

# SPERIMENTAZIONE PARTECIPATIVA PER IL MAIS: PRIMA ESPERIENZA IN ITALIA

Rita Redaelli, Paolo Valoti, Carlotta Balconi, Giuseppe De Santis,  
Bettina Bussi, Riccardo Bocci

## Riassunto

*Lo scopo del miglioramento genetico partecipativo (Participatory Plant Breeding, PPB) è quello di coinvolgere gli agricoltori nella caratterizzazione fenotipica dei materiali in selezione e nella loro valutazione in termini di adattamento ambientale e sostenibilità. Nell'ambito del Progetto MiPAAF "Risorse Genetiche Vegetali", il CREA Centro di ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali - sede di Bergamo, in collaborazione con Rete Semi Rurali, ha avviato la prima esperienza in Italia di PPB per il mais. Nel 2017, un set di 173 diallelici ottenuti da incroci tra varietà locali italiane e straniere è stato distribuito a 38 aziende agricole locate in 12 regioni, seguendo un disegno sperimentale a blocchi incompleti. Gli stessi genotipi sono stati seminati a Bergamo in due repliche. I risultati raccolti dagli agricoltori hanno consentito di identificare i diallelici più adatti ai diversi areali di coltivazione, materiali che sono stati riproposti nel secondo anno (2018). L'utilizzo di genotipi tradizionali di mais per questo approccio ha destato interesse in un ampio numero di aziende, che si sono rese disponibili a proseguire la sperimentazione. Un altro risultato interessante di questa collaborazione è stata l'organizzazione di incontri tecnici di formazione con gli agricoltori.*

## Abstract

*The aim of the Participatory Plant Breeding (PPB) is to involve farmers in the phenotypic characterization of the materials to be selected and in their evaluation in terms of environmental adaptability and sustainability. In the framework of the Project "Plant Genetic Resources", funded by the Ministry of Agriculture, CREA Research Center for Cereal and Industrial Crops (Bergamo), in collaboration with Rete Semi Rurali (RSR), launched the first maize PPB experience in Italy. In 2017 a set of 173 populations derived from crosses among 25 Italian and foreign landraces was sown in 38 organic and low-input small farms located in 12 regions, following an alpha design with incomplete blocks. The same genotypes were sown in Bergamo according to a row-column design in two replications. The results collected by farmers allowed the identification of the most adapted materials for each environment, which were grown in the second year (2018). The use of traditional genotypes for this breeding approach raised a large interest among many farmers, who decided to continue to grow them. Another interesting output of this collaboration was the organization of technical and educational meetings with the farmers.*

**Parole chiave:** *mais, miglioramento genetico partecipativo, popolazioni.*

**Keywords:** *maize, participatory plant breeding, populations.*

## La biodiversità in agricoltura

L'agricoltura è particolarmente esposta ai nuovi rischi associati all'aleatorietà climatica (Parry et al. www.ipcc.ch). Negli areali del bacino del Mediterraneo è già in corso una riduzione del rapporto precipitazioni/evapotraspirazione tale da determinare condizioni critiche per i sistemi colturali basati sulle specie cerealicole, che potrebbero non avere tempo sufficiente per adattarsi alle nuove condizioni (Gao & Giorgi, 2008; Lionello, 2012). Gli scenari climatici, seppure siano affidabili su scala globale, non lo sono su scala regionale e locale e determinano una variabilità inter-annuale delle condizioni di coltivazione che si riflette sulla stabilità produttiva, con conseguenze sull'approvvigionamento alimentare e sulla competi-

tività delle imprese. L'adattamento è considerato un fattore chiave in grado di modulare la gravità degli impatti futuri sulla produzione agroalimentare, ma gli attuali sistemi agricoli monocolturali mal si prestano a fronteggiarli. Benefici potranno invece derivare dalla transizione verso modelli agro-ecologici resilienti basati sul recupero e la valorizzazione delle risorse genetiche locali (Brown & Funk, 2008; Cardinale et al. 2012; Chable et al., 2020).

L'erosione delle risorse genetiche nelle piante coltivate, soprattutto delle specie a uso alimentare, è stata discussa per la prima volta come un problema pubblico nel 1992, durante la Convenzione sulla Diversità Biologica (www.cbd.int). Da allora l'attenzione della ricerca scientifica si è focalizzata sullo sviluppo di approcci che consentano il recupero e il mantenimento

della variabilità genetica naturale, riconosciuta come un elemento essenziale per la salute e il benessere degli uomini, per la sanità e la sicurezza alimentari, e per altre aree necessarie alla prosperità di tutti gli esseri umani e delle società. Contemporaneamente, anche la biodiversità agricola ha subito, dall'avvento dell'agricoltura industriale, un'erosione progressiva della diversità delle specie e varietà eduli coltivate. Questa condizione ha portato nel 2004 alla stipula di un Trattato internazionale sulle risorse genetiche per l'alimentazione e l'agricoltura (ITPGRFA, [www.fao.org/plant-treaty/](http://www.fao.org/plant-treaty/)) sotto l'egida della FAO. L'intento del trattato è quello di costruire un pool genico globale per facilitare il coordinamento delle iniziative dei singoli Paesi in tema di accesso e gestione delle risorse genetiche vegetali.

Un forte richiamo in questa direzione è contenuto nel rapporto IPES (International Panel of Experts on Sustainable Food Systems, <http://www.ipes-food.org/>) del 2016, che individua la necessità di “diversificare le aziende e i paesaggi agricoli, sostituire gli input chimici, ottimizzare la biodiversità e stimolare le interazioni tra specie diverse, come parte di strategie olistiche per costruire fertilità a lungo termine, agroecosistemi sani e mezzi di sussistenza sicuri”. In effetti, l'agricoltura europea è interessata da un alto grado di semplificazione delle colture e del paesaggio: al 2020, oltre il 64% della superficie totale coltivata in Europa è coperta da sole tre specie (grano tenero, mais da granella e orzo). La diversità genetica e fenotipica delle colture è drasticamente ridotta e la perdita di diversità è stata correlata a un calo della resilienza climatica e della stabilità delle rese (Ceccarelli, 2010; Kahiluoto et al. 2019).

La perdita di biodiversità agricola è anche conseguenza delle attività di miglioramento genetico realizzate nel secolo scorso (Gepts & Hancock, 2006): l'applicazione delle leggi della genetica e la selezione di modelli di pianta sempre più specifici ha portato alla diffusione in coltura di varietà geneticamente omogenee e con caratteristiche molto simili. Le varietà sviluppate dai programmi convenzionali di miglioramento genetico (breeding) risultano in genere altamente produttive negli ambienti in cui esiste la possibilità, anche economica, di fornire elevati input alla coltura (fertilizzazione, irrigazione, diserbo, e così via). Ma la capacità produttiva o l'espressione di resistenze a stress biotici/abiotici in un ambiente ad alto apporto di input non sono necessariamente correlate a una performance comparabile negli ambienti marginali o con meno apporti (come quelli in regime di agricoltura biologica), nei quali spesso prevalgono i genotipi tradizionali, adattati nel tempo a quello specifico ambiente.

