende, gli organismi vegetali ottenuti con il “Gene Editing” che invece da molti sono considerate Nuove Biotecnologie (Nbt) non equiparabili agli OGM come invece recentemente decretato (per maggiori dettagli vedere anche <https://terraevita.edagricole.it/economia-e-politica-agricola/nbt/>).

Direttamente se ne è parlato spesso anche sulla stampa Italiana lamentando gli svantaggi di cui soffrirebbe non solo l’agricoltura italiana ma anche quella mondiale, e quindi la possibilità di dare da mangiare a tutti nonostante le crescenti difficoltà dovute, tra le altre cose, ai cambiamenti climatici, a causa dei divieti e degli ostacoli posti all’uso degli OGM e delle Nbt.

Recentemente gli OGM sono stati citati come possibilità di combattere la Sharka del pesco, mentre le Nbt sono state citate come possibilità per risolvere il problema della Xylella.

È un argomento che mi interessa, perché nel mondo vegetale OGM e Nbt hanno a che fare con i semi, da cui proviene il cibo, dal quale dipende la nostra salute. Quindi cerco di leggere tempestivamente quanto viene pubblicato su questo argomento privilegiando le riviste più accreditate. Così facendo, e confrontando quello che leggo sulle riviste specializzate (quasi sempre in lingua Inglese) con ciò che leggo sui mezzi di comunicazione (compresi i social media) accessibili anche a coloro che con la lingua Inglese non hanno dimestichezza, mi accorgo che quasi sempre l'informazione è incompleta o parziale.

Per questo, ho deciso da un lato di aggiornare quanto avevo già scritto sugli OGM qualche tempo fa, aggiungendo qualche considerazione sulle Nbt. Le mie fonti di informazione sono elencate in fondo, sperando che non me ne sia sfuggita qualcuna importante

Quello che non si dice a proposito degli OGM (aggiornato)

Geni estranei sono stati introdotti per la prima volta con successo nelle piante 35 anni fa ⁽¹⁾. Da allora, le colture geneticamente modificate (GM) hanno promesso di creare una seconda rivoluzione verde: una dovizia di cibi nutrienti, carburanti e fibre che potrebbero fornire cibo a chi ne ha bisogno, generare profitti per gli agricoltori e promuovere un ambiente più verde ⁽²⁾.

I realtà da una parte molti mettono in dubbio gli aumenti produttivi ^(3, 4), e dall'altra l'evoluzione della resistenza dei parassiti (ad esempio la resistenza all'erbicida Roundup di una infestante del cotone GM negli Stati Uniti ⁽⁵⁾, l'evoluzione della resistenza della diabrotica al mais GM ⁽⁶⁾, e l'aumento degli insetti non-target (ad esempio l'infestazione diffusa di Miridi in Cina dopo l'introduzione del cotone GM ⁽⁷⁾) ha mostrato il lato debole degli OGM.

La principale debolezza degli OGM, che è la stessa debolezza delle varietà prodotte con metodi convenzionali e che portano un singolo gene di resistenza ad un parassita specifico (malattia, insetto o infestante), è che essi ignorano un principio biologico fondamentale. Per spiegare questo principio dobbiamo ricordare due cose. In primo luogo, che i funghi che causano malattie, gli insetti che mangiano le nostre colture e le infestanti che con loro competono, sono tutti organismi viventi e, come tali, sono variabili, si riproducono, mutano, e si evolvono per adattarsi a nuove condizioni, come formalizzato nel Teorema Fondamentale della Selezione Naturale (FTNS) ⁽⁸⁾. In secondo luogo, per crescere e riprodursi essi hanno bisogno di un ospite (questo è vero soprattutto per i funghi che causano malattie e per gli insetti, ma anche per alcune infestanti, le cosiddette infestanti parassite); l'ospite è la pianta (o più in generale l'organismo che attaccano). Se tale organismo è completamente resistente, essi muoiono. Muoiono? No, perché sono variabili, e le rare mutazioni spontanee che rendono i parassiti capaci di attaccare l'ospite avvengono continuamente, e consentono agli individui portatori di queste mutazioni di sopravvivere. In assenza dell'ospite resistente, questi individui non hanno alcun vantaggio specifico. Ma, se all'improvviso, come accade con le varietà uniformi che sono ora prevalentemente coltivate nell'agricoltura moderna, una varietà nuova, geneticamente uniforme e resistente, sia essa GM o convenzionale, viene coltivata, questi individui diventano improvvisamente i soli in grado di riprodursi, e poiché tutte le piante della varietà sono geneticamente identiche, si diffondono molto rapidamente. La generazione successiva sarà in gran parte costituita dai nuovi tipi capaci di attaccare l'ospite. Se la varietà ospite non cambia, avremo un'epidemia ed estese perdite di raccolto.

