ASSOSEMENTI
Associazione Italiana Sementi

Effetti del cambiamento climatico in agricoltura

ASSOSEMENTI
Associazione Italiana Sementi

Le TEA come risposta ai cambiamenti climatici

Introduzione

Nei prossimi decenni l'agricoltura dovrà affrontare enormi sfide, tra cui garantire la sicurezza alimentare per una popolazione mondiale di 10-11 miliardi di persone (stime ONU, world population prospect 2022), rispondere ad una aumentata richiesta di prodotti di origine vegetale e preservare la biodiversità a fronte di condizioni produttive in continuo mutamento e sempre più instabili.
Secondo l'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)[1], i cambiamenti climatici osservati negli ultimi 150 anni sono la conseguenza dell'aumento della concentrazione di gas serra, dovuto alle emissioni di natura antropica. Attualmente la concentrazione globale di diossido di carbonio (il principale gas serra) è circa il 50% in più rispetto ai livelli preindustriali (1750)[2] e la temperatura media globale è aumentata di 1,1 °C rispetto al 1880.
Questa situazione ha comportato una rapida escalation di fenomeni estremi quali ondate di calore, siccità, grandine e violente precipitazioni, sempre più evidenti, ma anche a degrado del suolo, riduzione della biodiversità e alterazione degli ecosistemi.
Si stima inoltre che il maggiore incremento delle temperature medie e degli eventi estremi avverrà proprio in Europa centrale e meridionale e nelle zone Mediterranee (IPPC). L'agenzia europea dell'ambiente (SEE) prevede che i cambiamenti climatici potrebbero ridurre il valore dell'agricoltura europea del 16% entro il 2050 a causa della maggiore siccità e precipitazioni e la produzione dei Paesi del Mediterraneo potrebbe scendere dell'80% entro il 2100.

Effetti dei cambiamenti climatici sulle produzioni agricole

Il principale gas serra che contribuisce al cambiamento climatico è l'anidride carbonica che generalmente ha un effetto positivo sulla crescita delle piante, aumentando la fotosintesi ed il tasso di assimilazione del carbonio[3]. Tale effetto risulta però compensato da altri fattori quali la minore disponibilità di acqua, le alte temperature e la diffusione di nuove malattie portando, nel complesso, ad effetti negativi nella produzione agricola[4]. Le alte temperature giornaliere e la mancanza di un adeguato apporto idrico hanno inoltre un impatto negativo sull'impollinazione, mentre le alte temperature notturne aumentano la respirazione delle piante riducendo l'accumulo netto giornaliero di biomassa, rendendo sempre più difficile mantenere costanti le rese.
I principali impatti che i cambiamenti climatici avranno per il settore agricolo sono riferiti a:

- Rese sempre più instabili
- Diffusione di nuove infestanti e patogeni per i quali sarà più difficile la gestione adeguando i tempi dei trattamenti a fronte di una riduzione della tipologia delle misure chimiche di controllo
- Aumento del fabbisogno idrico a causa delle temperature più elevate
- Minore disponibilità di risorse idriche dovute sia alle minori precipitazioni sia all'innalzamento dei livelli del mare che porterà alla salinizzazione delle risorse idriche

Gli impatti interesseranno tutti gli aspetti relativi alla sicurezza alimentare, tra i quali l'accesso e la qualità del cibo e la stabilità dei prezzi.

---

[1] https://www.ipcc.ch
[2] https://climate.nasa.gov
[3] Wang et al. (2020) Recent global decline of CO2 fertilization effects on vegetation photosynthesis. Science 370, 1295–1300. doi: 10.1126/science.abb7772
[4] Iizumi et al. (2018). Crop production losses associated with anthropogenic climate change for 1981–2010 compared with preindustrial levels. Int. J. Climatol. 38, 5405–5417. doi: 10.1002/joc.5818

ASSOSEMENTI
Associazione Italiana Sementi

Contributo del settore agricolo nella mitigazione dei cambiamenti climatici

Se da un lato l'agricoltura risulta essere uno dei settori più vulnerabili agli impatti del cambiamento climatico, dall'altro può avere anche un ruolo fondamentale nella sua mitigazione. Tale azione interessa da una parte una riduzione diretta dell'emissione dei gas serra in atmosfera: i fertilizzanti, ad esempio, sono responsabili dell'aumento delle concentrazioni atmosferiche di protossido di azoto (N_2O) un gas serra 300 volte più dannoso dell'anidride carbonica (CO_2). Migliorare l'efficienza d'uso da parte delle colture dei principali nutrienti potrebbe permettere una sensibile riduzione delle emissioni.
Anche una riduzione della deforestazione risulta essere fondamentale per evitare incrementi in CO_2. Aumentare le rese, garantendo la stessa produzione agricola senza necessità di incrementare le aree coltivate risulta uno degli elementi fondamentali per ridurre il tasso di deforestazione.
Infine, la riduzione degli sprechi è di fondamentale importanza per contrastare i cambiamenti climatici. Secondo il Food Waste Index Report 2021[5], dall'otto al dieci per cento delle emissioni globali di gas serra sono associate al cibo non consumato. Secondo lo studio le famiglie scartano circa l'11% del cibo mentre i punti vendita sprecano dal 2 al 5% e la maggior parte è riferito a prodotti ortofrutticoli. Migliorare la conservabilità dei prodotti può essere estremamente incisivo nel ridurre tali sprechi.

