

## **COLTIVAZIONI SPERIMENTALI PER UNA VALUTAZIONE DELLA PRODUTTIVITÀ AGRICOLA DELL'ETÀ DEL BRONZO NELL'AREA PADANA**

**Marialetizia Carra<sup>1</sup>, Maurizio Cattani<sup>2</sup>, Florencia Debandi<sup>3</sup>**

### **PAROLE CHIAVE**

Archeologia sperimentale, cereali antichi, calcolo della redditività agricola, archeobotanica, età del Bronzo.

### **KEYWORDS**

Experimental Archaeology, Old Cereals, Measurement of Agricultural Profitability, Archaeobotany, Bronze Age.

### **RIASSUNTO**

Nell'ambito delle ricerche condotte nell'abitato dell'età del Bronzo di Solarolo dall'Università di Bologna (scavo stratigrafico e Laboratorio di Archeologia Sperimentale), è stata realizzata una sperimentazione di coltivazione dei cereali con lo scopo di approfondire le problematiche della gestione economica ed in particolare della produttività agricola antica. La coltivazione di sementi non modificate geneticamente, analoghe a quelle di età protostorica, permette di affrontare la discussione sui vari aspetti tecnici, metodologici e etnoarcheologici dell'agricoltura nell'età del Bronzo. Il procedimento scientifico adottato durante la sperimentazione, corredato di misurazioni sulla produttività agricola, mette a disposizione dati per la verifica di quanto noto dalle fonti classiche.

### **ABSTRACT**

Within the field researches carried out on the Bronze age site of Solarolo, the University of Bologna has started a program of experimental archaeology including the cultivation of ancient cereals. The main aim stress on the reconstruction of ancient economic aspects an particularly the production of crops. The use of several kinds of cereals not modified by modern genetic transformations, similar to those found during the excavations in the Bronze Age site, allows to start a discussion on main topics concerning ancient cultivations during the Bronze Age, supported by methodological, technical and ethnoarchaeological parameters. The scientific method applied along the experimental activities, accompanied by computations of productivity, offers elements to verify the estimations recorded by classical sources.

### **PREMESSA**

L'interesse verso la produttività agricola nasce dagli studi territoriali e dalla necessità di comprendere l'assetto demografico del popolamento dell'età del Bronzo che, in particolare per la pianura padana, vide un incremento eccezionale nel corso della media età del Bronzo. Le stime basate sul numero di abitati, noti o stimati, mostrano una presenza demografica notevole, corrispondente ad uno dei momenti più vivaci nella storia dell'uomo. Le valutazioni sulle modalità di distribuzione degli abitati e soprattutto di controllo delle risorse indicano un'attenta programmazione delle coltivazioni agricole che avrebbe permesso l'espansione territoriale e demografica. D'altra parte proprio l'incapacità di gestire correttamente le risorse nel momento di crisi alla fine del Bronzo recente, è ritenuta da alcuni studiosi come una delle cause determinanti il collasso del mondo terramaricolo.

In alcuni recenti contributi è stato posto come elemento di discussione primaria la redditività agricola delle coltivazioni antiche principalmente costituite da cereali (CREMASCHI 1991-1992; FORNI 1997; CATTANI 2008; CARDARELLI 2010), che sulla base dell'estensione del territorio di ciascun villaggio offre un risultato utile ad individuare il calcolo demografico, la sostenibilità o lo stress di sopravvivenza.

In questo lavoro limitiamo la discussione alla sperimentazione sulla coltivazione dei cereali effettuata nel territorio di Solarolo, attualmente interessato da un'indagine stratigrafica nell'abitato di via Ordiere, databile tra le fasi finali di BM1 e le fasi finali del BR (CATTANI 2009, CATTANI, MIARI 2010).

<sup>1</sup> ArcheoLaBio, Centro di Ricerca di Bioarcheologia. Alma Mater Studiorum, Università di Bologna: [marialetizia.carra2@unibo.it](mailto:marialetizia.carra2@unibo.it)

<sup>2</sup> Dipartimento di Archeologia, Università di Bologna: [maurizio.cattani@unibo.it](mailto:maurizio.cattani@unibo.it)

<sup>3</sup> Dipartimento di Archeologia, Università di Bologna: [florencia.debandi3@unibo.it](mailto:florencia.debandi3@unibo.it)

Il punto di partenza della sperimentazione è costituito proprio dai risultati delle analisi archeobotaniche (CARRA 2009, CARRA 2012) che hanno identificato nei reperti organici carbonizzati vari tipi di cereali, mentre lo sviluppo della ricerca mira alla valutazione dell'interazione tra uomo e ambiente (CATTANI, MARCHESINI, MARVELLI 2010) e sugli aspetti della redditività dei suoli, del consumo pro-capite e della demografia, fortemente correlati con la produzione agricola.

Le stime della produttività antica si basano ancora oggi prevalentemente sulle fonti greche e latine relative a varie regioni italiane commentate alcuni decenni fa da C. Ampolo e F. De Martino (AMPOLO 1980, DE MARTINO 1979 con fonti e letteratura precedente). Si può riscontrare tuttavia un disorientamento sui calcoli della produzione riferita talvolta a quantità o peso, talvolta inclusa la percentuale di semina di grano in chicchi o in altri casi già trasformati in farina. I più recenti contributi di Pucci e da ultimo Cardarelli riportano i valori delle bassissime stime (da 2 a 4 volte la semina) senza discutere o commentare l'applicabilità alle produzioni antiche (PUCCI 1998, p. 371; CARDARELLI 2009, p. 49). Al contrario studiosi di agronomia antica mettono in evidenza l'impossibilità di una resa così bassa e suggeriscono stime molto più elevate, di 8-10 volte (FORNI 1997, p. 464)<sup>4</sup>.

Rimandando ad un prossimo contributo la valutazione su produttività, demografia e gestione delle risorse si vuole presentare la metodologia e i risultati della sperimentazione realizzata a Solarolo, aprendo la discussione alla filiera della produzione agricola dei cereali, dalla semina alla conservazione e all'utilizzo del prodotto (Fig. 1).



Fig. 1. Semina e raccolto dei cereali a Solarolo.