## Miglioramento genetico partecipativo (PPB)

Come previsto dall'art.6 del Trattato, gli Stati aderenti devono impegnarsi a promuovere strategie alternative per la gestione della biodiversità agricola, anche sostenendo programmi di miglioramento genetico *on farm* che tengano conto dell'importanza della biodiversità in agricoltura. I programmi di miglioramento genetico partecipativo (PPB) costituiscono alcune di queste alternative: le attività di selezione di una coltura sono decentralizzate e vengono realizzate negli ambienti destinati alla sua coltivazione, in collaborazione con gli agricoltori locali, costituendo una forma dinamica di conservazione *in situ* (Ashby, 2009; Ceccarelli & Grando, 2007). La selezione per un adattamento specifico a ogni ambiente target è particolarmente importante soprattutto quando ci sono condizioni sfavorevoli per le colture perché, mentre gli ambienti favorevoli tendono ad assomigliarsi tra loro, quelli sfavorevoli possono essere molto diversi. La partecipazione critica degli agricoltori, inoltre, e il loro coinvolgimento nella discussione sono richiesti già dai primi step dello schema di breeding. In questo approccio, la partecipazione degli agricoltori assicura che gli obiettivi del breeding siano appropriati e che gli ambienti in cui avviene la selezione siano rappresentativi delle condizioni *on farm*, mentre i breeder contribuiscono con la loro esperienza alla produzione di variabilità genetica, al management di popolazioni e all'organizzazione di metodi di selezione che possano separare gli effetti ambientali da quelli genetici. Gli adattamenti specifici a un determinato ambiente possono infatti essere più efficacemente identificati *on farm* che nelle stazioni sperimentali (Atlin et al. 2001).

D'altra parte, i programmi di PPB rispondono ai bisogni dei piccoli-medi agricoltori che sono spesso trascurati dai breeder convenzionali. I vantaggi ottenuti dal PPB, a confronto con quelli del miglioramento classico, sono più elevati perché questo approccio costa meno agli agricoltori e i benefici arrivano prima. Il PPB può costituire uno strumento efficace per mantenere la diversità e allo stesso tempo aumentare la produzione in particolari sistemi agricoli a basso input (Vaz Patto et al. 2008).

In Europa questo approccio è una realtà già da alcuni decenni e riguarda diverse specie, sia di cereali che di ortaggi, grazie anche al finanziamento di progetti nazionali ed europei su questa tematica (Newton et al. 2010). La prima iniziativa di breeding partecipativo è rappresentata dal progetto “*Vale do Sousa (VASO)*” in Portogallo, un programma a lungo termine attivato nel 1984, che riguarda la gestione e la valorizzazione della biodiversità delle varietà tradizionali di mais a

seme vitreo, destinate alla produzione di un pane locale detto *broa*.

In Svezia dal 1995 è attivo il progetto di breeding partecipativo “*Alkorn*”, con l’obiettivo di sviluppare varietà destinate alla coltivazione in agricoltura biologica. Il progetto comprende varietà di quasi tutte le specie di cereali (frumento, orzo, segale e avena) coltivate in Svezia tra il 1900 e il 1950.

In Ungheria, la strategia di conservazione e selezione varietale partecipativa è legata principalmente alla reintroduzione di vecchie varietà tradizionali di cereali che negli ultimi decenni erano state conservate solamente *ex situ*. Per questo programma le banche del germoplasma ungheresi forniscono i semi delle varietà agli agricoltori interessati per un mantenimento *in situ* a lungo termine (Raaijmakers et al. 2020). Una iniziativa simile è stata applicata anche ai cereali non più utilizzati (monococco, farro dicocco, ecc.); in questo caso la loro reintroduzione nella moderna agricoltura è importante per sfruttare la diversità genetica che esiste ancora in questi genotipi.

Vista la richiesta di pasta biologica da parte dell’industria alimentare e la mancanza di varietà adatte ai bassi input di azoto dell’agricoltura biologica, presso l’INRAE di Montpellier in Francia nel 2001 fu avviato un programma di breeding partecipativo per il frumento duro. Agli agricoltori vennero fornite vecchie varietà, breeding lines e popolazioni derivate da incroci tra specie diverse di frumento. Nel Regno Unito, prove agronomiche comparative di varietà o miscugli varietali furono organizzate in 19 aziende nelle stagioni 2003-04 e 2004-05. Questo esperimento rivelò la grande variabilità delle coltivazioni biologiche esistenti nel Regno Unito e la difficoltà di selezionare una singola varietà adatta a tutti gli ambienti.

## Popolazioni e PPB in Italia

Il progetto europeo *Strategies for Organic and Low Input Integrated Breeding and Management* (SOLIBAM, 2010-2014, [www.solibam.eu](http://www.solibam.eu)) è stato il primo a sviluppare approcci di breeding specifici e innovativi, integrandoli con pratiche agronomiche, per migliorare performance, qualità, sostenibilità e stabilità delle colture adattate a sistemi biologici o low-input. A partire dal 2015, il programma Horizon 2020 ha finanziato il progetto *Embedding crop diversity and networking for local high quality food systems* (DIVERSIFOOD, [www.diversifood.eu](http://www.diversifood.eu)), con l’obiettivo di facilitare la cooperazione tra i network di ricerca partecipativa e i breeders professionali. RSR ha partecipato al progetto DIVERSIFOOD per studiare l’efficacia dell’uso di popolazioni nei sistemi agrari biologici o a basso

input, come strategia per rispondere ai cambiamenti climatici e per rendere più resilienti e sostenibili i sistemi stessi (Bocci et al. 2020).

A seguito dell’attività di ricerca svolta nell’ambito dei progetti europei citati, l’importanza del ruolo delle popolazioni in agricoltura biologica nell’ottica dell’adattamento ai cambiamenti climatici è stata confermata dall’Unione Europea, che per sostenere questa innovazione ha approvato una deroga alla normativa sementiera per consentire, in via sperimentale, la commercializzazione delle sementi delle popolazioni di frumento tenero e duro, orzo, avena e mais (Decisione di Esecuzione della Commissione Europea 2014/150/UE del 18 marzo 2014 e sua proroga a febbraio 2021) (Costanzo et al., 2019). L’Italia ha aderito alla sperimentazione nel 2017, autorizzando sette popolazioni di frumento tenero, sei popolazioni di frumento duro e una popolazione di orzo. Dal 2017 i campi di produzione del seme vengono controllati dal CREA - Centro di ricerca Difesa e Certificazione. Solo nel 2020 sono stati venduti circa 1000 quintali di semente certificata, per un totale di circa 500 ettari coltivati in tutta Italia, di cui l’80% in aziende agricole biologiche certificate e il 20% in aziende agricole biologiche non certificate.