Il ruolo dell'innovazione varietale

L'innovazione vegetale gioca un ruolo fondamentale nel permettere all'agricoltura di rispondere sia mitigando i cambiamenti climatici sia adattandosi ad essi in un quadro più generale di sostenibilità ambientale e socioeconomica.
Secondo lo studio pubblicato da HFFA Research[6], negli ultimi vent'anni il miglioramento genetico, in Europa, ha permesso di aumentare le rese dell'1,16% ogni anno. Rese più elevate per ettaro hanno permesso inoltre di preservare le già scarse risorse di terreni a livello mondiale: in assenza del miglioramento genetico delle principali colture agrarie che si è avuto in Europa negli ultimi 20 anni, la superficie agricola coltivata nel 2020 avrebbe dovuto essere ampliata di oltre 21,5 milioni di ettari.
Lo studio ha inoltre stimato che il miglioramento genetico delle piante nell'UE ha garantito anche una minore emissione di gas serra, aiutando a evitare cambiamenti della destinazione d'uso dei terreni. Fino al 2020, grazie al miglioramento varietale per le principali specie agrarie degli ultimi 20 anni in Europa, è stato possibile evitare l'emissione di quasi 4 miliardi di tonnellate di emissioni dirette di C02. Dal punto di vista ambientale il miglioramento varietale ha inoltre avuto effetti positivi sulla biodiversità: senza l'apporto del breeding degli ultimi 20 anni, in Europa, fino al 2020 sarebbe andato perso un quantitativo di biodiversità equivalente alla ricchezza di specie trovata in 8,3 milioni di ettari di foresta pluviale e savane in Brasile o in 11,8 milioni di ettari di habitat naturali in Indonesia, in aggiunta a quanto già scomparso. Infine, l'impatto del miglioramento varietale degli ultimi 20 anni sul risparmio di risorse idriche è stato stimato pari a 50 milioni di m^3 di acqua, paragonabile al volume d'acqua del Lago di Garda.
L'innovazione varietale risulta essere strategica sia per mitigare i fattori alla base dei cambiamenti climatici, sia per garantire la resilienza delle colture mantenendo la stabilità nelle produzioni anche in condizioni avverse. Tale innovazione è supportata da un continuo progresso genetico che mira a inserire nelle moderne varietà nuovi geni che conferiscono particolari caratteristiche produttive o qualitative e di resistenza a stress di natura biotica e abiotica.

---

[5] UNEP Food Waste Index Report (2021) https://www.unep.org/resources/report/unep-food-waste-index-report-2021
[6] Noleppa S. and Cartsburg M. (2021) The socio-economic and environmental values of plant breeding in the EU and for selected EU member states. HFFA Research

ASSOSEMENTI
Associazione Italiana Sementi

Il miglioramento varietale degli ultimi 20 anni, sebbene si sia avvalso di metodi all'avanguardia quali sequenziamento dei genomi e l'uso di marcatori molecolari, è stato basato principalmente su tecniche di incrocio e selezione. La messa a punto di una qualsiasi novità vegetale rimane quindi un processo lungo e laborioso che comincia dalla valutazione della biodiversità disponibile per arrivare, dopo numerosi incroci, valutazioni e perfezionamenti, ad un genotipo idoneo che incontra l'interesse degli agricoltori e del mercato. Questo processo può richiedere anche 15 anni di lavoro e notevoli investimenti da parte delle aziende.
I nuovi metodi di breeding (TEA), rendendo più veloce e preciso l'inserimento del carattere desiderato nelle varietà commerciali, ampliano enormemente le potenzialità del miglioramento genetico. Per un approfondimento sul miglioramento varietale e una comparazione delle tecniche di breeding si rimanda alla scheda informativa allegata: "Il miglioramento varietale è alla base dei nostri sistemi alimentari".

Le Tecniche di Evoluzione Assistita (TEA)

Le mutazioni sono delle modifiche ereditabili nella sequenza del DNA di un organismo che si verificano spontaneamente in natura e rappresentano il meccanismo alla base dell'evoluzione che permette ad una specie di adattarsi all'ambiente in continuo cambiamento.
Già dalla prima metà del XX secolo si è ricorso all'utilizzo di agenti mutageni (chimici o radiazioni) per ampliare la variabilità genetica necessaria alla costituzione di nuove varietà. Le mutazioni indotte in tal modo sono però completamente casuali e non è in nessun modo prevedibile o controllabile.
Le nuove tecniche di breeding, dette TEA (Tecniche di Evoluzione Assistita) o NGT (New Genomic Tecniques) sono invece in grado di indirizzare le mutazioni in modo controllato in punti precisi del genoma attraverso la sola correzione o l'inserzione di una o più "lettere" (nucleotidi) e in questo caso si parla di genome editing, oppure possono permettere l'inserimento di un intero gene e, se questo appartiene ad un organismo della stessa specie per cui sarebbe possibile l'inserimento anche attraverso incrocio e selezione, si parla invece di cisgenesi.
Tra i principali vantaggi di queste tecniche vi sono la possibilità di essere applicate a più specie, ivi incluse quelle minori risultando di grande interesse anche per la salvaguardia di varietà locali, i costi sostenibili anche per le piccole e medie imprese e la relativa rapidità e precisione.
Oggi, grazie ai numerosi progetti di sequenziamento tra cui ad esempio quello recentemente concluso relativo al frumento duro[7] che ha visto protagonisti università ed enti di ricerca italiani, sono noti numerosi geni che regolano le risposte adattative delle piante a diversi stress ambientali. La possibilità di poter usare le TEA a scopo sperimentale risulta essere un importante strumento per accelerare la ricerca di base ed aiutare nel comprendere i meccanismi che regolano le risposte delle piante alle diverse avversità e condizioni climatiche. Per chi si occupa di miglioramento genetico è infatti fondamentale poter valutare, in ambiente naturale l'effetto della modifica di un determinato gene. Tali informazioni possono poi essere utilizzate per produrre nuove varietà vegetali sia con metodi tradizionali che mediante TEA.
Le TEA rappresentano però anche lo strumento ad oggi più preciso e veloce per poter usufruire di queste informazioni per migliorare le varietà coltivate. Avere le TEA nella cassetta degli attrezzi potrebbe accelerare quindi sia il processo di identificazione dei singoli geni che la costituzione di nuove varietà con le combinazioni desiderate. Di seguito si riportano alcuni esempi di applicazione delle TEA per migliorare le colture in risposta alle limitazioni imposte dai cambiamenti climatici.

