



PS-GO “VARITOSCAN-Clima
sottomisura 1.2 Cup Artea 833319

Il miglio: stato attuale e tecniche agronomiche



BIBLIOGRAFIA

Amadou, I.; Gounga, M.E.; Le, G.-W. (2013) - *Millet: Nutritional composition, some health benefits and processing—A Review*. Emir. J. Food Agric., 25, 501–508.

Arendt and Zannini (2013) - *Cereal grains for the food and beverage industries*, 1st Edition.

Baltensperger, D.D. (1996) - *Foxtail and Proso Millet*. In *Progress in New Crops*, Janick, J., Ed.; ASHS Press: Alexandria, VA, USA, pp. 182–190.

Baltensperger, D.; Lyon, D.; Anderson, R.; Holman, T.; Stymiest, C.; Shanahan, J.; Nelson, L.; Deboer, K.; Hein, G.; Krall, J. (1995) - *Producing and Marketing Proso Millet in the High Plains*; University of Nebraska-Lincoln Extension: Lincoln, MI, USA.

Baltensperger, D.D. (2002) - “*Progress with proso, pearl and other millets*” in *Trends in New Crops and New Uses*, eds J.Janick and A.Whipkey (Alexandria: ASHS Press), 100–103.

Baltensperger D. and Cai Y.Z. (2004) - *Millets minor*, in *Encyclopedia of Grain Science*.

Bandyopadhyay T., Muthamilarasan M. and Prasad M. (2017) - *Millets for Next Generation Climate-Smart Agriculture*, *Frontiers in Plant Sciences*.

FAO (2005) - *Production and processing of small seeds for birds*.

FAO (2018) - *The Future of Food and Agriculture Alternative Pathways to 2050*; FAO: Rome, Italy.

Flajšman, M., Štajner N., Ačko D.K. (2019) - *Genetic diversity and agronomic performance of Slovenian landraces of proso millet (*Panicum miliaceum* L.)*. Turk. J. Bot., 43 (2): 185-195. <https://doi.org/10.3906/bot-1807-83>

Habiyaremye, C.; Matanguihan, J.B.; D'Alpoim Guedes, J.; Ganjyal, G.M.; Whiteman, M.R.; Kidwell, K.K.; Murphy, K.M. (2017) - *Proso Millet (*Panicum miliaceum* L.) and Its Potential for Cultivation in the Pacific Northwest, U.S.: A Review*. Front. Plant Sci., 7.

Koutroulis, A. G. (2019) - *Dryland changes under different levels of global warming*. Science of The Total Environment, 655, 482–511. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2018.11.215>

Kumar, A.; Tomer, V.; Kaur, A.; Kumar, V.; Gupta, K. (2018) - *Millet: A solution to agrarian and nutritional challenges*. Agric. Food Secur., 7, 31.

Lyon, D.J.; Burgener, P.A.; DeBoer, K.L.; Hein, G.L.; Hergert, G.W.; Holmon, T.L.; Nelson,

L.A. (2008) - *Proso Millet in the Great Plains*. University of Nebraska-Lincoln, Extension Article EC137. 2008. Available online: <http://extensionpublications.unl.edu/assets/pdf/ec137.pdf>

Mavromatis, T. (2015) - *Crop-climate relationships of cereals in Greece and the impacts of recent climate trends*. Theor. Appl. Climatol., 120, 417–432, doi:10.1007/s00704-014-1179-y. <http://link.springer.com/10.1007/s00704-014-1179-y>

Petrini A., Piccinini M., Fuselli D., Antonelli M. (2005) - *Progetto di sperimentazione e recupero di produzioni agricole ed agroalimentari: Miglio*.

Saha D., Channabyre Gowda M. V., Arya L., Verma M., Bansal K. C. (2016) - *Genetic and genomic resources of small millets*. Crit. Rev. Plant Sci. 35 56–79.

Saxena, R.; Vanga, S.; Wang, J.; Orsat, V.; Raghavan, V.; Saxena, R.; Vanga, S.K.; Wang, J.; Orsat, V.; Raghavan, V. (2018) - *Millets for Food Security in the Context of Climate Change: A Review*. Sustainability, 10, 2228.

Vetriventhan M., Hari D. Upadhyaya (2018) - *Diversity and trait-specific sources for productivity and nutritional traits in the global proso millet (*Panicum miliaceum* L.) germplasm collection*; The Crop Journal 6, 451-463.