Dal 2017 ad oggi, con il progetto europeo LIVESEED ([www.liveseed.eu](http://www.liveseed.eu)), un ampio consorzio di 50 partner di 17 paesi europei, coordinati da IFOAM EU e dall’Istituto di ricerca dell’agricoltura biologica FiBL Svizzera, ha lavorato per aumentare la disponibilità di materiale genetico con adattamento specifico alle esigenze aziendali e alla coltivazione in biologico, attraverso la creazione di un sistema sementiero integrato. Tale processo ha supportato la Commissione europea nell’iter di approvazione del nuovo Regolamento per il biologico (Regolamento UE 2018/848, applicabile dal 1° gennaio 2022) e nell’avvio di un nuovo esperimento europeo temporaneo sulla messa a punto di protocolli specifici per la registrazione di varietà biologiche (adattamento delle prove DUS e di Valore Agronomico e Tecnologico), che avrà durata di sette anni.

In Italia, il progetto Risorse Genetiche Vegetali (RGV-FAO), finanziato dal MiPAAF (Ministero per le Politiche Agricole, Alimentari e Forestali) a partire dal 2004, ha sostenuto attività di recupero, mantenimento, caratterizzazione e valorizzazione delle risorse genetiche presenti nelle collezioni di molte strutture CREA diffuse sul territorio italiano, con particolare focus sulle colture a uso alimentare. Nell’ambito di questo progetto, nel 2016 è stato stilato tra CREA - Centro di ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali sede di Bergamo e Rete Semi Rurali (RSR) un protocollo d’intesa dal titolo “Valorizzazione condivisa

del germoplasma del mais”. Il protocollo si propone i seguenti obiettivi: i) utilizzare le varietà storiche dalla banca del germoplasma CREA per creare popolazioni di mais da proporre in coltivazione in aree non vocate all’agricoltura intensiva degli ibridi; ii) organizzare moduli di formazione tecnica per gli agricoltori; iii) diffondere le attività svolte attraverso iniziative di comunicazione. Facendo seguito al recepimento del protocollo, CREA e RSR nella stagione 2017 hanno avviato un modello di sperimentazione condivisa per il mais, la prima esperienza di PPB in Italia per questa coltura.

### **I materiali impiegati nella sperimentazione CREA - RSR**

Nell’approccio partecipativo, che coinvolge aziende agrarie di piccole-medie dimensioni con una tecnica culturale low-input o biologica, spesso site in aree marginali o con scarsa possibilità di irrigazione, risulta particolarmente vantaggioso l’uso di varietà locali, in quanto la diversità genetica presente al loro interno costituisce una precondizione di adattamento ai cambiamenti ambientali.

Per la sperimentazione oggetto di questo studio sono stati scelti dei materiali derivanti dalla banca del germoplasma di mais presente presso la sede di Bergamo del CREA, unica in Italia per il numero e la varietà del germoplasma conservato. In particolare, la banca conserva e mantiene circa 680 varietà italiane di mais, che hanno rappresentato per secoli una coltura indispensabile per la sopravvivenza delle popolazioni delle campagne e sono uscite dalla coltivazione alla metà del secolo scorso, in conseguenza all’introduzione degli ibridi di mais dagli Stati Uniti. La collezione di varietà è stata costituita a partire da una iniziativa dell’allora direttore della Maiscoltura di Bergamo, Prof. Fenaroli, che si fece inviare dai consorzi agrari un campione delle varietà coltivate nelle regioni italiane. Questa iniziativa consentì la salvaguardia di un materiale genetico fortemente legato alla storia e alla tradizione, che altrimenti sarebbe andato perduto (Bernardi, 2014). Negli anni successivi, con lo svilupparsi di relazioni di lavoro con ricercatori e banche del germoplasma esteri, la banca di Bergamo ha acquisito germoplasma proveniente da altri Paesi, fino ad arrivare a circa 1.200 accessioni di varietà locali.

Una caratteristica importante di questi materiali è legata alla composizione chimica e alla tessitura della cariosside, particolarmente adatte alla trasformazione da parte dell’industria alimentare. L’elevato tenore di proteine e lipidi, unito alla vitrosità della cariosside, costituiscono infatti un parametro di pregio nella

produzione di alimenti a base di mais (Berardo et al. 2009; Alfieri et al., 2014, 2016). I genotipi tradizionali italiani, inoltre, sono risultati interessanti anche per l’elevato contenuto di composti a funzione antiossidante (carotenoidi, fenoli, antociani) che innalzano il valore nutrizionale potenziale delle farine (Alfieri et al. 2014; Tafuri et al., 2014; Redaelli et al., 2016). A queste considerazioni si può aggiungere l’interesse crescente di coltivatori e consumatori per le varietà di mais a cariosside colorata, da utilizzare non solo nell’industria alimentare ma anche come alimento per gli animali da cortile. In sintesi, questi materiali possono contribuire a creare un’economia circolare all’interno dell’azienda, contribuendo alla diversificazione dell’offerta aziendale e sostenendone il bilancio economico.

Negli anni scorsi presso il CREA - sede di Bergamo è stato realizzato un set di incroci tra 25 varietà locali, di cui 15 italiane (Lombardia e Veneto) e 10 estere (Ungheria, Romania, Messico, Cipro e Giappone) (Tab. 1). La sperimentazione descritta in questo lavoro ha preso avvio nel 2017 utilizzando 190 genotipi, corrispondenti a 173 popolazioni F<sub>2</sub>, 14 varietà parentali e 3 ibridi tester (DKC4316, Corniola, Marano 501), con l’obiettivo di selezionare i materiali più adatti ai diversi ambienti/usi italiani.

### **Primo anno di sperimentazione - 2017**

**CREA Bergamo.** Nel 2017 tutti i 190 genotipi sono stati seminati presso l’azienda “La Salvagna” del CREA a Bergamo (45°68’N; 9°64’E) usando un disegno sperimentale a blocchi randomizzati con due repliche (Fig. 1). Lo scopo era quello di realizzare un campo vetrina che permettesse di mettere direttamente a confronto in un solo ambiente le caratteristiche agronomiche e morfologiche di tutte le popolazioni. Durante la stagione maidicola sono state raccolte osservazioni su diversi parametri: altezza della pianta, altezza del punto di inserzione della spiga ed è stato attribuito a ogni genotipo un indice sintetico definito “indice di coltivabilità alla raccolta” con valori da 1 a 5, che rappresentava una valutazione complessiva della stabilità, integrità e sanità della pianta e della spiga.

La raccolta è stata realizzata a mano il 6 ottobre 2017, e per ogni parcella è stato registrato il peso in grammi della granella raccolta, in seguito rapportato al 14,5% di umidità e trasformato in t/ha. Sulla granella è stato poi determinato il peso ettolitrico (Kg/hL).

**Aziende agricole.** La sperimentazione con gli agricoltori ha coinvolto 38 aziende distribuite in 12 regioni (Tab. 2). Le aziende sono state selezionate considerando il regime culturale – biologico o low input –,

Tab. 1. Varietà italiane e straniere utilizzate negli incroci per produrre i diallelici.