Questo è quello che è successo con la diffusione di erbe infestanti del cotone transgenico resistenti al Roundup in alcune zone della Georgia, negli Stati Uniti d'America, dove, nel 2012, il 92% dei

coltivatori di cotone GM hanno dovuto diserbare a mano il 54% dell'intero raccolto ⁽⁹⁾. Altri casi di evoluzione di resistenze sono stati documentati negli insetti ^(10, 11) e delle malattie ⁽¹²⁾.

Quanto detto sopra accade anche negli esseri umani, quando i batteri sviluppano resistenza agli antibiotici ^(13,14).

Per concludere, qualsiasi meccanismo di protezione contro un parassita delle colture, sia essa genetica o chimica, può essere descritto come instabile o stabile e gli OGM appartengono alla categoria di soluzioni instabili al problema della protezione contro i parassiti ed è per questo che, nella migliore delle ipotesi, forniscono soltanto una soluzione temporanea, che a sua volta, come descritto sopra, crea un nuovo problema (una razza resistente del parassita), che richiede una soluzione diversa (un nuovo OGM). Pertanto, l'introduzione di OGM in agricoltura avvia una reazione a catena che beneficia solo l'azienda produttrice di OGM.

Recentemente, un lavoro che ha suscitato molto interesse ⁽¹⁵⁾ riconosce che “l'evoluzione della resistenza da parte dei parassiti e la conseguente ridotta efficienza della coltura OGM non può essere esclusa” (vedi pagina 8), ma si limita a proporre possibili soluzioni sempre basate su OGM.

Molti avranno sentito parlare di obsolescenza programmata o pianificata che è definita come una strategia aziendale in cui l'obsolescenza (il processo di diventare obsoleto – cioè, fuori moda o non più utilizzabile) di un prodotto è pianificata e costruita al suo interno dal suo concepimento. Questo è fatto in modo che in futuro il consumatore senta la necessità di acquistare nuovi prodotti e servizi che il produttore mette in evidenza come sostituti di quelli vecchi ⁽¹⁶⁾. Sembra che già negli anni 30, l'azienda chimica DuPont, avendo sintetizzato il nylon e avendolo utilizzato per produrre calze da donna, si accorse che queste duravano molto a lungo. La fibra venne quindi indebolita per limitare la durabilità delle calze.

A me sembra che gli OGM siano l'espressione, in biologia, della stessa strategia.

Incidentalmente, oggi la DuPont è una delle maggiori aziende produttrici di OGM.

A proposito di NBT

Oggi degli OGM sembra si parli sempre meno, e si ha l'impressione che stiano passando rapidamente di moda anche perché chi vede nel modificare il DNA il futuro di tutto, è oggi molto più affascinato dalla tecnica del “gene editing” (letteralmente la “correzione dei geni”) nota anche come CRISPR-Cas9.

