

# SMART BREEDING: LA NUOVA GENERAZIONE DI PIANTE

MAS, SELEZIONE ASSISTITA DA MARCATORI:  
UNA BIOTECNOLOGIA PER IL MIGLIORAMENTO  
GENETICO DELLE PIANTE, MA SENZA I PROBLEMI  
DELL'INGEGNERIA GENETICA.

---

Novembre 2014

**GREENPEACE**

# Sintesi del rapporto

**“Smart breeding: the next generation.  
Marker-assisted selection: A biotechnology for plant  
breeding without genetic engineering.”**

Rapporto integrale in inglese disponibile su [www.greenpeace.org/italy/smart\\_breeding](http://www.greenpeace.org/italy/smart_breeding)

Le biotecnologie sono spesso equiparate all'ingegneria genetica e il sostegno o la contrarietà alla coltivazione di Organismi Geneticamente Modificati (OGM) vengono spesso associati all'essere pro o contro "la scienza". Le biotecnologie, in realtà, sono molto di più dell'ingegneria genetica, e la scienza e l'innovazione nel campo della selezione delle piante sono ben più di un'operazione di "taglia e cuci" di geni tra organismi, come invece accade con l'ingegneria genetica.

Ci sono molte sfide da affrontare per fornire strumenti utili per un'agricoltura ecologica e per la produzione sostenibile di cibo. Nuove tecnologie e innovazione sono importanti per ridurre gli input e potenziare le rese, ma da sole non possono risolvere i problemi legati alla carenza di infrastrutture, all'accesso alla terra e alla povertà. Le innovazioni che avranno un maggiore impatto per un'equa distribuzione del cibo a livello globale probabilmente saranno quelle di più ampio respiro, come la riforma del regime fondiario, una maggiore eguaglianza sociale nelle comunità rurali o l'azione di movimenti come quelli che promuovono un minore consumo di carne. Gli ostacoli a queste forme alternative di innovazione riguardano certamente limiti tecnici, ma allo stesso modo hanno a che fare con barriere commerciali, istituzionali e culturali.

Le nuove tecnologie possono tra l'altro influenzare anche le relazioni di potere, i livelli di debito degli agricoltori, i diritti di proprietà e l'accesso al mercato. Gli interessi in gioco

sono elevati. Questo spiega perché nel 2009 uno studio a livello globale - l'*International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development* (IAASTD) - ha provato a sintetizzare qual è il ruolo migliore della tecnologia, almeno nei Paesi in via di sviluppo. La conclusione è che l'innovazione in diversi campi del settore agricolo e della produzione e gestione del cibo ha molto da offrire, mentre non si può dire altrettanto circa eventuali contributi derivanti dalle colture geneticamente modificate.

L'ingegneria genetica non è in grado di gestire tratti complessi (spesso i più utili, come quelli legati all'incremento delle rese) e ultimamente i suoi risultati - non esaltanti, se si considerano la grande quantità di finanziamenti ottenuti (dal settore pubblico e privato) e il sostegno politico ricevuto - stanno diventando sempre più difficili da giustificare. Le colture OGM sono molto limitate dal punto di vista delle caratteristiche ottenute, essendo quasi completamente dominate dai tratti relativi alla tolleranza agli erbicidi e alla resistenza agli insetti.

Potranno i tanti strumenti delle biotecnologie fornirci soluzioni migliori rispetto agli OGM? Questo report prova a rispondere a questa domanda.

Una diversa applicazione delle biotecnologie - la selezione assistita da marcatori (MAS, *Marker Assisted Selection*) - sta iniziando ad avere un impatto significativo. La MAS utilizza



La selezione assistita da marcatori (MAS) è una biotecnologia per la selezione delle piante che sta portando benefici senza i rischi degli OGM.

© Emile Loreaux / Greenpeace

un approccio convenzionale nella selezione: non si tratta di ingegneria genetica, non si creano OGM con la MAS. Utilizza invece tecnologie avanzate di marcatura genetica per agevolare gli incroci e conferire i tratti voluti nelle nuove varietà. Trattati spesso provenienti da varietà selvatiche della stessa famiglia o da varietà tradizionali, che ne aumentano la resilienza genetica. Di conseguenza la MAS, se confrontata con le colture OGM, presenta minori problemi di sicurezza, rispetta le barriere tra le specie, è più accettabile per i consumatori, ha una commercializzazione più rapida e affronta in modo più efficace tratti complessi come la resistenza alla siccità.