#### **L'ARCHEOLOGIA SPERIMENTALE APPLICATA ALLE COLTIVAZIONI ANTICHE**

Nell'ambito del Laboratorio di Archeologia sperimentale<sup>5</sup>, attivato presso il Dipartimento di Archeologia dell'Università di Bologna, è stato realizzato un modulo dedicato alla coltivazione sperimentale dei cereali con l'obiettivo di verificare le problematiche relative alla produzione agricola nell'età del Bronzo, dalle modalità di semina e di mietitura fino alla conservazione delle derrate.

Senza pensare che con la sperimentazione si possa rispondere a tutte le domande, si ritiene che solo attraverso l'archeologia sperimentale, registrata e documentata secondo un processo scientifico, sia possibile approfondire le tematiche sull'economia antica e progettare la futura ricerca. L'archeologia sperimentale permette di ottenere informazioni che ci aiutano a comprendere la funzione e le modalità d'uso degli oggetti, l'organizzazione delle pratiche agricole, la programmazione della sussistenza e dello sviluppo delle comunità antiche.

Sono già diverse le sperimentazioni realizzate in passato sulla coltivazione dei cereali, ma poche in realtà localizzate nella Pianura padana o con un'adeguata documentazione e pertanto adatte al confronto in una ricerca sull'agricoltura antica e sul popolamento.

A livello europeo si ricordano le sperimentazioni in Inghilterra nella Butser Farm (REYNOLDS 1992 con bibliografia precedente), in Danimarca nel parco di Lejre (Lejre Experimental Centre saves endangered species), in Francia nel centro di Jales (WILLCOX 1999), o in Spagna nel sito medievale di l'Esquerda a Roda de Ter, Osona (OLLICH et al. 2011), solo per citare gli esempi più rilevanti.

In Italia sono noti alcuni casi di sperimentazione, ma manca un'adeguata documentazione edita sui metodi e sui parametri applicati. Si ricorda tra le più vicine al contesto di studio la sperimentazione nel Parco della Terramara di

<sup>4</sup> Una critica puntuale all'uso delle fonti sulla produttività dei cereali nel mondo antico è in FORNI 2002.

<sup>5</sup> Il Laboratorio di Archeologia sperimentale, diretto da Maurizio Cattani è realizzato in collaborazione con Roberto Deriu (Gesti Ritrovati) e con ArcheoLaBio, Centro di Ricerche di Bioarcheologia dell'Università di Bologna, <http://www.archeologia.unibo.it/Archeologia/Ricerca/Centri/archeolabio/default.htm>, diretto da Antonio Curci e coordinato per la sezione di archeobotanica da Marialetizia Carra.

Montale<sup>6</sup> dove nel settore del Museo all'aperto sono state impiantate le colture sperimentali di alcune delle piante documentate dagli scavi archeologici: cereali (compresi avena, segale e miglio), legumi (favino, lenticchia, cicerchia, piselli) e lino.

Nell'Archeoparc Val Senales<sup>7</sup> i campi sperimentali comprendono sia coltivazioni a cereali (orzo, farro grande, farro piccolo), sia di leguminose (lenticchie, piselli) o altre specie come il lino e il papavero.

A Pozzuolo nel Friuli<sup>8</sup>, sulla base dei dati ottenuti dallo scavo del sito neolitico di Sammardenchia, si è voluto replicare la modalità di coltivazione nel neolitico attivando un progetto di didattica con le scuole che ha incluso due campi sperimentali (di m 2x5 e m 1x5) in cui sono stati coltivati orzo (*Hordeum vulgare* var. kezibia), frumento tenero (*Triticum aestivum* var. pandas), farro (*Triticum dicoccum*) e spelta (*Triticum spelta* var. altgold rotkorn), forniti dall'Istituto Sperimentale per la cerealicoltura di Sant'Angelo Lodigiano. La collaborazione con l'Istituto Professionale per l'Agricoltura e l'Ambiente di Pozzuolo del Friuli ha permesso lo studio botanico delle sementi condotto nei laboratori e nelle serre dell'Istituto, attraverso l'utilizzazione di tecnologie digitali (microscopio con possibilità di produrre immagini), strumenti di misurazione idonei e altri materiali, messi a disposizione dall'Istituto, per l'analisi della purezza, la classificazione della varietà e le misurazioni, l'analisi della germinabilità e la prova di coltivazione in vaso.

Si ha infine la sola notizia di sperimentazioni presso il Parco archeologico di Travo (PC)<sup>9</sup> e presso il Parco del Livelet (TV)<sup>10</sup> entrambi con spazi riservati a coltivazioni sperimentali, ma presumibilmente destinati ad una funzione più didattica che propriamente sperimentale. In altri casi si hanno dati su attività concluse e non più attive come quella di Archeoluogo, Centro Internazionale di Sperimentazione, di Documentazione e di Studio per la Preistoria e l'Etnografia dei popoli primitivi di Siracusa (FERLISI et al. 2003), in cui sono state delimitate tre aree di m 4x4 e si è seminato in file variamente distanziate del farro (*Triticum dicoccum*), dell'orzo tetrastico (*Hordeum vulgare* var. tetrastichum) e nell'area C del piccolo farro (*Triticum monococcum*).

Altri programmi non sono direttamente connessi con la ricerca archeologica, ma possono essere utili per il confronto della produzione di specie tradizionali come l'iniziativa del LAORE, l'agenzia per l'attuazione dei programmi regionali in campo agricolo e per lo sviluppo rurale della Regione Sardegna<sup>11</sup>.

A Solarolo il programma di sperimentazione della coltivazione dei cereali prevede l'applicazione di protocolli attenti a documentare in un ciclo pluriennale le pratiche adottate in rapporto alla tipologia e alle proprietà nutrizionali del suolo o alle condizioni agrometeorologiche. Non trascurabile è anche la valutazione dell'intervento di operatori più "archeologi" che contadini<sup>12</sup>.