Williams, M.M., Boydston, R.A., and Davis, A.S. (2007) - *Wild proso millet (*Panicum miliaceum*) suppressive ability among three sweet corn hybrids*. Weed Sci. 55, 245–251. doi: 10.1614/WS-06-123.1

Wright, S.F. and Anderson, R.L. (2000) - *Aggregate stability and glomalin in alternative crop rotations for the central Great Plains*. Biol. Fertil. Soils, 31, 249–253.

introduzione



Studiosi ed esperti concordano che tra oggi e il 2050 la popolazione mondiale dovrebbe rapidamente aumentare da 7 a circa 9.2 miliardi di persone, incrementando del 60% la richiesta di cibo a livello globale (FAO, 2018).

Attualmente, il consumo di cereali supporta ben il 50% dell'apporto calorico totale mondiale, in gran parte fornito dalle sole coltivazioni di grano, riso e mais (Das et al., 2019). Allo stesso tempo, il cambiamento climatico in corso sta accelerando i fenomeni di degrado del suolo e desertificazione, ed eventi climatici estremi sempre più frequenti (come siccità, ondate di calore, alluvioni, ecc.) condannano le principali colture cerealicole a rese più basse o all'impossibilità di completare il proprio ciclo di crescita (Kumar et al., 2018).

Alcuni recenti studi hanno dimostrato che la relazione tra le variabili climatiche osservate e le rese produttive è sempre più forte, confermando, se mai ce ne fosse ancora bisogno, che il riscaldamento globale previsto in futuro comporterà gravi ripercussioni sul settore agricolo (Mavromatis, 2015; Innes et al., 2015).

Gli scienziati stimano, inoltre, che gli impatti dei cambiamenti climatici aumenteranno le superfici aride del 10% circa entro la fine del 21° secolo, esacerbando, a causa di aumenti nella carenza di cibo e carestie globali, la domanda alimentare, soprattutto in quei paesi in via di sviluppo, dove le popolazioni locali soffrono tutt'ora di malnutrizione (Saxena et al., 2018). Questo è molto preoccupante se si considera che le superfici aride ricoprono ben il

46.2% dell'area occupata dalle terre emerse ed ospitano 3 miliardi di persone (38.2% della popolazione globale) (Koutroulis, 2019). Il 70% circa di queste aree si trova in Africa e in Asia.

Se non saranno intraprese oculate e tempestive strategie di adattamento, il problema della fame, che rappresenta già oggi una sfida per 815 milioni di persone in tutto il mondo, è destinato quindi ad aggravarsi (World Bank. Agriculture and Food; 2017). In vista degli scenari attuali e futuri, una strategia efficace è quella di sostituire i cereali dall'alto consumo idrico con quelli adatti a condizioni siccitose, focalizzando l'attenzione su colture clima-resilienti che garantiscano, attraverso un efficiente utilizzo delle risorse naturali, elevato valore produttivo e nutritivo (Amadou., 2013).

All'interno della sottofamiglia delle Panicoideae (famiglia Poaceae), *Panicum miliaceum* (Fig. 2) è conosciuto per possedere tratti morfo-fisiologici, e meccanismi molecolari e biochimici che conferiscono una maggiore tolleranza a stress abiotici e una più ampia adattabilità a diverse condizioni ambientali rispetto alle principali colture cerealicole (Vetriventhana, and Upadhyaya, 2018).

P. miliaceum è stata una delle prime colture alimentari ad essere domesticata e uno dei più antichi cereali coltivati, ben prima della diffusione di riso, mais e grano (Saxena et al., 2018). Ha fatto la sua comparsa come alimento base nelle regioni semiaride dell'Asia orientale (Cina, Corea, Giappone, Russia e India) e

nell'intera Eurasia 10.000 anni fa (Flajšman et al., 2018). Oggi, questo cereale è ancora un importante fonte di energia e proteine per milioni di persone che popolano le zone aride e semiaride di paesi sviluppati e in via di sviluppo (India, Cina, Nigeria e Burkina Faso). Di contro, in Europa viene considerato alla stregua di un cereale minore a causa del suo basso valore/interesse economico e, solitamente, utilizzato come mangime o foraggio per animali da allevamento. Ciò nonostante, fa ben sperare che negli ultimi anni in alcuni paesi europei (Polonia, Slovenia, Svizzera e Germania su tutti) questo cereale stia guadagnando una rinnovata e legittima attenzione (Das et al, 2019)

P. miliaceum è apprezzato sia per i suoi caratteri agronomici (elevato indice di area fogliare, efficienza d'uso di azoto, radiazione solare e acqua) che ne fanno una coltura climate-smart (Das et al., 2019), sia per i recenti e crescenti interessi riguardo i suoi effetti benefici sulla salute (Flajšman et al., 2019). Alimenti a base di miglio, infatti, possiedono un basso indice glicemico ed un alto contenuto in fibre, e l'assenza di glutine li rende ideali per persone affette da celiachia (Saha et al., 2016).

