

RESILIENT – Buone pratiche per la salvaguardia e la coltivazione di varietà locali lombarde tradizionali di patata e mais in aree interne – è un progetto cofinanziato dall'operazione 1.2.01 "Progetti dimostrativi e azioni di informazione" del Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020 della Regione Lombardia. Il progetto è stato avviato nel giugno del 2020 e concluso nel dicembre 2022, coinvolgendo diversi enti quali l'Università degli Studi di Pavia con il Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente (DSTA – capofila del progetto), l'Università Cattolica del Sacro Cuore di Milano – sede di Piacenza, il CREA-CI di Bologna, il Servizio Innovazione Didattica e Comunicazione Digitale (IDCD) dell'Università di Pavia e la Comunità Montana della Valchiavenna, in collaborazione con Aziende Agricole locali della Valchiavenna e dell'Oltrepò Pavese. Il progetto ha avuto come obiettivo quello di arricchire le conoscenze degli agricoltori circa la diversità e la coltivazione di varietà locali di mais da polenta e patate, tradizionali. Per questo motivo sono state svolte diverse attività informative e dimostrative, i cui risultati sono consultabili sul sito [resilient.unipv.it](http://resilient.unipv.it)



UNIVERSITÀ  
DI PAVIA

Dipartimento di  
Scienze della Terra  
e dell'Ambiente



INNOVAZIONE DIDATTICA  
COMUNICAZIONE DIGITALE



UNIVERSITÀ  
CATTOLICA  
del Sacro Cuore



Comunità Montana  
della Valchiavenna



RESILIENT - Manuale di buone pratiche per la coltivazione di varietà locali di mais

# MANUALE DI BUONE PRATICHE PER LA COLTIVAZIONE DI VARIETÀ LOCALI DI MAIS e l'autoproduzione di semente in purezza in azienda

Emanuele Vegini<sup>1</sup>, Graziano Rossi<sup>1</sup>, Francesco Ferrari<sup>1</sup>,  
Giovanna Soffritti<sup>2</sup>, Lorenzo Stagnati<sup>2</sup>, Adriano Marocco<sup>2</sup>  
e Matteo Busconi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Università di Pavia, DSTA Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente  
<sup>2</sup> Università Cattolica del Sacro Cuore di Milano, DIPROVES Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali Sostenibili, Piacenza.

## RESILIENT

BUONE PRATICHE PER LA SALVAGUARDIA E LA COLTIVAZIONE  
DI VARIETÀ LOCALI LOMBARDE TRADIZIONALI DI PATATA E MAIS IN AREE INTERNE

Programma di Sviluppo Rurale 2014 - 2020

Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale:  
l'Europa investe nelle zone rurali

Publicazione realizzata con il cofinanziamento del FEASR  
Responsabile dell'informazione: Università degli Studi di Pavia  
Autorità di Gestione del Programma: Regione Lombardia



PSR  
2014-2020  
LOMBARDIA  
L'INNOVAZIONE  
METTE RADICI



Regione  
Lombardia

Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale: l'Europa investe nelle zone rurali



9 791280 054562



# MANUALE DI BUONE PRATICHE PER LA COLTIVAZIONE DI VARIETÀ LOCALI DI MAIS

e l'autoproduzione di semente in purezza in azienda

*Emanuele Vegini, Graziano Rossi, Francesco Ferrari,  
Giovanna Soffritti, Lorenzo Stagnati, Adriano Marocco e Matteo Busconi*



BUONE PRATICHE PER LA SALVAGUARDIA E LA COLTIVAZIONE  
DI VARIETÀ LOCALI LOMBARDE TRADIZIONALI DI PATATA E MAIS IN AREE INTERNE

Programma di Sviluppo Rurale 2014 - 2020

**Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale:  
l'Europa investe nelle zone rurali**

Pubblicazione realizzata con il cofinanziamento del FEASR  
Responsabile dell'informazione: Università degli Studi di Pavia  
Autorità di Gestione del Programma: Regione Lombardia



Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale: l'Europa investe nelle zone rurali

Citazione consigliata per la presente pubblicazione

E. Vegini, G. Rossi, F. Ferrari, G. Soffritti, L. Stagnati, A. Marocco e M. Busconi (2022). Manuale di buone pratiche per la coltivazione di varietà locali di mais e l'autoproduzione di semente in purezza in azienda. Progetto RESILIENT, PSR Regione Lombardia – Univers Srls, Pavia, 107 p.

Graziano Rossi  
ISBN: 9791280054562

Pubblicazione realizzata nell'ambito del progetto "Buone pratiche per la salvaguardia e la coltivazione di varietà locali lombarde tradizionali di patata e mais in aree interne (RESILIENT)", cofinanziato dall'operazione 1.2.01 "Progetti dimostrativi e azioni di informazione" del Programma di Sviluppo Rurale 2014 - 2020 della Regione Lombardia.

Responsabile del progetto l'Università degli Studi di Pavia – Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente (DSTA), realizzato con la collaborazione di Università Cattolica del Sacro Cuore – Centro di Ricerca BioDNA, CREA – Centro di Ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali, Servizio Innovazione Didattica e Comunicazione Digitale (IDCD) dell'Università di Pavia, Comunità Montana della Valchiavenna.

*Univers Edizioni*  
[www.editorepavia.it](http://www.editorepavia.it)

*Stampa*  
Univers Srls - Pavia

© 2022 Univers Srls  
Tutti i diritti riservati

---



<b>Introduzione</b>	7
<b>Salvaguardia e coltivazione in azienda di varietà locali di mais e il progetto RESILIENT</b>	9
<i>Vegini E., Busconi M., Marocco A., Rossi G.</i>	
<b>PARTE PRIMA</b>	
<b>Storia del mais</b>	
Storia della coltivazione del mais	13
<i>Stagnati L., Soffritti G., Busconi M.</i>	
La coltivazione del mais in Italia	19
<i>Stagnati L., Soffritti G., Marocco A.</i>	
Diversità maidicola italiana: una grande ricchezza tra razze e varietà locali	21
<i>Stagnati L., Soffritti G., Busconi M.</i>	
Dal XX secolo ad oggi: il passaggio dalle varietà tradizionali ai mais ibridi	25
<i>Stagnati L., Soffritti G., Marocco A.</i>	
L'importanza delle varietà locali	29
<i>Stagnati L., Soffritti G., Busconi M., Rossi G.</i>	
<b>PARTE SECONDA</b>	
<b>Conservazione delle varietà locali</b>	
Tutela delle varietà a rischio di estinzione o erosione genetica e loro valorizzazione	33
<i>Rossi G.</i>	

---

La normativa UE e la Legge Nazionale n.194 del 1/12/2015 <i>Rossi G.</i>	35
L'Anagrafe Nazionale della biodiversità di interesse agricolo e alimentare <i>Rossi G.</i>	39
La Rete Nazionale della biodiversità agricola e alimentare <i>Rossi G.</i>	41
CERZOO - Centro di ricerche per la zootecnia e l'ambiente dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Milano <i>Marocco A.</i>	43
La Banca del Germoplasma Vegetale dell'Università degli Studi di Pavia <i>Ferrari F.</i>	45
<b>PARTE TERZA</b>	
<b>La coltivazione del mais</b>	
Differenze tra ibridi e varietà locali <i>Stagnati L., Busconi M.</i>	51
Tecniche di coltivazione di varietà locali di mais <i>Stagnati L., Busconi M.</i>	55
Stoccaggio del raccolto <i>Stagnati L., Busconi M.</i>	59
Patologie del mais <i>Stagnati L., Busconi M.</i>	61
<b>PARTE QUARTA</b>	
<b>Mantenimento in purezza delle varietà in azienda</b>	
Premessa <i>Stagnati L., Soffritti G., Busconi M.</i>	67

---

L'ibridazione delle varietà locali di mais	69
<i>Stagnati L., Soffritti G., Busconi M.</i>	
Distanziamento tra colture	71
<i>Stagnati L., Soffritti G., Busconi M.</i>	
Sfasamento temporale della fioritura	73
<i>Stagnati L., Soffritti G., Busconi M.</i>	
Impollinazione manuale	75
<i>Stagnati L., Soffritti G., Busconi M.</i>	

## **PARTE QUINTA**

### **Esperienze dal progetto RESILIENT**

Il distanziamento delle coltivazioni	81
<i>Vegini E., Busconi M.</i>	
La produzione di semente in purezza	87
<i>Vegini E., Busconi M.</i>	

<b>Bibliografia di riferimento</b>	89
------------------------------------	----

<b>Sitografia</b>	91
-------------------	----

<b>Ringraziamenti</b>	91
-----------------------	----

<b>Appendice</b>	93
------------------	----

Schede descrittive di alcune varietà locali di mais  
impiegate nel progetto RESILIENT

---





In Lombardia la coltivazione del mais si estende dalla pianura sino alle aree di montagna; proprio nelle aree interne di montagna si possono rinvenire ancora numerosi ecotipi locali, originatisi dall'adattamento alle condizioni agro-climatiche del territorio e attraverso fasi di selezione informale ad opera degli agricoltori nel corso degli anni. Inoltre, l'isolamento delle coltivazioni dettato principalmente dalla morfologia del paesaggio, ha contribuito significativamente alla differenziazione delle *cultivar*, arricchendo così l'agrobiodiversità del territorio. Nel 2019, Rossi *et al.* hanno raccolto più di 50 differenti accessioni di mais per il territorio lombardo, risultate ancora in coltura attiva e appartenenti a numerose varietà diverse.

Purtroppo, negli ultimi decenni, gran parte di questa diversità sta lentamente scomparendo. Dal 1900 a oggi infatti, circa il 75% della diversità genetica delle piante coltivate si stima sia andata irrimediabilmente persa, con gravi conseguenze sulla biodiversità; questo è quanto emerge dal rapporto sullo "Stato della sicurezza alimentare e della nutrizione del mondo - 2022" pubblicato dall'Organizzazione delle Nazioni Unite per l'alimentazione e l'agricoltura (FAO). La principale causa di questa perdita per le coltivazioni di montagna è certamente rappresentata dall'abbandono del territorio; oltre all'abbandono degli appezzamenti un tempo coltivati, vi è la perdita di sementi, nonché di conoscenze e usanze tipiche della tradizione che essendo quasi sempre tramandate oralmente di generazione in generazione, non possono più essere recuperate.

Inoltre, la coltivazione di varietà locali di mais in aree di montagna non trova sempre un adeguato riscontro economico per diversi motivi: l'aleatorietà delle rese, la frammentarietà aziendale, le difficoltà morfologi-

co-ambientali, le carenze infrastrutturali e il progressivo abbandono dei terreni e delle attività produttive, sono solo alcuni dei motivi che incidono negativamente sulla coltivazione di queste varietà. Per contrastare questo fenomeno occorrono strategie di integrazione, atte a incentivare non solo la maiscoltura di montagna, ma anche tutti gli altri prodotti locali tipici che questi territori hanno saputo offrire; per raggiungere questo obiettivo occorrono politiche mirate e sensibili a queste problematiche, alla quale affiancare progetti per il territorio, finalizzati ad azioni dimostrative e informative che trovano nelle diverse realtà territoriali (Comunità Montane, Aziende Agricole, Consorzi, ecc.) e specialisti del settore (agricoltori, agronomi, agrotecnici, periti agrari, ecc.) i principali destinatari.

A tale scopo è stato realizzato il presente Manuale informativo, dedicato agli agricoltori e ai tecnici del settore, che illustra metodi agronomici fondamentali per la coltivazione in azienda di varietà locali di mais e la produzione di semente in purezza da poter riutilizzare negli anni, senza perdere quelle caratteristiche varietali che rendono unico il proprio prodotto.

# SALVAGUARDIA E COLTIVAZIONE IN AZIENDA DI VARIETÀ LOCALI DI MAIS E IL PROGETTO RESILIENT



*Emanuele Vegini, Graziano Rossi, Matteo Busconi, Adriano Marocco*

Nel giugno del 2020 è stato avviato il progetto “Buone pratiche per la salvaguardia e la coltivazione di varietà locali lombarde tradizionali di patata e mais in aree interne (RESILIENT)”, con durata biennale, cofinanziato dall’operazione 1.2.01 “Progetti dimostrativi e azioni di informazione” del Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020 della Regione Lombardia. Il progetto è stato poi prorogato e si è concluso nel dicembre 2022. Esso ha visto coinvolti diversi enti di ricerca quali l’Università degli Studi di Pavia con il Dipartimento di Scienze della Terra e dell’Ambiente (DSTA – capofila del progetto), l’Università Cattolica del Sacro Cuore di Milano, sede di Piacenza e il CREA-CI di Bologna, insieme al Servizio Innovazione Didattica e Comunicazione Digitale (IDCD) dell’Università di Pavia, la Comunità Montana della Valchiavenna e la collaborazione di Aziende Agricole locali (Azienda Agricola Terre Villane di Romagnese – PV; Consorzio Forestale di Prata Camportaccio – SO; Azienda Agricola Barelli di Samolaco – SO); il progetto si poneva come obiettivo quello di arricchire le conoscenze presso gli agricoltori riguardo la diversità e la coltivazione di varietà locali di mais da polenta e patate locali, tradizionali.

Un aspetto cruciale per la coltivazione di varietà locali di mais presso le aziende agricole è rappresentato dal mantenimento negli anni delle caratteristiche varietali, evitando l’ibridazione con altri ecotipi. Diversamente si assiste alla perdita della varietà che induce diversi agricoltori a rivolgersi a circuiti non professionali per il recupero delle sementi o comunque a importare *landrace* di altre regioni (es. Veneto, Piemonte) o di altri Paesi (come nel caso del grano saraceno reperito dal Nord Europa), creando in realtà, invece che salvaguardia, maggiori pericoli di inquina-

mento genetico e perdita di genotipi autoctoni, oltre che di potenziale diffusione di malattie.

Grazie al progetto RESILIENT sono state fornite agli agricoltori quelle informazioni fondamentali per la conservazione *on farm* delle proprie varietà. Questa trasmissione di informazioni è stata effettuata con diversi strumenti, tra i quali il presente Manuale e la realizzazione di due cicli di *webinar* tra il 2021 e il 2022, per un totale di 8 incontri. Inoltre, sono stati realizzati tra il 2021 e il 2022 campi dimostrativi in due aree interne di Regione Lombardia, quali l'Appennino pavese (PV) e la Valchiavenna (SO). Inoltre, è stato realizzato un e-book sui mais tradizionali locali in Regione Lombardia (disponibile online sul sito di RESILIENT, a cura di Staganti *et al.* (2022)). Tutto questo è stato possibile grazie al coinvolgimento delle Università di Pavia e quella Cattolica del Sacro Cuore di Milano, oltre alla collaborazione di due aziende agricole locali: l'Az. Agr. Terre Villane nel comune di Romagnese (PV) e il Consorzio Forestale di Prata Camporaccio (SO), dove sono state prese in considerazione tre diverse varietà locali di mais, quali il mais tipo 'Marano' e il mais 'Ottofile del Pavese' tipici dell'areale dell'Oltrepò Pavese, e il mais 'Rostrato della Valchiavenna' nella provincia di Sondrio. Nella parte quinta del presente manuale viene illustrato quanto è stato fatto e gli obiettivi raggiunti.

La semente di ecotipi locali, oltre ad essere conservata *on farm*, grazie all'impiego di specifiche tecniche di mantenimento in purezza, può essere conservata anche *ex situ* all'interno di apposite banche del germoplasma, dove i semi vengono prima puliti e disidratati, quindi successivamente congelati, permettendo così la loro conservazione nel lungo periodo. Nel caso del mais si stima una durata fino a 250 anni. Per questo, nell'ambito del progetto RESILIENT è stata realizzata la visita alla Banca del Germoplasma Vegetale dell'Università degli Studi di Pavia, in occasione della IX Mostra sulle "Varietà locali tradizionali a rischio di estinzione o di erosione genetica", tenutasi presso il Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente e l'Orto Botanico dell'Università di Pavia, nel settembre 2022.

Tutto il materiale informativo prodotto nell'ambito del progetto RESILIENT è stato digitalizzato ed è liberamente consultabile sul sito internet *resilient.unipv.it* dove è possibile trovare:

- le registrazioni degli 8 *webinar* informativi realizzati tra il 2021 e 2022;
- le registrazioni dei convegni di avvio e chiusura del progetto;
- le registrazioni di 2 laboratori riguardanti tecniche di *marketing* digitale, fondamentali per la visibilità *on-line* delle Aziende Agricole;
- 10 video tutorial riguardanti tecniche specialistiche per la coltivazione e conservazione *on farm* di varietà locali di patata e di mais;
- un documentario sulla conservazione *ex situ* presso la Banca del Germoplasma dell'Università di Pavia
- un breve documentario di presentazione del progetto;
- le interviste realizzate al Presidente della Comunità Montana della Valchiavenna e a quello del Consorzio Forestale di Prata Camportaccio;
- due pubblicazioni informative sulle varietà locali rispettivamente di patata e di mais in aree interne della Lombardia (e-book);
- due manuali di buone pratiche, in cui sono descritte tecniche specialistiche per la coltivazione e soprattutto il mantenimento in purezza di varietà locali di mais e di patate, nonché il loro allevamento in condizioni di salubrità;
- *book* fotografici delle 6 visite svolte presso le tre Aziende Agricole che hanno collaborato e i tre enti di ricerca partner del progetto.



**Figura 1.** Coltivazione della varietà di mais 'Rostrato della Valchiavenna' presso i campi dimostrativi allestiti dal Consorzio Forestale di Prata Camportaccio (SO). Foto di Emanuele Vegini.