La sperimentazione ha previsto diverse tappe, dalla scelta del terreno, al reperimento delle sementi al raccolto e al consumo dei cereali. In questa sede si intende presentare le prime fasi di sperimentazione fino al raccolto, mentre ulteriori analisi (stoccaggio, consumo e proprietà alimentari) richiedono ulteriori approfondimenti e verranno analizzati successivamente.

Il terreno utilizzato corrisponde al podere Ravaglia<sup>13</sup> (via Ordiera, Solarolo) dove è ubicato il sito archeologico e l'area dello scavo. La porzione dei terreni utilizzata per la sperimentazione si colloca al di fuori dell'area archeologica, immediatamente a sud della sponda del paleoalveo che lambiva l'abitato dell'età del Bronzo (Fig. 2). Il terreno scelto per la sperimentazione è di origine alluvionale, mediamente argilloso, di colore bruno scuro.

Il reperimento delle sementi è partito dal presupposto di escludere tipologie di sementi modificate geneticamente e di optare invece su tipi che conservano i caratteri delle produzioni antiche. Il tema è particolarmente delicato per la contrapposizione tra produzione contemporanea fondata su sementi "standard" sterili e produzioni che hanno come obiettivo la conservazione e la valorizzazione di sementi storiche condotte da privati, associazioni e enti pubblici.

In Europa dagli inizi del 2000 sono state attivate delle reti di salvaguardia delle sementi tradizionali, denominate

---

<sup>6</sup> <http://www.parcmontale.it/museo.shtml#coltivazioni>

<sup>7</sup> [http://www.archeoparc.it/index\\_it.htm](http://www.archeoparc.it/index_it.htm)

<sup>8</sup> [http://www.aghedipoc.it/scuola\\_integata/agricoltori\\_neolitici.htm](http://www.aghedipoc.it/scuola_integata/agricoltori_neolitici.htm)

<sup>9</sup> [www.archeotravo.it](http://www.archeotravo.it)

<sup>10</sup> <http://livelet.provincia.treviso.it>

<sup>11</sup> [www.sardegnaagricoltura.it](http://www.sardegnaagricoltura.it)

<sup>12</sup> Si vuole mettere in evidenza che nessuno degli sperimentatori aveva conoscenze specifiche sulla coltivazione dei cereali, né una manualità di tradizione contadina, né aveva partecipato in precedenza ad esperienze analoghe. Hanno partecipato alla sperimentazione oltre agli autori del contributo, gli sperimentalisti e archeologi Antonio Motta, Roberto Deriu e Alberto Rossi e i seguenti studenti o laureati: Armigliato Alessandro, Beltrame Francesca, Bini Sara, Cimatti Emma, Fagioli Francesca, Failla Marianna, Galvagni Luisa, Geron Marta, Guerra Lisa, Lanese Daniela, Lollini Laura, Marchi Eugenia, Magri Alessandra, Misino Ioana, Muroni Alessandra, Nicolussi Mattia, Ravaglia Marcello, Sarti Serena, Vaccari Barbara, Valmori Andrea, Veronesi Francesco, Zannoni Sonia.

<sup>13</sup> Si ringraziano il proprietario del terreno, Ermanno Ravaglia, nato nel 1929 e residente nel podere dagli anni '50, e Romeo Di Martino per la disponibilità e i preziosi consigli forniti nelle varie fasi della sperimentazione.

“Réseau Semences Paysannes” in Francia, “Red de Semillas” in Spagna, o “Rete Semi Rurali” in Italia, mentre un progetto europeo “Farm Seed Opportunities” mira a favorire la biodiversità agricola proteggendo le tradizioni locali di gestione naturale delle risorse agricole.

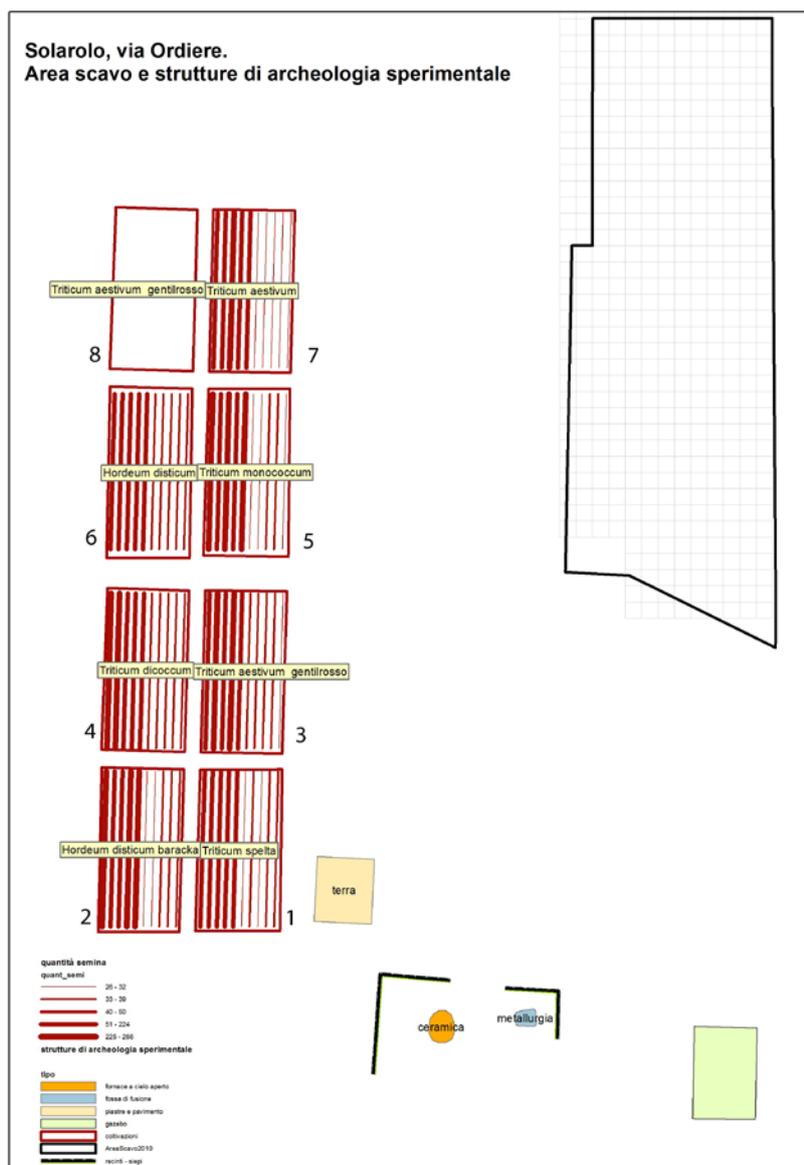


Fig. 2. Planimetria dell'area di archeologia sperimentale con localizzazione delle zone destinate alle coltivazioni.