È evidente che, nell'immediato futuro, tutte queste caratteristiche potranno rendere il miglio una delle colture più adatte per un'agricoltura sostenibile e per la sicurezza alimentare (Habiyaremye et al., 2017), oltre che un potenziale candidato nei programmi di next generation breeding attraverso il trasferimento dei tratti di tolleranza agli stress e di proprietà nutrizionali in

riso, grano, mais e sorgo (Bandyopadhyay et al., 2017).

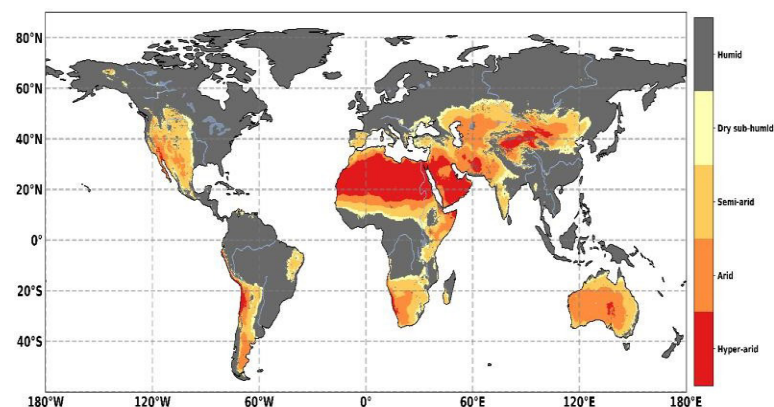


Figura 1 - Distribuzione geografica delle superfici aride, delimitate in base all'Indice di Aridità (AI) (fonte: IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse gas fluxes in Terrestrial Ecosystems, 2019).

Panicum miliaceum L.

P. miliaceum ($2n = 4x = 36$), è una delle colture più antiche che il genere umano conosca (Baltensperger, 1996). È conosciuto nel nostro Paese con il nome di miglio comune o, semplicemente, miglio, in inglese come proso millet, common millet, broomcorn millet, in francese millet commun o mil, in spagnolo 'Kibi' e 'Mijo', in India 'Barri', e in Corea 'Gijang' (Petrini et al., 2005; Das et al., 2019).

Oggi, *P. miliaceum* continua a giocare un ruolo importante nell'agricoltura di molti Paesi: è estensivamente coltivato nella Cina nord-occidentale, India, Nepal, Russia, Ucraina, Bielorussia, Turchia, Romania, Kazakistan, Medio Oriente e negli Stati

Uniti, dove approssimativamente vengono coltivati 200.000 ettari ogni anno (USDA - National Agricultural Statistics Service Homepage). La coltura è celebre sia per il suo ciclo di vita estremamente breve, con alcune varietà che producono granella in soli 60 giorni dal momento della semina, sia per le basse esigenze idriche, che permettono la produzione di seme in modo più efficiente, a parità di umidità, rispetto a qualsiasi altra specie coltivata (Graybosch and Baltensperger, 2009).

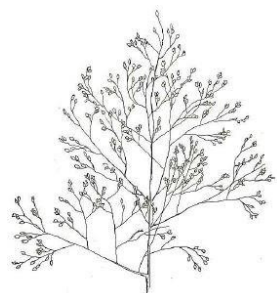
Se si considerano tutte le specie di miglio, attualmente è per importanza la terza specie coltivata, dopo *P. glaucum* e *S. italica*.

TASSONOMIA

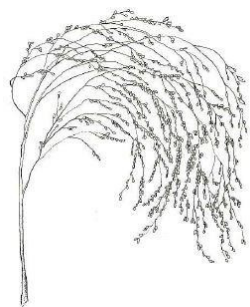
Dal punto di vista tassonomico *P. miliaceum* appartiene all'ordine delle Poales, famiglia Graminacee, sottofamiglia Panicoideae e tribù Paniceae (Arendt and Zannini, 2013).