<b>Codice</b>	<b>Nome varietà</b>	<b>Origine</b>
VA70	Locale	Lombardia
VA74	Fiorentino	Veneto
VA88	Scagliolo frassine	Veneto
VA90	Polenta rossa	Veneto
VA99w	Bianco nostrano	Veneto
VA103	Marano	Veneto
VA105	Nostrano dell'Isola	Lombardia
VA112	Pignolino nostrano	Veneto
VA114	Cinquantino Bianchi	Veneto
VA554	Sconosciuto	Lombardia
VA561	Scagliolo locale rostrato	Lombardia
VA643	Szabadkigyos	Ungheria
VA828	Local de Satu Lung	Romania
VA843	Alb romanesc de Virtop	Romania
VA850	Dinte de cal de Schnellreich	Romania
VA863	Dinte de cal de Vinju Mare	Romania
VA897	CIMMYT exotic gene pool	Messico
VA904	Cinquantino secondo raccolto	Lombardia
VA1045	MG91871	Cipro
VA1174	Iwanai Zairai	Giappone
VA1187	Katashina	Giappone
VA1191	Hirano	Giappone
VA1268	Rostrato rosso	Lombardia
VA1269	Nero spinoso	Lombardia
VA1304	Spinato di Gandino	Lombardia



Fig. 1. Campo nell'azienda "La Salvagna" di Bergamo, giugno 2017.

Tab. 2. Elenco delle 38 aziende agricole coinvolte nella sperimentazione 2017.

Nome azienda agricola	Provincia	Regione
Boschi Grandi	AL	Piemonte
AIAB Piemonte	AL	Piemonte
Scuole Salesiane Lombriasco	TO	Piemonte
Associazione Animante	BG	Lombardia
Solidarietà Cooperativa Sociale	LC	Lombardia
Pioppo tremolo	LC	Lombardia
Bio Podere Monticelli	LO	Lombardia
Il Giardiné	MB	Lombardia
Parco di Monza	MB	Lombardia
Cascina Gambarina	MI	Lombardia
Diversamente bio	PD	Veneto
Consorzio mais Marano	VE	Veneto
Fattoria Il Rosmarino	VE	Veneto
Giandomenico Cortiana	VI	Veneto
Geonika	VR	Veneto
Cooperativa Arvaia	BO	Emilia-Romagna
Armando Ardizzoni	MO	Emilia-Romagna
Radici felici	MO	Emilia-Romagna
Radici Sas di Venturi	AR	Toscana
Pandolfini	FI	Toscana
La Penta	FI	Toscana
Bellavista Insuese	LI	Toscana
Le Piane del Milia	LI	Toscana
Progetto Sterpaia	LI	Toscana
Antonio Russo – socio Sterpaia 1	LI	Toscana
Molino Angeli	LU	Toscana
Floriddia	PI	Toscana
Passerini Sara	SI	Toscana
Giovanni Cerrano	SI	Toscana
Rocca Madre	FM	Marche
Solina 2	AQ	Abruzzo
Donato Silveri	AQ	Abruzzo
Biologica Janas	TR	Umbria
Petacciato	CB	Molise
ABIM	CE	Campania
Cumparete 1	CE	Campania
Cumparete 2	SA	Campania
Il Querceto	PZ	Basilicata

la distribuzione sul territorio italiano, la precedente esperienza nella coltivazione del mais, l'interesse specifico per la produzione di mais dedicato al consumo umano (pane, pasta, polenta). Il disegno sperimentale usato è stato quello dei blocchi incompleti (Mead, 1997) con due repliche. A ogni agricoltore è stato assegnato un blocco sperimentale con dieci parcelle contenenti ciascuna un diallelico di varietà locali o un parentale di controllo. Agli agricoltori sperimentatori è stato chiesto di provvedere alla raccolta dei

dati fenologici fondamentali (germinazione, tempi di fioritura, numero di spighe ecc.) e alla fine del ciclo, esprimere un giudizio sintetico circa la "coltivabilità" del diallelico osservato.

### Risultati del primo anno

Come sintesi dei risultati del 2017, in Fig. 2 è riportato il diagramma dell'analisi statistica dei parametri

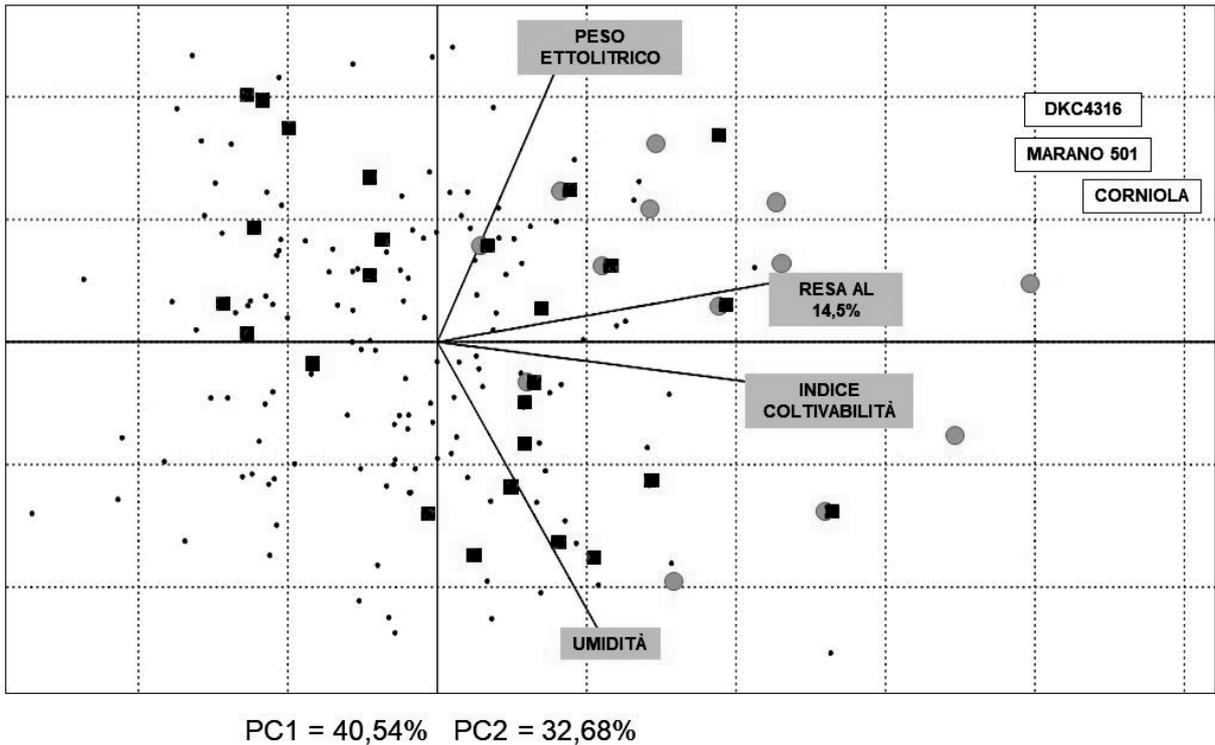


Fig. 2. Diagramma PCA delle popolazioni coltivate a Bergamo nel 2017. Cerchi grigi: popolazioni selezionate dal campo di Bergamo; quadrati neri: popolazioni scelte dagli agricoltori nelle varie aziende.