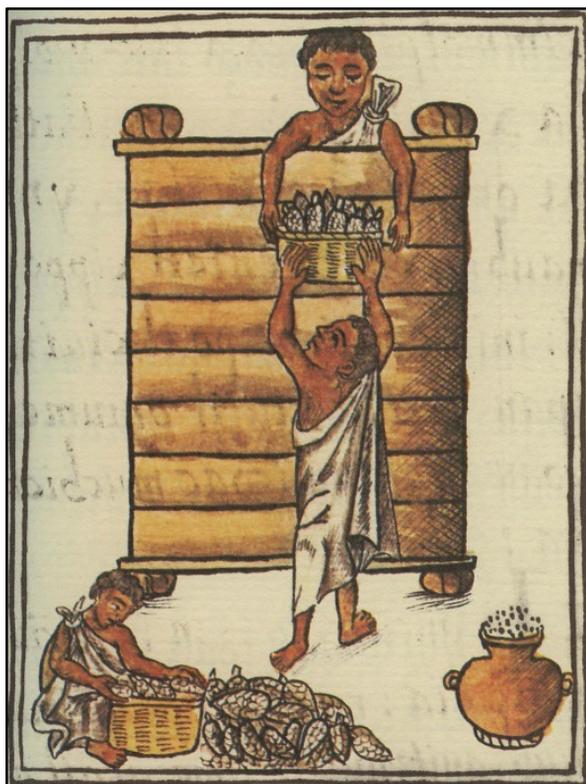
## Storia della coltivazione del mais

Lorenzo Stagnati, Giovanna Soffritti, Matteo Busconi

Le numerose forme di mais coltivate oggigiorno sono il risultato di un lungo e diversificato processo evolutivo iniziato 7.000-10.000 anni fa e tutt'ora in corso, condizionato e orientato dall'uomo in funzione dei diversi ambienti, esigenze e culture alimentari. In natura esistono specie spontanee affini al mais coltivato, ma che sono molto diverse rispetto a quest'ultimo; a tal proposito si possiamo ricordare le specie *Zea perennis* (Hitchc.) Reeves & Mangelsd., *Zea diploperennis* Iltis, Doebley & R. Guzmán, *Zea luxurians* (Durieu & Asch.) R.M.Bird, *Zea mexicana* (Schrad.) Kuntze e *Zea nicaraguensis* Iltis & B.F.Benz (specie non segnalate però per l'Italia – fonte: Portale della Flora d'Italiana, <https://dryades.units.it/floritaly/index.php>). Il mais coltivato appartiene alla specie *Zea mays* L. all'interno della quale vengono identificate diverse sottospecie di cui la sola sottospecie *mays* è quella coltivata; tra le altre possiamo ricordare le *huehuetenangensis* (Iltis & Doebley) Doebley, *mexicana* (Schrad.) Iltis e *parviglumis* Iltis & Doebley. Tutte queste specie e sottospecie spontanee vengono indicate col nome di "Teosinte". Diversi studi hanno individuato come parente più prossimo al mais coltivato il teosinte della sottospecie *parviglumis* e secondo le più recenti teorie, la domesticazione del mais è avvenuta una sola volta, circa nel 7.000 a.C. nella zona del fiume Balsas, nel Messico meridionale. La differenziazione del mais fu enormemente complessa ed articolata coinvolgendo i geni responsabili dell'architettura della pianta, delle caratteristiche delle infiorescenze e quelli relativi alla dimensione, composizione, palatabilità e germinazione della cariosside. Da questo centro di domesticazione, il mais sarebbe emigrato ad opera dell'uomo verso il Sud America, impiegando circa 3.000 anni, seguendo un primo percorso lungo l'istmo di Panama e le vallate delle Ande, e un

secondo percorso attraverso il mare Caraibico, risalendo lungo i fiumi amazzonici. Una migrazione più tarda, della durata di 2.000 anni, avrebbe permesso al mais di conquistare i territori dell'America settentrionale, prima nella zona Sud-Ovest degli Stati Uniti, poi lungo le coste Sud-atlantiche e solo successivamente verso il Nord Est.

Tra il 7.000 e il 5.000 a.C. le culture Mesoamericane scoprono l'agricoltura, in particolare la coltivazione del mais e questo momento coincide con la nascita della civiltà: in un contesto simile il dio del mais è il più importante tra tutti gli dei e, in alcune culture, progenitore del cosmo. Per questo motivo, la coltivazione del mais era, ed è, il perno attorno al quale ruotava la vita dei popoli Amerindi. Risalgono all'epoca precolombiana numerosi bassorilievi e codici pittografici che mostrano le nozioni fondamentali per la coltivazione del mais, spesso riviste in forma mitologica. Secondo una leggenda, non completamente chiara, il mais che si trovava in un grande cumulo racchiuso in una montagna, venne donato agli uomini grazie a un fulmine mandato dalla divinità che con il suo calore ha dato anche vita alle diverse colorazioni del mais; infatti il fulmine ha bruciato le spighe più esterne del cumulo facendo diventare le cariossidi nere e poi il blu, mentre quelle poste più all'interno hanno mantenuto i colori rosso, giallo e bianco in quanto non sono state toccate dal fulmine. Nel 1565 Pietro Andrea Mattioli, medico e botanico senese autore di diversi volumi dedicati alle piante medicinali, riportando i racconti degli esploratori, scrive così sulla coltura del mais in America: *“Vannosene nel campo alquanti insieme, acconciansi per diritta linea equalmente discosto l'uno dall'altro, dipoi con la mano destra fanno un pertugio in terra con un palo bene aguzzo, con la sinistra vi mettono dentro quattro, overo cinque grani di seme, con un piede ricoprono il pertugio, acciocché i pappagalli non mangino il seme, così con questo ordine facendo un passo indietro seminano tutto il campo intero. Ma avanti che seminino, tengono in macera il seme due giorni, ne lo seminano, se prima la terra non è bagnata dalla pioggia”*.



**Figura 2.** Coltivazione del mais ad opera degli Aztechi, tratto dal Codice di Firenze del XVI secolo.

Il 16 Ottobre del 1492 Colombo avvicinandosi all'Isola Fernandina, riporta inconsapevolmente sui propri diari il primo contatto tra gli europei e il mais: *"è un'isola verdeggiante e fertilissima e non dubito che tutto l'anno vi si semini e raccolga il panizo (sorgo)"*. Mentre il 6 Novembre scrive: *"vennero gli uomini (di ritorno da Cuba) che riferirono di avere semi di un altro grano, simile al panizo che loro chiamano mahiz, e ha un buon sapore quando bollito o tostato"*. Le esplorazioni di Colombo coincisero con il momento della fioritura maschile del mais e l'Ammiraglio, nella sua inesperienza, lo assimilò al sorgo, allora molto coltivato in Europa, senza rendersi conto che si trattava invece di una nuova specie sconosciuta agli europei.

I nomi comuni granoturco e sorgoturco, tutt'ora utilizzati per indicare il mais, risalgono al XV secolo quando ancora non si sapeva di essere giunti in un nuovo continente. All'epoca, infatti, il termine turco non indicava una provenienza strettamente anatolica, ma un qualcosa di esotico proveniente dalle regioni calde. A tal proposito il Mattioli scrive: *“Puossi ragionevolmente connumerare fra le spetie del Grano, quello, che malamente chiamano alcuni Formento Turco & dico malamente, perciocché si deve chiamare Indiano, & non Turco per essersi portato dalle Indie occidentali, & non d'Asia, ne di Turchia, come crede il Fuchs.”*

In Europa, le prime notizie del mais arrivano nel 1493 al Cardinale Ascanio Sforza, amministratore della Diocesi di Cremona e fratello di Ludovico il Moro e pochi mesi dopo ricevette anche i primi semi. A partire dalla prima esplorazione delle Antille nel 1492, nel corso dei secoli l'Europa ha costantemente importato mais da ogni regione del continente americano. Le vie di introduzione erano essenzialmente due: invio di piccoli campioni di mais con particolari caratteristiche a botanici e studiosi, e avanzi delle provviste di bordo che venivano caricate sulle navi prima della ripartenza per l'Europa. Se i piccoli campioni di seme potevano provenire anche da zone interne, impervie o lontane dalle vie di comunicazione; i rifornimenti di bordo derivavano invece dalle coltivazioni presenti sulle isole e nelle zone costiere del Centro e Sud America, dove erano presenti le tipologie *indurata* (mais vitrei), rivelatesi poi anche le più adatte a tollerare l'umidità delle stive durante i lunghi viaggi in mare. Interessanti erano anche i mais del gruppo *everta* (popcorn) le cui cariossidi tostate o scoppiate servivano per togliere odori e sapori sgradevoli all'acqua. Solo nel XVII secolo arrivarono in Europa anche i mais delle regioni settentrionali d'America.

La coltivazione del mais nel vecchio mondo si dimostrò fallimentare per molto tempo a causa dell'adattamento al fotoperiodo della specie appena introdotta. Infatti, i semi che arrivavano dalle Americhe appartenevano a tipologie tropicali, quindi adattate a un fotoperiodo corto che permetteva loro di essere coltivate durante il periodo invernale. Una volta

portate in Europa e coltivate durante l'estate, periodo dell'anno idoneo alla coltivazione di piante a fotoperiodo lungo, queste si ritrovavano a fiorire a fine autunno non avendo, di conseguenza, il tempo di portare il seme a maturazione.

Con le continue esplorazioni, l'introduzione di nuovo germoplasma e le prove di coltivazione, si affermarono gradualmente genotipi precoci e a fotoperiodo indifferente che riuscivano a fiorire e a far maturare i semi prima dell'arrivo della brutta stagione: l'era del mais in Italia ed Europa era iniziata. La prima documentazione relativa a uno scambio commerciale di mais risale al 1601 presso il feudo di Valmareno (Treviso) ed è relativa al vettovagliamento delle miniere. È a partire da quel periodo che il mais prese ampia diffusione nelle campagne per soddisfare le esigenze della popolazione in un periodo caratterizzato da frequenti vicende belliche che rendevano disastrose le condizioni di sopravvivenza nelle campagne.

Fin dal momento della sua introduzione, e per i successivi quattro secoli, il germoplasma introdotto dalle Americhe è stato sottoposto a forte selezione e ricombinazione, dando origine all'ampio e variegato panorama di varietà tradizionali italiane. Fattori chiave di quest'opera furono, tra gli altri, la necessità di adattamento alle molteplici condizioni agroclimatiche italiane, le preferenze culturali, il bisogno di conservare il seme durante gli inverni umidi e freddi, e l'alimentazione a base di polenta di mais molto simile alla *puls* (preparata con orzo o farro) degli antichi romani.



## La coltivazione del mais in Italia

*Lorenzo Stagnati, Giovanna Soffritti, Adriano Marocco*

Verso il 1580 in Italia le coltivazioni di mais erano già piuttosto diffuse anche se, in quanto prodotto agricolo non ancora rubricato, esulava dalle decime e tassazioni, mentre nei capitolati di affitto se ne vietavano la coltivazione e la vendita. Nonostante i divieti i primi appezzamenti di mais facevano la loro timida comparsa in pianura e collina, rivelando la maggior produttività del mais rispetto ai cereali autunno-vernini. Fino alla metà del XVII secolo, nel Nord e Centro Italia l'agricoltura rinascimentale era basata sulla mezzadria: l'azienda agricola era divisa in tanti piccoli poderi in base alle capacità lavorative della famiglia e il paesaggio era dominato dalla piantata padana con filari di alberi che sorreggevano la vite e contornavano i prati stabili a cui si alternavano i seminativi. Il prezzo del frumento era il doppio rispetto a quello del granturco e, in molte aree, il paesaggio venne scandito in "tre campi": due campi di frumento per pagare l'affitto e un campo di mais per il sostentamento della famiglia e come forma di pagamento per i salariati. In fretta, il mais diventò l'alimento fondamentale della vita contadina: le basi per la diffusione della pellagra sono state gettate. La pellagra è una malattia causata dalla carenza di vitamine del gruppo B nella dieta e si manifesta con la dermatite e desquamazione della pelle, diarrea e sintomi neurologici inizialmente a livello sensoriale, ma che possono arrivare anche a confusione e deterioramento intellettuale; i sintomi mentali potevano essere talmente invalidanti che dal 1892 al 1936 erano stati ricoverati nel tristemente famoso Manicomio di Mombello (MB) 379 "Folli pellagrosi". Questa malattia era tipica delle popolazioni contadine del settentrione in quanto la loro dieta era costituita quasi esclusivamente di polenta, alimento particolarmente povero di vitamine del gruppo B. Verso la fine del XVIII secolo la diffusione della pellagra nella popolazione era talmente forte da richiedere interventi pubblici per arginare la piaga, tentando di individuarne la causa. Solo con i primi del '900 e le prime leggi che garantivano un miglioramento delle condizioni di vita dei contadini che si

comincia ad avere una reale diminuzione dei casi di pellagra che scomparirà solamente dopo la Seconda Guerra Mondiale.

Il '700 segnò l'avanzata del mais sia nel Nord che nel Centro Italia: il cambiamento degli ordinamenti colturali con l'introduzione massiccia del mais, richiese la riorganizzazione degli appezzamenti che vennero accorpati, si dovettero scavare nuovi canali di irrigazione, la mezzadria venne in parte sostituita da manodopera salariata ed avventizia, e la vita della popolazione contadina iniziò a ruotare attorno alla cascina. Dal 1700 il mais venne introdotto nelle rotazioni dell'Italia Centrale caratterizzata da una maggior complessità del paesaggio, che vedeva la presenza di numerose colture. Al sud la situazione era diversa: l'agricoltura di tipo estensivo e le produzioni modeste a causa di un limitato potenziale agronomico, nonostante la notevole dimensione degli appezzamenti, non favorirono la diffusione del mais che rimase una coltura sporadica e limitata a poche zone.

Nel tempo la coltivazione del mais si espanse dalle fertili pianure alle aree collinari e montane dove sarà sempre presente, in quanto gli appezzamenti, seppur di ridotte dimensioni, garantivano una produzione sufficiente per il sostentamento della famiglia contadina. Nelle vallate alpine e prealpine il granoturco si spinse fino a 800 metri di altitudine dove, nelle aree più fertili di fondovalle, venne coltivato in sostituzione del frumento fino a tutta la prima metà del XX secolo.

## Diversità maidicola italiana: una grande ricchezza tra razze e varietà locali

Lorenzo Stagnati, Giovanna Soffritti, Matteo Busconi

Al mondo sono coltivate diverse tipologie di mais e queste possono essere classificate in vario modo, una delle classificazioni più importanti è basata sull'organizzazione dell'amido nelle sue due componenti vitrea e farinosa all'interno della cariosside. In base a questa distinzione si hanno (1) mais dentati (*Zea mays* subsp. *mays* var. *indentata*), con un sottile strato di endosperma vitreo attorno ad un abbondante endosperma farinoso, (2) mais vitrei (*Zea mays* subsp. *mays* var. *indurata*), con abbondante amido vitreo e un piccolo centro farinoso, (3) mais dolci (*Zea mays* subsp. *mays* var. *saccharata*), nelle cui cariossidi si accumulano zuccheri semplici, (4) mais cerosi-waxy (*Zea mays* subsp. *mays* var. *ceratina*), il cui amido è formato solo da amilopectina, (5) mais da amido (*Zea mays* subsp. *mays* var. *amylacea*), in cui prevale l'amilosio, ed infine (6) mais da pop-corn (*Zea mays* subsp. *mays* var. *everta*), con cariossidi piccole ad elevato contenuto di amido compatto che circonda un piccolo cuore farinoso il cui calore provoca l'esplosione della cariosside e la formazione dei caratteristici fiocchi del pop-corn. È inoltre presente un'ultima tipologia che è il mais vestito o pop-corn (*Zea mays* subsp. *mays* var. *tunicata*) che però è ormai una semplice curiosità botanica, nel quale si ha notevole sviluppo delle glume che avvolgono ogni cariosside.

In Italia le tipologie di mais coltivate furono quelle *everta* (pop-corn), coltivati quasi esclusivamente a livello ortivo, *indentata* (dentati) ed *indurata* (vitrei). Quest'ultimi furono i primi ad essere introdotti e adottati nelle varie regioni italiane e a seguito delle selezioni e delle coltivazioni, si poterono distinguere gruppi raziali accumulati da specifiche caratteristiche: ottofile e derivati, conici vitrei e derivati, cilindrici tardivi meridionali, cilindrici meridionali di ciclo medio, nani precoci, microsperme, insubri o padani, bianco perla, dentati bianchi e mais da scoppio (pop-corn).

Il complesso dei mais ottofile e derivati è presente sia nella Pianura Padana occidentale che nelle vallate Appenniniche del versante Ligure. Una forma di Ottofile medio-tardiva si è imposta nelle vallate appenniniche del settore Adriatico e ad essa sono collegate anche forme intermedie vitree a spiga cilindrica del Sud Italia. Contaminazioni con altri mais hanno dato vita a forme derivate vitree o semi-vitree a 10-12 file. Tra queste si possono ricordare le razze dell'Italia centrale 'Cannellino', 'Granturchella' e nel Piemonte il 'Meliun', tardivo, a spiga lunga subconica e granella grande e arancione. Nella pianura cremonese-mantovana questo complesso razziale annovera il 'Taiolone', un tipo particolare tardivo, a spiga relativamente corta, tutolo molto sottile, granella grande, appiattita, semifarinosa, che richiama i mais andini ottofile farinosi.

Nel complesso razziale dei conici sono di grande rilievo, per la vasta distribuzione, i tipi subconici o subcilindrici cinquantoni, a ciclo breve, di ridotta taglia e adatti alla coltivazione in condizione pluviale non irrigua con siccità prolungata. Razza unica per la sua caratteristica extra-conica, ciclo medio precoce, spiga con molti ranghi (18-20), granella media vitrea, arancione e pianta di taglia media o ridotta, è la varietà 'Ostesa', tipica del veronese. Talune forme si sono adattate, per il ciclo corto, alle condizioni colturali delle alte vallate alpine di Veneto e Trentino.

La Pianura Padana della riva sinistra del Po ospita agroecotipi di ciclo medio-tardivo e taglia medio-alta, appartenenti al complesso razziale degli Insubri differenziabili, a loro volta, in due sottogruppi: uno a spiga subcilindrica allungata, granella vitrea arancione isodiametrica ('Agostano'), mentre l'altro ('Rostrato-Scagliolo') a spiga sub-conica, granella profonda, semivitrea, derivante dall'incrocio di rostrati e pignoli dentati.

Nelle zone ai piedi delle Alpi si sono affermati i mais *Microsperma*, adatti alla coltivazione primaverile, quali il 'Marano', il 'Cinquantino cilindrico' e il 'Quarantino', quest'ultimo a coltivazione estiva. Si tratta di mais con cariossidi vitree e di colore arancione intenso, particolarmente adatti all'uso alimentare, in quanto fornitori di farine bramate altamente colorate. A

essi si avvicinano i tipi 'Pignolo' a granella fortemente vitrea, arancione, profonda, a forma di pinoli, con molti ranghi, anch'essi adatti alla produzione di farine vitree dal colore molto intenso.

Nelle zone del Veneto e del Friuli Venezia Giulia si affermano invece tipologie particolari ad endosperma bianco e aleurone incolore. Si possono distinguere due gruppi razziali: quello dei vitrei bianchi tipo perla e quello dei dentati, tra cui, a loro volta, si distinguono i rostrati e i caragua, bianchi farinosi estremamente tardivi, con granella rispettivamente a becco o con dentatura profonda.

Una recente analisi dell'intero complesso maidicolo italiano, esteso anche alle varietà *everta* (pop-corn) raccolte nel solo territorio Cisalpino, ha messo in evidenza la similarità, sia pure di grado limitato, dei gruppi *everta* con il complesso microsperma, che include il 'Marano' e il 'Cinquantino cilindrico'.



**Figura 3.** Diverse tipologie di spighe di mais di differenti varietà. Foto di Lorenzo Stagnati.



## Dal XX secolo ad oggi: il passaggio dalle varietà tradizionali ai mais ibridi

Lorenzo Stagnati, Giovanna Soffritti, Adriano Marocco

Dal momento della sua affermazione a tutto l'800, il mais venne coltivato grazie a semente tramandata all'interno delle famiglie e plausibilmente, con sementi scambiate localmente dagli agricoltori. Nell'800 agronomi come Matthieu Bonafous, Domenico Tamaro e Ferruccio Zago, iniziarono a interessarsi alle varietà locali e regionali, promuovendo anche studi di confronto tra queste, così da poter raccomandare le più promettenti agli agricoltori.

Nel 1916 il Prof. Pietro Venino illustrò le 12 varietà migliori sulla base di prove comparative morfologiche e di qualità della granella, mentre nel 1919 Nazareno Strampelli, uno dei più importanti esperti italiani di genetica del suo tempo e sviluppatore di nuove *cultivar*, presentò alcune varietà da lui ottenute alla Stazione di Granicoltura di Rieti.