Si tratta di una pianta erbacea annuale ad habitus cespuglioso (Petrini et al., 2005).

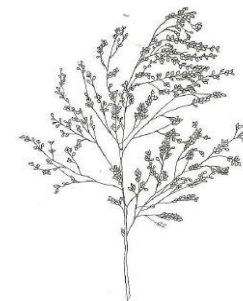
I ricercatori tendono a suddividere questa specie in due sottogruppi: uno relativo alla sottospecie *ruderales* (Kitag.) Tzvelev, che comprende tutte le varianti naturali, vale a dire ecotipi selvatici o infestanti, l'altro alla sottospecie *miliaceum*, che comprende le varietà coltivate.



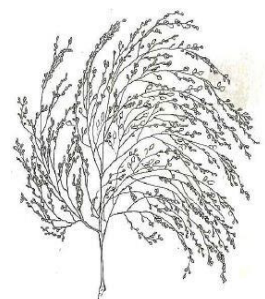
a) infiorescenza diffusa - razza *patentissimum*



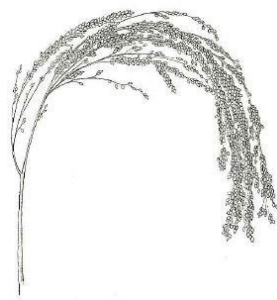
b) infiorescenza arcuata - razza *contractum*



f) infiorescenza compatta - razza *glosum*



infiorescenza ellittica globosa



d) infiorescenza aperta - razza *miliaceum*



e) infiorescenza di compattezza intermedia - razza *contractum*

- Tipologie di infiorescenze in base a forma: a), b), c); e compattezza: d), e), f) (fonte: IBPGR, 1985).

Il seme è una minuscola cariosside ellittica e lucida, di 3 mm di lunghezza e 2 mm di larghezza in media, racchiuso in un liscio involucro (Fig. 10). Normalmente è più piccolo del seme di sorgo e *P. glaucum*. Il colore è tipicamente bianco, ma può essere anche bianco crema, giallo, rosso, grigio, marrone o nero, in base alla varietà. Le glumelle, mutiche, non si staccano con la normale trebbiatura (granella vestita) (Baltensperger, 2002). Il peso di 1000 cariossidi è di 5-7 g, mentre il peso ettolitrico, della granella vestita, è di 60-80 Kg/hl (Petrini et al., 2005).



Figura 10 - Cariossidi di *P. miliaceum* (fonte: plants.usda.gov).

P. miliaceum è prevalentemente una specie auto-impollinata, ma, talvolta, si può verificare più del 10% di impollinazione incrociata. L'apertura dei fiori inizia dalla punta del panicolo e procede verso il basso. Per la completa fioritura di tutte le spighe sono necessari all'incirca 10 giorni.

Aspetti agronomici

ESIGENZE PEDOCCLIMATICHE E CICLO BIOLOGICO

P. miliaceum è una coltura annuale estiva, di solito seminata tardivamente, che completa il suo ciclo di vita in 60-100 giorni (Williams et al., 2007).

Rispetto ad altri tipi di miglio, può crescere a latitudini maggiori (fino a 54° di latitudine Nord) ed è ben conforme ad essere coltivato su altipiani e in condizioni d'alta quota. Di fatto, la pianta è stata segnalata fino a 1200 metri di altezza sulle montagne dell'ex URSS e fino a 3500 metri in India (Baltensperger, 2002).

Nelle zone temperate la sua coltivazione è legata al periodo estivo, perché si tratta di una specie alquanto esigente nei confronti della temperatura per tutta la durata del ciclo vegetativo.

Nota la sua adattabilità ad ambienti e suoli aridi, spesso viene coltivato sotto condizioni di non irrigazione, riuscendo a produrre granella con fabbisogni idrici di 200-500 mm nell'arco dell'intera stagione di crescita (Tab. 2) (Kumar et al., 2018).

Le strategie vincenti di questa coltura, che le conferiscono l'elevata resistenza ai climi più ardui, sono molteplici. In primo luogo, essendo una specie C4 con un basso tasso di traspirazione, è in grado di fissare efficientemente carbonio sotto condizioni relativamente critiche per molte altre specie, quali siccità, alte temperature, e limitati livelli di azoto e CO₂. Altra caratteristica favorevole è quella di raggiungere molto rapidamente la maturità,

in modo da evitare possibili problemi dovuti ad un aumento di suscettibilità alla siccità (Baltensperger et al., 1995). Inoltre, con temperature superiori a 30°C può bloccare la crescita vegetativa, cessando di fiorire e mantenendo il suo fusto primario ad un'altezza più bassa, in modo da resistere meglio alle condizioni siccitose (Changmei et Dorothy, 2014).