[7] Maccaferri et al. (2019) Durum wheat genome highlights past domestication signatures and future improvement targets Nature Genetics May;51(5):885-895. doi: 10.1038/s41588-019-0381-3

ASSOSEMENTI
Associazione Italiana Sementi

- Tolleranza a stress abiotici: siccità ed eccessi idrici, caldo, salinità, raggi UV
  A causa della base genetica estremamente complessa, migliorare e stabilizzare le prestazioni delle colture in condizioni di stress ambientali è un compito lento ed estremamente difficile. Decenni di ricerche hanno permesso di identificare, dallo studio della biodiversità esistente, numerose varianti dei geni che possono contribuire a migliorare la resistenza a stress abiotici.
  Il riso, alimento base per oltre la metà della popolazione mondiale, è di primaria importanza per la sicurezza alimentare globale. I principali stress abiotici che lo colpiscono sono la siccità e la salinità. Sono state ottenute piante di riso in grado di mantenere buone produzioni in condizioni di salinità elevata[8], alte temperature e carenza idrica[9] o a maturazione precoce in grado di adattarsi a diverse latitudini[10]. A livello italiano, il progetto Biotech, finanziato nel 2018 dal Ministero dell'Agricoltura e coordinato dal CREA, ha permesso di ottenere primi risultati in riso per migliorare l'efficienza di utilizzo di acqua.
  Anche per il mais, coltura estremamente importante, non solo per l'alimentazione umana e per il bestiame ma anche per la produzione energetica, la siccità è un problema in tutte le fasi di crescita della pianta, ma ha effetti estremi soprattutto nella fase di fioritura. Il progetto europeo BREEDIT[11] è volto a migliorare il mais, mediante l'utilizzo delle TEA, per resistere al calore, ai raggi UV, alla siccità e ad altri fattori di stress ambientale.
  In pomodoro, grazie alle attività del progetto Biotech, sono stati ottenuti genotipi resistenti alla salinità ed allo stress idrico.

- Resistenza a patogeni
  Si prevede che a causa dei cambiamenti climatici aumenti sia la gravità che l'incidenza di molte malattie che colpiscono le piante[12]. Tale peggioramento è principalmente dovuto all'incremento dei possibili vettori che possono adattarsi a nuovi habitat, ma anche all'aumento delle temperature che da un lato favorisce la riproduzione degli agenti patogeni e dall'altro rende le piante più suscettibili. Nelle piante sono stati identificati molti geni in grado di aumentare la resistenza a malattie quando eliminati e proprio questi sono stati utilizzati per il miglioramento varietale mediante editing genetico. Esempi sono disponibili per riso, orzo, pomodoro, frumento, patata.
  Uno dei principali progetti volti a identificare nuove forme di resistenza a patogeni è il progetto PILTON. Questo progetto è iniziato nel 2020 e coinvolge 60 aziende sementiere che collaborano per dare vita a varietà di frumento con una resistenza stabile a numerose malattie fungine. Il frumento è il secondo alimento più consumato al mondo dopo il riso, contribuendo a fornire circa il 20% del fabbisogno calorico dell'uomo ed è coltivato su 220 milioni di ettari. Secondo la FAO, la domanda di frumento aumenterà del 60-70% entro il 2050: una sfida enorme se si considera che oggi circa il 13% della produzione è persa a causa di malattie fungine nonostante l'uso di fungicidi. È stato stimato che lo sviluppo di una varietà di grano resistente ad attacchi fungini consentirebbe agli agricoltori di evitare due trattamenti a stagione, per un toltale di circa 50 milioni di applicazioni a livello europeo. A vantaggio anche dell'ambiente.

---

[8] Zhang et al. (2019). Enhanced rice salinity tolerance via CRISPR/Cas9-targeted mutagenesis of the OsRR22 Gene. Mol. Breed. 39:47. doi: 10.1007/s11032-019-0954-y
[9] Caine et al. (2019). Rice with reduced stomatal density conserves water and has improved drought tolerance under future climate conditions. New Phytol. 221, 371–384. doi: 10.1111/nph.15344
[10] Li et al. (2017). High-efficiency breeding of early-maturing rice cultivars via CRISPR/Cas9-mediated genome editing. J. Genet. Genomics 44, 175–178. doi: 10.1016/j.jgg.2017.02.001
[11] Lorenzo et al (2023) BREEDIT: a multiplex genome editing strategy to improve complex quantitative traits in maize. Plant Cell. 2;35(1):218-238. doi: 10.1093/plcell/koac243
[12] Yan,et al (2017). Potential distributional changes of invasive crop pest species associated with global climate change. *Appl. Geogr*. 82, 83–92. doi: 10.1016/j.apgeog.2017.03.011

ASSOSEMENTI
Associazione Italiana Sementi

Nel caso della vite, le potenzialità dell'utilizzo delle TEA risultano ancora più evidenti. Non solo le perdite che si possono verificare vanno dal 5 all'80% con un ampio utilizzo di fitofarmaci, stimato, a livello UE, pari a circa 68.000 tonnellate di fungicidi ogni anno, che rappresentano oltre il 50% di tutti i fungicidi utilizzati nell'agricoltura Europea. L'utilizzo delle TEA per l'ottenimento di varietà di vite resistenti, oltre a permettere di accelerare le tempistiche, permette inoltre di mantenere inalterate le caratteristiche dei vitigni tradizionali a cui sono associati specifici disciplinari di produzione e conseguente valore economico dei vini famosi che, per questo settore, è un importantissimo valore aggiunto. Le varietà resistenti consentirebbero di portare il numero dei trattamenti fungini da 10-20 oggi necessari per le varietà tradizionali fino a 2-3 per quelle resistenti, pari ad una riduzione del 60-80% di utilizzo di fungicidi[4].
In pomodoro il progetto Biotech ha permesso di ottenere primi risultati per quanto riguarda la resistenza a orobanche, piante parassite che sempre più si stanno diffondendo nei nostri areali compromettendo le produzioni di numerosissime colture. Lo stesso progetto Biotech ha permesso di ottenere i primi risultati per resistenza a peronospora in basilico e a *F. oxysporum* in melanzana.