Nell'ambito di questi movimenti la sperimentazione di Solarolo si è appoggiata all'associazione de "I Custodi di Semi"<sup>14</sup> volta a salvare e condividere i semi delle varietà di ortaggi, cereali e legumi, un'eredità del passato della tradizionale agricoltura italiana, affinché questi non si estinguano e possano essere passati alle future generazioni. Da uno dei custodi di semi attivi in regione, Andrea Azzoni di Morfasso (PC) abbiamo ricevuto sementi di *Triticum aestivum*, mentre dall'Azienda Agraria Sperimentale Stuard di Parma<sup>15</sup> abbiamo ricevuto *Triticum aestivum* e *Triticum aestivum*, var. gentilrosso, *Triticum dicoccum*, *Triticum spelta*, *Triticum monococcum*, *Hordeum vulgare distichum* var. Baraka (Allegato 1). L'Azienda Agraria Sperimentale Stuard è un'Azienda Speciale della Provincia di Parma, istituita, nel rispetto della volontà originaria del lascito di Maria Luigia d'Austria (1847), moglie di Napoleone e poi Duchessa di Parma, per la realizzazione di attività sperimentali in agricoltura a supporto dell'Università e degli Istituti con materie di insegnamento ad indirizzo agrario. Agli inizi degli anni '80 l'azienda divenne operativa nella ricerca e sperimentazione a supporto dell'agricoltura parmense e dei suoi operatori e attualmente conduce normalmente 70-80 prove sperimentali all'anno su 20-25 specie agrarie, per un totale di

<sup>14</sup> [www.cerealinrete.it](http://www.cerealinrete.it)

<sup>15</sup> Referente per i cereali, dott.sa Cristina Piazza, [www.stuard.it](http://www.stuard.it).

circa 3000 parcelle. Nel 2010 le prove varietali di frumento tenero, duro e orzo in coltivazione biologica realizzate con il coordinamento di CRPV (Centro Ricerche Produzioni Vegetali) e ProBER (Associazione Produttori Biologici dell'Emilia Romagna), nell'ambito dei progetti di sperimentazione della Regione Emilia Romagna (L.R. 28/98) hanno compreso nel campo 27 varietà di frumento tenero, 20 varietà di frumento duro e 17 varietà di orzo. Infine dal Centro Agricoltura Ambiente "Giorgio Nicoli" di San Giovanni in Persiceto (BO)<sup>16</sup>, che si occupa di ricostruzione storico/ambientale con il coordinamento di ricerche e studi paleo-archeobotanici per ricostruire la vegetazione nelle diverse epoche storiche di un determinato territorio, abbiamo ricevuto sementi di *Hordeum vulgare distichum* (Fig. 3).



Fig. 3. Documentazione fotografica dei cereali utilizzati per la semina e confronto con i resti archeobotanici.

### La Semina

Il terreno destinato alla sperimentazione è stato nel mese di luglio 2011 prima arato meccanicamente con vomeri tradizionali e profondità scarsa (max 20-30 cm) poi erpicato con erpice discissore<sup>17</sup>. L'area era stata precedentemente lasciata incolta da due anni e solo ripulita periodicamente dalle erbe infestanti. Nel mese di ottobre si è provveduto ad individuare e delimitare otto lotti di terreno di m 5 x 10, orientati nord-sud, seguendo la pendenza come consigliato per un buon drenaggio della superficie.

<sup>16</sup> Referenti dott. Marco Marchesini e dott.sa Silvia Marvelli, <http://www.caa.it>

<sup>17</sup> Il trattamento del terreno con mezzi meccanici è stato effettuato prima di aver programmato la sperimentazione. L'osservazione dei mezzi utilizzati risalenti agli anni '50 del secolo scorso e la scarsa profondità permette tuttavia di considerare l'intervento analogo ad un'aratura tradizionale. Il tempo intercorso dall'aratura alla semina ha infatti permesso di ricompattare la superficie e di far ricrescere la vegetazione simulando una situazione di campo arato in abbandono.

Il 2 novembre si è proceduto alla zappatura manuale con vanghe e zappe in ferro<sup>18</sup> per il dissodamento del terreno, e per la preparazione di dieci solchi per lotto, orientati nord-sud, distanziati 50 cm e profondi 10 cm<sup>19</sup>.

La semina è avvenuta il 3 novembre 2011, un giorno di luna crescente come raccomandato frequentemente dalla tradizione contadina locale, adottando diverse strategie di posa delle sementi stabilite dal protocollo di sperimentazione.

Per la semina dei primi sette appezzamenti si è adottata la semina a solco con posa localizzata delle sementi, mentre per l'ultimo appezzamento la semina a spaglio (Tabella 1). La prima pratica, più rara nelle fonti antiche, sembra più adatta a coltivazioni limitate ed ha una resa (rapporto semente e prodotto) di gran lunga superiore rispetto a quella a spaglio. La seconda pratica è più utilizzata nelle grandi estensioni di terreno, sebbene sia frequentemente associata con solchi in seguito ricoperti da arature successive (MARCONE 1997 pp. 60-61).

Nei lotti di semina a solco le dieci file di ogni appezzamento sono state suddivise in due gruppi: nelle prime 5 file si è seminato una cariosside alla volta a una profondità di 2-5 cm dal fondo del solco e una distanza di 30 cm appross., mentre nelle seconde 5 file si sono seminati gruppi di 5-7 cariossidi<sup>20</sup>.