raccolti nel campo di Bergamo (Principal Component Analysis, PCA), che mostra la distribuzione dei genotipi in campo in relazione alle caratteristiche considerate. Le popolazioni hanno mostrato una grande variabilità per i parametri agronomici considerati. Come atteso, i tre ibridi sono risultati superiori a tutte le popolazioni per resa e peso ettolitrico. In generale, le combinazioni con un più alto indice di coltivabilità sono risultate quelle derivate da incroci tra varietà locali italiane, probabilmente per condizioni di adattamento e selezione specifici per gli areali italiani (Valoti et al. 2018). Le combinazioni più performanti sono risultate quelle con le varietà VA103 Marano e VA105 Nostrano dell'Isola, con produzioni di granella superiori alla varietà per sé e con particolari caratteristiche di vitrosità della cariosside e di peso ettolitrico, confrontabili a quelle degli ibridi vitrei in prova (Marano 501 e Corniola). Alte produzioni di granella sono state ottenute tra le popolazioni con VA1268 (Rostrato rosso) come parentale.

Nel grafico riportato in Fig. 2 vengono inoltre indicate le popolazioni ritenute più interessanti in base ai dati raccolti e alle osservazioni fatte a Bergamo (cerchi) e nelle aziende coinvolte (quadrati). Come atteso, le varietà selezionate nei diversi ambienti sono diverse da quelle selezionate a Bergamo; la scelta coincide so-

lamente per sei popolazioni (VA99w x VA904, VA88 x VA99w, VA88 x VA105, VA105 x VA1269, VA105 x VA1268 e VA105 x VA1304).

Per quanto riguarda la sperimentazione con le aziende (Fig. 3), gli agricoltori sono stati supportati dal tutoraggio RSR e da agricoltori esperti in maidicoltura. Le comunicazioni che raccontano l'esperienza sono state raccolte nel blog della sperimentazione <http://letscoltivatemais.blogspot.it/>. Come atteso, le popolazioni si sono adattate in modo diverso nelle diverse località e la quantità di granella prodotta nei vari ambienti è stata molto variabile. A causa dell'andamento meteorologico stagionale, con temperature alte e precipitazioni ridotte, in qualche località le piante non hanno sviluppato le spighe, soprattutto dove non è stato possibile irrigare. Inoltre, in diversi campi le parcelle sono state danneggiate da animali. In totale, dei 38 blocchi seminati nel 2017, 18 sono falliti per problemi di semina, di siccità e di pascolamento da animali; quindi, solo il 40% delle prove ha generato dati utili.

I risultati del primo anno di sperimentazione nelle aziende sono stati condivisi e discussi in un incontro-seminario tenutosi il 15 settembre 2017 a Bergamo presso il CREA con la partecipazione degli agricoltori "sperimentatori" (Fig. 4). In questa occasione i parte-



Fig. 3. Semina presso il campo di Agrate Brianza (MB), aprile 2017.



Fig. 4. Immagine dell'incontro tenuto a Bergamo il 15 settembre 2017.

cipanti hanno potuto osservare l'intero set delle popolazioni nel campo vetrina allestito presso l'azienda "La Salvagna" e confrontare le proprie osservazioni con quelle raccolte a Bergamo.

Durante l'incontro sono stati anche discussi i problemi incontrati da alcune aziende durante la stagione agronomica; in particolare, è stata rilevata la necessità di disporre di una scala comune per la valutazione delle popolazioni, così da confrontare l'adattamento dei singoli diallelici ai diversi ambienti di crescita. La difficoltà di gestione delle prove ha evidenziato, inoltre, la necessità di creare occasioni per aumentare le conoscenze sulla coltivazione di materiali eterogenei tramite momenti di formazione e protocolli comuni e condivisi tra le aziende coinvolte nella sperimentazione *on farm*. Al termine del seminario si è deciso di organizzare incontri tecnici formativi per l'anno successivo, allo scopo di aiutare gli agricoltori a impostare la sperimentazione in maniera adeguata a ottenere dati attendibili e confrontabili tra le diverse aziende.

### Secondo anno di sperimentazione - 2018

**CREA Bergamo.** Nel secondo anno di sperimentazione (2018), le 13 popolazioni selezionate dal campo vetrina del 2017 sono state testate presso l'azienda

Tab. 3. Dati medi dei parametri produttivi e morfologici dei diallelici e degli ibridi tester in prova agronomica a Bergamo nel 2018.

Dialellici	IC <sup>(a)</sup>	Altezza pianta (cm)	Altezza spiga (cm)	Resa t/ha al 14,5%	Umidità (%)	Peso ettolitrico (kg/hl)
Nostrano dell'Isola x Rostrato rosso	6,0	184	83	4,03	15,6	74,6
Marano x Rostrato rosso	6,5	220	128	4,00	16,2	78,6
Polenta rossa x Nostrano dell'Isola	7,8	228	110	3,95	19,0	74,0
Scagliolo frassine x Bianco nostrano	6,5	204	104	3,88	22,0	69,8
Scagliolo frassine x Nostrano dell'Isola	6,3	182	86	3,82	16,1	72,4
Sconosciuto x Rostrato rosso	6,5	247	127	3,78	22,5	71,4
Marano x Cymmit exotic gene pool	5,5	223	114	3,44	16,1	78,7
Bianco nostrano x Cinquantino 2°raccolto	5,0	248	129	3,22	21,5	72,0
Cinquantino 2°raccolto x Rostrato rosso	6,5	213	123	3,11	18,9	76,5
Nostrano dell'Isola x Spinato Gandino	8,0	216	113	3,11	18,2	75,7
Nostrano dell'Isola x Nero spinoso	6,5	192	98	3,05	14,6	81,7
Hirano x Rostrato rosso	5,0	241	129	2,83	20,7	66,5
Marano x Nostrano dell'Isola	7,5	181	82	2,78	13,5	80,4
DKC4316 - FAO 300	9,0	203	89	8,15	13,5	75,8
P0729 - FAO 400	9,0	236	92	9,63	16,3	77,2
<b>Media diallelici</b>	<b>6,4</b>	<b>214</b>	<b>110</b>	<b>3,46</b>	<b>18,0</b>	<b>74,8</b>
<b>Media ibridi</b>	<b>9,0</b>	<b>220</b>	<b>90</b>	<b>8,89</b>	<b>14,9</b>	<b>76,5</b>
<b>Media generale</b>	<b>6,8</b>	<b>214</b>	<b>107</b>	<b>4,19</b>	<b>17,6</b>	<b>75,0</b>

“La Salvagna” in prova parcellare replicata, a confronto con due ibridi (Tab. 3). Nello stesso anno, si è proceduto all'analisi chimica di un set di popolazioni derivate dal campo 2017. Mediante spettroscopia nel vicino infrarosso (NIRS), è stato determinato il contenuto in proteine totali, lipidi totali e amido; la capacità antiossidante totale è stata valutata mediante il metodo ABTS (Alfieri et al. 2021).