Dato che è fondamentale la conoscenza delle performance delle singole varietà, la MAS si presta alla partecipazione degli agricoltori nello sviluppo di varietà regionali e locali. È quindi in grado di fornire agli agricoltori nuove varietà più adatte alle condizioni locali, piuttosto che concentrarsi unicamente sul miglioramento in sé. Un approccio di questo tipo assicura che le diversità genetiche, climatiche e culturali, siano tenute in considerazione rispetto al modello standardizzato e omologato promosso dalle aziende biotech attraverso gli approcci dell'ingegneria genetica.

Non si vuole affermare che la MAS possa immediatamente risolvere tutti i problemi relativi alla selezione e allo sviluppo

di nuove varietà, ma certamente può essere di aiuto, come dimostrano i risultati che questa tecnica sta già ottenendo sul campo. I migliori vantaggi della MAS, tuttavia, si possono concretizzare solo se verrà gestita come una tecnologia *open source*, senza l'applicazione di brevetti sulle diverse tecniche.

Esempi del successo della MAS riguardano la lotta a patogeni del riso, come ad esempio i problemi legati alla ruggine delle foglie (malattia batterica causata da *Xanthomonas oryzae*), una seria minaccia alla produzione di riso a livello mondiale. La MAS ha inoltre cominciato ad affrontare con successo anche i problemi relativi al brusone del riso (*Magnaporthe oryzae*), una delle malattie fungine più diffuse e devastanti per questa coltura, attraverso la selezione di varietà resistenti in Thailandia e Corea. Si stima che annualmente il 10-30 per cento del raccolto mondiale di riso vada perso a seguito di questi patogeni: una quantità sufficiente a sfamare fino a 60 milioni di persone (Pennisi 2010); da qui l'urgenza di investire nella ricerca e trovare una soluzione efficace e sostenibile per questa malattia.

Attraverso la selezione di varietà resistenti, la MAS ha agevolato la coltivazione di una diffusa e redditizia varietà di miglio perlato, coltivata nell'India settentrionale su un'estensione di circa 900 mila ettari. In Sudan ha aiutato ad affrontare la striga (una pianta infestante conosciuta localmente come *witchweed*) nei campi di sorgo e ci si attende di poter presto utilizzare questa

tecnica in altri stati africani. La manioca, alimento di base per 200 milioni di persone nell'Africa subsahariana, è stata selezionata tramite la MAS per far fronte al virus del mosaico - che può provocare perdite di raccolto del 20-90 per cento - in Nigeria e Tanzania. La MAS ha agevolato la resistenza ai funghi nelle coltivazioni di frumento dell'America settentrionale. Altri successi comprendono la tolleranza del riso alla siccità e alle inondazioni, portando benefici in diversi continenti e diverse colture.

Dieci anni fa questa tecnica era agli esordi, ma adesso è talmente diffusa che spesso non è possibile determinare se una varietà sia stata sviluppata utilizzando questa tecnica o quelle di incrocio tradizionali. Questo serve a fare un po' di luce sulle polemiche legate alle colture geneticamente modificate, introdotte ormai da oltre 20 anni, ma con uno sviluppo estremamente limitato che raramente va oltre la ristretta gamma di tratti in grado di conferire tolleranza agli erbicidi e resistenza agli insetti nelle principali colture.

Nel 2009 Greenpeace ha elaborato un rapporto sullo *Smart Breeding* redatto - come in questo caso - da Benno Vogel. La successiva proliferazione di tratti ottenuti grazie alla MAS in numerose colture ha spinto alla redazione del presente aggiornamento. La nostra speranza è che questo rapporto confermi il ruolo fondamentale che scienza biologica e tecnologia possono avere e chiarisca che Greenpeace è molto lieta di sostenere nuove tecnologie, se applicate con le dovute valutazioni di rischio e nel giusto contesto.

## OVERVIEW

### COSA È LA SELEZIONE ASSISTITA DA MARCATORI?

Negli incroci tradizionali, nuovi tratti (caratteristiche come fragole più dolci) vengono selezionati a partire dagli incroci di una vasta gamma di varietà esistenti (in questo esempio, di fragole). Mentre tratti semplici come il contenuto di zuccheri o la grandezza possono essere facilmente verificati, tratti più complessi come la resistenza alle malattie o alla siccità sono più difficili da selezionare. L'identificazione, per esempio, di

patate maggiormente resistenti alla siccità rispetto ad altre è un processo lungo e dispendioso nei programmi di incrocio e selezione usuali. Con la selezione assistita dei marcatori (conosciuta anche come MAB: *Marker Assisted Breeding*), si evitano questi problemi utilizzando marcatori genetici correlati al tratto - o ai tratti - desiderati.