- Sostenibilità delle produzioni
  I cambiamenti climatici porteranno a diminuzioni della resa in molti areali e questo, associato all'aumento della popolazione, renderà necessaria l'espansione dei terreni agricoli in aree geografiche attualmente non coltivate, minacciando la biodiversità.
  Aumentare le rese riducendo al contempo l'uso di input è l'obiettivo principale del breeding. Le TEA possono contribuire ad accelerare questo processo: nel progetto Biotech, a livello italiano, si sta lavorando per migliorare l'efficienza d'uso dell'azoto in riso o ad esempio per aumentare la resa in orzo e frumento duro.
  Anche a livello internazionale diversi progetti hanno permesso di aumentare la resa in riso[13], mais[14], e pomodoro[15] utilizzando genome editing.
  Numerosi esempi di successo nell'utilizzo del genome editing sono stati riportati per il miglioramento nell'efficienza di utilizzo dell'azoto, fosforo, potassio, ferro o per resistenza a metalli pesanti nei terreni[16].

- Qualità dei prodotti
  La riduzione degli sprechi è cruciale per la sicurezza alimentare. Migliorare la conservabilità dei prodotti e ridurre le perdite post-raccolto permette di evitare inutili emissioni di CO_2.
  Mediante TEA è stato possibile, ad esempio, migliorare la conservabilità in pomodoro[17] e a livello italiano, nel progetto Biotech, sono stati ottenuti carciofi che non imbruniscono e pomodori con prolungata fase produttiva.
  L'aumento di CO_2 avrà effetti dannosi anche per quanto concerne la qualità nutrizionale di molte colture. Si stima che ai livelli di CO_2 previsti per la seconda metà del 21° secolo si

[13] Li, et al (2016) Reassessment of the four yield-related genes Gn1a, DEP1, GS3, and IPA1 in rice using a CRISPR/Cas9 system. Front. Plant Sci. 7, 377.
[14] Gao et al. (202) Superior field performance of waxy corn engineered using CRISPR-Cas9. Nat. Biotechnol. 38, 579–58.
[15] Rodriguez-Leal et al(2017) Engineering quantitative trait variation for crop improvement by genome editing. Cell 171, 470–480.
[16] Lekshmy, Jagadhesan et al (2022) Genome Editing Targets for Improving Nutrient Use Efficiency and Nutrient Stress aptation Front. Genet 13 13:900897 https://doi.org/10.3389/fgene.2022.900897
[17] Hilioti et al (2016). A novel arrangement of zinc finger nuclease system for in vivo targeted genome engineering: The tomato LEC1-LIKE4 gene case. Plant Cell Rep. 35, 2241–2255. doi:10.1007/s00299-016-2031-x

ASSOSEMENTI
Associazione Italiana Sementi

avranno riduzioni di proteine, zinco e ferro in frumento, riso, legumi e numerose altre specie orticole[18].
Il genome editing è stato già utilizzato con successo per incrementare il contenuto di antociani, carotenoidi (golden rice), macro e micro-nutrienti. Nell'ambito del progetto Biotech è stato ottenuto, ad esempio, un pomodoro arricchito in vitamina D. La carenza di tale elemento è associata a molteplici rischi per la salute, tra cui cancro, malattie cardiovascolari e depressione. Circa il 40% della popolazione europea è carente di vitamina D e fino al 13% è gravemente carente. I pomodori arricchiti in vitamina D possono fornire una nuova fonte alimentare di tale elemento, mentre le foglie possono essere utilizzate per creare integratori. Si stima che il consumo di un pomodoro arricchito in vitamina D possa fornire circa il 30% della dose giornaliera raccomandata. Tale prodotto sarà commercializzato a breve in Inghilterra.

Ad oggi, in Europa i prodotti ottenuti mediante TEA sono regolamentati dal Reg 2001/18 come OGM. Questa risulta essere una forte limitazione, soprattutto in un panorama internazionale che vede molti Stati non aver regolamentato tali prodotti se analoghi a quanto può essere ottenuto mediante breeding tradizionale.
Assosementi ha quindi accolto favorevolmente la proposta della Commissione europea dello scorso 5 luglio, in quanto supporta l'innovazione in agricoltura nella direzione degli obiettivi del Green Deal e della sostenibilità, proponendo un allineamento con il panorama internazionale che sulla base di evidenze scientifiche che hanno riconosciuto l'assoluta equivalenza fra le piante prodotte grazie alle TEA e quelle convenzionali. Queste tecniche, infatti, in combinazione con i metodi di breeding esistenti, possano essere uno strumento fondamentale per il miglioramento varietale e poiché i prodotti risultanti possono essere indistinguibili dalle varietà vegetali convenzionali è necessario che una futura regolamentazione tenga in considerazione questa possibilità, con una valutazione del rischio basata su criteri oggettivi, tale da non compromettere la competitività del settore sementiero in Europa. Per un approfondimento in merito si veda la posizione di Assosementi allegata.
Inoltre, Assosementi sostiene la necessità di:

- **continuare a investire nel seme certificato e nel suo utilizzo**, in quanto punto di partenza per il miglioramento qualitativo e quantitativo delle produzioni. L'utilizzo di seme certificato, oltre a contribuire a garantire la sicurezza alimentare è anche sinonimo di innovazione, tracciabilità e produttività e può contribuire ad aumentare la redditività delle imprese agroalimentari;
- sostenere la ricerca e la sperimentazione pubblica per progetti che si avvalgono di tecniche TEA, anche eventualmente attraverso **collaborazioni con imprese private** con approccio *open innovation*;
- attuare in modo celere tutte le misure possibili in caso di eventi climatici estremi. favore di un comparto fortemente strategico per il sistema agro-alimentare italiano
- attivare celermente **fondi di ristoro e sostegno in caso di eventi climatici estremi**. Gli eventi climatici che hanno colpito diverse regioni italiane di importanza strategica per la produzione sementiera hanno messo a repentaglio la posizione di leadership dell'Italia, seconda per produzione a livello europeo e fra i primi produttori al mondo.