Anche se le migliori produzioni si riscontrano su terreni di medio impasto, freschi e profondi, i terreni ideali per la produzione di *P. miliaceum* sono quelli sciolti e poveri, poiché in quelli più fertili non può competere con la produttività di altre colture (frumento, mais, ecc.) (Petrini et al., 2005). Riesce a prosperare anche in terreni sabbiosi-argillosi, leggermente acidi e salini (Changmei et Dorothy, 2014); tuttavia, in terreni particolarmente umidi o in quelli sabbiosi a grana grossa la crescita può rendersi problematica (Williams et al., 2007).

Il pH ideale del terreno deve essere compreso tra 5.5 e 6.5, un valore inferiore a quello tipico di frumento (6.0-7.0) e riso (6.5-8.5), ma sono accettabili anche valori più bassi (Baltensperger et al., 1995).

Tabella 2 - Requisiti agronomici ottimali di *P. miliaceum* e altre colture (fonte: Kumar et al., 2018).

Coltura	Nome scientifico	Terreno ottimale	Range di altitudine (m)	Temp (°C)	pH	Salinità suolo (dS/m)	Precipitaz. richieste (mm)	Tempo di maturazione (giorni)
Riso	<i>O. sativa</i>	PSL	≥ 2500	21-37	6.5-8.5	< 3.0	1000-3000	100-160
Frumento	<i>T. aestivum</i>	LA o PL	≥ 2500	1.3-35	6.0-7.0	6.0	300-1000	90-125
Sorgo	<i>S. bicolor</i>	A o L	≥ 3000	7-30	5.0-8.0	4.0-6.0	400-1000	90-120
Miglio perlato	<i>P. glaucum</i>	LA o SL	≥ 2700	30-34	6.0-7.0	11.0-12.0	200-600	60-70
Miglio indiano	<i>E. coracana</i>	L	≥ 2300	26-29	4.5-7.5	11.0-12.0	500-600	90-120
Miglio comune	<i>P. miliaceum</i>	SL, Ac	1200-3500	20-30	5.5-6.5	1.5-9.5	200-500	60-90
Panico	<i>S. italica</i>	SL	≥ 2000	5-35	5.5-7.0	6.0	300-700	75-90
Miglio giapponese	<i>E. frumentacea</i> ed <i>E. esculenta</i>	PSL	≥ 2000	15-33	4.6-7.4	3-5	-	45-70
Miglio kodo	<i>P. scrobiculatum</i>	F/M suoli	≥ 1500	25-27	-	-	800-1200	100-140
Miglio piccolo	<i>P. sumatrense</i>	-	≥ 2100	-	-	-	-	80-85
Mais	<i>Z. mays</i>	SL	≤ 2200	25-33	5.5-7.0	1.7-4.0	500-650	60-100
Girasole	<i>H. annuus</i>	SL	-	21-26	6.0-7.5	-	500-1000	80-120

P = pesante; S = sabbioso; L = limoso; A = argilloso; F = fertile; M = marginale; Ac = acido; - = nessun dato.

SEMINA

Poiché il seme è di piccole dimensioni, al momento della messa a dimora è necessario predisporre un letto di semina perfettamente amminutato, ottenuto con lavorazioni da effettuare immediatamente dopo aver raccolto la coltura precedente (Petrini et al., 2005).

Normalmente viene seminato a fine maggio o all'inizio di giugno e raccolto a fine agosto o all'inizio di settembre.

Per la semina si impiegano almeno 20-25 kg/ha di seme (150-250 piante per metro quadro), avvalendosi di una seminatrice da grano e deponendo il seme ad una distanza di 15-20 cm tra le file e ad una profondità di 1-2 cm se il terreno è umido, 6-8 cm se è secco. È scarsamente competitivo nei confronti delle infestanti per cui è importante assicurare un'elevata densità alla semina ed un terreno ben sminuzzato, livellato e soprattutto privo di malerbe (Petrini et al., 2005).

Le erbe infestanti, tuttavia, vengono gestite utilizzando pratiche colturali quali rotazione delle colture, lavorazione del terreno, spazatura delle file e popolazioni di piante, e l'uso di erbicidi di pre e post emergenza (Lyon et al., 2008).