Sementi	Provenienza della semente	fila	tipo di semina	N°di semi seminati	Peso (gr)
1- <i>Triticum spelta</i>	Azienda Agraria Sperimentale Stuard	file 1- 5	a solco (1 seme ogni 30 cm)	154	71,92
		file 6- 10	a solco (5 semi ogni 30 cm appross.)	745	
2- <i>Hordeum vulgare distichum</i> var. Baraka	Azienda Agraria Sperimentale Stuard	file 1- 5	a solco (1 seme ogni 30 cm)	170	78,24
		file 6- 10	a solco (7 semi ogni 30 cm appross.)	1134	
3- <i>Triticum aestivum</i> var. gentilrosso	Azienda Agraria Sperimentale Stuard	file 1- 5	a solco (1 seme ogni 30 cm)	171	60,65
		file 6- 10	a solco (6-8 semi ogni 30 cm appross.)	1042	
4- <i>Triticum dicoccum</i>	Azienda Agraria Sperimentale Stuard	file 1- 5	a solco (1 seme ogni 30 cm)	179	86,31
		file 6- 10	a solco (6-8 semi ogni 30 cm appross.)	1054	
5- <i>Triticum monococcum</i>	Azienda Agraria Sperimentale Stuard	file 1- 5	a solco (1 seme ogni 30 cm)	159	85,91
		file 6- 10	a solco (5-6 semi ogni 30 cm appross.)	1002	
6- <i>Hordeum vulgare distichum</i>	Centro Agricoltura Ambiente "Giorgio Nicoli"	file 1- 5	a solco (1 seme ogni 30 cm)	166	72,96
		file 6- 10	a solco (6-7 semi ogni 30 cm)	1050	
7- <i>Triticum aestivum</i>	Custode di Semi: Andrea Azzoni	file 1- 5	a solco (1 seme ogni 30 cm)	150	78,96
		file 6- 10	a solco (6-7 semi ogni 30 cm)	1166	
8- <i>Triticum aestivum</i> var. gentilrosso	Azienda Agraria Sperimentale Stuard	senza file	a spaglio	n.d.	430

Tabella 1. Solarolo. Coltivazioni sperimentali. Conteggio cariossidi utilizzati per la semina 2011.

Dopo la semina è stata effettuata una leggera rincalzatura a zappa, mentre nei mesi successivi non sono stati fatti particolari interventi: verso fine aprile e a maggio<sup>21</sup> si è rifatta la sarchiatura e rincalzatura a zappa, eliminando le erbe infestanti tra le file. La crescita dei cereali è stata seguita periodicamente con una documentazione fotografica fino alla completa maturazione avvenuta tra giugno e luglio 2012.

<sup>18</sup> Una vera sperimentazione avrebbe richiesto che la preparazione del terreno facesse uso di strumenti ed attrezzi che nell'età del Bronzo erano realizzati prevalentemente in legno e corno (pale, zappe, rastrelli). Data la sperimentazione di prima generazione ed in base alla considerazione che per il risultato della coltivazione non avrebbe risentito eccessivamente dell'uso di questi strumenti, si è preferito utilizzare attrezzi moderni, rimandando ad una prossima occasione la fabbricazione e l'utilizzo di strumenti analoghi a quelli protostorici.

<sup>19</sup> Inizialmente la profondità dei solchi era prevista a 20 cm, stabilita su alcuni testi tradizionali dedicati alla semina del grano. In corso d'opera, su consiglio del proprietario del terreno si è ridotta la profondità a 10 cm max. per favorire l'emergenza delle plantule.

<sup>20</sup> Uno dei testi seguiti per la sperimentazione della semina a solco è SAUVAGEOT, GRILLO 1943, reperibile nel sito [www.cerealiinrete.it](http://www.cerealiinrete.it) Alcuni consigli sono stati ricevuti da altri coltivatori o sperimentalisti: Andrea Azzoni ci ha indicato che i quantitativi di semina per i frumenti antichi sono 130 kg per ettaro contro i 250 dei frumenti moderni proprio perché le vecchie varietà accestiscono molto, cioè tendono a svilupparsi in larghezza e a produrre più steli. 1kg di frumento è pertanto sufficiente per 75 m<sup>2</sup>. Giuseppe Pulitani, archeologo sperimentalista, consiglia di seminare manciate di semi con bastone o distanziati in solco.

<sup>21</sup> Piuttosto tardi rispetto a quanto necessario per una buona conduzione agricola, ma inevitabile per altri impegni del gruppo di sperimentazione. Le erbe infestanti erano già cresciute e particolarmente irrobustite.



03/11/11 La preparazione del terreno con solchi distanziati



03/11/11 La posa delle sementi singole a solco



03/11/11 Il conteggio delle sementi



03/11/11 La posa delle sementi a manciata



30/11/11 L'emergenza



30/11/11 L'emergenza

Fig. 4. Sequenza fotografica dalla semina all'emergenza dei cereali.



30/11/11 L'emergenza nella semina a solco



30/11/11 L'emergenza nella semina a spaglio



12/01/12 lo stato di crescita



12/01/12 lo stato di crescita



05/04/12 la sarchiatura prima



05/04/12 la sarchiatura dopo



05/04/12 lo stato di crescita



05/04/12 lo stato di crescita

Fig. 5. Sequenza fotografica dall'emergenza alla fase di crescita dei cereali.



27/05/12 lo stato di crescita di *Triticum spelta*, *Triticum dicoccum*, *Triticum Aestivum* var. gentilrosso (foto di G. Gambi)

Fig. 6. Sequenza fotografica dell'ultima fase di crescita dei cereali.

### Mietitura e trebbiatura

La fase di mietitura è stato il momento più delicato per il controllo utile ad un calcolo della resa della produttività dei cereali. La sperimentazione ha richiesto la massima attenzione ed organizzazione per velocizzare le fasi di taglio e raccolto dei cereali, con modalità spesso diverse e molto lontane dalla pratica agricola antica, ma necessarie per raggiungere un risultato quantificabile. Durante le fasi di mietitura si è deciso di procedere al conteggio non dell'intera produzione, ma a campione di una o due file per ciascuna tipologia di semina o per unità di 1 m<sup>2</sup> per la semina a spaglio.



10/07/12 lo stato di maturazione



10/07/12 mietitura

Fig. 6. Sequenza fotografica dello stato di maturazione e della mietitura.