[18] Soares et al (2019). Preserving the nutritional quality of crop plants under a changing climate: importance and strategies. Plant Soil 443, 1–26. doi: 10.1007/s11104-019-04229-0

Il miglioramento varietale è alla base dei nostri sistemi alimentari

Il miglioramento varietale è il pilastro che sostiene i nostri sistemi alimentari.
La globalizzazione dei commerci ed i cambiamenti climatici stanno minacciando la sicurezza alimentare rendendo sempre più urgente la necessità di varietà vegetali nuove e meglio adattate.
Affinché il miglioramento varietale possa rispondere a questa sfida, serve l'accesso a tecniche di breeding più veloci ed efficienti come le nuove tecniche genomiche (NGT).
Le NGT possono integrare i metodi di breeding esistenti per lo sviluppo di varietà in grado di garantire la transizione verso sistemi produttivi più sostenibili.

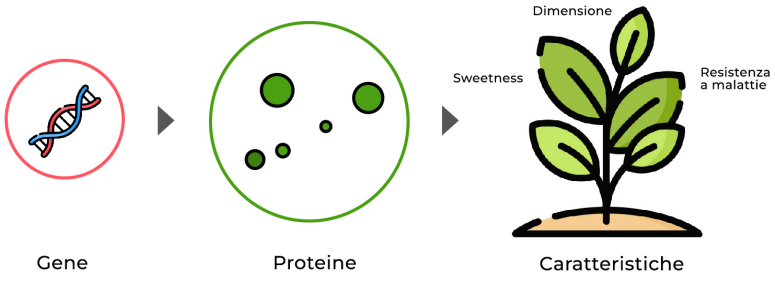
Riteniamo che una revisione della regolamentazione dei prodotti NGT, attualmente equiparati agli OGM nonostante l'EFSA abbia concluso che sono sicuri[1], sia fondamentale per cogliere le importanti opportunità che possono aumentare la sostenibilità delle produzioni agricole.

Plants for the Future
European Technology Platform

ASSOSEMENTI
Associazione Italiana Sementi

Plant breeding

Le piante sono alla base dei nostri sistemi alimentari. Nel corso dei millenni, gli uomini hanno guidato l'evoluzione delle piante incrociando e selezionando quelle con caratteristiche interessanti, come un frutto più grande o un sapore migliore.



La diversità genetica che si osserva in natura è dovuta a cambiamenti nei geni delle piante.
Questo permette ai breeders di sviluppare varietà più adatte alle esigenze del consumatore e della società in termini di convenienza, valori nutrizionali, resilienza ai cambiamenti climatici e resistenza alle malattie.

Lo sapevi?
Attualmente esistono circa 43.000 varietà di piante registrate in Europa.
Ogni anno sono aggiunte circa 3.500 nuove varietà!

I limiti della selezione varietale

La selezione di nuove varietà vegetali richiede molto tempo e risorse, costringendo a concentrare la maggior parte degli investimenti sulle specie più coltivate (frumento, mais).

Strumenti innovativi, come le NGT, che accelerano il processo di breeding e ne migliorano l'efficienza, possono contribuire a ridurre i costi e promuoverne l'applicazione anche su altre specie.

Durata del processo di breeding dall'incrocio iniziale allo sviluppo della nuova varietà
Per gentile concessione di: Rod Snowdon

Come il breeding cambia i geni delle piante

Come il breeding modifica i geni delle piante

Breeding tradizionale	Mutagenesi classica	Transgenico	Mutagenesi mirata	Cisgenesi
Incrocio e selezione	Esposizione dei semi ad agenti chimici o radiazioni	Inserimento di geni selezionati da piante, microrganismi o altro	Inserimento di piccoli cambiamenti nel genoma	Inserimento di geni selezionati da piante della stessa specie o da specie sessualmente compatibili
Gene(i) desiderato inserito nel nuovo materiale genetico	Mutazioni casuali nel genoma	Inserimento di uno o più geni desiderati	Uno o più geni modificati nella posizione desiderata	Inserimento di uno o più geni desiderati
Praticamente tutte le specie				
Numero di geni coinvolti: da pochi geni all'intero genoma	Numero di geni coinvolti: da 100 a 1000	Numero di geni coinvolti: 1 o più come specificatamente prestabilito	Numero di geni coinvolti: 1 o più come specificatamente prestabilito	Numero di geni coinvolti: 1 o più come specificatamente prestabilito
Prodotti convenzionali	Esentati dalla normativa OGM	GMO	NGT	NGT

Adattato da Gene Literacy Project

Il contributo del breeding alla sostenibilità

Negli ultimi due decenni, la sola selezione varietale ha contribuito all'incremento della produzione agricola per circa il **67**[2], garantendo la sicurezza alimentare e supportando la sostenibilità economica, sociale ed ambientale.