Le medie produttive del periodo 1909-1920 riportano che il mais era coltivato su un milione e mezzo di ettari per una produzione di ventiquattro milioni di quintali. Nello stesso periodo il frumento era coltivato su una superficie tripla rispetto al mais, ma la produzione era circa doppia. Complessivamente, Lombardia e Veneto erano le regioni che garantivano la metà della produzione di mais italiana. Durante gli anni '20 la coltivazione si contrasse leggermente, soprattutto in Italia Centrale e in Emilia-Romagna dove a causa della siccità e per l'avvento di colture industriali più redditizie, le colture venivano abbandonate.

Per dare nuovo impulso alla coltivazione razionale del mais in Italia, nel 1920 a Curno, in provincia di Bergamo, venne inaugurata la Stazione Sperimentale di Maiscoltura sotto la direzione dell'agronomo Tito Vezio Zapparoli che la dirigerà fino al 1943. Egli diede un forte slancio alla ricerca genetica ed agronomica e promosse molte attività di miglioramento

nelle varietà locali di mais, suo principale interesse. Collaborò inoltre con la Federazione italiana dei consorzi agrari (Federconsorzi) per la produzione e la diffusione delle varietà migliorate di mais.

In questo periodo, sotto la guida di Zapparoli, vennero migliorate alcune varietà, tra cui 'Nostrano dell'Isola', 'Scagliolo', 'Pignoletto', 'Rostrato', 'Cinquantino' e nuove varietà vennero ottenute per incrocio come 'Rostrato Caio Duilio', 'Scagliolo 23°', 'Marano Vicentino' e ibridi 'Fioretti'. I principali obiettivi del miglioramento genetico del tempo erano la precocità e una riduzione dell'altezza delle piante mantenendo però buoni livelli produttivi e qualitativi. Per gli agricoltori che necessitavano di seme, altri materiali come 'Giaia', 'Nano Succi', 'Pignoletto 42', 'Pelà giallo', 'Montassico 32', 'Nano 2', 'Nano 16', 'Principe Potenziani', 'Ideale', 'Eureka', 'Pioniere', 'Elena', 'Alfredo', 'Saverio', 'Luigia', 'Bianco di Piave' e i Mais 'Caragua', 'Taiolone', 'Nostrano dell'Isola', 'Pignoletto d'oro' e molti altri, erano reperibili presso i consorzi agrari. Queste prime varietà migliorate rimanevano comunque affiancate dalle numerose varietà locali che gli agricoltori propagavano autonomamente e che venivano tramandate di padre in figlio e che mantenevano ancora un ruolo fondamentale nella maiscoltura italiana.

Nel 1949-50 si avviò la prima e fondamentale indagine per caratterizzare la maiscoltura italiana e le razze locali di mais. Nel 1954, alla Stazione Sperimentale di Maiscoltura di Bergamo, iniziò la raccolta a livello nazionale di campioni di varietà locali scelte dai tecnici degli Ispettorati sulla base delle loro esperienze in loco. Il campionamento, voluto e promosso da Luigi Fenaroli e da Aureliano Brandolini, portò a raccogliere 565 diversi campioni che sono ancora oggi conservati e moltiplicati in purezza presso l'Unità di Ricerca per la Maiscoltura del CREA di Bergamo.

Si deve tener conto che la produzione delle varietà locali era piuttosto limitata: valori medi italiani si attestavano attorno a 2 tonnellate per ettaro nel 1950. Nel 1926, un concorso per la maggior produzione di granoturco indetto nella provincia di Cremona permise di registrare produzioni me-

die sulle 5,5 tonnellate per ettaro con due soli casi tra i 7,5 e 8 tonnellate; per questo motivo, allo scopo di risollevere l'agricoltura del dopoguerra, fu promossa l'introduzione delle sementi ibride che garantirono produzioni più elevate svincolando molta gente dal lavoro nei campi. Così le sementi ibride sostituirono rapidamente le varietà tradizionali in tutte le aree più favorevoli alla maiscoltura, mentre nelle zone marginali la maiscoltura scomparve quasi del tutto. L'utilizzo di questi mais consentì un incremento impensabile delle produzioni, permettendo di passare a 5 tonnellate per ettaro alla metà degli anni 70, a 10 e più tonnellate ad ettaro entro la fine del secolo. Considerando che oggi nelle aree più fertili si arriva a produzioni di oltre le 13 t/ha, si può stimare un aumento produttivo di 130-140 Kg/ettaro/anno, dal momento dell'introduzione degli ibridi ad oggi.



**Figura 4.** Campo coltivato con ibridi di mais. Foto di Daniele Pezzaioli.

Parallelamente all'introduzione delle sementi ibride, si assistette anche all'avanzare delle tecniche agronomiche dei mezzi meccanici e dei mezzi chimici: il lavoro delle persone è sempre più limitato fino alla quasi scomparsa, in favore di una maiscoltura sempre più intensiva e specializzata che si concentra nelle regioni del Nord Italia. La coltivazione del mais cambiò la propria destinazione finale, passando dal cereale base dell'alimentazione umana ad alimento fondamentale per la zootecnia. Fino agli anni '70, nell'Italia settentrionale si vide una discreta variabilità di colture, il mais era intervallato da frumento, erba medica, trifoglio e prato stabile, ma negli ultimi decenni del '900 lo sviluppo tecnologico mise in crisi gli ordinamenti colturali tradizionali e iniziò il periodo dell'omosuccessione, con estese aree di seminativo coltivate a mais senza soluzione di continuità nel tempo e nello spazio.

Negli ultimi 15 anni la coltivazione del mais ha subito una forte contrazione passando da 1.108.419 ettari coltivati nel 2006, a meno di un milione nel 2008, fino a un'importante riduzione nell'anno 2015 quando solo 655.993 ettari erano destinati a mais, giungendo al minimo storico di 588.597 ettari nel 2021 (dati ISTAT 26/03/22). Anche la produzione si è ridotta da 9.626.373 tonnellate a 6.060.232 tonnellate, ma la produzione media ad ettaro è aumentata da 8.6 t/ha del 2006 alle 11.2 del 2020, ad indicare un miglioramento produttivo delle varietà coltivate e un miglioramento nelle tecniche agronomiche.

## L'importanza delle varietà locali

Lorenzo Stagnati, Giovanna Soffritti, Matteo Busconi, Graziano Rossi

Le varietà locali di mais, come di tutte le varietà di interesse agrario, rappresentano una importantissima riserva di biodiversità genetica che, in molti casi, non è mai stata utilizzata nei piani di miglioramento genetico attuati negli anni e che hanno portato al rilascio delle varietà commerciali. In uno scenario di agricoltura sempre più sottoposta a rapidi cambiamenti climatici, periodi di siccità (come ad esempio quella del 2022), seguiti da periodi piovosi intensi, sbalzi repentini e anomali delle temperature e il manifestarsi di nuovi patogeni provenienti da diverse parti del mondo (ad esempio la diabrotica), sono richiesti sforzi sempre più consistenti per intervenire sia con nuove tecniche agronomiche, che con nuove *cultivar* che possano garantire produzioni nelle stressanti e complesse condizioni ambientali attuali.

Le varietà locali hanno subito una selezione antropica molto blanda, se non assente, ed essenzialmente limitata ad avere delle spighe (quelle comunemente chiamate “pannocchie”) più o meno uniformi nella forma e con colore e tipo di cariossidi abbastanza costanti, in grado di dare una produzione soddisfacente nel luogo in cui erano coltivate. Se la selezione antropica si può considerare blanda, altrettanto non si può dire della selezione operata dalle condizioni ambientali. Infatti, quelle che oggi definiamo “accessioni locali” o “varietà locali” o ancora *landrace*, sono il frutto di un lungo percorso di evoluzione e adattamento di un insieme di genotipi ancestrali che, generazione dopo generazione, sono stati riprodotti sotto la pressione, e quindi selezione, delle condizioni ambientali in cui questi si trovavano. Sottoposti a queste condizioni, solo gli individui che avevano una combinazione di caratteri favorevoli riuscivano a completare il ciclo vegetativo, produrre fiori e seme abbondante. Nel tempo, tutte le caratteristiche sfavorevoli al successo riproduttivo in un dato ambiente sono scomparse dalla varietà, portando alla creazione di una popolazione eterogenea, quasi esclusivamente auto-selezionata e

particolarmente adattata per riprodursi in una determinata condizione ambientale. Queste popolazioni risultano ricche di caratteri genetici per l'adattamento e per un sistema di coltivazione tradizionale, generalmente a basso input esterno.



**Figura 5.** Esempio di varietà locale: mais 'Rostrato della Valchiavenna' coltivato in purezza dal Consorzio Forestale di Prata Campportaccio (2021), nell'ambito del progetto RESILIENT. Foto di Lorenzo Stagnati.

Osservando la distribuzione delle località nelle quali sono state ritrovate varietà di recente campionamento, molte delle quali ora conservate presso la Banca del Germoplasma Vegetale dell'Università di Pavia (almeno per il Nord Italia) ci si accorge come queste si concentrino soprattutto nelle aree collinari e montane. Come scritto in precedenza, l'evento che decretò la fine dell'ampia coltivazione delle varietà locali dagli anni '50 del secolo scorso fu l'introduzione dei materiali commerciali (ibridi) e il passaggio dall'agricoltura di sussistenza verso forme di agricoltu-

ra più intensive e industrializzate; questo passaggio avvenne facilmente in pianura dove ampi appezzamenti pianeggianti permettevano un agevole utilizzo dei macchinari che sostituirono il lavoro degli animali e dell'uomo. Nelle aree collinari e montane l'agricoltura intensiva non si sviluppò come nelle aree di pianura: i terreni impervi, a volte terrazzati, gli appezzamenti di piccole dimensioni, le strade strette e tortuose, impedirono l'arrivo delle grandi macchine, spingendo così molti contadini a trasferirsi nei centri urbani industrializzati, abbandonando l'agricoltura di sussistenza. Solo alcuni dei pochi abitanti rimasti sulle montagne mantennero e mantengono tutt'ora, piccole coltivazioni per l'autoproduzione di farina da polenta e granella per gli animali da cortile o da allevamento (es. maiali).

Molte delle varietà locali, tra cui molti mais da polenta, sono ormai scomparse. Alcune di queste però, come ad esempio certi mais tradizionali ad uso alimentare per l'uomo e il bestiame, sono state salvate grazie a un'ampia raccolta e conservazione *ex situ* di ecotipi locali recuperati sull'intero territorio italiano, avvenuta prima della massiccia introduzione dei mais ibridi. Questa riserva strategica di germoplasma è attualmente in gran parte ancora conservata presso il CREA-CI di Bergamo, ovvero in banche del germoplasma di altri Paesi, inviate a suo tempo come duplicati (USA, Germania, Russia).

Fortunatamente, soprattutto a livello familiare per tradizione consolidata e in zone interne e montane, molte varietà locali sono state mantenute dai loro coltivatori di generazione in generazione, fino a giungere ai primi decenni del ventunesimo secolo. Questo è anche quello che emerge da una recente indagine svolta per l'Italia settentrionale, dove maggiore è stata comunque la perdita di germoplasma (Canella *et al.*, 2022). Molte varietà sono state mantenute in coltura anche perché, pur avendo perso il predominio nei mercati, alimentavano e in alcuni casi ancora alimentano da 30 o più anni sagre locali, come nel caso del mais Rostrato rosso di Rovetta (BG). Anche il mondo della ricerca si occupa ormai da tempo di conservazione dell'agrobiodiversità, con enti specializzati come il CREA, legato

all'ex MIPAAF, ora MASAF, il CNR, le Università e i centri di conservazione a livello territoriale. Le attività di conservazione e valorizzazione delle varietà locali è stata negli ultimi 3-4 decenni sviluppata sul piano istituzionale dalle amministrazioni regionali, a cui per altro nel tempo sono passate le competenze in ambito di agricoltura dallo Stato stesso. Emblematica è stata l'attività legislativa di molte regioni italiane, soprattutto del Centro Italia, come la Toscana, fin dal 1997. Rimaneva però a livello nazionale e anche di Unione Europea un sostanziale vuoto legislativo, per altro molto criticato dalle varie associazioni di *seed savers*: in particolare si lamentava l'impossibilità legale di scambiare semi tra agricoltori interessati a coltivare varietà locali. Saggiamente, sia pur sempre in forte ritardo rispetto all'inizio della massiccia perdita di biodiversità sino ad oggi registrata, l'Italia ha nel tempo elaborato importanti strategie di azione, in parte anticipando anche l'Unione Europea. I tempi, verso la fine della prima decade del nuovo secolo, erano ormai maturi per interventi legislativi innovativi nel settore delle sementi delle varietà locali (Ronchi e Brugna, 2019).



## **Tutela delle varietà a rischio di estinzione o erosione genetica e loro valorizzazione**

*Graziano Rossi*

La conservazione delle risorse fitogenetiche per l'alimentazione e l'agricoltura (*Plant Genetic Resources for Food and Agriculture, PGRFA*) è fondamentale, non solo per fermare l'erosione genetica e quindi l'estinzione di queste piante, ma anche perché queste siano disponibili per essere studiate, coltivate e utilizzate, sia in tempi brevi, che medi e anche lunghi. La conservazione dell'agro-biodiversità è considerata di prioritaria importanza dalla Convenzione sulla Diversità Biologica (CBD: *Convention on Biological Diversity*), un trattato internazionale firmato nel 1992 a Rio de Janeiro da 168 paesi del mondo, tra cui l'Italia, che si propone di tutelare la biodiversità e garantire l'equo utilizzo dei suoi benefici. In particolare l'obiettivo 9 della Strategia Globale per la Conservazione delle Piante 2011-2020 (*2011-2020 Global Strategy for Plant Conservation*), un piano a livello globale per favorire la conservazione delle specie vegetali, raccomandava che entro il 2020 il 70% della diversità genetica delle colture, inclusi i parenti selvatici (CWR) e altre specie vegetali di interesse socioeconomico, doveva essere conservata, contemporaneamente rispettando, preservando e mantenendo la conoscenza indigena e locale associata a queste piante. In realtà tale obiettivo non è stato pienamente raggiunto e il goal è stato spostato in avanti nel tempo, aumentando però la percentuale di conservazione da raggiungere. Per difendere e salvaguardare il patrimonio di biodiversità sopravvissuto, in Italia fin dal 2008 si discusse e quindi fu emanato un Piano Nazionale per la Biodiversità di interesse agricolo (DM 28672 del 14/12/2009) e in seguito le Linee Guida Nazionali (MIPAAF, 2013) per la caratterizzazione e la conservazione della biodiversità vegetale, animale e microbica di interesse per l'agricoltura e l'alimentazione.

Sulla base della normativa che si è sviluppata, le risorse fitogenetiche locali devono essere però correttamente identificate, attraverso una caratterizzazione basata su una ricerca storico-documentale tendente a dimostrare il legame con il territorio di provenienza e le caratteristiche varietali che questo ha favorito nel tempo; una caratterizzazione morfologica e, quando possibile, anche molecolare o genetica. La conservazione delle varietà locali non è realizzabile, se non nel territorio di origine, con le tecniche agronomiche dettate dalla tradizione rurale locale, in un rapporto strettissimo e di dipendenza reciproca, tra chi effettua la conservazione *in situ* (agricoltori e allevatori custodi) e la conservazione *ex situ* (banche del germoplasma e centri di conservazione). Questi ultimi centri sono in grado di conservare in modo inalterato o quasi per decine, se non centinaia di anni, il patrimonio genetico originario, rimettendolo a disposizione se e quando necessario. Inoltre, possono funzionare da hub tecnologico per stoccare sementi via via crescenti in quantità, al fine di promuovere vere e proprie ri-coltivazioni, sempre più richieste da molte aziende agricole e non solo delle zone rurali e interne. Allo stesso modo, la conservazione *ex situ* delle piante di interesse agricolo non può essere separata dalla conservazione *on farm*, o almeno da passaggi che ne prevedano l'effettiva coltura in campo. Infatti, per non perdere quel determinato genotipo non è solo importante conservarlo, ma è determinante la ripresa della sua coltivazione, al fine ad esempio di mantenere un adattamento alle condizioni climatiche, in continuo cambiamento, soprattutto per effetto del *climate change* in atto.

Gli agricoltori che intendono valorizzare dal punto di vista produttivo una varietà vegetale locale, contribuendo nel contempo alla tutela e al mantenimento della stessa, possono intraprendere due distinti percorsi di riconoscimento:

- l'iscrizione alla sezione del Registro Nazionale delle Varietà da Conservazione (VC), come recepito dalla normativa italiana, sulla base di varie direttive UE;
- l'iscrizione all'Anagrafe Nazionale della biodiversità d'interesse agricolo e alimentare, sulla base della normativa nazionale, applicata attraverso le diverse regioni amministrative.

## La normativa UE e la Legge Nazionale n.194 del 1/12/2015

Graziano Rossi

Le norme di riferimento per la tutela e la valorizzazione delle Varietà da Conservazione (VC) sono le seguenti, come riportato anche in Ronchi e Brugna (2019):

- Direttiva 2008/62/CE della Commissione: recante deroghe per l'ammissione di ecotipi e varietà agricole naturalmente adattate alle condizioni locali e regionali e minacciate di erosione genetica, nonché per la commercializzazione di sementi e di tuberi di patata e semina di tali ecotipi e varietà.
- Direttiva 2009/145/CE della Commissione: che prevede talune deroghe per l'ammissione di ecotipi e varietà vegetali tradizionalmente coltivati in particolari località e regioni e minacciate dall'erosione genetica, nonché di varietà vegetali prive di valore intrinseco per la produzione vegetale a fini commerciali ma sviluppate per la coltivazione in condizioni particolari e per la commercializzazione di sementi di tali ecotipi e varietà.
- D.lgs. n. 149 del 2009 e D.M. 17 dicembre 2010 relative all'attuazione della Direttiva 2008/62/CE concernente deroghe per l'ammissione di ecotipi e varietà agricole naturalmente adattate alle condizioni locali e regionali e minacciate di erosione genetica, nonché per la commercializzazione di sementi e di tuberi di patata a semina di tali ecotipi e varietà.
- D.lgs. n. 267 del 2010 e D.M. 18 settembre 2012 riguardanti l'attuazione della Direttiva 2009/145/CE, recante talune deroghe per l'ammissione di ecotipi e varietà orticole tradizionalmente coltivate in particolari località e regioni e minacciate da erosione genetica, nonché di varietà orticole prive di valore intrinseco per la produzione a fini commerciali ma sviluppate per la coltivazione in condizioni particolari per la commercializzazione di sementi di tali ecotipi e varietà.