Le temperature necessarie per la germinazione e per lo sviluppo sono elevate, così come anche la sensibilità al gelo. Temperature ottimali del terreno per la germinazione dei semi vanno dai 20 ai 30 °C (Baltensperger et al., 1995; Amadou et al., 2013), mentre la temperatura minima di germinazione è di 15 °C, molto simile a quella del sorgo (Petrini et al., 2005).

RACCOLTA

P. miliaceum può essere raccolto quando i semi della metà superiore del panicolo sono maturi; a questo punto le piante dovrebbero essere sfalciate e dopo due o tre giorni trebbiate. Data la maturazione particolarmente scalare, una volta effettuata la trebbiatura è necessario controllare l'umidità della granella poiché, per una buona conservazione, deve avere un valore inferiore al 13% (Petrini et al., 2005). La trebbiatura avviene ad agosto con mietitrebbiatrici da grano avendo cura di procedere lentamente e tagliare il più possibile in culmo vicino al terreno, per questo è importante il livellamento del terreno.. La resa in granella biologica è di 2 – 2,5 t/ha.

AVVICENDAMENTI, CONCIMAZIONI E GESTIONE DELLE AVVERSITA'

Da un punto di vista dell'avvicendamento colturale, *P. miliaceum* viene di consueto posto in rotazione con altre colture, in particolare il frumento. I vantaggi di cui si può beneficiare inserendo questa specie all'interno di una rotazione sono stati messi in evidenza da diversi studiosi nel corso degli anni. Baltensperger et al. (1995), in uno studio di 5 anni condotto in Sud Dakota, hanno ottenuto un incremento del 71% in resa totale in granella nella rotazione frumento invernale-*P. miliaceum* rispetto alla rotazione frumento invernale-maggese. Se inserito in questo tipo di rotazioni, il miglio può giocare un ruolo di grande interesse, poiché può

compensare eventuali perdite di raccolto di grano a causa di calamità ambientali come gelate, erosione provocata dal vento, siccità e grandine (Baltensperger, 1996).

Anche Anderson et al. (1999) riportano, sulla stessa falsa riga, risultati sperimentali analoghi, riscontrando raddoppi nelle rese del grano in rotazioni grano-mais-*P. miliaceum* e grano-*P. miliaceum*, anziché grano-maggesi. Con questo tipo di rotazioni, sono stati osservati anche aumenti nel suolo di concentrazioni di glomalina, che ha la funzione di migliorare l'aggregazione delle particelle (Wright and Anderson, 2000).

In molte aree delle Grandi Pianure degli USA, spesso viene utilizzata con successo la rotazione frumento invernale/girasole/*P. miliaceum*/maggesi, nel tentativo di ripristinare la risorsa idrica del sottosuolo (Baltensperger et al., 1995).

Inoltre, un altro vantaggio che si può trarre dall'inserimento di *P. miliaceum* in rotazione con colture invernali è quello di ridurre pesantemente la banca di semi delle erbe infestanti estive (anche fino al 90%) (Habiyaremye et al., 2017).

CONCLUSIONI FINALI

Il principale risultato del progetto GO VARITOSCAN-Clima è stato quello di identificare attraverso le valutazioni portate avanti nelle aziende pilota un modello di agricoltura sostenibile basato sul mantenimento della fertilità e capacità di umificazione del suolo, su pratiche agronomiche a basso input e sulla selezione e moltiplicazione di accessioni di miglio come piante da rinnovo nei tipici sistemi di rotazione toscani. Tale modello garantirà agli agricoltori un reddito economico appropriato, un minore impatto delle pratiche agricole sull'ambiente e una aumentata capacità di carbon sink del suolo con funzione di mitigazione dei cambiamenti climatici.

Riuscire, sulla scia dei risultati ottenuti dal progetto, a costituire una filiera ben strutturata che porti alla produzione di alimenti di qualità e tracciabili costituirebbe sicuramente una risorsa molto importante per gli agricoltori e per tutti gli altri partecipanti alla filiera. La creazione di una filiera basata su varietà del territorio ottenute nel rispetto dell'ambiente e da cui si ottengono prodotti di alta qualità potrebbe essere oltre che una realtà vincente sul territorio, un esempio di valida alternativa per il settore cerealicolo toscano.

PS-GO “VARITOSCAN-Clima
sottomisura 1.2 Cup Artea 833319

Il miglio: stato attuale e tecniche agronomiche