In questo modo, la selezione varietale ha contribuito e continuerà a contribuire, alla protezione della biodiversità e alla riduzione delle emissioni di gas serra, supportando gli obiettivi del Green Deal europeo e diversi obiettivi di sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite[2,3].
Le NGT possono integrare i metodi di selezione varietale esistenti, accelerando i tempi per lo sviluppo di varietà che si adattano meglio agli effetti dei cambiamenti climatici, garantendo al contempo la sicurezza alimentare e nutrizionale, e la sostenibilità.

Ogni metodo di breeding presenta vantaggi e limiti

Nessuna tecnica di breeding può fornire la soluzione miracolosa.
Chi si occupa di miglioramento varietale utilizza le tecniche più adatte, spesso in combinazione tra loro, per raggiungere i propri obiettivi nel modo più efficiente possibile.

		Pro	Contro
Breeding Convenzionale	**Breeding tradizionale:** introduce un carattere desiderato (ad esempio tolleranza alla siccità) da una varietà all'altra attraverso l'incrocio	· Utilizzato per creare ibridi	· Processo lento, richiede molte risorse; · Non è possibile separare i caratteri desiderati da quelli non desiderati se i rispettivi geni sono vicini sul genoma
Breeding Convenzionale	**Mutagenesi Classica:** utilizza agenti chimici o radiazioni per generare mutazioni casuali sul genoma	· Regolamentato come breeding tradizionale; · Ampia gamma di diversità	· Risultato imprevedibile e causale; · Introduce anche mutazioni indesiderate; · Processo lento, richiede molte risorse
NTGs	**Mutagenesi mirata:** utilizza forbici molecolari (es. CRISPR-CAS) per introdurre piccoli cambiamenti in modo preciso	· Risultato prevedibile; · Processo facile e veloce; · Basso costo; · Può essere utilizzato per introdurre le stesse caratteristiche in diverse varietà; · Sicuro come il breeding tradizionale[1]	· Attualmente regolamentati come OGM in Europa*; · Principalmente rivolta all'inattivazione di geni
NTGs	**Cisgenesi:** introduce un gene completo da una varietà/specie sessualmente compatibile	· Risultato prevedibile; · Processo facile e veloce; · Basso costo; · Può essere utilizzato per introdurre le stesse caratteristiche in diverse varietà; · Sicuro come il breeding tradizionale[1] · Possibile attivazione o inattivazione dei geni	· Attualmente regolamentati come OGM in Europa*

*Le piante regolamentate come OGM sono sottoposte a un lungo e incerto processo di valutazione pre-commercializzazione, seguito da un voto dei rappresentanti degli Stati membri.

Indipendentemente dal risultato, molti Stati membri hanno scelto di vietare la coltivazione di piante OGM (17 Stati membri). Attualmente in Europa viene coltivata una sola varietà OGM (mais MON810), nonostante si importino diversi prodotti ottenuti da piante OGM da paesi terzi.

Plants for the Future
European Technology Platform

ASSOSEMENTI
Associazione Italiana Sementi

References

1. EFSA scientific opinion (2020)
2. Noleppa and Cartsburg (2021)
3. OECD (2021) Making Better Policies for Food Systems

ASSOSEMENTI
Associazione Italiana Sementi

Position Paper

Le New Genomic Techniques

Lo scenario

L'agricoltura moderna deve confrontarsi con grandi sfide quali l'incremento demografico atteso pari a 9,8 miliardi di individui entro il 2050[1], la contrazione delle terre arabili per via della crescente urbanizzazione, l'instabilità delle condizioni produttive dovuta all'attuale crisi climatica e la globalizzazione dei commerci; questi ultimi fattori sono anche responsabili della diffusione di nuovi patogeni e delle conseguenti emergenze fitosanitarie sempre più frequenti.
In questo complesso scenario, l'agricoltura moderna deve continuare ad essere competitiva e rispondere alle richieste dei consumatori che esigono sostenibilità e riduzione dell'utilizzo di fitofarmaci.
L'impiego di varietà in grado di assicurare rese elevate, resistenza ai patogeni, tolleranza a situazioni ambientali avverse e alti valori nutrizionali diventa quindi strategico per garantire la sostenibilità e la competitività dell'agricoltura e la sicurezza alimentare.
Negli ultimi 20 anni, ad esempio, grazie ai progressi del miglioramento genetico, è stato possibile incrementare la produzione europea di 53 milioni di tonnellate per i cereali e quasi 8 milioni di tonnellate per i semi oleosi[2].

Quello sementiero è un settore altamente innovativo ed investe in ricerca e sviluppo fino al 20% del proprio fatturato.
La messa a punto di una qualsiasi novità vegetale è però un processo lungo e laborioso che comincia dalla valutazione della biodiversità disponibile per arrivare, attraverso numerosi incroci, valutazioni e perfezionamenti, ad un genotipo idoneo ad incontrare l'interesse degli agricoltori e del mercato. Questo processo può richiedere anche 15 anni di lavoro e notevoli investimenti da parte delle aziende.
I nuovi metodi di breeding, rendendo più veloce e preciso l'inserimento del carattere desiderato nelle varietà commerciali, ampliano enormemente le potenzialità del miglioramento genetico.

New Genomic Techniques (NGT)

I NUOVI METODI DI BREEDING, SFRUTTANDO LA BIODIVERSITÀ DISPONIBILE E RENDENDO PIÙ VELOCE E PRECISO L'INSERIMENTO DEL CARATTERE DESIDERATO IN VARIETÀ COMMERCIALI, AMPLIANO ENORMEMENTE LE POTENZIALITÀ DEL MIGLIORAMENTO GENETICO.

Le mutazioni sono modificazioni stabili ed ereditabili della sequenza genetica di un organismo che si verificano spontaneamente in natura e rappresentano la base dell'evoluzione delle specie per adattarsi ad un ambiente in continuo cambiamento.

Per ampliare la variabilità genetica necessaria alla costituzione di nuove varietà, dalla prima metà del XX secolo si è ricorso all'utilizzo di agenti mutageni (di natura chimica o radiazioni) in grado aumentare il tasso di mutazione rispetto a quelle che si verificavano spontaneamente.