Le Varietà da Conservazione in base a queste norme sono iscritte in un'apposita sezione del Registro Nazionale delle "Varietà vegetali" gestito dal MIPAAF, attualmente denominato MASAF "Ministero dell'Agricoltura, della Sovranità Alimentare e delle Foreste"; questo autorizza il commercio delle

loro sementi nel rispetto di norme specifiche più generali, pur con limiti quantitativi e definendo un'area ben delimitata di possibile coltura per la produzione del seme, coincidente con la zona di origine della varietà. La Regione Lombardia con decreto n. 9167 del 2013, ha definito la procedura che permette la presentazione della richiesta di iscrizione delle varietà vegetali locali al Registro Nazionale delle Varietà da Conservazione. Per essere iscritte al Registro Nazionale come VC le cultivar tradizionali, a rischio di estinzione o di erosione genetica, oltre al legame esclusivo e storico con il territorio di origine, devono possedere caratteristiche morfologiche distinguibili da altre cultivar commerciali, seppure con uniformità di popolazione e stabilità genetica inferiori a quelle delle cultivar standard. L'iscrizione di una VC comporta l'inquadramento nell'ambito della certificazione sementiera e necessita dello sviluppo parallelo della relativa filiera sementiera nel rispetto della normativa fitosanitaria, anche se la cessione della semente è senza scopo di lucro. Gli impegni che ne derivano sono complessi, non sempre affrontabili da singole realtà produttive di dimensioni limitate, quali sono nella maggioranza dei casi quelle detentrici dei semi.

Un passaggio verso la semplificazione degli impegni post iscrizione è stato compiuto con l'art. 19-bis della Legge 25 novembre 1971, n. 1096, che disciplina l'attività sementiera, su cui è intervenuta un'ulteriore modifica con la legge del 1 dicembre 2015, n. 194 (vedi oltre), che tuttavia ha generato alcune difficoltà interpretative.

Attualmente l'art. 19 bis recita:

«Agli agricoltori che producono le varietà di sementi iscritte nel Registro Nazionale delle Varietà da Conservazione, nei luoghi dove tali varietà hanno evoluto le loro proprietà caratteristiche, sono riconosciuti il diritto alla vendita diretta e in ambito locale di sementi o di materiali di propagazione relativi a tali varietà e prodotti in azienda, nonché il diritto al libero scambio all'interno della Rete nazionale della biodiversità di interesse agricolo e alimentare, secondo le disposizioni del decreto legislativo 29 ottobre 2009, n. 149, e del decreto legislativo 30 dicembre 2010, n. 267, fatto salvo quanto previsto dalla normativa vigente in materia fitosanitaria».

L'articolo ad oggi assimila quindi le VC che hanno un proprio Registro Nazionale e proprie norme che consentono il commercio del seme, alle varietà locali iscritte a repertori e registri allo scopo di sola conservazione, per cui non sussiste interesse per il commercio del seme, ma solo per il libero scambio di modiche quantità, reso ora possibile alle condizioni stabilite dalla legge del 2015 sotto illustrata. Va quindi ricordato, sempre sul piano normativo, anche il decreto n. 9167 del 2013 che stabilisce le condizioni di ammissibilità al Registro Nazionale delle Varietà da Conservazione che vanno dimostrate attraverso la presentazione di una domanda completa di tutte le informazioni richieste (tutti i documenti citati sono pubblicati nel sito internet di Regione Lombardia):

- una relazione tecnica, una relazione storica documentata che dimostri il legame della varietà con il territorio di origine, la scheda morfologica (UPOV) che comprovi che la varietà è distinguibile, stabile e omogenea, a rischio di erosione o estinzione, redatta da una Istituzione scientifica;
- l'indicazione delle aziende custodi e del responsabile del mantenimento in purezza del seme;
- la mappa della zona d'origine, se necessario distinta per la produzione della semente e per la coltivazione.

I richiedenti l'iscrizione al Registro possono essere i soggetti privati, le Associazioni di produttori, gli Enti pubblici, gli Enti di ricerca, privati, detentori della varietà locale, che abbiano interesse alla sua tutela e valorizzazione e a riportare in coltivazione la semente allo scopo di promuoverne la coltivazione e il commercio nella zona geografica definita.

Le varietà da conservazione vengono iscritte al Registro Nazionale tramite Decreto del MIPAAF (ora MASAF). Il decreto riporta: il nome botanico e comune della specie, la varietà, la zona d'origine, la zona di produzione della semente, la quantità annuale di semente prodotta e la superficie autorizzata alla sua produzione. La commercializzazione della semente è soggetta alla normativa sementiera nazionale L. 25 novembre 1971, n. 1096 e successive integrazioni e ai decreti legislativi 149/2009 per le piante agrarie e 267/2010 per le piante ortive. Un esempio recente per la Lombardia è

l'iscrizione del mais 'Ottofile del pavese' come VC (D.M. del MASAF del 18 novembre 2022).

Il panorama normativo relativo alla conservazione dell'agrobiodiversità si è decisamente ampliato in Italia con l'emanazione della Legge Nazionale del 1 dicembre 2015 n. 194 "Disposizioni per la tutela e la valorizzazione della biodiversità di interesse agricolo e alimentare", che ha inteso organizzare un sistema nazionale di tutela e valorizzazione, mutuando quanto già fatto con le leggi regionali in materia e raccogliendone l'esperienza (cfr. Toscana, Emilia-Romagna, Marche, ecc.).

Il tema della valorizzazione e tutela della biodiversità agricola e alimentare può quindi avere nuovi sviluppi con l'applicazione della L. 194/2015, che prevede in particolare un'Anagrafe Nazionale, in cui anche le Regioni che non si sono dotate di Repertori (tra cui la Lombardia), possono ora iscrivere le proprie risorse genetiche (vegetali, animali e microbiche) a rischio di estinzione. Le risorse genetiche locali invece già iscritte nei Repertori regionali sono entrate di diritto nell'Anagrafe Nazionale.

Il sistema nazionale di tutela e di valorizzazione della biodiversità di interesse agricolo e alimentare, contiene due importanti strumenti che si collocano nel Portale nazionale della biodiversità di interesse agricolo e alimentare, quali:

- a) l'Anagrafe Nazionale della biodiversità di interesse agricolo e alimentare;
- b) la Rete Nazionale della biodiversità di interesse agricolo e alimentare.

Il coordinamento delle azioni svolte a livello nazionale e regionale è assolto dal Comitato permanente per la biodiversità di interesse agricolo e alimentare. La legge ha istituito anche il Fondo Nazionale da destinare al sostegno di azioni di valorizzazione e tutela.

Sono stati emanati tre Decreti applicativi della legge 194/2015 che prevedono il coinvolgimento delle Regioni in diverse fasi.

## L'Anagrafe Nazionale della biodiversità di interesse agricolo e alimentare

Graziano Rossi

L'Anagrafe nazionale è uno strumento informatico che raccoglie attraverso modalità codificate e informatizzate, le schede descrittive delle risorse genetiche (RG) locali di origine vegetale, animale o microbica, di interesse alimentare ed agrario soggette a rischio di estinzione (la RG rischia di scomparire) o di erosione genetica (la RG rischia di perdere le sue caratteristiche peculiari a causa di incroci con le varietà commerciali). Le modalità di iscrizione all'anagrafe sono regolate dal DM 1862 del 18 gennaio 2018, che comprende anche le schede per la descrizione della risorsa genetica. L'iscrizione è richiesta da soggetti interessati a vario titolo, pubblici e privati, singoli o in forma associata, in genere detentori della RG di cui chiedono l'iscrizione.

La domanda di iscrizione di una risorsa genetica deve essere presentata alla Regione di competenza, in cui la risorsa ha sviluppato le caratteristiche che le sono proprie. La Regione riceve la domanda di iscrizione di una RG locale, corredata da un dossier tecnico-scientifico a supporto della richiesta che viene valutata secondo le indicazioni contenute nel DM 1862/2018. L'istruttoria regionale è volta a valutare il possesso da parte della RG dei requisiti per l'iscrizione (distinguibilità, stabilità, omogeneità, rischio di estinzione o erosione, locale, ecc.). Non è pertanto richiesta a tal fine una approfondita analisi genetica, che in genere comporta alti costi e tempi lunghi. Tuttavia, ove possibile, essa può essere risolutiva nel distinguere tali varietà da altre *landrace* simili o da ulteriori ancora di tipo commerciale. Nei progetti che Regione Lombardia finanzia con le misure del PSR (es. Misura 10), ciò è spesso possibile, in collaborazione con qualificati enti di ricerca. La descrizione mediante le schede UPOV (o meglio quelle riportate nelle Linee Guida) è strettamente necessaria, utili poi per realizzare una massa critica di informazioni tecniche da impiegare per compilare i vari campi previsti dall'Anagrafe stessa (MIPAAF, 2013).

I criteri di valutazione devono essere conformi alle “Linee Guida nazionali per la conservazione *in situ* (*on farm*) ed *ex situ* (in centri di conservazione), della biodiversità vegetale, animale e microbica di interesse agrario” - del Piano nazionale sulla biodiversità di interesse agricolo.

Al termine dell’istruttoria la Regione invia al Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali (già MIPAAF, ora MASAF) il proprio parere in merito alla richiesta di iscrizione della varietà. A conclusione dell’iter la varietà considerata può essere riconosciuta come iscritta all’Anagrafe Nazionale, mediante apposito decreto ministeriale.

## La Rete Nazionale della biodiversità agricola e alimentare

Graziano Rossi

La Rete Nazionale della biodiversità agricola e alimentare invece svolge ogni attività diretta a preservare le risorse genetiche di interesse alimentare ed agrario locali dal rischio di estinzione o di erosione genetica attraverso la conservazione *in situ* ovvero nell'ambito di aziende agricole o *ex situ* in centri di conservazione, nonché a incentivarne la reintroduzione in coltivazione, allevamento o altre forme di valorizzazione (comma 2, articolo 4 della legge 1° dicembre 2015, n.194). È composta da Agricoltori e Allevatori custodi (AAC), dai Centri di Conservazione *ex situ* e dalle banche del germoplasma (CCES/BG).

Il DM 24 Ottobre 2018 n. 10400 regola le modalità tecniche di attuazione e funzionamento della Rete Nazionale. L'iscrizione alla Rete Nazionale come agricoltore o allevatore custode è demandata al MASAF, con parere vincolante della Regione a cui è presentata l'istanza di riconoscimento. Per procedere all'espressione del parere la Regione valuta la domanda in base a quanto stabilito dall'allegato 2 punto 6 del DM 10400/2018 "Modalità di riconoscimento degli AAC da parte delle Regioni e Province Autonome di Trento e di Bolzano". Le Regioni e Province Autonome comunicano al Ministero le eventuali rinunce, sostituzioni o subentri nel ruolo di Agricoltore custode, Allevatore custode, Centri di conservazione *ex situ* e/o Banche del germoplasma (CCES/BG) e indicano, in caso di rinuncia senza sostituzione di un soggetto, altri soggetti che subentrino a quello che ha rinunciato, al fine di evitare il rischio di perdita della risorsa genetica.

Ai sensi del DM 10400/2018 L'iscrizione alla rete nazionale consente la circolazione, senza scopo di lucro e nell'ambito locale della risorsa genetica, di una modica quantità di materiale di riproduzione o moltiplicazione per il recupero, mantenimento e riproduzione di varietà e razze locali a rischio di estinzione o di erosione genetica iscritte all'Anagrafe nazionale

e alla loro conservazione durevole, nel rispetto della normativa sanitaria e fitosanitaria vigente.

L'iscrizione delle varietà locali tradizionali nel Registro Nazionale o all'Anagrafe Nazionale consente il riconoscimento di una varietà come tale e fa sì che quel genotipo non vada perduto, ne consente la distribuzione del seme, la rimessa in coltivazione e ne favorisce la valorizzazione come prodotto alimentare locale, territoriale, eventualmente da iscrivere anche nell'elenco dei PAT, prodotti Agro-Alimentari Tradizionali. Tutto ciò, almeno in teoria, dovrebbe favorire la conservazione della varietà, in quanto tornata di interesse per la produzione e la sua commercializzazione.

## **CERZOO - Centro di ricerche per la zootecnia e l'ambiente dell'Università del Sacro Cuore di Milano**

*Adriano Marocco*

Cerzoo è un Centro di Ricerca fondato nel 1980 e nel tempo è diventato l'Azienda Sperimentale della Facoltà di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza. Cerzoo vuole studiare nuove tecniche di allevamento vegetale e animale grazie all'integrazione dei ricercatori dei vari Dipartimenti e all'uso delle più avanzate tecnologie. L'attuale assetto di Cerzoo nasce nel 2017, quando la Fondazione Romeo ed Enrica Invernizzi accorda un finanziamento all'Università Cattolica del Sacro Cuore per realizzare un'azienda agro-zootecnica che fosse modello di sostenibilità ambientale nella filiera lattiero-casearia e strumento per le ricerche e l'attività didattica della Facoltà di Scienze agrarie, alimentari e ambientali dell'Università.

Per realizzare quegli obiettivi, l'Università Cattolica crea allora il Centro di Ricerca Romeo ed Enrica Invernizzi (CREI), che coinvolge docenti e ricercatori del Dipartimento di Scienze Animali, della Nutrizione e degli Alimenti (DIANA), del Dipartimento di Scienze e Tecnologie Alimentari (DISTAS) della Facoltà di Scienze agrarie, alimentari e ambientali e del Dipartimento di Scienze delle produzioni vegetali sostenibili (DIPROVES). CREI diventa dunque un organismo importante nella vita di Cerzoo, che sviluppa progetti di ricerca da effettuare presso l'azienda sperimentale, volti a comprendere le soluzioni più opportune di sostenibilità da realizzare in aziende agro-zootecniche da latte.

Cerzoo è ricerca per un sistema agricolo sostenibile e resiliente: le ricerche agronomiche sono rivolte alla fertilità e alla salute del suolo, all'aumento della sostanza organica, all'uso efficiente delle risorse (risparmio di carburanti ed energia, di fertilizzanti, di agrofarmaci, di acqua irrigua), alla biodiversità e all'integrazione delle nuove tecniche digitali in agricoltura di precisione (telerilevamento, mappe satellitari, distribuzione a

rateo variabile degli input, raccolta georeferenziata dei prodotti, certificazione). Nell'ambito di salvaguardia della biodiversità di interesse agrario, sono attualmente in corso diverse linee di ricerca legate volte al mantenimento, caratterizzazione e valorizzazione dell'agrobiodiversità, con particolare riferimento a mais e fagioli locali.



**Figura 6.** Campi sperimentali coltivati con diverse varietà locali di mais presso il Centro di ricerche per la zootecnia e l'ambiente dell'Università del Sacro Cuore di Milano, con sede a Piacenza. Foto di Lorenzo Stagnati.

# La Banca del Germoplasma Vegetale dell'Università degli Studi di Pavia

Francesco Ferrari

Le risorse fitogenetiche vengono conservate mediante due strategie fondamentali:

- *ex situ*: cioè la conservazione attuata attraverso collezioni di piante vive in orti botanici, di tessuti in vitro e di semi in apposite banche del germoplasma.
- *in situ*: cioè la conservazione della specie nel loro ambiente naturale o nel caso delle varietà coltivate, nelle aree dove hanno sviluppato i propri caratteri distintivi (*on farm*).

La principale differenza tra le due tipologie di conservazione risiede nel fatto che la conservazione *ex situ* si basa sul campionamento, trasferimento e stoccaggio di accessioni della specie interessata in un luogo diverso dalla località in cui si è sviluppata; quella *in situ* si basa invece sul monitoraggio e gestione delle popolazioni di piante nella località in cui esse crescono.

La conservazione *ex situ* risulta essere la strategia di conservazione principale delle risorse fitogenetiche. Al giorno d'oggi questa tipologia di conservazione, pur essendo considerata di fondamentale importanza, viene proposta come complemento della conservazione *in situ*. Indubbiamente la conservazione *ex situ* presenta diversi vantaggi poiché ad esempio permette di conservare un ingente numero di accessioni e semi per lungo tempo in spazi e con costi relativamente limitati. Inoltre, le accessioni conservate con questa metodologia possono essere facilmente scambiate tra le diverse istituzioni e gli agricoltori. Le principali metodologie di conservazione *ex situ* sono:

- Banche dei semi: prevede la conservazione di campioni di semi stoccati controllando le condizioni di temperatura e umidità con l'obiettivo di dissecare i campioni di semi fino a raggiungere un contenuto di acqua

favorevole al processo di congelamento, che non rischi di danneggiare l'embrione. È la metodologia di conservazione *ex situ* più applicata, a tal punto che a livello globale sono state censite oltre 1500 banche. Per le specie vegetali con semi ortodossi (cioè in grado di sopravvivere al processo di disseccamento e successivo congelamento, mantenendo un'alta vitalità degli embrioni) è possibile mantenere collezioni di germoplasma per diverse decine di anni anziché di solo qualche anno in condizioni di temperatura e umidità ambientali.

- Banche del germoplasma in campo (*field genebanks*): si tratta di collezioni di piante vive, in genere di molte varietà coltivate di una o poche specie. È una metodologia particolarmente adatta per la conservazione di piante che non producono semi o ne producono di poco adatti alla conservazione (es. te, caffè, castagno).
- Stoccaggio in vitro (*in vitro storage*): con questa metodologia si conservano tessuti vegetali in ambiente sterile. Il processo consiste nel conservare parti di piante in provetta su un terreno di coltura artificiale. Ciò permette di rigenerare la pianta intera o i tessuti in una pianta adulta. Questa tecnica viene usata principalmente per piante coltivate che vengono riprodotte vegetativamente o che hanno una germinazione problematica. Alcuni esempi di specie la cui conservazione *in vitro* ne favorisce la conservazione sono: banana, manioca, menta, patata, aglio e agrumi;
- Banche del DNA: letteralmente la conservazione del DNA delle specie vegetali a temperature molto basse (-80°C). Le banche del DNA sono utili come complemento alla conservazione delle risorse fitogenetiche nei casi in cui una specie non possa essere conservata in *field genebank* o in banca dei semi e la conservazione *in situ* sia particolarmente problematica nell'area in cui la specie cresce.

La Banca del Germoplasma Vegetale dell'Università di Pavia (*figura 7*) è stata fondata nel 2005, come parte della *Lombardy Seed Bank* del Centro Flora Autoctona della Regione Lombardia. La struttura, localizzata presso l'Orto Botanico di Pavia, dal 2015 è completamente autonoma ed è gestita dal Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente (DSTA) dell'Università di Pavia; viene nel tempo migliorata e ampliata, rappre-

sentando un centro di ricerca all'avanguardia per chiunque sia interessato all'ecologia dei semi e delle piante e al loro uso sostenibile. È una struttura adibita alla conservazione *ex situ* a lungo termine delle specie e varietà vegetali minacciate di estinzione ed erosione genetica, col fine di mantenere elevati livelli di biodiversità vegetale, sia naturale che agronomica, preservare l'ambiente, promuovere lo sviluppo sostenibile e proteggere dall'estinzione specie vegetali di particolare interesse. Una speciale attenzione è riservata alle piante utili all'uomo, tra cui le specie di interesse alimentare della flora spontanea italiana, con particolare riferimento al Nord Italia, nonché ai parenti selvatici delle specie coltivate (CWR), alle varietà locali e alle *cultivar* obsolete di cereali e specie ortive.



**Figura 7.** Banca del Germoplasma Vegetale del Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente – Università di Pavia, con sede presso l'Orto Botanico di Pavia.