Si tratta di una tecnica, peraltro usata in natura dai batteri per difendersi dai virus, che permette di tagliare un pezzettino di DNA corrispondente ad un gene difettoso o che comunque si vuole cambiare, e di sostituirlo con il pezzettino che corrisponde al gene corretto o a quello che è più desiderabile.

Questa tecnica è stata subito salutata come quella che avrebbe rivoluzionato medicina ed agricoltura e in effetti è stato in medicina che sono subito cominciati esperimenti per correggere geni difettosi che causano malattie.

Di questa tecnica si è parlato anche recentemente in un articolo su Repubblica del 21 Luglio 2018 dal titolo “Il biologico? Sì, fa bene. Ma solo a chi lo produce”. Dice l'articolo: “Accantonato il biologico dei non-vantaggi, per produrre e nutrirci riducendo l'uso di agro farmaci possiamo ricorrere alle biotecnologie agrarie: un tempo si mischiavano genomi a caso, 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.”

Qui ci sono due cose che l'articolo non dice. La prima è che secondo i risultati di una ricerca condotta alla Stanford University (California) ⁽¹⁷⁾ e pubblicata su Nature Methods, è stato osservato un numero di mutazioni inattese in topi sottoposti al gene editing. È vero che poi il lavoro è stato ritirato (contro il parere di 4 dei 6 autori), ma a Luglio del 2018 ne è uscito un altro su Nature Biotechnology ⁽¹⁸⁾ il quale indica che il metodo causa alterazioni cromosomiche che possono avere conseguenze patologiche. Insomma cominciano a sorgere dubbi sul fatto che la tecnica sia “ragionevolmente specifica” come dice testualmente l'ultimo articolo citato.

“Procedere con cautela” ammonisce un recente editoriale di The Lancet ⁽¹⁹⁾, una delle riviste mediche più accreditate al mondo.

Infine, molto recentemente, e a seguito della presunta nascita di gemelli ottenuti con il gene editing annunciata dal ricercatore cinese He Jiankui ⁽²⁰⁾, e peraltro non pubblicata, Paul Knoepfler dell'Università di Davis in California, ha pubblicato un articolo ⁽²¹⁾ per chiarire che il termine “gene editing” deve essere utilizzato solo per descrivere alterazioni *intenzionali e precise* (il corsivo è mio) della sequenza del DNA. Al contrario cambiamenti a casaccio della sequenza del DNA a seguito dell'introduzione di CRISPR dovrebbero essere definite come mutazioni random.

Ma, sulla base di quello che abbiamo detto prima, anche se la tecnica assicurasse la massima precisione, e non avesse conseguenze impreviste (o imprevedibili) e negative, rimarrebbero i due problemi principali. Il primo è che per i caratteri controllati da un solo gene – come resistenze a malattie, insetti ed erbe infestanti, si creerebbero degli organismi che pur non essendo tecnicamente degli OGM, ne conservano tutti i difetti, perché, per il Teorema Fondamentale della Selezione Naturale, le resistenze conferite da singoli geni (quindi anche quelli usati dal miglioramento genetico non molecolare nelle varietà convenzionali) sono destinate a soccombere di fronte alla capacità di evolversi proprio di quegli organismi (malattie, insetti ed erbe infestanti) che intendono controllare. Il secondo è quello che anche la genetica molecolare ha confermato, e cioè che i caratteri importanti dal punto di vista economico sono tutti controllati da molti geni (per questo si dicono caratteri quantitativi), situati in punti diversi del nostro genoma, cioè su cromosomi diversi. Questo ha ricevuto moltissime conferme proprio da ricerche biotecnologiche.