Tale processo è completamente casuale e né il numero né la posizione delle mutazioni è prevedibile e controllabile. L'efficienza della tecnica è peraltro ridotta poiché richiede inizialmente la costituzione di un elevatissimo numero di piante mutate la cui valutazione è dapprima condotta esclusivamente sulla base dell'aspetto, poi seguita da numerosi incroci per rimuovere i tratti indesiderati per produrre al termine del percorso di selezione, nuove varietà commerciali.

[1] *United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2017). World Population Prospects: The 2017 Revision, custom data acquired via website (ONU - https://esa.un.org/unpd/wpp/)*
[2] *The economic, social and environmental value of plant breeding in the European Union 2021 http://www.plantetp.org/system/files/publications/files/hffa_research_paper_plant_breeding_eu.pdf*

Il database delle varietà mutate (https://mvd.iaea.org/) ad oggi elenca 3364 varietà registrate nel mondo derivate direttamente da mutagenesi, di cui 960 in Europa, a cui sono da aggiungere le varietà ottenute a partire da queste mediante incrocio tradizionale. Va sottolineato che in nessuna parte del mondo le varietà ottenute da mutagenesi sono regolamentate in modo diverso da quanto ottenuto con metodi di incrocio tradizionale.

L'avanzamento delle conoscenze e il progresso delle tecnologie ha messo a disposizione dei ricercatori e di chi si occupa di miglioramento varietale metodi innovativi detti New Genomic Techniques (NGT) o TEA (Tecnologie di Evoluzione Assistita). Tra queste tecniche ricadono ad esempio la cisgenesi e il genome editing di cui fa parte il Cripr-Cas9.

Con la cisgenesi è possibile trasferire un gene di interesse tra specie sessualmente compatibili per ottenere piante simili a quelle che si potrebbero ottenere da incrocio, mentre attraverso il genome editing è possibile generare modifiche puntiformi identiche a quelle che si potrebbero generare spontaneamente in natura o attraverso la mutagenesi indotta da agenti chimici e fisici. Grazie all'avanzare della tecnica, la modifica avviene nella posizione desiderata in maniera molto precisa annullando quasi completamente il numero delle mutazioni associate indesiderate (off target)[3]. Le mutazioni che si possono ottenere mediante genome editing sono nella maggior parte dei casi indistinguibili da quelle risultanti dalla mutagenesi spontanea.

Tra i principali vantaggi di queste tecniche vi sono la possibilità di essere applicate a più specie, ivi incluse quelle minori, i costi sostenibili anche per le piccole e medie imprese e la relativa rapidità e precisione.

Inoltre, grazie ai numerosi progetti di sequenziamento conclusi negli ultimi anni e che hanno visto protagonisti anche diversi enti di ricerca pubblici ed Università italiane (è stato ad esempio sequenziato il genoma di pomodoro, melanzana, patata, vite, farro, frumento duro e tenero, asparago, carciofo) ora conosciamo i geni che regolano le risposte adattative delle piante, comprendendone meglio il processo evolutivo e le funzioni e disponiamo quindi delle conoscenze di base necessarie per l'applicazione di queste tecnologie.

Le mutazioni potrebbero facilmente essere dirette verso caratteri legati alla sostenibilità delle colture ed alla qualità rendendole ad esempio resistenti a patogeni, resistenti a condizioni climatiche avverse (salinità, siccità, eccesso idrico, carenze nutrizionali, caldo, freddo) o adatte a diete più salutari. Inoltre, poiché mediante le NGT l'unica mutazione indotta è quella che si desidera ottenere, tale processo può consentire anche di migliorare varietà tipiche locali, mantenendone inalterate le caratteristiche e modificando in maniera puntiforme solo il gene di interesse come, ad esempio, quelli che regolano l'interazione ospite/parassita, funzionali ad una riduzione, in prospettiva, dell'uso di fitofarmaci.

MEDIANTE LE NGT È POSSIBILE MIGLIORARE LA SOSTENIBILITÀ DELLE COLTURE, RISPONDERE IN TEMPI BREVI A EMERGENZE FITOSANITARIE E SALVAGUARDARE TIPICITÀ LOCALI.

La proposta della Commissione

Il 5 luglio 2023 la Commissione Europea ha pubblicato una proposta di regolamento sulle piante ottenute da alcune tecniche genomiche (NGT). Le NGTs che rientrano nel campo di applicazione del regolamento sono quelle che introducono modifiche genetiche in una pianta senza inserire materiale genetico proveniente da altre specie.

A prescindere dalle specifiche tecniche utilizzate, la proposta della Commissione distingue due categorie di NGT: appartengono alla prima categoria le piante ottenute da tali tecniche e considerate equivalenti alle piante convenzionali. In tal caso, la proposta prevede una procedura di verifica di conformità, la pubblicazione di informazioni sui registri pubblici e la successiva etichettatura per il commercio delle sementi della varietà così ottenuta. Fanno invece parte della seconda categoria le piante NGT diverse dalla categoria 1, per le quali la proposta della Commissione rimanda sostanzialmente alla direttiva (UE) 2001/18 sugli OGM, pur con alcune deroghe.

Assosementi ha accolto favorevolmente la proposta della Commissione, in quanto supporta l'innovazione in agricoltura nella direzione degli obiettivi del Green Deal e della sostenibilità, proponendo un allineamento con il panorama internazionale che sulla base di evidenze scientifiche ha riconosciuto l'assoluta equivalenza fra le piante prodotte grazie alle NGT e quelle convenzionali.

L'attuale proposta della Commissione presenta però alcune criticità che Assosementi desidera sottolineare per arrivare ad una regolamentazione equilibrata e tale da consentire un pieno sviluppo delle potenzialità di queste tecniche in Europa, mantenendo quest'ultima competitiva sotto il profilo della sostenibilità e della sicurezza alimentare.