Oltre all'attività principale di conservazione, la Banca del Germoplasma Vegetale attua, in casi specifici, anche servizio di deposito semi per le aziende agricole, sviluppa progetti di uso sostenibile delle risorse fitogenetiche e fornisce campioni di semi in progetti di ricerca scientifica o

rilancio produttivo. A essa è abbinato un laboratorio di Ecologia dei Semi, operante nell'ambito del Laboratorio di Ecologia Vegetale e Conservazione delle Piante dell'Università di Pavia, dove si svolgono ricerche sull'ecologia vegetale, germinazione ed eco-fisiologia dei semi, soprattutto in relazione ai cambiamenti climatici. È anche un laboratorio dove decine di studenti ogni anno imparano le tecniche di conservazione dei semi, in particolare di recente anche gli agronomi della laurea internazionale in *Agri-Food Sustainability*. Dal 2017 la Banca del Germoplasma Vegetale è entrata a far parte dello *European Genebank Integrated System* (AEGIS), una piattaforma che collega diverse banche semi d'Europa in un unico sistema comune per la conservazione a lungo termine dei campioni appartenenti alle risorse genetiche vegetali per il cibo e l'agricoltura (PGRFA) (<http://www.ecpgr.cgiar.org/aegis/aegis-homepage/>). Sempre nel 2017 ha inoltre aderito all'Inventario PlantA-Res (come Università di Pavia) ed è registrata nel sistema mondiale di collezioni della FAO (WIEWS). Per la conservazione di piante spontanee ha collaborato per anni con la Millennium Seed Bank dei Royal Botanic Gardens, Kew (Regno Unito). Inoltre, è attualmente una delle strutture che conservano *ex situ* entità iscritte all'Anagrafe Nazionale di cui alla L. n. 194/2015, per il Nord Italia, con particolare riferimento alla Lombardia, ma in parte anche all'Emilia-Romagna, Veneto e Piemonte.

All'interno della Banca del Germoplasma Vegetale vengono normalmente effettuate diverse attività con lo scopo di conservare il materiale vegetale, in particolare semi, utilizzando le metodologie che ne permettono la maggiore sopravvivenza a lungo termine. Tutte le attività sono indicate da specifici protocolli standard internazionali legati al tema della conservazione *ex situ*, prodotti a suo tempo dalla FAO.

I campioni di semi, una volta giunti in banca in seguito a una raccolta in campo della varietà o tramite la consegna da parte dell'azienda coltivatrice, vengono fatti essiccare brevemente e successivamente attraversano il processo di pulizia; innanzitutto viene identificata la specie e varietà, verificato che il seme sia ortodosso e quindi congelabile; una

volta accertate queste informazioni si passa alla fase di pulizia vera e propria dove i semi vengono separati dal materiale vegetale in eccesso (foglie, rami, frutti, semi morti). Una volta ottenuta un'accessione di semi ben individuati si prosegue con la fase di caratterizzazione che consiste nell'annotare la massa del campione e il numero di semi sottostimato. Dopodiché, i semi maturi ormai puliti vengono messi nella camera di disidratazione (*drying room*), dove vengono costantemente mantenute condizioni di temperatura a 15°C e di umidità relativa al 15%, che permettono la lenta ma costante perdita del contenuto in acqua nei semi; questa procedura è indispensabile per garantire il successivo corretto congelamento (a -18°C). Dopo circa un mese in *drying room*, i semi raggiungono un contenuto in acqua attorno al 3-7%, che consente il congelamento senza rischi di formazione di cristalli di ghiaccio al loro interno.

Una volta che i semi hanno passato un periodo, che varia da uno a due mesi, all'interno dei freezer, vengono scongelati e testati su un campione significativo, al fine di verificarne sperimentalmente la vitalità e quindi l'effettiva conservabilità.

Per favorire la conservazione dei semi si segue spesso anche la pratica di scambiare i semi tra le diverse banche. Le varie accessioni vengono quindi duplicate come ulteriore garanzia di conservazione a lungo termine e vengono inviate ad altre banche del germoplasma con cui sono già stati avviati stretti rapporti di collaborazione, come la Millenium Seed Bank dei Royal Botanic Gardens, Kew (Regno Unito) per quanto riguarda le piante spontanee, inclusi i CWR; invece le specie e varietà coltivate possono essere inviate alla Svalbard Global Seed Vault, gestita dal Global Crop Diversity Trust, per conto della Norvegia e dei Paesi scandinavi, ma che ospita anche semi di piante da tutto il mondo.

Un'altra importante attività della banca del germoplasma vegetale è il processo di verifica della vitalità dei campioni congelati. Quest'attività di routine coinvolge tutte le accessioni presenti all'interno della struttura che ogni cinque anni devono essere scongelate e inserite su terreni di

coltura per verificare la germinabilità e la vitalità dei semi. Questo processo aiuta la struttura e coloro che fanno affidamento su di essa ad avere un riscontro positivo sul lavoro svolto, permettendo a chiunque di vedere con i propri occhi che i semi da loro consegnati o raccolti sono vitali ed utilizzabili.

Tutte le informazioni, sia legate all'origine geografica e storica della pianta che tutti i valori scientifici legati al peso, vitalità e congelamento, sono raccolte, inizialmente, su scheda cartacea di facile manovrabilità e, successivamente, vengono trascritte in uno specifico database elettronico interno di facile consultazione.

Attualmente la banca di Pavia conserva soprattutto CWR (*Crop Wild Relatives*) italiani e varietà locali del nord Italia, oltre a specie della flora spontanea utili sul piano dello sfruttamento produttivo (es. potenziali nuove colture) o per i recuperi ambientali. Varie migliaia di accessioni sono qui stoccate, e la Banca si occupa della conservazione di semi derivati da autonome campagne di raccolta oltre ad ospitare quelli derivanti da vari progetti realizzati soprattutto nell'ambito dei vari PSR regionali, in primis con Regione Lombardia ma anche Emilia-Romagna (es. CVRL, RELiVE-L, Cultivar, Ricolma, Resilient, La Rava e la Fava, Core-Save, Montezuma, MaisAlpi, Risolo, Recupevo, Valopepe, ecc.). Vari progetti sono nel tempo stati anche realizzati in collaborazione con territori specifici e aree protette naturali (es. Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna, Comunità Montana della Valchiavenna).



## Differenze tra ibridi e varietà locali

*Lorenzo Stagnati, Matteo Busconi*

Ad una prima osservazione, una pianta di mais ibrido e una appartenente a una varietà locale, non presentano particolari differenze, ma ad una analisi più attenta è invece possibile notare alcune diversità sostanziali tra i due tipi di materiali, di seguito riassunte:

Portamento delle foglie: le foglie dei mais ibridi sono inserite sullo stocco con angoli piccoli così da conferire alla foglia un portamento eretto, mentre le varietà tradizionali hanno foglie con portamento più orizzontale. La verticalità delle foglie, soprattutto di quelle della parte alta della pianta, permette alla luce di penetrare fino agli strati fogliari più bassi della coltura, così che possano fotosintetizzare anche quando lo sviluppo è avanzato. Inoltre, le piante con foglie erette consentono un investimento più fitto di piante per unità di superficie che si traduce quindi in rese più elevate.

Pennacchio: i mais ibridi sono caratterizzati da pennacchi (infiorescenze maschili) di dimensioni contenute e che presentano un numero limitato di ramificazioni con portamento spesso eretto, che conferisce all'infiorescenza un aspetto piuttosto compatto. I pennacchi delle varietà tradizionali, invece, sono spesso di notevoli dimensioni, altamente ramificati e con ramificazioni spesso orizzontali, che conferiscono una struttura particolarmente espansa all'infiorescenza. Esiste una correlazione negativa tra la dimensione del pennacchio e la granella prodotta, in quanto ad alti investimenti il pennacchio intercetta molta radiazione luminosa, riducendo quindi la fotosintesi e le sostanze che possono essere accumulate nella spiga. La grande dimensione del pennacchio risulta però

vincente dal punto di vista evolutivo perché una pianta con pennacchio grande produce più granuli di polline, aumentando così le possibilità che questi raggiungano le setole di una spiga, fecondandone gli ovuli. Nel miglioramento genetico dei mais ibridi è l'operatore (*breeder*) che decide quali incroci effettuare e le dimensioni del pennacchio perdono dunque il loro significato evolutivo.

**Spiga:** comunemente detta “pannocchia”, è a livello di quest'organo che si possono trovare numerose differenze (*figura 8*). Molte varietà tradizionali hanno spighe di forma conica più o meno marcata rispetto alle spighe dei mais ibridi che sono più cilindriche. I materiali locali appartenenti al gruppo dei “conici” si sono sempre rivelati adatti alla coltivazione in zone non irrigue: questo pare essere dovuto proprio alla forma del tutolo che assume funzione di riserva di acqua utilizzabile in caso di stress idrico. Il peduncolo nelle varietà locali può essere eccessivamente lungo e questo rappresenta un difetto in quanto potrebbe piegarsi durante la maturazione, portando la spiga in prossimità del terreno, rendendola più suscettibile ad attacchi di patogeni. Per quanto riguarda la pigmentazione della granella, i mais ibridi hanno colorazione uniforme e nella maggior parte dei casi gialla, a volte bianca o più arancione, mentre le varietà locali presentano vari livelli di pigmentazione che variano dal bianco al blu-nero. Addirittura, nella stessa varietà, possono esistere diversi livelli di pigmentazione, con spighe che portano cariossidi di più colori.

**Aspetto generale di una coltivazione:** una coltivazione di mais ibrido appare di aspetto uniforme, infatti, le piante sono genotipicamente e fenotipicamente uguali e salvo variabilità ambientale, le piante presentano tutte la medesima altezza e tempi di fioritura e maturazione. Poiché le varietà locali sono popolazioni genotipicamente eterogenee è plausibile attendersi un livello più o meno elevato di variabilità: le piante spesso non sono uniformi, con individui di differenti altezze, e tempi di sviluppo eterogenei. Nell'insieme il campo appare più “disordinato”.



**Figura 8.** Esempio di differenze morfologiche della spiga tra due diverse varietà lombarde; a sinistra mais 'Marano del pavese', mentre a destra mais 'Rostrato della Valchiavenna' (SO). Foto di Graziano Rossi.



## Tecniche di coltivazione di varietà locali di mais

*Lorenzo Stagnati, Matteo Busconi*

**Avvicendamento e consociazione:** il mais è una coltura da rinnovo che in passato rientrava in avvicendamenti complessi con frumento, prato e leguminose. Attualmente le rotazioni si sono molto semplificate e si assiste all'omosuccessione; nonostante il mais tolleri il ristoppio è comunque bene evitarlo. Nella piccola coltura marginale è facile trovare la consociazione tra mais e altre specie quali leguminose da granella e la zucca.

**Lavorazione del terreno:** il terreno destinato ad ospitare il mais deve essere in grado di trattenere grandi riserve di acqua, riscaldarsi in fretta ed essere privo di suole di lavorazione superficiali o profonde. Le lavorazioni di preparazione del terreno variano in funzione della tessitura del substrato e della presenza di residui colturali precedenti da interrare. L'aratura è il tipo di lavorazione più diffuso per la preparazione del terreno, seguita da una serie di lavorazioni secondarie per rompere le zolle, livellare il terreno e sminuzzare la crosta superficiale, al fine di preparare un adeguato letto di semina.

**Semina:** l'epoca di semina dipende dalla temperatura del terreno in quanto il mais non germina al di sotto dei 10°C, mentre germina lentamente a temperature di 12°C; a 15°C emerge dal terreno in 8-10 giorni, quindi, per non avere nascite scalari e molto protratte nel tempo, è bene attendere che la temperatura del terreno sia di almeno 12°C. Indicativamente, in Pianura Padana le semine si avviano dalla seconda metà di marzo, mentre salendo in quota è necessario posticipare. In alta collina e montagna, se le annate sono poco favorevoli non è infrequente seminare verso la fine di maggio. La profondità di semina è generalmente compresa tra 3 e 6 cm; le semine troppo superficiali possono causare emergenze disformi, mentre quelle troppo profonde sono più sensibili agli attacchi dei patogeni e allungano il tempo di emergenza della coltura. Nella maiscol-

tura intensiva la semina avviene con apposite seminatrici di precisione, nella piccola coltura in collina o montagna non è infrequente la semina manuale. La semina si esegue a file distanti tra 70-80 cm, la distanza sulla fila è variabile in funzione dell'investimento finale desiderato. Le varietà locali non si prestano agli investimenti troppo fitti, come i mais ibridi con densità ideale tra le 3 e 5 piante al m<sup>2</sup>. Ipotizzando un investimento finale di 5 piante al metro quadrato con file distanti 75 cm, i semi devono essere posti a circa 23,5 cm sulla fila. È possibile aumentare l'investimento in funzione della disponibilità di acqua e delle attitudini della singola varietà coltivata.

**Concimazione:** il mais è pianta esigente sotto il profilo nutrizionale: l'assorbimento dei nutrienti è basso durante le prime fasi del ciclo, mentre aumenta durante la levata e raggiunge il massimo in un periodo che va da 20 giorni prima a 20 giorni dopo la fioritura. Essendo il mais una coltura a ciclo primaverile-estivo si avvantaggia molto della concimazione organica, in quanto la mineralizzazione della sostanza organica procede di pari passo con le esigenze nutritive del mais. La letamazione è stata la concimazione classica per il mais nel passato ed è il metodo di concimazione più diffuso oggi per le varietà tradizionali, spesso coltivate in regime di agricoltura biologica.

**Irrigazione:** il mais è una pianta che utilizza bene l'acqua a sua disposizione, ma venendo coltivato nel periodo estivo rischia di subire stress; infatti, la mancanza di acqua penalizza molto la produzione soprattutto nel caso avvenga nel periodo tra la pre-fioritura e l'avvenuta fecondazione (quando le sete diventano brune). Questo periodo corrisponde, indicativamente, con il mese di luglio, quando le temperature sono elevate, le piogge scarse e l'evapotraspirazione della coltura è massima. Se non è possibile irrigare con regolarità e non si verificano piogge estive, è comunque possibile operare l'irrigazione di soccorso in momenti fondamentali, quali:

- in fase di pre-fioritura, prima dell'emissione del pennacchio maschile per aumentare il numero di fiori per spiga;

- 15 giorni dopo la fioritura femminile, per evitare l'aborto delle cariossidi;
- poco prima della maturazione lattea dei semi, per favorire il riempimento delle cariossidi.

**Sarchiatura e rincalzatura:** sono operazioni fondamentali per chi coltiva varietà locali. La sarchiatura è un mezzo complementare al diserbo chimico per il controllo della flora infestante, permette di riscaldare i terreni freddi, riduce l'evaporazione ed interra eventuali concimi distribuiti in copertura. La sarchiatura non deve essere troppo precoce o energica e lo stadio ottimale per eseguirla è verso l'emissione della 5°-6° foglia; è importante evitare di eseguirla prima che la pianta abbia raggiunto i 10-15 cm per non danneggiare l'apparato radicale. Con la tecnica della rincalzatura si rimuove terreno dall'interfila e lo si addossa alle piante: questo favorisce lo sviluppo dell'apparato radicale avventizio costituito dalle radici a trampolo, garantendo una miglior tenuta della pianta, evitando l'allettamento. La rincalzatura si esegue poco prima della levata e completa il controllo della flora infestante.

**Controllo delle infestanti:** Il basso investimento e la stagione in cui viene coltivato il mais, rendono la pianta vulnerabile alle malerbe che possono comprometterne la produzione: il periodo critico per il controllo delle infestanti è compreso tra la terza e la sesta settimana dall'emergenza. Accanto alla pratica del diserbo chimico e nell'ottica di una lotta integrata e biologica alle malerbe, sono possibili altre strategie che devono essere complementari le une alle altre. Allo scopo di favorire la crescita del mais a discapito delle malerbe, è importante un'adeguata gestione agronomica e meccanica. Le rotazioni colturali permettono di ottenere una flora infestante più diversificata e meno competitiva e le lavorazioni principali del terreno permettono di controllare le infestanti perenni. La pratica della falsa semina prevede di preparare per tempo il terreno come se si dovesse seminare: in questo modo le infestanti presenti nei primi strati germinano e si potrà procedere a devitalizzarle con una leggera lavorazione o con disseccanti fogliari. Interventi di sarchiatura e rincalzatura risultano essenziali per controllare le infestanti tra le file. Nella

piccola coltura di varietà locali potrebbe essere necessaria la scerbatura manuale. È possibile optare anche per una gestione chimica e la scelta di un diserbante chimico dipende dal tipo di infestanti presenti in campo e dai principi attivi autorizzati. Il diserbo chimico può essere effettuato sia in pre-emergenza che in post-emergenza.



**Figura 9.** Trebbiatura del mais. Foto di Inconnu (USDA).  
<http://www.usda.gov/oc/photo/95cs2504.htm>

## Stoccaggio del raccolto

Lorenzo Stagnati, Matteo Busconi

Lo stoccaggio del mais riveste un ruolo fondamentale nel garantire il mantenimento delle caratteristiche qualitative del prodotto senza che questo si deteriori, prima di essere sottoposto alle successive fasi di trasformazione. Per le varietà tradizionali questo passaggio assume ulteriore importanza in quanto parte della produzione sarà da destinare alla semina della stagione successiva. A seconda della destinazione d'uso della granella, le modalità di stoccaggio variano.

**Spighe da seme destinate alla coltura successiva:** al momento della raccolta le spighe devono essere attentamente esaminate, una ad una onde eliminare tutte quelle che presentano difetti o attacchi di insetti o funghi. In particolare è bene prestare attenzione alla sommità della spiga dove ci possono essere cariossidi striminzite o parzialmente scoperte dalle brattee, in quanto in questa area è più facile che si sviluppino muffe. Le spighe scelte devono essere essiccate all'aria e al sole, tenendo però presente che temperature oltre i 40°C provocano la morte degli embrioni. Una volta essiccate, le spighe devono essere conservate per tutto l'inverno in luogo asciutto, meglio se ventilato e al riparo da fonti di umidità (*figura 10*). Tradizionalmente le spighe venivano appese alle travi. In alternativa si può anche procedere con la sgranatura prima dell'inverno: in questo caso per la conservazione del seme si possono usare casse o buste di carta. Se il quantitativo di seme sgranato da conservare lo consente, è possibile riporlo in un comune frigorifero alla temperatura di 4-6°C usando contenitori o buste traspiranti così da evitare la formazione di condensa e facendo attenzione che il contenitore non entri in contatto con le pareti o il fondo del frigorifero. Qualsiasi sia la modalità di conservazione scelta è importante fare controlli periodici così da evitare il diffondersi di infezioni fungine o la proliferazione di insetti nella granella conservata.



**Figura 10.** Essiccazione delle spighe di maïs 'Ottofile del Pavese'. Foto di Laura Donin

**Spighe destinate alla produzione:** durante lo stoccaggio, se l'umidità della granella non è inferiore al 15%, può avviarsi una proliferazione di funghi micotossigeni che provocano l'accumulo di micotossine all'interno della granella; se il livello di micotossine supera i limiti di legge, non può essere utilizzata. Poiché il maïs viene raccolto a umidità superiore al 15% è necessario procedere tempestivamente con l'essiccazione entro 48 ore dal ricevimento del prodotto, evitando però temperature troppo elevate che potrebbero creare danni fisici alle cariossidi. Viste le piccole superfici che vengono destinate alla coltivazione di maïs locali, l'utilizzo di essiccatoi diviene spesso complesso e per questo motivo, sistemi di essiccazione tradizionale che sfruttano il sole e il vento risultano più adatti. Le spighe vengono distribuite sulle aie al sole e all'aria, oppure appese in festoni sui muri e sui ballatoi dei fabbricati rurali, pratica che è possibile osservare ad esempio a Storo (TN) per l'essiccazione della varietà locale 'Nostrano di Storo'. Per la successiva conservazione è bene sfruttare locali coperti come granai, porticati e solai, in cui l'aria può circolare liberamente e sia scongiurata la presenza di pioggia, nebbia e umidità. Il maïs essiccato naturalmente è più soggetto all'accumulo di micotossine in quanto l'essiccazione naturale è poco controllabile e più lunga rispetto all'essiccazione artificiale.