Una volta identificata una sequenza genetica che è sempre correlata, ad esempio, alla resistenza ad una data malattia, è possibile evitare di testare sul campo ogni nuova generazione di piante per questo specifico - e complesso - tratto. È sufficiente cercare la presenza del marcatore con un rapido test del DNA, per sapere immediatamente se le nuove generazioni di piante hanno ereditato o no il tratto in questione. Il DNA non viene alterato e non viene introdotto nessun nuovo gene durante il processo: si tratta di normali incroci i cui risultati sono "decifrati" con un "aiuto molecolare". Diversamente dall'ingegneria genetica, non si tratta di trasferire o trasformare del materiale genetico isolato (generalmente estraneo) nel genoma delle piante. Fondamentalmente la MAS funziona come la tradizionale tecnica degli incroci ma, grazie alla sua rapidità e accuratezza, può accelerare sensibilmente i processi tradizionali di incrocio.

### STATO DI APPLICAZIONE DELLA MAS

Negli ultimi anni la MAS si sta diffondendo grazie alla riduzione dei costi, al miglioramento dell'efficienza e allo sviluppo delle tecnologie di marcatura. Viene applicata con successo ad un'ampia gamma di colture, tra le quali alcune fondamentali per l'approvvigionamento alimentare mondiale: orzo, fagioli, manioca, ceci, arachidi, mais, patate, riso, sorgo e frumento.

Poiché non esiste una documentazione esauriente sulle effettive applicazioni della MAS, non sono disponibili stime precise sul numero delle varietà ottenute né dell'attuale utilizzo da parte degli agricoltori. Tuttavia, come si può desumere dalla letteratura disponibile, è evidente che la MAS è un filone prominente per le aziende private del settore e gioca un ruolo di primo piano nei programmi pubblici di miglioramento genetico, come illustrato dalle 136 varietà ottenute tramite questa tecnica e identificate nel rapporto integrale di Greenpeace International.

### APPLICAZIONI: LA MAS CONTRO GLI STRESS BIOTICI (BIOLOGICI)

Gli stress biotici o biologici - come virus, funghi, batteri, erbe infestanti e insetti - costituiscono un grande limite alla produttività agricola. Dal punto di vista sia economico che ecologico la modalità più vantaggiosa per controllare questi fattori è lo sviluppo di varietà agricole resistenti. Quelle sviluppate con la MAS sono più efficaci rispetto a quelle ottenute in modo convenzionale. Questa tecnica non solo offre l'opportunità di accelerare lo sviluppo di nuove varietà, ma fornisce anche un metodo unico per combinare i tratti e quindi ottenere una resistenza duratura sia alle malattie che ai parassiti.

Negli ultimi 10 anni, la MAS ha dimostrato il suo potenziale nel controllare stress biotici in una serie di colture. Gli attuali marcatori stanno iniziando ad affrontare anche alcuni dei principali problemi diffusi a livello mondiale come la ruggine delle foglie o il brusone del riso, le ruggini del frumento, la striga nel sorgo e il virus del mosaico della manioca.

### APPLICAZIONI: LA MAS CONTRO GLI STRESS ABIOTICI (FISICI E CHIMICI)

Gli stress abiotici come la siccità, l'eccesso di salinità nel suolo o gli allagamenti sono una delle maggiori sfide per una produzione sostenibile del cibo. I cambiamenti climatici in atto accentueranno ulteriormente questi problemi, rendendo le colture resistenti agli stress abiotici un elemento chiave per il futuro. La MAS viene considerata una tecnica potenzialmente in grado di facilitare lo sviluppo di colture tolleranti agli stress abiotici; tuttavia, sebbene il numero di marcatori relativi alla tolleranza agli stress abiotici sia cresciuto negli ultimi anni, al momento solo pochi di questi sono stati applicati con successo nei programmi pubblici di miglioramento genetico.

Ciò nonostante, il recente sviluppo di varietà di riso tolleranti alla sommersione, alla siccità e alla salinità, confermano il potenziale della MAS. Inoltre, i progressi nell'utilizzo della MAS per selezionare la resistenza alla siccità nel mais, nei ceci e nel sorgo e la tolleranza alla salinità nel frumento duro, indicano che in futuro il numero di casi di successo è destinato a crescere.

### APPLICAZIONI: LA MAS PER I TRATTI RELATIVI ALLA QUALITÀ

La selezione di colture migliorate nei tratti relativi alla qualità, come ad esempio un maggiore contenuto proteico, sta guadagnando importanza sia nei Paesi sviluppati che in quelli in via di sviluppo. Fino a poco tempo fa, il miglioramento dei tratti relativi alla qualità era quasi sempre stato un processo lento e costoso, soprattutto a causa della natura complessa di questi tratti. L'avvento delle tecniche di marcatura molecolare ora rende possibile "marcare" i geni che conferiscono i tratti desiderabili e velocizzare il processo di selezione.