- In questa prospettiva riteniamo che sia essenziale un approccio scientifico ed equilibrato per i prodotti NGT inclusi nella categoria 1, ovvero quelli simili alle piante convenzionali. La proposta stabilisce un processo di verifica per i prodotti NGT1 tale da prevederne l'equivalenza con i prodotti convenzionali, definendo al contempo i requisiti specifici così da definire di fatto una nuova categoria. Riteniamo che l'inclusione dei prodotti NGT1 verificati come analoghi ai prodotti convenzionali nell'allegato IB della Dir. 2001/18 possa ridurre la complessità del sistema nonché la confusione che una nuova classe di prodotti potrebbe generare.

- Sollecitiamo un processo di verifica semplice e pianificabile per definire la categoria di un prodotto. Il processo di verifica dovrebbe essere basato solamente su valutazioni scientifiche con criteri oggettivi per consentire alle aziende di investire sulla base di certezze valutazioni certe. Riteniamo inoltre che la proposta di limitare a 20 le modifiche per determinare l'equivalenza tra prodotti NGT e prodotti convenzionali non risponda agli scopi che si è proposto il legislatore. Questa limitazione non permetterebbe di incidere su caratteristiche importanti come, ad esempio, la tolleranza alla siccità, o su piante dai genomi più complessi come ad esempio il frumento.

- Riteniamo inoltre che il divieto di utilizzo di prodotti NGT1 per gli agricoltori biologici non abbia basi scientifiche. Attualmente il divieto di utilizzo di OGM così come di prodotti ottenuti attraverso altri metodi di breeding tradizionali (CMS, maschio sterilità citoplasmatica) fanno parte delle certificazioni dell'agricoltura biologica, basate sulla trasparenza di informazioni fornite dalle aziende sementiere, ma non della Direttiva OGM 2001/18. Dovrebbe quindi essere lasciata agli operatori biologici la decisione di quali sementi utilizzare nella loro produzione (basati su standard di certificazione privata) e tutti i riferimenti al biologico dovrebbero essere tolti dalla proposta NGT.

- La proposta della Commissione indica inoltre che per alcuni prodotti NGT2 non sia possibile sviluppare un metodo di identificazione. Sebbene la proposta preveda una regolamentazione di tali prodotti come OGM, queste piante non saranno identificabili e distinguibili dalle piante convenzionali. Reputiamo discriminatorio richiedere per tali prodotti una tracciabilità analoga agli OGM nonché l'etichettatura, risultando di difficile applicazione soprattutto per le importazioni. Auspichiamo che tali prodotti siano regolamentati come NGT1.

la Posizione di Assosementi

Assosementi auspica che le varietà ottenute attraverso l'utilizzo dei recenti metodi di breeding non debbano essere soggette a diversa o ulteriore regolamentazione se si possono ottenere anche attraverso altri metodi di breeding o attraverso processi naturali senza l'intervento dell'uomo;

Sollecita l'introduzione di un quadro normativo chiaro, che consenta alle ditte che si occupano di breeding di valutare sulla base di elementi scientifici certi la regolamentazione dei prodotti ottenuti mediante NGT in modo da essere innovative e proiettate verso un'agricoltura sempre più sostenibile.

ESEMPI DI APPLICAZIONI DEL GENOME EDITING

Broccoli:
resistenza alla salinità

Camelina:
livelli più elevati di acido oleico

Frumento:
livelli ridotti di acrilamide (cancerogena), resilienza alle alte temperature

Riso:
resistenza alla siccità, resa aumentata e tolleranza al freddo

Pomodoro:
livelli più elevati di vitamina D, livelli più alti di licopene e antiossidanti, tolleranza al caldo, resistenza alle infestanti

Cavoli :
livelli aumentati di glucosinolati, (controllo della glicemia e riduzione di malattie cardiovascolari)

Soia:
resistenza alla siccità e salinità

Cereali:
Ridotta necessità di fertilizzanti

Colza:
Resistenza alla siccità

Inoltre, Assosementi auspica che si arrivi in tempi rapidi ad una regolamentazione delle varietà vegetali ottenute mediante NGT, al fine di:

- garantire la competitività dell'Europa nel panorama internazionale dove molti Paesi si sono già espressi non regolamentando i prodotti ottenuti mediante NGT che non contengono nuove combinazioni di materiale genetico e che sarebbe stato possibile ottenere anche mediante metodiche di breeding tradizionale
- non privare gli agricoltori italiani ed europei delle opportunità fornite da prodotti ottenuti attraverso le tecniche NGT che permettono di sviluppare in modo più rapido e preciso nuove varietà di piante aventi lo stesso livello di sicurezza e di qualità delle nuove varietà ottenute grazie a metodi convenzionali ed al contempo contribuire al raggiungimento degli ambiziosi traguardi del Green Deal e dello sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite

ESEMPI DI APPLICAZIONI DEL GENOME EDITING PER RESISTENZE A MALATTIE

Frumento tenero:
Oidio (powdery mildew)

Pomodoro:
Oidio (powdery mildew),
macchiettatura batterica del pomodoro (*Pseudomonas syringae pv. tomato*)

Cetriolo:
Cucumber vein yellowing virus,
Zucchini yellow mosaic virus and Papaya ring spot mosaic virus-W

Riso:
ruggine (*Magnaporthe oryzae*),
ruggine batterica (*Xanthomonas oryzae pv. oryzae*)

Cotone:
Verticillium dahliae

Barbabietola da zucchero:
giallumi *(BMYV, Beet, BChV, BYV)*

ASSOSEMENTI
Associazione Italiana Sementi

via dell'Industria 33
40138 Bologna | Italy
tel: +39 051 50 38 81
e-mail: info@sementi.it