## Patologie del mais

Lorenzo Stagnati, Matteo Busconi

In tutti gli ambienti di coltivazione, il mais è suscettibile all'attacco di un considerevole numero di insetti e funghi patogeni. I principali insetti che possono attaccare il mais sono:

- Piralide del mais (*Ostrinia nubilalis* [Hübner, 1796] – figura 11)
- Nottua delle graminacee (*Pseudaletia unipuncta* [Haworth, 1809])
- Crambide (*Angustalius malacellus* [Duponchel, 1836])
- Nottua delle messi (*Agrotis segetum* [Denis & Schiffermüller, 1775])
- Nottua dei seminati (*Agrotis ipsilon* [Hufnagel, 1766])
- Diabrotica (*Diabrotica virgifera* supsp. *virgifera* [LeConte, 1868])
- Elateridi o Ferretti (*Agriotes litigiosus* [Rossi, 1792], *A. lineatus* [Linnaeus, 1767], *A. sordidus* [Illiger, 1807], *A. ustulatus* [Schaller, 1783], *A. brevis* [Candèze, 1863], ecc)
- Nottua gialla del pomodoro (*Helicoverpa armigera* [Hübner, 1808])
- Sesamie (*Sesamia cretica* [Lederer, 1857], *S. nonagrioides* Lefebvre, 1827)
- Afidi (*Rhopalosiphum padi* [Linnaeus, 1758], *R. maidis* [Fitch, 1856], *Sitobion avenae* [Fabricius, 1775]).

Al fine di salvaguardare il rendimento della coltura, sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo, è necessario adottare tutti quei provvedimenti che possano minimizzare i danni che gli insetti causano in campo. Le principali strategie agronomiche preventive sono costituite da (1) avvicendamento delle colture soprattutto in caso di attacchi di Diabrotica, (2) sfibramento e interratura dei residui colturali contro insetti che attaccano il fusto (piralide e sesamia), (3) scelta di varietà idonee all'ambiente di coltivazione, (4) semina su terreni ben preparati, (5) corretta gestione della flora infestante, (6) adozione di adeguati piani di nutrizione delle piante e (7) buona gestione delle irrigazioni che permettono di avere un buon sviluppo vegetativo, rendendo le piante più tolleranti agli attacchi degli insetti. La difesa con insetticidi e preparati microbiologici è utile e spesso necessaria, per salvare la redditività della coltura.

Metodi di lotta biologica contro la piralide si basano sull'uso di insetti antagonisti, come *Trichogramma* spp. parassitoide delle uova, oppure del fungo *Beauveria bassiana* o ancora del protozoo *Nosema pyraustae*, oltre che a preparati a base di *Bacillus thuringiensis* ssp. *kurstaki*. A questi metodi si potrebbe aggiungere quello basato sull'impiego di feromoni nell'ambito della tecnica della confusione sessuale, con la quale è inibito l'incontro tra i due sessi e la conseguente deposizione di uova.



**Figura 11.** Danni causati dalla Piralide del mais (*Ostrinia nubilalis*). Foto di Daniele Pezzaioli.

Per quanto riguarda le malattie, di seguito vengono riportate le principali patologie e tra parentesi gli agenti patogeni che le provocano.

- Marciume del seme e delle plantule (*Phyitium* spp, *Helmintosporium* spp.)
- Elmintosporiosi (*Helmintosporium turcicum*, *H. maydis*)
- Peronospora o cima pazza (*Sclerospora macrospora*)
- Marciume dello stocco (*Fusarium graminearum*)
- Carbone (*Ustilago maydis*)
- Fusariosi della spiga – Marciume rosa (*Fusarium verticillioides*/*Gibberella fujikuroi* e *Fusarium proliferatum*)
- Marciume rosso (*Fusarium graminearum*/*Gibberella zeae* e *Fusarium culmorum*)
- Marciumi da *Aspergillus* (*Aspergillus flavus*)
- Avvizzimento batterico (*Pantotea stewartii*)
- Mosaico del mais (*Maize Dwarf Mosaic Virus* - MDMV)
- Nanismo giallo dell'orzo (*Barley Yellow Dwarf Virus* - BYDV)

Le malattie infettive causate da microrganismi si verificano solo in particolari occasioni che comportano l'elevata presenza del patogeno in prossimità di piante ricettive quando le condizioni ambientali sono favorevoli. Negli ecosistemi naturali queste condizioni si verificano saltuariamente, le piante della stessa specie non sono generalmente concentrate nella stessa area e manifestano fenomeni naturali di resistenza. Negli agrosistemi intensivi l'uomo ha concentrato le specie agrarie nei luoghi più vocati, coltivando varietà selezionate altamente produttive, ma meno rustiche. In questi casi gli equilibri naturali sono alterati e si richiedono interventi specifici per il controllo delle avversità. Altro aspetto da tenere in considerazione è che alcuni patogeni del mais rimangono attivi anche dopo la raccolta e durante il periodo di conservazione in magazzino; questi funghi, come *Fusarium* e *Aspergillus* (figura 12), possono portare all'accumulo di micotossine nella granello fino a renderla inutilizzabile se le concentrazioni superano i limiti di legge.



**Figura 12.** Marciumi della spiga provocati da parassiti fungini; a sinistra danni da *Fusarium verticilloides* e a destra danni da *Aspergillus flavus*. Foto di Lorenzo Stagnati.

La maggior parte degli interventi che si possono mettere in atto per il controllo delle malattie sono di tipo preventivo. Queste azioni si basano essenzialmente su: (1) scelta di varietà idonee all'ambiente di coltivazione, magari dotate di resistenza alle avversità, (2) interrimento dei residui colturali infetti, (3) attuazione di idonei avvicendamenti, (4) preparazione del letto di semina senza ristagni idrici che possono favorire i marciumi, (5) gestione della flora infestante, (6) concimazioni adeguate e (6) idonea irrigazione. Il controllo degli insetti vettori (afidi) permette di controllare la diffusione di malattie virali, mentre il controllo della piralide è aspetto fondamentale per prevenire attacchi fungini responsabili dei marciumi della spiga e accumulo di micotossine.

Negli ultimi anni sono diventati sempre più problematici gli attacchi da parte della fauna selvatica nei confronti delle coltivazioni. Questo aspetto, in passato quasi esclusivo delle piccole coltivazioni nelle aree marginali, sta interessando anche l'agricoltura intensiva nelle aree di pianura. Tra questi animali possiamo ricordare il cinghiale che può letteralmente devastare intere coltivazioni, soprattutto in collina o nelle zone limitrofe ai boschi e i cervidi come daini e caprioli, che possono entrare nelle coltivazioni per alimentarsi e per cercare rifugio e protezione. È possibile difendere le coltivazioni con recinzioni metalliche interrato o elettrificate, mentre l'uso di sostanze chimiche, cannoncini e grida di allarme per l'allontanamento del cinghiale si sono dimostrati poco efficaci, generando una rapida assuefazione da parte di questi animali. Nelle zone di pianura è presente anche la nutria, grosso roditore originaria dell'America, la cui attività è strettamente legata alla presenza di acqua nei canali; essa causa danni agli argini e alle coltivazioni lungo una striscia di una decina di metri circa, parallela al corso d'acqua. Tra gli uccelli merita particolare attenzione la cornacchia che sradica le giovani piantine appena germinate (*figura 13*), per asportare il seme ancora presente. Il danno avviene in primavera quando le piantine sono appena emerse dal terreno e perdura per altre 3 settimane (quando i semi interrati contengono ancora sostanze nutritive per le giovani plantule), fino alla comparsa circa della quarta foglia. L'entità del danno può essere molto ingente ed è funzionale sia alla profondità di semina che al numero di uccelli presenti. Gli attacchi possono essere controllati con l'impiego di dissuasori acustici (cannoncini produttori di botti) e visivi (strisce luccicanti e palloni colorati). Entrambi i mezzi perdono efficacia dopo pochi giorni poiché gli uccelli si abituano; è bene quindi alternare i mezzi di difesa quando si nota che gli uccelli hanno ripreso a frequentare la coltura.



**Figura 13.** Danni provocati da cornacchie in un campo di mais da poco seminato. Si noti il diradamento delle piante lungo le file. Foto di Alessandra Lezzi.

---



## Premessa

*Lorenzo Stagnati, Giovanna Soffritti, Matteo Busconi*

Per comprendere quale sia la strategia migliore per la conservazione in purezza delle varietà tradizionali in Azienda, è necessario chiarire prima alcuni aspetti.

- **Impollinazione:** trasferimento del polline dalle strutture riproduttive maschili a quelle femminili. L'impollinazione può essere ad opera di insetti, vento, acqua, pipistrelli, uccelli ecc. Nel caso del mais il polline viene spostato dall'azione del vento (impollinazione anemocora): ciò consente al polline di "percorrere" lunghi tratti, riuscendo così a fecondare fiori femminili anche a grande distanza.
- **Allogamia:** unione di gameti provenienti da piante diverse, per mezzo di impollinazione incrociata. Nel mais, specie allogama, il polline prodotto dai fiori maschili si posa sugli stili di quelli femminili, solitamente di altre piante di mais, fecondandoli: da qui si avrà successivamente lo sviluppo della spiga e dei semi.
- **Ibridazione:** processo di incrocio tra individui di specie, varietà o linee pure differenti tra loro.



## L'ibridazione delle varietà locali di mais

Lorenzo Stagnati, Giovanna Soffritti, Matteo Busconi

Con ibridazione si intende il mescolamento genetico tra due individui appartenenti a varietà diverse. In una varietà locale, distinguibile da altre sulla base di una serie di differenze morfologiche, gli individui che compongono la popolazione manifestano un certo grado di variabilità genetica e fenotipica: le piante sono diverse tra loro, anche se la varietà mantiene le sue caratteristiche distintive nel corso del tempo. Il seme prodotto da una varietà locale può essere utilizzato per realizzare una nuova coltura negli anni a venire. Poiché la popolazione di partenza presenta elevata variabilità genetica, si produrranno dei semi geneticamente diversi, in cui tutti i caratteri presenti nella popolazione di partenza sono stati rimescolati, ma comunque presenti nella progenie che presenterà le stesse caratteristiche della varietà di partenza. Pertanto, i mais locali sono delle varietà a libera impollinazione (*Open Pollinated Varieties* - OPV). Nel caso invece degli ibridi commerciali, impiegati per la produzione di massa soprattutto nelle aree di pianura, i semi derivano dall'incrocio di linee pure altamente omozigoti, così da formare popolazioni di individui tutti uguali tra di loro (F1), sia per quanto riguarda il genotipo (combinazione degli alleli), che per il fenotipo (manifestazione dei caratteri). L'utilizzo della semente prodotta da questi ibridi per nuove coltivazioni porterebbe alla scomparsa dei caratteri precedentemente presenti, sostituiti da altri nuovi, prima non manifesti in quanto recessivi; questo determina in genere forti cali nelle performance agronomiche e pertanto questi semi non vengono utilizzati per nuove coltivazioni, dove risulta più conveniente l'impiego (e dunque l'acquisto) di nuova semente F1.

Nel caso di OPV di mais, l'ibridazione può avvenire per contaminazione con polline proveniente da mais diversi (ibridi commerciali, altri mais OPV): in questo caso si ha l'ingresso di informazioni genetiche nuove che potrebbero comportare la comparsa di nuove caratteristiche all'interno della popolazione, causando la perdita della OPV originale. Nel

caso in cui un agricoltore intenda auto-prodursi il seme di una varietà locale, sarà fondamentale scongiurare fenomeni di questo tipo, producendo così seme in purezza. Per far questo esistono diverse metodologie o accorgimenti, relativamente facili da applicare, quali (1) il distanziamento tra le colture, (2) lo sfasamento temporale delle fioriture e (3) l'impollinazione manuale delle piante.

## Distanziamento tra colture

Lorenzo Stagnati, Giovanna Soffritti, Matteo Busconi

Il distanziamento delle coltivazioni prevede la coltivazione di diverse varietà di mais in appezzamenti posti ad una distanza tale da evitare l'impollinazione incrociata tra di esse. Essendo il mais una specie ad impollinazione allogama in cui il polline viene disperso dal vento, le colture destinate alla produzione di semente pura devono distare almeno 200 metri dalle altre. La presenza di eventuali siepi e filari tra gli appezzamenti, garantisce un miglior isolamento tra le colture. Nel caso in cui non sia possibile garantire questo tipo di distanziamento, le piante destinate alla produzione di seme (piante "portaseme") possono essere isolate circondandole con altre file di mais più esterne, che "cattureranno" il polline proveniente da altre coltivazioni, creando un effetto schermante; in generale si considera una fila per ogni 10 metri di riduzione della distanza. La produzione di semente in purezza di una varietà locale di mais utilizzando il distanziamento, viene effettuata dapprima rimuovendo dall'appezzamento tutte le piante che risultano non conformi; successivamente si individua un nucleo di piante "portaseme", dette anche femmine, in un numero sufficientemente alto da fornire seme per le coltivazioni dell'anno successivo. Ipotizzando di scegliere due file centrali nell'appezzamento, le piante portaseme dovranno esser sottoposte alle seguenti operazioni:

1. Al momento dell'emissione del pennacchio (fiore maschile), prima che questo sia completamente uscito dal cono fogliare e non abbia ancora iniziato a liberare polline, si procede ad emascolare (castrare) la pianta, strappando o tagliando il pennacchio alla base (*figura 14*). Dato che le piante non sono perfettamente sincrone nell'emissione dei pennacchi, sarà necessario ripassare nell'appezzamento ogni giorno fino a quando tutte le piante prescelte non saranno state emasculate. Le file castrate potranno emettere solo l'infiorescenza femminile, che riceverà polline da piante vicine non castrate permettendo così un'impollinazione incrociata all'interno della stessa varietà. Questo garantisce un elevato livello di eterozigotità della semente prodotta e il mantenimento del "vigore ibrido" tipico della varietà in riproduzione.



**Figura 14.** Emasculazione di una pianta di mais. Foto di Lorenzo Stagnati.

2. Qualora sia necessario castrare un numero rilevante di file è bene lasciare una o due file di piante non castrate ogni quattro file di piante emasculate, così da permettere l'impollinazione di tutte le piante portaseme.
3. Al momento della raccolta si procede manualmente sulle file di piante portaseme: si selezionano le spighe più belle, rispondenti alla tipologia varietale, prive di qualsiasi segno di marciume, attacco di insetti o altre alterazioni. Queste spighe, e il relativo seme, devono essere trattate separatamente, evitando confusione con altro seme. Al termine della raccolta delle file portaseme si può procedere alla raccolta del resto del materiale come meglio si crede.

Nelle prove eseguite da T.V. Zapparoli nel 1930, l'utilizzo del seme di piante castrate rispetto all'uso di seme di piante non castrate, permise incrementi tra il 7 e il 9% della produzione nella varietà 'Nostrano dell'Isola', mentre nella varietà 'Pignoletto' (prova del 1926 presso la R. Scuola Agraria Media di Brusegnana – PD) l'aumento misurato fu del 6,3%.

## Sfasamento temporale della fioritura

*Lorenzo Stagnati, Giovanna Soffritti, Matteo Busconi*

Nel caso non sia possibile coltivare le varietà ad una adeguata distanza, è possibile evitare l'impollinazione incrociata sfruttando le diverse epoche di fioritura delle varietà. Questa si esegue seminando in appezzamenti adiacenti varietà con epoche di fioritura molto differenti, ad esempio la varietà A molto precoce adiacente alla varietà B più tardiva. Se seminate contemporaneamente la varietà A fiorirà quando la varietà B sarà ancora in fase vegetativa e quando la varietà B sarà fiorita la varietà A avrà terminato la fase propria riproduttiva. In questo caso è necessario conoscere in precedenza il ciclo vegetativo delle due varietà; è comunque necessaria molta attenzione durante la fase di fioritura per assicurarsi che non vi siano piante eccessivamente precoci o tardive che potrebbero inficiare la buona riuscita della produzione di seme in purezza.



## Impollinazione manuale

*Lorenzo Stagnati, Giovanna Soffritti, Matteo Busconi*

Come dice il nome stesso della pratica, si tratta di un sistema di impollinazione operato manualmente dall'uomo. Questa tecnica è particolarmente laboriosa e richiede un certo livello di pratica; per questo motivo normalmente è destinata a produrre limitati quantitativi di seme da destinare a scopi di ricerca. Il vantaggio di ricorrere all'impollinazione manuale risiede nella possibilità di coltivare un elevato numero di varietà diverse nello stesso appezzamento, garantendo al contempo il mantenimento in purezza. Inoltre, è consigliata quando le prime due modalità sopra descritte non sono adottabili in quanto non è possibile mantenere un adeguato distanziamento tra colture con epoca di fioritura contemporanea.

Il principio su cui si basa questo tipo di tecnica è l'isolamento delle infiorescenze femminili mediante delle barriere fisiche così da impedire qualsiasi impollinazione non programmata. Poiché l'impollinazione manuale viene eseguita una sola volta per ciascuna infiorescenza in un lasso di tempo relativamente breve, il tempismo nell'impollinazione è fondamentale. Molti fattori entrano in gioco per determinare il successo dell'impollinazione: numero di fiori femminili maturi al momento dell'impollinazione, età e stato fisiologico delle setole, abilità dell'operatore nel prelevare il polline e nell'adagiarlo sulle infiorescenze femminili, condizioni climatiche nel periodo di impollinazione per la maggior insorgenza di marciumi rispetto a impollinazioni libere. Per questi motivi è bene considerare che spighe impollinate manualmente producano metà seme rispetto a quelle a libera impollinazione. La gestione di una coltura di mais da impollinare manualmente non presenta diversità sostanziali rispetto a una qualsiasi coltivazione di mais, se non dal momento della fioritura in poi.

Durante la fioritura si opera, quotidianamente, nel seguente modo:

1. Si individuano le piante da destinare a diventare portaseme.
2. Quando le spighe femminili iniziano ad uscire dalle guaine fogliari, ma prima che emettano le setole, si procede a strappare la foglia che porta la prima spiga (quella posta più in alto sulla pianta) che viene immediatamente insacchettata con una busta di carta apposta, generalmente di colore bianco, la quale viene incastrata tra la spiga e lo stocco (*figura 15*). La rimozione della foglia consente di fissare più saldamente la bustina impedendo al vento di sfilarla dalla spiga. La bustina verrà lasciata fino a che la spiga non sarà pronta per essere impollinata e serve per impedire che le setole ricevano polline da fonti indesiderate. Si opera sulla prima spiga in quanto, a livello fisiologico, è quella a cui è destinata la maggior parte delle sostanze prodotte dalla fotosintesi.