In colture come orzo, broccoli, mais, arachidi, riso, soia o frumento, la MAS è già stata usata efficacemente per migliorare i tratti relativi alla qualità. Esempi di successo includono varietà di grano tenero con alto contenuto proteico e varietà di riso con migliori qualità di cottura. La MAS può sfruttare la naturale variabilità genetica dei livelli di micronutrienti ed è attualmente utilizzata per selezionare concentrazioni maggiori di provitamina A, ferro e zinco in diverse colture.

### APPLICAZIONI: SFRUTTARE LA BIODIVERSITÀ

Nonostante l'alto valore dei geni derivanti da varietà selvatiche e tradizionali, i selezionatori sono stati spesso riluttanti all'uso di queste risorse nei programmi di miglioramento genetico. Questo è dovuto principalmente a problemi associati al trasferimento contemporaneo di geni indesiderabili legati con il tratto desiderato, che potrebbero causare, ad esempio, riduzioni nelle rese.

Oggi, tuttavia, l'uso di marcatori molecolari consente di lavorare con precisione su piccoli settori del genoma di varietà selvatiche o di varietà locali, mantenendo alte le rese.

Così la MAS fornisce gli strumenti per utilizzare efficacemente le vaste risorse disponibili sia nei parenti selvatici delle piante coltivate che nei diversi ecotipi. Negli ultimi anni, questa ricchezza genetica è stata sbloccata con successo dalla MAS per selezionare i tratti migliori in una gamma di colture, ad esempio per ottenere alte rese per riso e pomodori, oppure proteine di alta qualità nel mais.

## APPLICAZIONI: SFRUTTARE LE CONOSCENZE DEGLI AGRICOLTORI

Il miglioramento genetico partecipativo (PPB, *Participatory Plant Breeding*) è un modello di selezione e miglioramento genetico che combina metodi scientifici con l'esperienza degli agricoltori. Dato che il PPB offre una strategia rapida e poco costosa per selezionare varietà adatte a livello locale e che soddisfano le specifiche necessità degli agricoltori, sta crescendo l'interesse nel coinvolgere sempre di più questi ultimi nello sviluppo di nuove varietà. Nonostante il PPB sia principalmente focalizzato sulle tecniche convenzionali di incrocio, in alcuni programmi innovativi si è iniziato a combinare le conoscenze degli agricoltori con la MAS.

Le prime varietà ottenute attraverso questa fusione di approcci "dall'alto" e "dal basso", sono già state messe a disposizione per la coltivazione. Fra queste ci sono: *UMUCASS 33*, una varietà di manioca resistente al virus del mosaico della manioca; *Birsa Vikas Dhan 111*, una varietà di riso resistente alla siccità; *HHB 67-Improved*, una varietà di miglio perlato resistente alle malattie.

## UNO SGUARDO AL FUTURO: SFRUTTARE LA SCIENZA

Nonostante la MAS sia diventata uno strumento importante per selezione e miglioramento genetico, la sua applicazione deve ancora affrontare alcuni ostacoli come ad esempio i costi elevati. Nuovi strumenti e tecnologie stanno rendendo la MAS sempre più basata sull'intero genoma, piuttosto che solo su piccoli segmenti e, dato che il numero di colture con genomi completamente sequenziati sta crescendo con regolarità, ci si attende che nel prossimo futuro gli attuali ostacoli alla diffusione della MAS vengano superati. Le recenti innovazioni tecnologiche stanno rendendo questa tecnica sempre più appetibile per il settore pubblico del miglioramento genetico, cosa che dovrebbe portare ad una più vasta adozione della MAS per un maggior numero di colture in più Paesi.

**La MAS è già stata utilizzata per selezionare una grande varietà di tratti desiderati in molte colture, ed è plausibile che il suo utilizzo si espanda ulteriormente. Questa tecnica offre diversi vantaggi rispetto all'ingegneria genetica: rispetta le barriere tra le specie, comporta meno preoccupazioni dal punto di vista della sicurezza, è accettata dall'opinione pubblica e consentita in agricoltura biologica.**





Come questo agricoltore biologico spagnolo sa bene, le colture OGM causano contaminazione nei campi vicini. Con la MAS invece, questo tipo di preoccupazioni non sussistono dato che questa tecnologia utilizza la selezione convenzionale.

© Greenpeace / Pedro Armeste

# GREENPEACE

Greenpeace è un'organizzazione globale indipendente che sviluppa campagne e agisce per cambiare opinioni e comportamenti, per proteggere e preservare l'ambiente e per promuovere la pace.

**Per maggiori informazioni contattare:**  
[info.it@greenpeace.org](mailto:info.it@greenpeace.org)