La documentazione si è parallelamente soffermata sulle modalità d'uso degli strumenti (i falchetti in selce e in bronzo), sull'analisi del loro grado di usura e sulle riflessioni in corso d'opera necessarie per operatori non competenti<sup>22</sup>.

La mietitura è avvenuta il 10 e 11 luglio 2012, giornate caratterizzate da elevate temperature, con la partecipazione di venti operatori addetti a rotazione alle fasi di taglio, trasporto, conteggio e pesatura. Per questa fase si è seguito un Protocollo di mietitura (allegato 3) che ha permesso l'organizzazione del raccolto e l'archiviazione dei dati. Va rilevata la notevole altezza dei fusti (Tabella 2 e Fig. 10), insolita nelle produzioni moderne, ma frequente nelle produzioni antiche, facilitata presumibilmente dalle buone condizioni agrometeorologiche dell'annata<sup>23</sup>.

<sup>22</sup> In questa fase ci si è avvalsi del contributo di Antonio Motta, sperimentatore del trattamento di cereali tradizionali, che ha notevolmente contribuito alle riflessioni sulla gestione della produzione agricola antica e sugli aspetti alimentari dei cereali. In particolare si segnala l'attenzione verso l'abbondante presenza di *Chenopodium*, pianta infestante dei cereali, da sempre utilizzata nell'alimentazione umana, che va ad arricchire la potenzialità delle coltivazioni nel fabbisogno calorico giornaliero.

<sup>23</sup> Sulla fenologia dei cereali non sono state rilevate particolari osservazioni, rimandando alle prossime fasi della sperimentazione tutti gli aspetti agronomici corredate da specifiche analisi.

Per il taglio dei fusti sono stati utilizzati due falcetti in selce<sup>24</sup> e quattro falcetti in bronzo<sup>25</sup> realizzati con diverse percentuali di stagno seguendo i risultati di analisi su manufatti antichi<sup>26</sup>. Dati l'elevato grado di maturazione dei cereali e la siccità dei giorni precedenti la mietitura si rileva che l'operazione di taglio è stata condotta facilmente e senza particolari problematiche, salvo mettere in evidenza l'elevata percentuale di spighe e cariossidi cadute durante le operazioni e rimaste sul terreno.



Fig. 9. Solarolo. Falcetti in metallo (rame e bronzo con varie percentuali di stagno) e in lame di selce

	Altezza media del fusto (mediana)	Altezza massima del fusto (mediana)	Fusto più alto
1- <i>Triticum spelta</i>	120	147,5	165
2- <i>Hordeum vulgare distichum</i> var. Baraka	43	82	98
3- <i>Triticum aestivum</i> var. gentilrosso	77	138,5	155
4- <i>Triticum dicoccum</i>	58	132	160
5- <i>Triticum monococcum</i>	85	120	132
6- <i>Hordeum vulgare distichum</i>	37	91	103
7- <i>Triticum aestivum</i>	86,5	137	161

Tabella 2. Mediane delle altezze delle spighe.

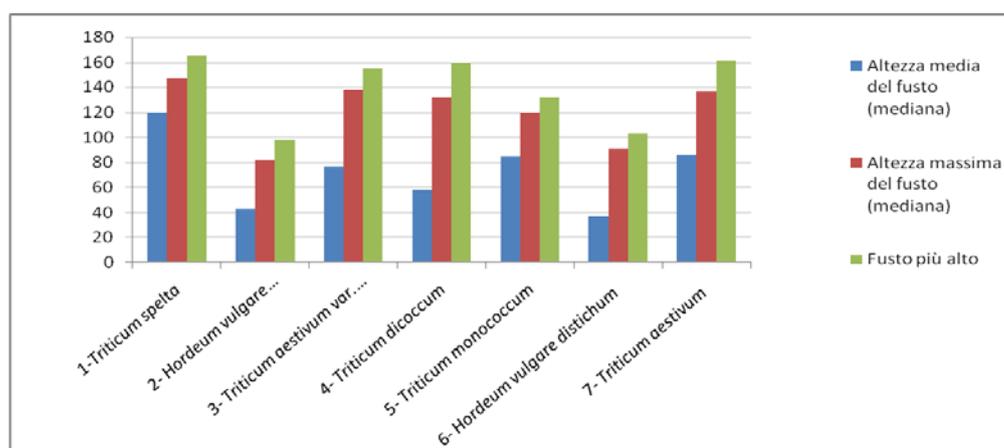
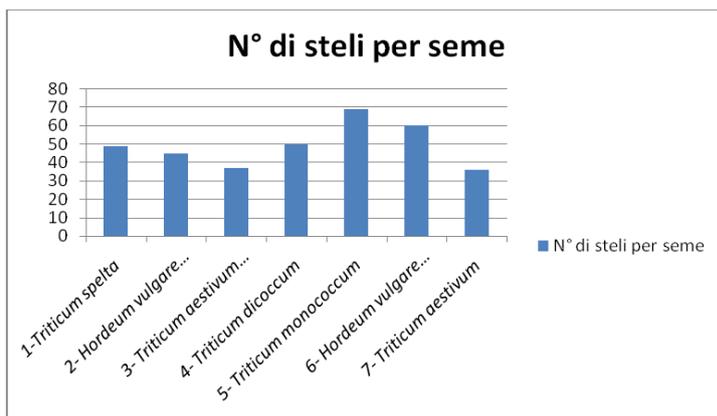


Fig. 10. Istogramma delle mediane delle altezze delle spighe

<sup>24</sup> Realizzati con supporti lignei e lame di selce denticolate rispettivamente da Giorgio Chelidonio e da Alberto Rossi.

<sup>25</sup> Realizzati da Alberto Rossi sul modello dei falcetti diffusi in ambito terramaricolo.

<sup>26</sup> Sulla tipologia, uso ed usura dei falcetti è stata assegnata una tesi di laurea e si rimandano ad un prossimo contributo le osservazioni e l'analisi della documentazione archeologica.