**Aziende agricole.** Nel secondo anno sono state coinvolte 16 aziende, distribuite in 10 regioni: Piemonte, Lombardia, Veneto, Emilia-Romagna, Toscana, Marche, Lazio, Umbria, Campania, Basilicata (Fig. 5). Anche il numero delle parcelle assegnate a ogni agricoltore è stato ridotto a sei, per consentire una migliore gestione dei materiali. Combinando le osservazioni raccolte nel 2017, agli agricoltori sono stati distribuiti 28 popolazioni, 18 varietà parentali e due ibridi di controllo.

Come pianificato nell'incontro di settembre 2017 a Bergamo, il 5 maggio 2018 a Contrada le Matinelle (Matera) si è tenuto un incontro sui temi “Produzione di mais per il consumo umano da varietà locale”, a cui hanno partecipato più di 35 agricoltori provenienti da Puglia, Basilicata, Campania e Calabria (Fig. 6). In effetti, l'uso degli sfarinati di mais nella dieta povera delle popolazioni rurali non era limitato al nord Italia, ma era diffuso in tutte le regioni della penisola. In particolare, nel sud Italia queste preparazioni pren-

devano il nome di Migliaccio, poiché cotte “ad uso del miglio” (Paoli, 2017). Durante l'incontro di Matera sono state illustrate le modalità di raccolta dei parametri fenologici durante la stagione agronomica. Sono stati inoltre discussi gli elementi essenziali di pianificazione della selezione in campo (eterosi, *inbreeding*, la trasmissione delle principali malattie ecc.) per le specie allogame. In sintesi, questo incontro ha permesso di mettere a fuoco una strategia per lo sviluppo di sistemi comunitari di produzione di sementi di cereali (compreso il mais), affrontando gli aspetti legali, sanitari e di selezione in campo delle piante.

### Risultati del secondo anno e proseguimento della sperimentazione

Nonostante nella prova di Bergamo la media produttiva delle popolazioni sia risultata significativamente inferiore a quella degli ibridi in prova, alcune delle combinazioni hanno mostrato elevati valori di indice di coltivabilità e peso ettolitrico. I diallelici con la miglior performance sono risultati quelli derivati da incroci con le varietà VA1268 Rostrato rosso e VA105 Nostrano dell'Isola. In generale, associando i dati produttivi ai risultati delle analisi chimiche, è stata evidenziata la presenza di popolazioni potenzialmente interessanti per la coltivazione negli areali del nord Italia.



Fig. 5. Campo di Isola Vicentina (VI), settembre 2018.



Fig. 6. Paolo Valoti incontra gli agricoltori a Matera, maggio 2018.

Considerata la recente e proficua collaborazione sviluppata anche in ambito internazionale (sia in Europa che nel Centro America), volta allo scambio e valorizzazione di germoplasma tradizionale di mais, la strategia di lavoro futuro è quella di introdurre

nel germoplasma italiano caratteri favorevoli derivati da altre fonti genetiche, per aumentare la biodiversità e selezionare varietà fruibili dagli agricoltori. Ne sono un esempio gli scambi scientifici nell'ambito del progetto di cooperazione internazionale "Piccoli

Semi Gradi Opportunità - agro ecologia campesina familiare e filiere a km 0 in Bolivia”, finanziato dalla Agenzia Italiana per la Cooperazione allo Sviluppo (AICS), con capofila A.S.P.Em - Associazione Solidarietà Paesi Emergenti e CREA Sede di Bergamo referente scientifico e tecnico del progetto (Balconi et al. 2019). Un obiettivo strategico di questo progetto di ricerca condiviso tra Italia e Bolivia consiste nell’incrementare le risorse genetiche presenti nella Banca del Germoplasma del CREA di Bergamo con germoplasma “criollo” boliviano, al fine di costituire nuove varietà pigmentate di mais, tipo “morado” a colorazione viola, ricco di antociani, composti vegetali bioattivi che grazie alla loro proprietà antiossidante sono in grado di proteggere le cellule neutralizzando i radicali liberi, mostrando così potenzialità salutistiche per l’organismo umano.

I risultati delle osservazioni fatte dagli agricoltori sono stati raccolti in un *Quaderno di campagna*: oltre al peso della granella raccolta, comprendevano la descrizione morfologica delle spighe e dei semi dei diallelici e delle varietà parentali. Anche nella stagione 2018 non tutte le semine presso le aziende sono andate a buon fine; diversi agricoltori si sono però resi disponibili a proseguire la sperimentazione utilizzando una popolazione derivata dalla miscela dei diallelici selezionati nel 2017, che viene attualmente testata in diverse località, allo scopo di verificarne l’adattamen-

to ambientale e la potenzialità produttiva per l’azienda ospitante.

## Conclusioni

Questa prima sperimentazione PPB per il mais in Italia ha rappresentato un esempio di stretta collaborazione tra il mondo della ricerca e quello degli agricoltori. Il coinvolgimento attivo ha destato interesse tra i partecipanti, malgrado i risultati non siano sempre stati all’altezza delle aspettative; diverse aziende hanno espresso anche il desiderio di proseguire la collaborazione, scegliendo le modalità e i materiali più adeguati al proprio ambiente di coltivazione.

In particolare, è stata apprezzata la possibilità di sperimentare popolazioni molto diverse tra loro per caratteristiche della pianta e della granella, che costituiscono un materiale genetico non reperibile nel mercato del mais. La variabilità genetica presente naturalmente nelle popolazioni costituisce un ottimo punto di partenza per selezionare varietà che possano combinare capacità di adattamento ad ambienti marginali, potenzialità di resa e qualità del prodotto e che possano trovare impiego nel settore *food* – alimenti *gluten-free*, prodotti tipici, ecc. – o *feed*, con speciale attenzione al pollame.

Questo approccio, che utilizza materiali eterogenei

## Glossario

BREEDING, BREEDER	Attività di miglioramento genetico di specie agrarie realizzata attraverso incroci, selezione, ecc. Chi si occupa di miglioramento genetico viene definito breeder
DIALLELICO	Schema sperimentale in cui, in un gruppo di varietà, ognuna viene incrociata con tutte le altre
ETEROSI	Fenomeno per cui gli ibridi tra due linee pure sono più vigorosi, resistenti e produttivi delle linee da cui derivano
INBREEDING	Riduzione della variabilità genetica per autofecondazioni ripetute
INTROGRESSIONE	Acquisizione di caratteri genetici da altre specie tramite incrocio
MAIS IBRIDO	Mais ottenuto dall’incrocio di due genotipi diversi
SPECIE ALLOGAME	Specie in cui la fecondazione avviene a opera del polline prodotto da altri fiori della stessa pianta oppure da fiori di altri individui appartenenti alla stessa specie
VARIETA’ PARENTALI	Varietà che vengono utilizzate per realizzare gli incroci: la varietà porta seme viene fecondata dalla varietà impollinatrice

da un punto di vista genetico e che ha un focus particolare sull'adattamento e la sostenibilità delle colture, si raccorda perfettamente con i nuovi orientamenti della CEE che riguardano la gestione dell'agricoltura nel prossimo decennio, e apre una prospettiva sociale ed economica nuova per le tante piccole aziende sparse sul territorio. Ad aprile 2018 il Parlamento europeo ha infatti approvato il regolamento che dal 2022 detterà le nuove norme al mondo del biologico, includendo anche il delicato tema sementiero. Infatti, il Regolamento definisce per la prima volta le categorie di "materiale eterogeneo" e "varietà biologiche" (art. 1). Nel caso di "materiale eterogeneo" la definizione è diversa da quella prevista della sperimentazione temporanea sulle popolazioni di frumento, orzo, avena, mais iniziata nel 2014. Il nuovo regolamento europeo sul biologico consentirà la commercializzazione di sementi delle popolazioni sotto il termine "materiale eterogeneo biologico". Al fine di precisare la definizione e i criteri per l'iscrizione e la certificazione delle sementi di questo materiale, la Commissione Europea ha adottato il 7 maggio 2021 gli Atti Delegati che entreranno in vigore a gennaio 2022.