**Figura 15.** Spiga femminile coperta con un sacchetto di carta bianco prima che abbia emesso le setole. Il sacchetto viene bloccato, incastrandolo tra la spiga e lo stocco. Foto di Emanuele Vegini.

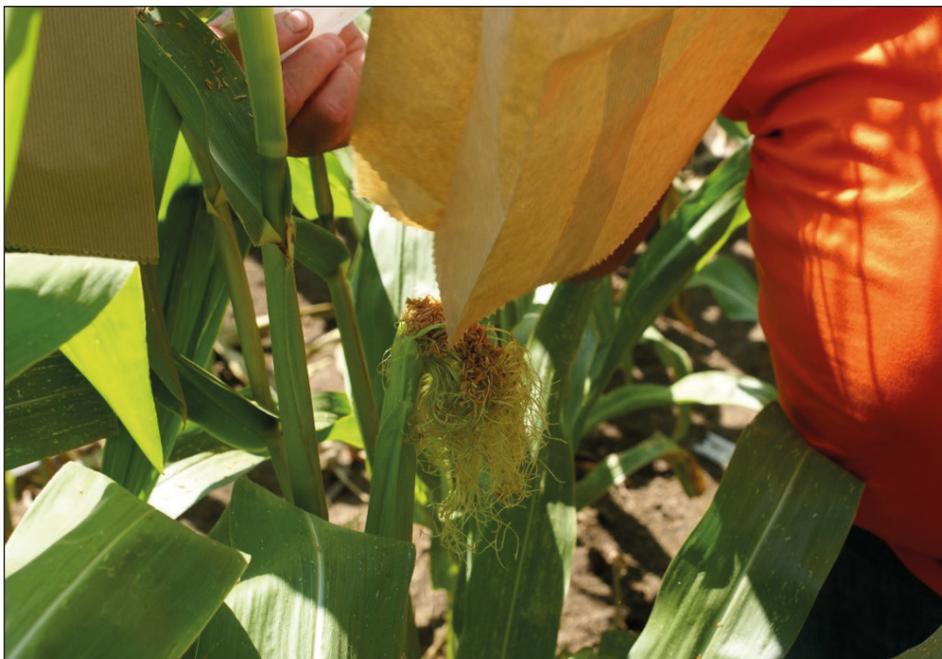
3. La spiga è pronta per l'impollinazione quando ha emesso le setole che sono visibili in controtuce attraverso la bustina bianca. A questo punto si individuano alcune piante che doneranno il polline. In questa fase è importante fare attenzione a non procedere con delle autoimpollinazioni, il che significa evitare di impollinare una pianta con il suo stesso polline.

4. Per la raccolta del polline vengono utilizzati dei sacchetti di carta marrone, su cui viene segnata la data. Una volta individuata l'infiorescenza maschile da cui prelevare il polline si apre il sacchetto facendo attenzione a non inserire le mani in quanto potrebbero essere sporche di polline indesiderato. Successivamente si inserisce il pennacchio della pianta impollinate all'interno del sacchetto, avendo cura di non toccarlo e si scuote leggermente. Questo farà sì che sul fondo del sacchetto si raccolga una discreta quantità di polline misto ad antere (*figura 16*).



**Figura 16.** Fase di raccolta del polline all'interno di sacchetti marroni di carta. Foto di Emanuele Vegini.

5. Una volta raccolto il polline ci si porta presso la pianta da impollinare. La bocca del sacchetto con il polline deve essere in posizione più elevata rispetto alla spiga. Con una mano si toglie il sacchetto bianco e con l'altra si versa il polline sulle sete. Il sacchetto marrone viene poi subito usato per coprire la spiga appena impollinata (*figura 17*).



**Figura 17.** Deposizione del polline contenuto nel sacchetto marrone sopra gli stili dell'infiorescenza femminile. Foto di Emanuele Vegini.

6. Dopo aver ricoperto l'infiorescenza femminile con il sacchetto marrone, due ali del sacchetto vengono passate attorno allo stocco e fissate posteriormente con alcuni punti di pinzatrice (*figura 18*).

---



**Figura 18.** Copertura dell'infiorescenza femminile con il sacchetto marrone, dopo l'impollinazione manuale. Foto di Emanuele Vegini.

7. Alla raccolta si procede dapprima con le spighe incappucciate che verranno selezionate una ad una, conservate e trattate separatamente. Le spighe non incappucciate possono essere raccolte e destinate alla produzione.





## **Il distanziamento delle coltivazioni**

*Emanuele Vegini, Matteo Busconi*

Uno degli aspetti più critici relativi alla coltivazione dei mais locali è quello di mantenere le varietà vigorose e in purezza negli anni, conservando quell'identità precisa che le rende uniche e differenti dalle altre. Per far ciò è importante operare in modo da assicurare di generazione in generazione un'elevata variabilità genetica della popolazione, garantendo al contempo il permanere dei geni caratteristici che la rendono unica; per questo motivo è fondamentale che di anno in anno vengano utilizzate sementi pure, cioè provenienti da coltivazioni dell'anno precedente in grado di garantire i requisiti genetici sopra descritti.

Come illustrato nei capitoli precedenti, il mais è una pianta ad impollinazione anemofila e allogama, dove il polline prodotto dall'infiorescenza maschile viene disperso per azione del vento, riuscendo così a fecondare fiori femminili di altre piante anche a lunga distanza. Il polline del mais, quando viene trasportato dal vento, è in grado di mantenersi vitale nelle giuste condizioni climatiche anche per centinaia di metri; questo significa che due campi di mais, per evitare incroci spontanei non voluti, dovrebbero essere mantenuti separati tra di loro. In genere la distanza di isolamento minima per ridurre il rischio di incroci non voluti con altre *cultivar* dovrebbe essere di almeno 200-250 metri: in queste condizioni la probabilità che del polline di altre colture riesca a raggiungere e fecondare le piante coltivate è molto bassa, favorendo così l'incrocio tra gli individui dello stesso campo, evitando perciò contaminazioni da altre varietà e mantenendo le caratteristiche varietali tipiche.

Per la realizzazione dei campi dimostrativi sono state selezionate tre varietà di mais tipiche di due distinte aree interne di Regione Lombardia, alla quale sono state aggiunte altre due tipiche dell'Appennino Emiliano, scelte considerando la pigmentazione delle cariossidi, in modo da rendere più chiaro il fenomeno dell'ibridazione. Le varietà selezionate sono:

- Mais 'Rostrato della Valchiavenna' – Valchiavenna, Alpi lombarde, con semi rosso scuro.
- Mais 'Ottofile del pavese' – Appennino Pavese, con semi arancioni
- Mais 'Marano del pavese' – Appennino Pavese, con semi arancioni
- Mais 'Santa Sofia' – Appennino Tosco-Romagnolo, con semi gialli (FC)
- Mais 'Cinquantino bianco' – Appennino Emiliano, con semi bianchi (MO).

Per le dimostrazioni in campo sono state coinvolte due aziende agricole locali, quali l'Azienda Agricola Terre Villane di Romagnese (PV) nell'Appennino Pavese e il Consorzio Forestale di Prata Camportaccio (SO) in Valchiavenna. In ciascuna delle due località sono stati allestiti dei parcelloni utilizzando le diverse varietà di mais selezionate e lasciate a libera impollinazione, allo scopo di dimostrare il grado di ibridazione dei diversi ecotipi in mancanza di appositi accorgimenti colturali.



**Figura 19.** Campo dimostrativo ad impollinazione libera realizzato nel 2021 presso il Consorzio Forestale di Prata Camportaccio (SO). Foto di Emanuele Vegini.



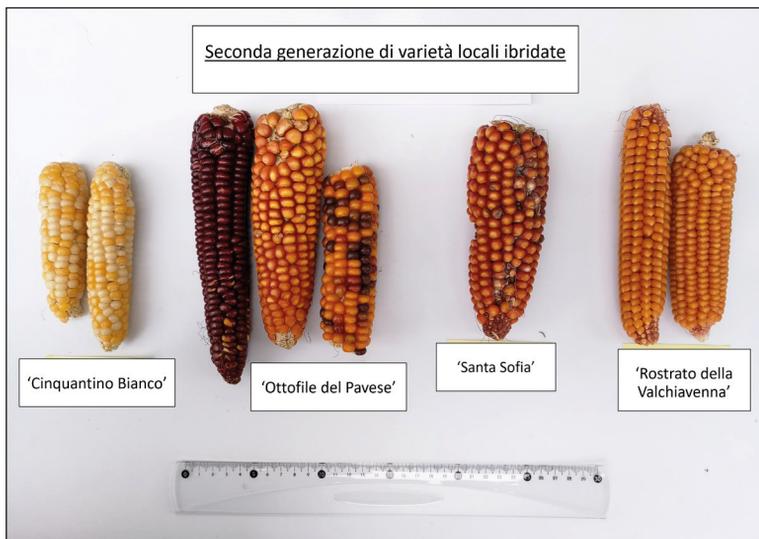
**Figura 20.** Visita ai campi dimostrativi di mais nell'Azienda Agricola Terre Villane di Romagnese (PV). Sullo sfondo i parcelloni di mais lasciati a libera impollinazione. Foto di Francesco Ferrari.

Ciascuna delle varietà selezionate è stata pertanto allevata a stretto contatto con le altre, secondo un preciso schema di coltivazione dove al centro è stata posta la varietà tipica della località in cui si operava, ossia il mais 'Ottofile del Pavese' per l'Appennino Pavese e il mais 'Rostrato della Valchiavenna' per l'area alpina. L'avvio delle coltivazioni 2021 è avvenuto utilizzando semente pura fornita dalla Banca del Germoplasma Vegetale dell'Università di Pavia; le semine dei diversi ecotipi è stata eseguita in epoche differenti in modo da avere tutte le varietà in fioritura nel medesimo momento. Al termine del primo anno di coltivazioni le spighe presentavano già i primi segni di ibridazione come riportato in *figura 21*, dove sono chiaramente visibili delle cariossidi gialle in spighe di mais 'Cinquantino bianco', caratterizzato da cariossidi bianche.



**Figura 21.** Spighe della varietà 'Cinquantino bianco' ibridate già al primo anno di coltivazione: si notino le cariossidi gialle, segno di incrocio con polline proveniente da una varietà differente. Foto di Laura Donin.

Nel 2022 le stesse coltivazioni sono state ripetute utilizzando come semente di partenza quella ottenuta l'anno precedente nei medesimi campi, allo scopo di dimostrare l'importanza dell'utilizzo di semente pura per la coltivazione di varietà locali. A conclusione del ciclo produttivo sono state raccolte spighe ibride di seconda generazione, dove le differenze morfo-fisiologiche appaiono più evidenti e marcate, come riportato in *figura 22*, dove si possono constatare le differenze tra una spiga ibridata a sinistra ed una coltivata in purezza a destra, entrambe di mais 'Rostrato della Valchiavenna'.



**Figura 22.** Spighe ibridate di seconda generazione di differenti varietà locali di mais coltivate nel 2022 nei campi dimostrativi dal Consorzio Forestale di Prata Campportaccio (SO). Foto di Laura Donin.

Come illustrato nei capitoli precedenti, nel caso in cui non sia possibile l'isolamento riproduttivo per la produzione di semente in purezza, è possibile procedere con l'impollinazione controllata di un determinato numero di spighe preselezionate. Per questo motivo, all'interno dei parcelloni alcune spighe sono state impollinate utilizzando questa tecnica: nella figura 22, la spiga di 'Rostrato della Valchiavenna' di destra è stata coltivata in questo modo.



## La produzione di semente in purezza

Emanuele Vegini, Matteo Busconi

Oltre ai campi ad impollinazione libera realizzati per dimostrare il fenomeno dell'ibridazione, causa della perdita delle caratteristiche varietali, sono stati realizzati anche campi dimostrativi per la produzione di seme in purezza. Per quest'azione le diverse varietà sono state coltivate lontano da altre colture di mais presenti in zona, ad una distanza minima di 250-300 metri. Le varietà coltivate in questo modo sono state il mais 'Ottofile del Pavese' per l'area dell'Appennino Pavese e il mais 'Rostrato della Valchiavenna' per l'areale alpino (*figura 23*).



**Figura 23.** Mais 'Rostrato della Valchiavenna' coltivato in purezza presso il Consorzio Forestale di Prata Camportaccio (SO). Foto di Emanuele Vegini.

Dalla semente ottenute nel 2021 sono state ripetute le medesime coltivazioni nel 2022 nei medesimi siti. Nonostante la perdurante siccità che ha caratterizzato il 2022, le coltivazioni hanno prodotto spighe con semente pura ossia senza segni di fenomeni di ibridazione, come illustrato nella *figura 24*, dove le spighe sono state temporaneamente appese prima della sgranatura dei semi. Con quest'attività è stata dimostrata l'importanza di produrre semente pura per il mantenimento delle caratteristiche genetiche delle varietà da impiegare per l'avvio di filiere produttive locali, permettendo così la loro conservazione *on farm* nel tempo.



**Figura 24.** Spighe di mais 'Rostrato della Valchiavenna' esposte al sole ad essicare. Foto di Graziano Rossi.

## BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

AA.VV. (2007). Il mais. Collana Coltura e Cultura, ART servizi editoriali S.p.A., Bologna.

Ardenghi N.M.G., Rossi G., Guzzon F. (2018). *Back to beaked: Zea mays subsp. mays Rostrata Group in northern Italy, refugia and revival of open-pollinated maize landraces in an intensive cropping system*. PeerJ: 6, 5123. doi: 10.7717/peerj.5123. PMID: 30013830; PMCID: PMC6035727.

Baldoni R., Giardini L. (2001). Coltivazioni erbacee – Cereali e Proteaginose. Patron Editore, Bologna.

Bertolini M., Verderio A., Motto M., Berardo N., Brugna E., Balduini C. (2002). Mais in Lombardia: varietà tradizionali. Quaderni della Ricerca Regione Lombardia, Milano.

Bertolini M., Franchi R., Frisanco F. (2005). Il mais: una storia anche trentina. San Michele all'Adige (TN): Istituto Agrario di San Michele all'Adige. ISBN:88-7843-003X.

Brandolini A., Brandolini A. (2009). *Maize introduction, evolution and diffusion in Italy*. Maydica: 54, 233-242.

Brandolini A., Brandolini A. (2006). Il mais in Italia. Storia naturale e agricola – 2st edizione. CRF Press, Bergamo.

Canella M., Ardenghi N.M.G., Mueller J.V., Rossi G., Guzzon F. (2022). *An updated checklist of plant agrobiodiversity of northern Italy*. Genet. Resour. Crop Evol.: 69, 2159-2178.

Guzzon F., Ardenghi N.M.G., Bodino S., Tazzari E.R., Rossi G. (2019). Guida all'agrobiodiversità della Provincia di Pavia. Riscoperta conservazione e valorizzazione. Pavia, University Press.

Mattioli P.A. (1568). I discorsi di M. Pietro Andrea Matthioli nelli sei libri di Pedacio Discoride. Ed. Vincenzo Valgrisi, Venezia.

MIPAAF (2013). Linee guida per la conservazione e la caratterizzazione della biodiversità vegetale di interesse per l'agricoltura. Piano Nazionale sulla Biodi-

versità di interesse Agricolo. Roma, INEA.

Rossi G., Guzzon F., Canella M., Tazzari E.R., Cauzzi P., Bodino S., Ardenghi N.M.G. (2019). Le varietà agronomiche lombarde tradizionali a rischio di estinzione o di erosione genetica. Ortive e cerealicole: uno sguardo d'insieme. Pavia University Press.

Rossi G., Tempesti S., Alberti D., Canella M., Fontana M., Ravasio A. e Ardenghi N.M.G. (2021). Varietà ortive e cerealicole del Parco Nazionale e del GAL "L'altra Romagna". Agrobiodiversità tradizionale nella Romagna collinare e montana. Parco Nazionale delle foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna.

Ronchi L., Brugna E. (2019). Le norme per la tutela e la valorizzazione della biodiversità agricola e alimentare. In: Rossi G. *et al.*, Le varietà agronomiche lombarde tradizionali a rischio di estinzione o di erosione genetica. Ortive e cerealicole: uno sguardo d'insieme. Regione Lombardia. Progetto Relive PSR: pp. 159-165.

Perotti R., (2004). Un'autobiografia dal... paiolo. I quaderni del Ticino, Centro Studi Politico-Sociali "J.F. Kennedy": XI n° 50, 92-95.

Stagnati L., Busconi M., Rossi G., Marocco A., Ferrari F., Soffritti G., Vegini E. (2022). Mais tradizionali locali in Regione Lombardia". Progetto RESILIENT, PSR Regione Lombardia – Università degli Studi di Pavia.

Stagnati L., Martino M., Soffritti G., Lanubile A., Ravasio A., Marocco A., Rossi G., Busconi M. (2021). *Microsatellite and morphological characterization of three Rostrato di Val Chiavenna (Sondrio, Italy) maize (Zea mays L.) accessions*. G net. Resour. Crop. Evol: 68, 3025–3038.

Stitzer M.C., Ross-Ibarra J. (2018). *Maize domestication and gene interaction*. New Phytol.: 220(2), 395-408.

Zapparoli T.V. (1930). Il Granoturco. Biblioteca Agricola "Paravia", G.B. Paravia & C., Torino.

## SITOGRAFIA

1. Cerzoo, Università del Sacro Cuore di Milano

<https://cerzoo.com/it/site/page/history>

1. European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources

<http://www.ecpgr.cgiar.org/aegis/aegis-homepage/>

2. ISTAT - Agricoltura

<https://www.istat.it/it/agricoltura?dati>

3. Portale della Flora d'Italia

<https://dryades.units.it/floritaly/index.php>

2. Progetto RESILIENT

<https://resilient.unipv.it>

4. The Plant List

[www.theplantlist.org](http://www.theplantlist.org)

5. Taxonomy – National Library of Medicine

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/taxonomy>

## RINGRAZIAMENTI

Gli autori sono grati a tutti coloro che hanno contribuito a vario titolo alla realizzazione del progetto RESILIENT. In particolare si ricordano:

Davide Trussoni, Renato Dolci, Pietro Melgara, Andrea Copes, Maria Chiaravalli, Chiara Paggi (Comunità Montana Valchiavenna); Guido Pasini, Liliana Bonini, Sara Martelletti, Laura Donin (Consorzio forestale di Prata Camportaccio); Luciano Masolini, Michele Balatti (agricoltori custodi in Valchiavenna); Andrea e Gabriele Mori (agricoltori custodi in Oltrepò Pavese); Lorenza Tam (Legambiente Valchiavenna); Antonio Scaramellini (Giardino Alpino Valcava di Madesimo); Elena Rita Tazzari, Marco Scalora, Gloria Rozzarin, Micol Orenco (Università di Pavia - DSTA); Claudio Santagostini, Luca Galliano, Daniela Boggiani, Elena Caldirola (Università di Pavia-IDCD).