1-Triticum spelta	49
2- Hordeum vulgare distichum var.Baraka	45
3- Triticum aestivum var. gentilrosso	37
4- Triticum dicoccum	50
5- Triticum monococcum	69
6- Hordeum vulgare distichum	60
7- Triticum aestivum	36

Tabella 3. N° di steli per seme (mediana delle file da 1 a 5)

La trebbiatura, avvenuta a più riprese da luglio ad ottobre 2012, a causa del notevole quantitativo del raccolto ha rappresentato un problema di esecuzione, principalmente relativo ai tempi necessari per la separazione della granella dal resto di steli e spighe. È stato applicato il metodo della battitura e della separazione per ventilazione, ma restano da affrontare diverse problematiche di esecuzione con metodi e strumenti antichi, soprattutto pensando a produzioni dei cereali proiettate su diversi ettari. Va rilevato fin da ora che un quantitativo non indifferente di cariossidi rischia di andare perduto durante questa fase.



Fig. 11. Fasi di misurazione e conteggio di spighe cariossidi



Fig. 12. Battitura e selezione delle sementi

### Produttività

Il calcolo della resa di produttività della coltivazione è stato ottenuto attraverso una serie di conteggi che mettono in evidenza il peso, il volume e il numero delle cariossidi ricavate. Inevitabilmente si è proceduto al prelievo di campioni per ciascuna specie e per tipologia di semina, sufficiente a comprendere la quantità più rappresentativa

dell'intera produzione. Va rilevato che proprio per l'abbondante produzione dell'annata, il conteggio dei soli campioni è stata l'operazione più impegnativa per entrambe le giornate dedicate alla mietitura. Inoltre anche il conteggio finale dei chicchi ricavati dalla trebbiatura ha richiesto un impegno fortemente sottovalutato nelle fasi di progettazione.

La valutazione del risultato finale è un'operazione ancora più complessa per la somma di variabili che hanno caratterizzato la produzione cerealicola:

- condizioni agrometeorologiche dell'annata (cfr. allegato dei bollettini agrometeorologici mensili e settimanali regionali).

- la perdita dei chicchi dei cereali tra mietitura e trebbiatura, che ad un controllo effettuato a campione su alcune specie è stata stimata intorno al 10 % del raccolto.

L'uso corrente di misurare il rendimento della coltura cerealicola in quintali per ettaro (q/ha), dividendo il peso totale dei chicchi raccolti con la superficie coltivata, è qui affiancato dal calcolo della capacità per ettaro risolvendo parzialmente gli effetti dell'umidità che modificherebbero sensibilmente il risultato a peso.

	<b>1-Triticum spelta</b>	<b>2- Hordeum vulgare distichum</b> var. Baraka	<b>3- Triticum aestivum</b> var. gentilrosso	<b>4- Triticum dicoccum</b>	<b>5- Triticum monococcu m</b>	<b>6- Hordeum vulgare distichum</b>	<b>7- Triticum aestivum</b>	<b>8- Triticum aestivum</b> var. gentilrosso semina a spaglio
<b>peso generale</b>	10700	5800	2120	3000	5000	1900	700	7100
<b>N. spighe (file 1-5)</b>	2215 (totale 5 file)	60 (1 fila campione)	681 (2 file campione)	423 (1 fila campione)	442 (1 fila campione)	746 (1 fila campione)	358 (1 fila campione)	474 (campione m 1x1)
<b>N. spighe (file 6-10)</b>	3154 (3 file campione)	1734 (2 file campione)	1973 (2 file campione)	1140 (1 fila campione)	1370 (1 fila campione)	2005 (1 fila campione)	834 (1 fila campione)	
<b>Peso spiga (gr) (mediana per file 1-5)</b>	4,4 (15 campioni)	1,5 (12 campioni)	2 (15 campioni)	2,4 (19 campioni)	1,1 (16 campioni)	1,9 (19 campioni)	3,25 (20 campioni)	1,78 (campione m 1x1)
<b>Peso spiga (gr) (mediana per file 6-10)</b>	3,2 (15 campioni)	1,75 (20 campioni)	1,78 (16 campioni)	1,45 (12 campioni)	1,65 (22 campioni)	1,4 (20 campioni)	3,15 (24 campioni)	
<b>N° cariossidi per spiga (mediana per file 1-5)</b>	46 (15 campioni)	24 (12 campioni)	29 (15 campioni)	29 (19 campioni)	29 (16 campioni)	24 (19 campioni)	37 (20 campioni)	29 (campione m 1x1)
<b>N° cariossidi per spiga (mediana per file 6-10)</b>	34 (15 campioni)	27 (20 campioni)	29 (16 campioni)	33 (12 campioni)	34 (22 campioni)	21 (20 campioni)	35 (24 campioni)	
<b>Peso semi di una spiga (gr) (mediana per file 1-5)</b>	3	1,3 (12 campioni)	1,4 (15 campioni)	2,1 (19 campioni)		1,3 (19 campioni)	1,85 (20 campioni)	1,3 (campione m 1x1)
<b>Peso semi di una spiga (gr) (mediana per file 6-10)</b>	2	1,4 (20 campioni)	1,3 (16 campioni)	1,1 (12 campioni)		1,3 (20 campioni)	2,2 (24 campioni)	
<b>% peso glume</b>	30%	20%		30%	50%	20%		
<b>peso totale del raccolto</b>	<b>16,850</b>	<b>5,900</b>	<b>7,000</b>	<b>4,700</b>	<b>11,750</b>	<b>4,400</b>	<b>6,400</b>	<b>7,100</b>
<b>TOTALE 61 kg</b>								

Tabella 4. Dati raccolto

### I conteggi

1. Calcolo numerico dei chicchi di cereale, ottenuto con il prodotto tra numero spighe per la mediana del numero di cariossidi in ciascuna spiga. Per *Triticum spelta* il conteggio è stato pressoché totale, mentre per gli altri tipi il numero delle spighe è stato ottenuto dalla mediana del conteggio in 2-4 campioni per fila (Tabella 4. Raccolto).
2. Peso del totale delle cariossidi raccolte. (Tabella 4. Peso totale)
3. Peso dei semi determinato sulle spighe-campione prelevate, di cui è stato misurato il peso e il numero di cariossidi. In seguito le spighe sono state frantumate e ripulite di reste e rachidi ed infine pesate le

cariossidi<sup>27</sup>. Il peso dei semi è stato in seguito ricontrrollato con un campione di 100 semi prelevati in modo casuale dal prodotto ripulito finale.