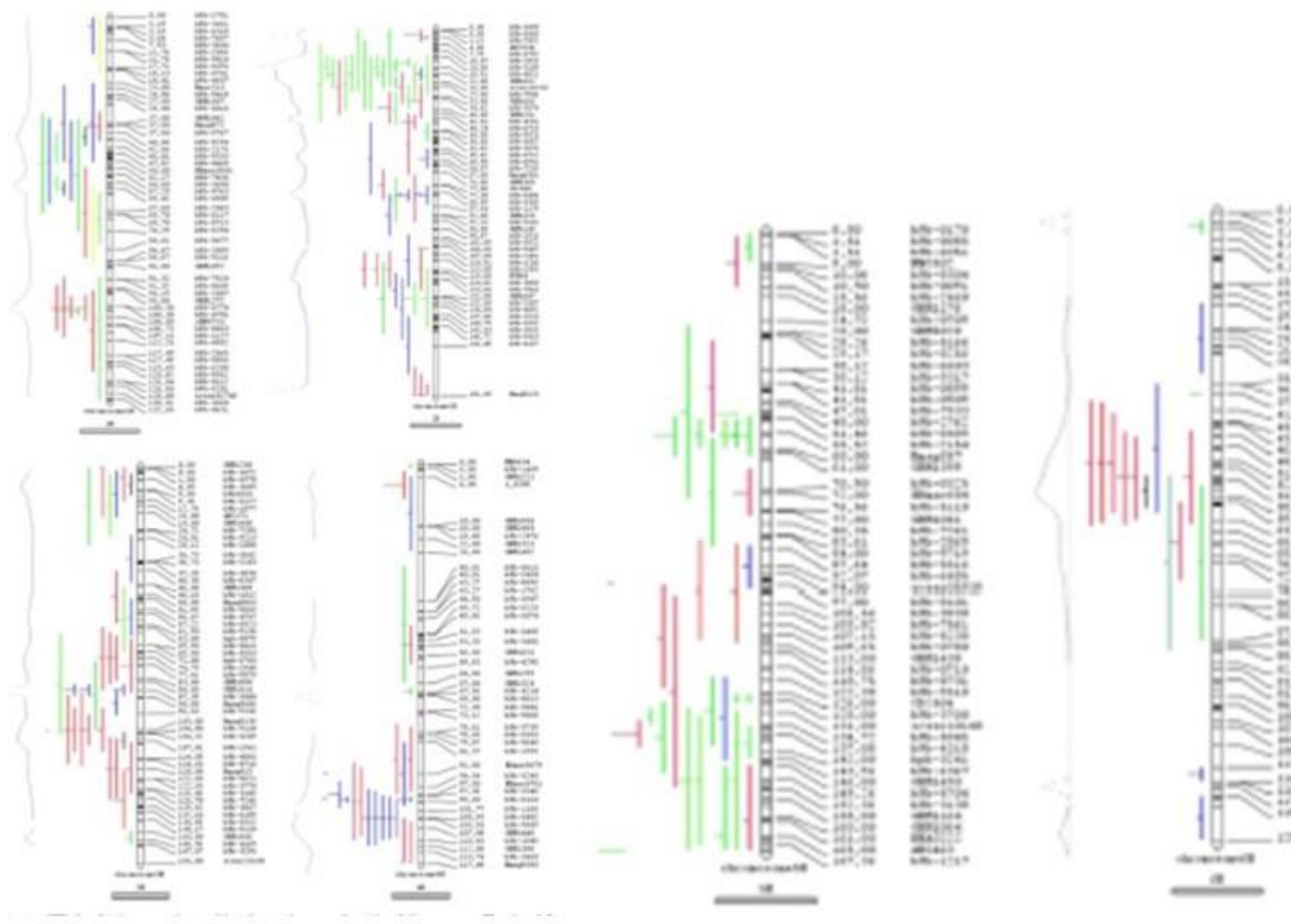


Figura 1. Distribuzione dei QTL più importanti per la resistenza alla siccità (in rosso), alla salinità (in verde) e al ristagno di acqua (in blue) nei diversi cromosomi dell'orzo ⁽²²⁾

Per esempio dalla Figura 1 (ma potrei portare decine e decine di Figure simili per specie e caratteri diversi) è evidente come il controllo genetico (un QTL è una regione di DNA associata ad un particolare carattere quantitativo) di tre resistenze importanti nell'orzo sia molto complesso e legato a fattori genetici che sono localizzati su tutti i cromosomi: ammesso anche che la tecnica di “gene editing” sia molto precisa, dove dovremmo andare a tagliare?