Infine, va considerato il fatto che impiegare popolazioni eterogenee in agricoltura biologica, un settore in crescita esponenziale in questi anni, corrisponde perfettamente alle direttive del programma Agenda 2030 – *Bringing back Nature in our life* – attivato dalla Comunità Europea per sviluppare approcci più sostenibili alla produzione di cibo. La possibilità per il mais, tra alcune altre specie, di commercializzare materiali eterogenei potrebbe, quindi, favorire ulteriormente la coltivazione delle popolazioni e incoraggiare l'utilizzo di questo modello di agricoltura per combinare in modo sostenibile produzione e qualità.

## Ringraziamenti

Ricerca finanziata dal progetto Risorse Genetiche Vegetali (RGV-FAO, 2017-2019) del MiPAAF (DM 11746 del 10/04/2017) e dal progetto europeo DIVERSIFOOD del Programma Horizon2020.

## Bibliografia

- Alfieri M., Hidalgo A., Berardo N., Redaelli R. (2014). *Carotenoid composition and heterotic effect in selected Italian maize germplasm*. Journal of Cereal Science, 59: 181-188.
- Alfieri M., Lanzanova C., Locatelli S., Valoti P., Balconi C., Bossi A., Carrara M., Redaelli R. (2016). *Varietà italiane di mais bianchi: caratterizzazione chimica e fitosanitaria*, Tecnica Molitoria LXVII: 350-359.
- Alfieri M., Balconi C., Valoti P., Redaelli R. (2021). *Tradizional maize varieties as a genetic resource for a sustainable and participatory approach to agriculture*. Tecnica Molitoria International 71 (22A): 41-49.
- Ashby J.A. (2009). *The impact of participatory plant breeding*, In: Plant Breeding and Farmer Participation. Ceccarelli S., Guimaraes, E.P., Weltzien, E. (Eds.), FAO, Rome, pp 650-671.
- Atlin G.N., Cooper M., Bjornstad A. (2001). *A comparison of formal and participatory breeding approaches using selection theory*, Euphytica 122: 463-475.
- Balconi C., Valoti P., Pecchioni N. (2019). *La biodiversità del mais: una grande opportunità di cooperazione internazionale tra Italia e Bolivia*. Mangimi & Alimenti, XI (3): 14-16.
- Berardo N., Mazzinelli G., Valoti P., Laganà P., Redaelli R. (2009). *Characterisation of maize germplasm for the chemical composition of the grain*, J. Agric. Food Chem. 57(6): 2378-2384.
- Bernardi E. (2014). *Il mais miracoloso*. Ed. Carocci.
- Bocci R., Bussi B., Petitti M., Franciolini R., Altavilla V., Galluzzi G., Di Luzio P., Migliorini P., Spagnolo S., Floriddia R., Li Rosi G., Petacciato M., Battezzato V., Albino A., Faggio G., Arcostanzo C., Ceccarelli S. (2020). *Yield, yield stability and farmers' preferences of evolutionary populations of bread wheat: A dynamic solution to climate change*. European Journal Agronomy 121: 126-156.
- Brown M.E., Funk C.C. (2008). *Food security under climate change*. NASA Publications. 131.
- Cardinale B.J., Duffy J. E., Gonzalez A., Hooper D.U., Perrings C., Venail P., Narwani A., Mace G.M., Tilman D., Wardle D.A., Kinzig A.P., Daily G.C., Loreau M., Grace J.B., Larigauderie A., Srivastava D.S., Naeem S. (2012). *Biodiversity loss and its impact on humanity*. Nature 486: 59-68.
- Ceccarelli S. (2009). *Selection methods. Part 1: Organizational aspects of a plant breeding programme*. In: Plant Breeding and Farmer Participation, Ceccarelli S., Guimaraes, E.P., Weltzien, E. (Eds.), FAO, Rome, pp 195-222.
- Ceccarelli S., Grando S. (2007). *Decentralized-participatory plant breeding: an example of demand driven research*, Euphytica, 155: 349-360.
- Ceccarelli S., Grando S., Maatougui M., Michael M., Slash M., Haghparast R., Rahmanian M., Taheri A., Al-Yassin A., Benbelkacem A., Labdi M., Mimoun H., Nachit M. (2010). *Plant breeding and climate changes*. The Journal of Agricultural Science 148 (6): 627-637.
- Chable V., Nuijten E., Costanzo A., Goldringer I., Bocci R., Oehen B., Rey F., Fasoula D., Feher J., Keskitalo M., Koller B., Omirou M., Mendes-Moreira P., van Frank G., Kader A., Jika N., Thomas M., Rossi A. (2020). *Embedding cultivated diversity in society for agro-ecological transition*. Sustainability 12(3): 784.
- Gao X., Giorgi F. (2008). *Increased aridity in the Mediterranean region under greenhouse gas forcing estimated from high resolution simulations with a regional climate model*. Global and Planetary Change 62 (3-4): 195-209.
- Gepts P., Hancock J. (2006). *The future of plant breeding*. Crop Science, 46: 1630-1634.
- Kahiluoto H., Kaseva J., Balek J., Olesen J.E., Ruiz-Ramos M., Gobin A., Kersebaum K.C., Takáč J., Ruget F., Ferrise R., Bezak P., Capellades G., Dibari C., Mäkinen H., Nendel C., Ventrella D., Rodriguez A., Bindi M., Trnka M. (2019). *Decline in climate resilience of European wheat*. Proceedings of the National Academy of Science 116 (1): 123-128.
- Lionello P. (2012). *The climate of the Mediterranean region. From the past to the future*. Elsevier.
- Mead R. (1997). *Designs of plant breeding trials*, In: Statistical Methods for Plant Variety Evaluation, RA Kempton and PN Fox eds, Chapman & Hall, London, pp. 40-67.
- Newton A.C., Akar T., Baresel J.P., Bebeli P.J., Bettencourt E., Bladenopoulos K.V., Czembor J.H., Fasoula D.A., Katsiotis A., Koutis K., Koutsika-Sotiriou M., Kovacs G., Larsson H., Pinheiro de Carvalho M.A.A., Rubiales D., Russell J., Dos Santos T.M.M.,