APPENDICE

**Schede descrittive di alcune varietà locali di mais  
impiegate nel progetto RESILIENT**



## Mais 'Rostrato della Valchiavenna'

Con il nome 'Rostrato di Valchiavenna' sono attualmente riportate in letteratura tre varietà di mais che appaiono morfologicamente diverse tra loro e solo una di esse è riconosciuta attualmente dagli abitanti della Valchiavenna come tipo "originale", più o meno rostrato e tipicamente rosso. Per questo motivo i suddetti genotipi sono stati oggetto di studio approfondito da parte di Università Cattolica del Sacro Cuore di Milano, sede di Piacenza e dell'Università degli Studi di Pavia: si sono prese in considerazione le tre accessioni norte di Mais 'Rostrato di Valchiavenna' ed eseguito una caratterizzazione morfologica e genetica al fine di chiarire le relazioni tra di esse. I tre mais chiamati 'Rostrato di Valchiavenna' sono quelli forniti del Consorzio Forestale di Prata Camportaccio (RVC\_PC), l'accessione della signora Miracca Anna, (RVC\_Miracca) e quello conservato presso il CREA-CI di Bergamo (VA1196). Al fine della corretta valorizzazione della varietà, è stato necessario procedere anche ad una corretta caratterizzazione storica, oltre che morfologica e genetica.



**Figura 25.** Spiga di mais 'Rostrato della Valchiavenna'. Foto di Claudio Ballerini. Origine: Famiglia Masolini Luciano di Gordona (SO), Agriturismo La Campagnola.

**Descrizione:** l'accessione RVC\_CREA è caratterizzata da piante alte circa 2,5-3 metri con inserzione della spiga piuttosto bassa a 0,9 m da terra. L'accessione ha le setole della spiga e le glume del pennacchio prive di colorazione antocianina che è invece presente sulle antere. Le spighe, di forma cilindro-conica, sono lunghe 12-15 cm, hanno un diametro di 43 mm e presentano mediamente 14 ranghi di cariossidi giallo-arancioni, rostrate e con frattura intermedia tra farinosa e vitrea. Il tutolo si presenta di colore rosato, talvolta bianco. L'accessione RVC\_MIRACCA è caratterizzata da notevole vigore vegetativo e risulta più tardiva rispetto alla precedente. Le piante raggiungono i 3 metri di altezza e la prima spiga è inserita a 1,6 m da terra. Assente la colorazione antocianina sulle glume e sulle setole mentre è presente sulle antere. Le spighe, che hanno forma cilindrica, hanno una lunghezza media di 15 cm, un diametro medio di 42 mm e presentano 14-16 ranghi di cariossidi di colore che può andare dall'arancione al rosso. Le cariossidi possono essere più o meno serrate tra loro, presentare una piccola area chiara (giallo-arancione) all'apice a volte accompagnata da una piccola dentatura. Caratteristica è la presenza del rostro apicale, più o meno accennato. Il tutolo si presenta di colore rosso. L'accessione RVC\_PC è caratterizzata da notevole vigore vegetativo con piante che superano i 3 metri di altezza e portano la spiga a 1,7 m da terra. Questa accessione risulta essere la più tardiva di quelle note come 'Rostrato di Valchiavenna'. La pigmentazione antocianica è presente sulle glume, sulle antere e sulle setole. Le spighe sono lunghe mediamente 22 cm, hanno diametro di 42 mm e forma cilindrica. Sul tutolo, di colore bianco, si inseriscono generalmente 14 ranghi di cariossidi con pigmentazione rosso scuro e frattura semidentata. La rostratura della cariosside è ben pronunciata. Quest'ultima accessione è quella che in Valchiavenna è considerata essere l'ideotipo originario della varietà in questione.

**Storia:** l'accessione RVC\_CREA è stata campionata nel 1982 nel Comune di Chiavenna (SO) e da allora mantenuta in purezza. L'accessione RVC\_Miracca è stata campionata nel 2015 ed è l'accessione con il rostro maggiormente pronunciato e la più simile, per quanto riguarda la morfo-

logia della spiga, con l'accessione del CREA. Una serie di incontri con la famiglia donatrice ha permesso di ipotizzare l'origine del materiale: nel dopoguerra il padre della signora Anna si trasferì dal Pavese, di cui era originario, in Valchiavenna, portando con sé del mais della propria famiglia per continuarne la coltivazione. E' possibile che, nel corso dei decenni, siano avvenuti uno o più eventi di introgressione (ingresso di caratteri derivanti da altre varietà) con del materiale già presente in valle e successive selezioni inconsapevoli abbiano portato alla genesi dell'accessione campionata. L'accessione RVC\_PC è stata campionata nel 2016 nel corso di indagini etnobotaniche svolte dal personale dell'Università di Pavia: l'accessione è stata donata in origine dal Sig. Balatti Michele (classe 1951), in località San Pietro nel Comune di Samolaco (SO), che lo coltiva personalmente da almeno 30 anni, avendolo ricevuto dal padre e, questi, dal nonno. Altre accessioni di mais locali sono state reperite in zona: si tratta di materiali assai variabili, a volte rostrati oppure no e con colorazione dal giallo al rosso scuro. Indagini presso agricoltori e anziani della zona hanno permesso di individuare nell'accessione del Sig. Balatti quella più rispondente ai ricordi delle persone intervistate. Questa accessione è stata presa in carico dal personale del Consorzio Forestale di Prata Camportaccio che ne curano il mantenimento in purezza, la selezione, la coltivazione e la valorizzazione commerciale.

**Località di coltivazione attuale:** RVC\_PC è attualmente coltivato nei comuni della Comunità Montana della Valchiavenna grazie all'interessamento del Consorzio Forestale di Prata Camportaccio che ha curato nel 2021 e 2022 anche l'allestimento dei campi per la produzione di semente in purezza nell'ambito del progetto RESILEINT. RVC\_Miracca è coltivato dalla famiglia Miracca a Prata Camportaccio, mentre RVC\_CREA non è in coltivazione.

**Status di conservazione:** i semi delle tre diverse accessioni di 'Rostrato di Valchiavenna' sono conservati presso la Banca del Germoplasma Vegetale dell'Università di Pavia e presso la collezione di mais dell'Università Cattolica del Sacro Cuore con sede a Piacenza, mentre presso il CREA-CI

di Bergamo è conservata l'accessione RVC\_CREA. Il Consorzio Forestale di Prata Camportaccio cura il mantenimento e la selezione dell'accessione RVC\_PC in appositi campi da seme allestiti in isolamento da altri mais, in parte realizzati anche nell'ambito del progetto RESILIENT. Periodicamente viene controllata la presenza di eventuali piante fuori tipo o aberranti che vengono eliminate. All'emissione del pennacchio si scelgono un certo numero di piante/file in mezzo al campo da destinare a file portaseme mediante emasculazione. Questo consente di evitare autoimpollinazione e mantenere un certo livello di "vigore ibrido" all'interno della varietà locale. Alla raccolta, le spighe sono scelte per sanità, rispondenza al tipo desiderato, rostratura prominente e buona fecondazione. Relativamente alla rostratura, l'accessione campionata nel 2016 non presentava un rostro così prominente. L'indagine etnobotanica ha ricostruito come la sgranatura, effettuata manualmente, era demandata ai bambini. Questi, dovendo sgranare anche le spighe da seme, preferivano quelle meno rostrate per non pungersi le mani. Attualmente, a seguito di selezione massale verso la cariosside rostrata, il mais RVC\_PC ha recuperato la sua caratteristica originaria.

**Coltivazione:** la preparazione del terreno avviene ad aprile, con una concimazione a base di letame bovino. La semina inizia a maggio, utilizzando le cariossidi ottenute dall'opportuna selezione massale del precedente raccolto. La densità di impianto prevede una distanza di interfila di circa 70 cm e di 30 cm lungo la fila. Il diserbo è meccanico e generalmente non vengono effettuati interventi di irrigazione grazie al carattere "rustico" della varietà. Le forme adulte presentano non di rado due o più spighe femminili. La raccolta viene effettuata manualmente verso la metà di ottobre e le spighe liberate dalle brattee vengono vagliate, per selezionare solo quelle visibilmente sane. La loro essiccazione avviene naturalmente, all'aria e al sole. La farina ottenuta dalla molitura a pietra conferisce alle preparazioni un gusto intenso e deciso.

**Usi culinari tradizionali:** produzione di farina da polenta mediante molitura a pietra; se tritata grossolanamente, la farina presenta una colo-

razione rossastra data dai residui dei tegumenti esterni delle cariossidi, mentre tende a scomparire se macinata finemente. La polenta presenta un retrogusto amarognolo tipico di questa varietà. Con la farina possono esser preparati anche dolci come biscotti.

Una coltivazione storica di questo mais, in uso nel loro agriturismo e in vendita come farina da polenta, è quella realizzata dalla famiglia Masolini di Gordona (SO), Az. agricola "La Campagnola". Tale coltivazione, risalente al XIX secolo venne acquisita con la proprietà del fondo, come testimoniato dal decano della famiglia, Sig. Luciano.

**Bibliografia di riferimento:** Ardenghi *et al.*, 2018; Bertolini *et al.*, 2002; Rossi *et al.*, 2019; Stagnati *et al.*, 2021; Stagnati *et al.*, 2022.

**Sitografia di riferimento:** progetto RESILIENT, <https://resilient.unipv.it/>



## Mais 'Marano dell'Oltrepò pavese'

**Sinonimi:** Malga rüsa, Merano

**Descrizione:** questo mais tipo 'Marano' è un mais a ciclo vegetativo medio che nel suo luogo di origine, caratterizzato da terreni asciutti, poco profondi e con sottosuolo pietroso, raggiunge 1,8-2 m di altezza, mentre in terreni freschi, fertili e irrigui arriva a 2,5-3 m. La spiga è inserita bassa sullo stocco sottile ed elastico, al 5°-6° nodo apparente. Il 'Marano', nonostante presenti uno sviluppo piuttosto modesto, risulta molto produttivo perché tollera investimenti maggiori rispetto ad altre varietà: fino a 5-6 piante al metro quadro in terreni fertili e irrigui e, poiché presenta il distintivo carattere polispiga raggiunge produzioni di 60-65 fino a 80 quintali per ettaro. Le spighe sono lunghe mediamente 15 cm, hanno tutolo bianco e presentano 12-14 ranghi di cariossidi che possono avere andamento destrogiro o sinistrogiro. Le cariossidi, di colore rosso aranciato, hanno fattura vitrea e lucida, sono compresse e ben serrate tra loro. Le qualità molitorie e organolettiche sono ottime come quelle del Pignoletto d'Oro (varietà vicentina).



**Figura 26.** Spighe di mais 'Marano' dell'Oltrepò Pavese. Foto di Claudio Ballerini.

**Storia:** questa varietà, nella forma tipica ('Vicentino') vide la luce verso il 1890 per l'opera dell'agricoltore di Marano Vicentino Antonio Fioretti. Fioretti realizzò l'incrocio intervarietale tra 'Pignoletto d'Oro' e 'Nostrano Locale'. Come portaseme venne utilizzato il 'Pignoletto d'Oro' di Rettogole di Caldogno (Vicenza), varietà tardiva con granella vitrea molto colorata tendente al rosso, e mentre come impollinatore il 'Nostrano Locale', mais più precoce (un mais cinquantino), con piante di piccola taglia e spighe coniche e granella poco pigmentata. La semente prodotta dall'incrocio venne seminata negli anni successivi nell'Azienda Fioretti e si suppone si sia avuta ulteriore introgressione dal 'Nostrano Locale' presente nelle vicinanze. Negli anni successivi Fioretti iniziò un'opera di selezione massale basata sulla qualità (decisamente superiore rispetto al 'Nostrano Locale') e sulla produzione. I campi di selezione erano in un podere dove la contaminazione con altri mais risultava minima e i criteri applicati riguardavano la robustezza delle piante, riduzione della taglia e presenza di doppia spiga sulla pianta. Nel corso di 20 anni di selezione, Fioretti, apportò notevoli miglioramenti organolettici e molitori: la nuova varietà fu chiamata 'Marano Vicentino'. Dal 1934 la Stazione Sperimentale di Maiscoltura di Bergamo diresse, collaborando con l'Ispettorato provinciale di Vicenza, la selezione di massa del 'Marano' per disciplinare la moltiplicazione di seme controllata in una "zona tipica". Il 'Marano' ottenne il marchio governativo nel 1940 e la commercializzazione venne affidata al Consorzio Agrario Cooperativo di Vicenza.

**Località di coltivazione attuale:** il 'Marano' era coltivato su tutto il territorio nazionale. Un'accessione (VA56) venne campionata nel 1954 a Oreno di Vimercate (MB) durante la raccolta del germoplasma maidicolo italiano. Recentemente, alcuni campioni sono stati acquisiti dalla Banca del Germoplasma Vegetale dell'Università di Pavia nelle zone collinari e montane dell'Oltrepò Pavese (Fortunago, Romagnese, Santa Maria della Versa). Tra il 2020 e 2022 sono state avviate nuove coltivazioni presso l'azienda agricola Terre Villane di Romagnese (PV) dei cugini Mori, nell'ambito del progetto RESILIENT, che proseguono con un'ampia produzione.

**Status di conservazione:** i semi delle accessioni pavesi sono conservati presso la Banca del Germoplasma Vegetale dell'Università di Pavia.

**Coltivazione:** in passato si seminava tra maggio e giugno, anche in secondo raccolto dopo altre colture, soprattutto foraggiere, raramente frumento che raccogliendosi a fine giugno avrebbe fatto tardare troppo il ciclo del mais. La raccolta avveniva a metà settembre. Le coltivazioni di mais da foraggio potevano essere seminate fino ad agosto inoltrato. Usi culinari tradizionali: le cariossidi vengono macinate per produrre farina da polenta; spesso la farina di 'Marano pavese' viene mescolata con altre farine di mais, come quella degli Ottofile.

**Bibliografia di riferimento:** Bertolini *et al.*, 2002; Brandolini & Brandolini, 2006; Guzzon *et al.*, 2019; Rossi *et al.*, 2019; Stagnati *et al.*, 2022; Zapparoni, 1930.

**Sitografia di riferimento:** progetto RESILIENT, <https://resilient.unipv.it/>



## Mais 'Ottofile del Pavese'

**Sinonimi:** Mélga, Ottofile pavese, Ottofile Voghera, Ottofile vogherese, Vot tér

**Descrizione:** il mais 'Ottofile del Pavese' è un mais a ciclo medio che matura entro il mese di agosto laddove seminato ad aprile come nelle condizioni di pianura. Le piante hanno un'altezza prossima a 1,9-2 m e portano una spiga cilindrica lunga 20-25 cm con un diametro di 35 mm. Come suggerisce il nome varietale, il numero di ranghi è pari a 8, le cariossidi hanno frattura vitrea, si presentano appiattite e di colore arancione.



**Figura 27.** Spiga di mais 'Ottofile del Pavese'. Foto di Filippo Guzzon.

**Storia:** ampiamente coltivato in tutta la provincia di Pavia fino agli anni '60 del XX secolo per la produzione di farina da polenta, la sua coltivazione era abbondante anche nelle zone montane dell'Oltrepò Pavese. L' 'Ottofile del Pavese' è quasi scomparso a seguito dell'introduzione dei mais ibridi di origine americana e si è mantenuto grazie a pochissimi agricoltori che lo hanno seminato fino ai nostri giorni come consuetudine familiare nei comuni di Santa Maria della Versa, Santa Margherita della Staffora e Varzi (PV). Il lavoro di Brandolini e Brandolini (2006) riporta

per la Provincia di Pavia un Ottofile chiamato “Voghera”, mentre l’appellativo “Pavese” conferisce una diffusione più ampia in quanto la coltivazione dell’Ottofile’ era diffusa in tutto il territorio e non solo limitata all’area di Voghera; lo stesso campione di riferimento del germoplasma italiano proviene da Zinasco in Lomellina (VA61). La coltivazione è stata reintrodotta nel territorio provinciale, sia in aree di pianura che collinari e montane dell’Oltrepò con semi recuperati presso il CREA e la Banca del Germoplasma Vegetale dell’Università di Pavia.

**Località di coltivazione attuale:** è sporadicamente coltivato in alcune zone collinari dell’Oltrepò Pavese a Varzi (località Pietragavina, sig. Dino Guidi; sig. Andrea Livini), Santa Maria della Versa (sig. Eugenio Achilli), Santa Margherita della Staffora (famiglia Primo Volpini, agriturismo “Il Biancospino”), Romagnese (azienda agricole Terre Villane, cugini Mori) e da pochissime famiglie che lo producono da lungo tempo come tradizione familiare. Da 10-15 anni è stato riportato a Ponte Nizza (frazione San Ponzo Semola, Azienda Verardo - PV) e più recentemente, grazie al progetto Attiv-Aree, in altre aziende dei comuni di Val di Nizza, Romagnese e Zavattarello. Nelle zone di pianura tra Pavia e Voghera è stato riscoperto e coltivato grazie all’impegno dell’Istituto Tecnico Agrario Statale “Carlo Gallini” di Voghera. Tra il 2020 e 2022 sono state avviate coltivazioni in purezza presso l’azienda agricola Terre Villane di Romagnese (PV), nell’ambito del progetto RESILIENT, grazie a cui la coltura ora si sta molto sviluppando.

**Status di conservazione:** con decreto del MASAF (Ministero dell’Agricoltura, della Sovranità Alimentare e delle Foreste) del 18 novembre 2022 l’Ottofile del Pavese’ è stato iscritto al registro nazionale delle Varietà da Conservazione (codice 23216); i semi utilizzati per la recente rimessa in coltura provengono dal campione conservato presso il CREA e campionato nel 1954 a Zinasco. Ulteriori accessioni, reperite dal 2012 in poi, sono conservate presso la Banca del Germoplasma Vegetale dell’Università di Pavia. Da diversi anni l’ITAS Gallini di Voghera lo mantiene in purezza, così anche dal 2020 l’Azienda agricola Terre Villane di Roma-

gnese (PV), nell'ambito del progetto RESILIENT. La possibile commercializzazione della semente ora è stata affidata all'azienda Apsov sementi di Voghera (PV).

**Coltivazione:** la semina avviene in aprile nelle zone di pianura mentre in collina e montagna si può arrivare a maggio o addirittura a inizio giugno. La raccolta avviene ad agosto in pianura e a settembre-ottobre in collina e montagna. Molte delle lavorazioni sono effettuate manualmente viste le piccole superfici investite, come la raccolta manuale, eseguita con attenta cernita delle spighe scartando quelle che si presentano ammuffite. La produzione è modesta con 15-20 quintali per ettaro.

**Usi culinari tradizionali:** il mais 'Ottofile del Pavese' è coltivato principalmente per la farina da polenta, ma si stanno sperimentando altri tipi di prodotti come la farina per dolci (fioretto), birra tipo weiss, gallette, pasta per celiaci e prodotti da forno come pane e biscotti. La tradizione locale vuole che con il fioretto di Ottofile Pavese si preparino i pangialdini, tipici dolci della festività dei morti (2 novembre).

**Bibliografia di riferimento:** Brandolini & Brandolini, 2006; Bertolini *et al.*, 2002; Rossi *et al.*, 2019; Stagnati *et al.*, 2022.

**Sitografia di riferimento:** progetto RESILIENT, <https://resilient.unipv.it/>



Univers Edizioni stampa su carta prodotta a partire da boschi gestiti in maniera responsabile.  
Un impegno per la sostenibilità ambientale.

Finito di stampare nel mese di dicembre 2022