Bibliografia

1. Luis Herrera-Estrella L, Depicker A, Van Montagu M, Schell J. 1983. Expression of chimaeric genes transferred into plant cells using a Ti-plasmid-derived vector. *Nature* 303: 209–213
2. Editorial 2013a. Tarnished Promise. *Nature* 497: 21
3. Doug Gurian-Sherman D. 2009. Failure to yield. Evaluating the Performance of Genetically Engineered Crops. UCS Publications. Two Brattle Square, Cambridge, MA 02238-9105, pp 44
4. Xu Z, Hennessy DA, Sardana K, Moschini G. 2013. The Realized Yield Effect of Genetically Engineered Crops: U.S. Maize and Soybean. *Crop Science* 53: 735–745
5. Fisher M. 2012. Many Little Hammers: Fighting Weed Resistance with Diversified Management. *CSA News*, September 2012: 4-10

6. Gassmann AJ, Petzold-Maxwell JL, et al. 2011. Field-Evolved Resistance to Bt Maize by Western Corn Rootworm. *PLoS ONE* 6 (7)
7. Lu Y, Wu K, Jiang Y, et al. 2013. Mirid Bug Outbreaks in Multiple Crops Correlated with Wide-Scale Adoption of Bt Cotton in China. *Science* 328: 1151 – 1154
8. Shaw RG, Shaw FH. 2014. Quantitative genetic study of the adaptive process. *Heredity*, 112: 13–20
9. Fisher M. 2012. Many Little Hammers: Fighting Weed Resistance with Diversified Management. *Crop Society of America News* : 4-10
10. Stern VM, Reynolds HT. 1958. Resistance of the spotted alfalfa aphid to certain organo-phosphorus insecticides in Southern California. *Journal of Economic Entomology* 51: 312-316
11. Teetes GL, Schaefer CA, et al. 1975. Greenbug Resistance to Organophosphorous Insecticides on the Texas High Plains. *Journal of Economic Entomology*, 68: 214-216
12. McDonald BA, Stukenbrock EH. 2016. Rapid emergence of pathogens in agro-ecosystems: global threats to agricultural sustainability and food security. *Trans. R. Soc. B* 371: 20160026
13. Frieden T. 2013. Antibiotic Resistance Threats in the United States, 2013. Centers for Disease Control and Prevention pp 114
14. Reardon S. 2014. Antibiotic resistance sweeping developing world. *Nature*, 509: 141-142
15. Pellegrino E, Bedini S, Nuti M, Ercoli L. 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
16. Planned obsolescence. *The Economist*, 23 marzo 2009
17. Schaefer KA, Wu W-H, Colgan DF, Tsang SH, Bassuk AG, Mahajan VB. 2017. Unexpected mutations after CRISPR–Cas9 editing in vivo. *Nature Methods* 14, 547–548
18. Kosicki M, Tomberg K, Bradley A. 2018. Repair of double-strand breaks induced by CRISPR–Cas9 leads to large deletions and complex rearrangements. *Nature Biotechnology* 36 (8): 765–771
19. Editorial 2018. Genome editing: proceed with caution. *The Lancet* 392 (10144): 253
20. Cyranoski D, Ledford H. 2018. Genome-edited baby claim provokes international outcry. *Nature* 563: 607-608
21. Knoepfler, P. 2018. CRISPR twins: what does ‘editing’ mean? *Nature* 564: 345
22. Zhang X, Shabala S, Koutoulis A, Shabala L, Zhou M. 2017. Meta-analysis of major QTL for abiotic stress tolerance in barley and implications for barley breeding. 245 (2):283-295