- Vaz Patto M.C. (2010). *Cereal landraces for sustainable agriculture. A review*, *Agronomy for Sustainable Development*, 30: 237-269.
- Paoli M. (2017). *A proposito di migliaccio e castagnaccio*. Italiano digitale, Accademia della Crusca 2017, 2, (luglio-settembre), pp. 61-63.
- Parry M.L., Mendzhulin G.V., Sinha S. Agriculture and forestry. In: FAR Climate Change: Impacts Assessment of Climate Change, -[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ipcc\\_far\\_wg\\_II\\_chapter\\_02.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ipcc_far_wg_II_chapter_02.pdf).
- Raaijmakers M., Heining N., Solfanelli F., Ozturk E., Zanoli R., Feher J., Schäfer F., Toncea I. (2020). *Creating incentives for farmers to use organic seed*. LIVESEED Project, p.17.
- Redaelli R., Alfieri M., Cabassi G. (2016). *Development of a NIRS calibration for total antioxidant capacity in maize germplasm*, *Talanta*, 154: 164-168.
- Tafari A., Alfieri M., Redaelli R. (2014). *Determination of soluble phenolics content in Italian maize varieties and lines*, *Tecnica Molitoria International*, 65(15A): 60-69.
- Valoti P., Balconi C., Bocci R., Bussi B., Ceccarelli S., De Santis G., Redaelli R. (2018). *Confronto di varietà locali open: un modello di miglioramento genetico partecipativo per il mais*. In: "I cereali per un sistema agroalimentare di qualità", atti XI Convegno AISTEC, 22-24 novembre 2017, Roma, pp. 298-302.
- Vaz Patto M.C., Moreira P.M., Almeida N., Satovis Z., Pego S. (2008). *Genetic diversity evolution through participatory maize breeding in Portugal*, *Euphytica*, 161: 283-291.

#### **RITA REDAELLI**

Laureata in Scienze Biologiche a Milano, ha svolto stages presso l'INRAE a Montpellier e la Michigan State University - USA. Ricercatore presso il Centro di ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali, sede di Bergamo, è responsabile del Laboratorio di Chimica e Spettroscopia e si occupa di caratterizzare granella e trinciato di mais da un punto di vista nutrizionale. È responsabile della collezione di avena del Centro, di cui cura il mantenimento, la caratterizzazione e la valorizzazione. È segretario AISTEC dal 2011, autore e coautore di oltre 200 articoli scientifici e tecnici, correlatore di tesi, tutor di stagisti, reviewer di riviste internazionali.

#### **Contatti:**

[rita.redaelli@crea.gov.it](mailto:rita.redaelli@crea.gov.it)  
CREA - Centro di ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali, via Stezzano 24, 24126 Bergamo

#### **PAOLO VALOTI**

Lavora presso il Centro di Ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali sede di Bergamo del CREA come tecnico esperto della Banca del Germoplasma per la conservazione, riproduzione e valorizzazione della biodiversità di mais. Responsabile dell'azienda agraria "La Salvagna" del CREA per le attività dei campi delle prove ufficiali, agronomiche e sperimentali. Ha partecipato ai progetti "Bergamo Experience" e "Mais Expo Bergamo", per l'EXPO mondiale di Milano. Co-autore di pubblicazioni scientifiche, tecniche e divulgative sulle ricerche, culture e colture delle varietà locali a impollinazione libera e della biodiversità dei mais.

#### **Contatti:**

CREA - Centro di ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali, via Stezzano 24, 24126 Bergamo

#### **CARLOTTA BALCONI**

Laurea in Scienze Biologiche a Milano, esperienza triennale di

"visiting scientist" presso MSU - Montana State University - USA; Primo Tecnologo e Responsabile della sede di Bergamo del CREA Centro di ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali; responsabile della collezione di mais del Centro; Direttore della rivista internazionale *Maydica*. Coordinatore di progetti di ricerca: i) fisiologia, patologia ed entomologia del mais, ii) studio delle proprietà bioattive di proteine vegetali, iii) identificazione e valorizzazione di risorse genetiche resistenti a stress biotici e abiotici. Leader italiano del Maize Working Group - ECPGR - European Cooperative Program for Plant Genetic Resources ([www.ecpgr.cgiar.org](http://www.ecpgr.cgiar.org)). Autrice e co-autrice di oltre 200 contributi scientifici, divulgativi e tecnici.

#### **Contatti:**

CREA - Centro di ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali, via Stezzano 24, 24126 Bergamo

#### **GIUSEPPE DE SANTIS**

Laureato in Agraria a Milano, si è perfezionato a Padova. Dal 1996 è impegnato nella ricerca in agricoltura e l'innovazione per sviluppo rurale e la pianificazione strategica partecipata. Ha collaborato con il mondo delle ONG e con Istituti di ricerca, Università e Agenzie Internazionali. Ha vissuto in Africa e lavorato in America Latina, maturando esperienza nell'ambito della sicurezza alimentare, la pianificazione, lo sviluppo e l'attuazione di politiche e pratiche volti al raggiungimento di sistemi alimentari sostenibili, e nella crescita di reti comunitarie per la transizione ad un modello economico e sociale solidale.

#### **Contatti:**

Rete Semi Rurali (RSR), via Casignano 25 - 50018 Scandicci (FI)

#### **BETTINA BUSSI**

Laureata in Agraria tropicale e sub-tropicale, ha conseguito un dottorato in Genetica agraria presso l'Università di Firenze. Per più di dieci anni si è occupata di Cooperazione allo sviluppo in Africa e nei Balcani lavorando per alcune ONG e di progettazione e formazione per diverse cooperative sociali in Italia e in Europa tramite un'agenzia di formazione. Dal 2010 lavora con continuità con Rete Semi Rurali e si occupa principalmente di miglioramento genetico partecipativo ed evolutivo, di gestione e conservazione delle risorse genetiche, di ricerca ed innovazione in agricoltura e di animazione delle reti.

#### **Contatti:**

Rete Semi Rurali (RSR), via Casignano 25 - 50018 Scandicci (FI)

#### **RICCARDO BOCCI**

Laureato in Agraria presso l'Università di Firenze. Dal 2000 al 2009 ha collaborato con l'Istituto Agronomico per l'Oltremare di Firenze su progetti di cooperazione allo sviluppo di conservazione e valorizzazione della biodiversità. Dal 2007 al 2014 è stato responsabile dei progetti europei Farm Seed Opportunities e SOLIBAM per conto dell'Associazione Italiana Agricoltura Biologica. Dal 2007 al 2011 è stato Coordinatore della Rete Semi Rurali. Nel periodo 2010 - 2012 ha collaborato con il Ministero dell'Agricoltura per la redazione delle Linee Guida Nazionali per la Conservazione della Biodiversità Agricola. Dal 2011 è direttore tecnico di Rete Semi Rurali.

#### **Contatti:**

Rete Semi Rurali (RSR), via Casignano 25 - 50018 Scandicci (FI)