4. Il calcolo della produzione in capacità è stata ottenuta pesando 1 l di ciascuna specie (Tabella 5. volume).
5. I valori sono stati utilizzati infine per un calcolo proiettato su una superficie di 1 ha ed avere in questo modo a disposizione un dato comparabile con altre sperimentazioni o con le stime ricavabili dalle fonti antiche e medievali (Tabella 6).

	1- <i>Triticum spelta</i>	2- <i>Hordeum vulgare distichum</i>	3- <i>Triticum aestivum</i>	4- <i>Triticum dicoccum</i>	5- <i>Triticum monococcum</i>	grano duro
Dati misurati a Solarolo (g/l)	500	550	700	350	600	
Grani vestiti (g/l) (da altre fonti: OLIVEIRA 2001, SIGAUT 1992)	440	630	780	460	450	800
Cariossidi svestite (g/l) (da altre fonti: OLIVEIRA 2001, SIGAUT 1992)	750	750	–	700	720	–

Tabella 5. Equivalenze per il calcolo della capacità per ciascuna specie utilizzata con dati di confronto.

Le file da 1 a 5 (semina a solco con un seme a 30 cm di distanza) sono state generalmente meno produttive di quelle da 6 a 10 (semina a solco con sette semi a 30 cm di distanza) e in certi casi nella crescita in alcune file si è generato un vuoto dovuto a cause presumibilmente accidentali (animali, sterilità della semente, ecc.). La probabilità che pertanto un solo seme non abbia modo di svilupparsi è alta così come il rischio di compromettere la produttività finale. Allo stesso tempo le spighe nate da un seme unico hanno un maggiore tasso di crescita come numero di cariossidi per spiga e come peso.

		Peso totale (kg) 50m <sup>2</sup>	Peso (kg) proiezione a 1ha	Quantità (l) 50m <sup>2</sup>	Quantità (l) proiezione a 1ha	Rendimento a peso
1- <i>Triticum spelta</i> VESTITO	Semina	0,072	14,4	0,12	24	
	Raccolto	16,850	3690	30,75	6150	<b>1: 234</b>
2- <i>Hordeum vulgare distichum</i> var.Baraka VESTITO	Semina	0,078	14,1	0,14	28,36	
	Raccolto	5,900	1180	12,73	2545	<b>1: 75</b>
3- <i>Triticum aestivum</i> var. gentilrosso NUDO	Semina	0,061	12,2	0,08	17,4	
	Raccolto	11,000	2200	15,71	3142	<b>1: 177</b>
4- <i>Triticum dicoccum</i> VESTITO	Semina	0,087	17,4	0,24	49,71	
	Raccolto	4,700	940	20	4000	<b>1: 54</b>
5- <i>Triticum monococcum</i> VESTITO	Semina	0,086	17,2	0,14	28,6	
	Raccolto	11,750	2350	10,83	2166	<b>1: 136</b>
6- <i>Hordeum vulgare distichum</i> VESTITO	Semina	0,073	14,6	0,18	36,5	
	Raccolto	4,400	880	17,5	3500	<b>1: 60</b>
7- <i>Triticum aestivum</i> NUDO	Semina	0,079	15,8	0,11	22,6	
	Raccolto	6,400	1280	11,4	2285	<b>1: 81</b>

Tabella 6. Riassunto della produzione, proiezione alla superficie di 1 ha e calcolo delle stime di redditività

<sup>27</sup> Per le specie vestite il peso è riferito al seme incluse le glume, che rappresentano circa il 30% del peso complessivo o nel caso del monococco fino al 50%. Va ricordato che anche nelle fonti antiche ogni valutazione della resa del prodotto veniva effettuata in condizioni di cariossidi vestite.

La pratica di seminare più semi nello stesso punto adottata nelle file da 6 a 10 si è dimostrata quella più efficace e produttiva, garantendo che almeno uno o più semi arrivino alla crescita, ma va rilevato che il peso medio delle spighe è leggermente minore.

### I primi risultati e le prospettive della ricerca

I risultati ottenuti mostrano una produzione particolarmente abbondante, che potrebbe ad una prima valutazione essere considerata anomala e pertanto non rappresentativa di una produzione antica.

Ad un più attento esame, lo stesso risultato ci suggerisce invece di riesaminare il ruolo e le possibili tecniche della produzione agricola nell'età del Bronzo.

Pur riconoscendo l'inevitabile processo di selezione delle sementi storiche che in 3500 anni hanno favorito certamente una specie più redditizia in termini di numero di spighe ottenute da un solo seme, il risultato della selezione non dovrebbe pregiudicare una più estesa valutazione dell'attenzione verso le pratiche agricole antiche.

Innanzitutto si ricorda come le stesse fonti latine riportino casi eccezionali, ma altrettanto significativi perché corrispondenti a quanto oggi si può osservare a proposito dell'accestimento dei frumenti tradizionali: Plinio il Vecchio ci segnala che in Africa settentrionale da un moggio di grano si arrivava a raccoglierne 150. Varrone e Plinio riportano che una particolare specie di frumento era chiamata *centigranium* per la particolare resa<sup>28</sup>.

Non sono pertanto esagerazioni le altre segnalazioni sempre di Plinio tra cui l'invio del Proconsole d'Africa all'imperatore Augusto di una pianta accestita con 400 spighe nate tutte da un solo chicco di grano, con una resa di almeno 1 a 12.000. Sempre Plinio riporta che anche l'imperatore Nerone ricevette dalle sue proprietà imperiali di Byzacium una pianta di grano con 360 spighe (Plin. *N. H.* XVIII.21)<sup>29</sup>.

Entrambi i valori discordano con la bassa resa della produzione cerealicola citata da altre fonti come la stima di 4:1 del raccolto citato da Columella<sup>30</sup>, e come già accennato ci dovrebbero indurre a considerare queste ultime con più attenzione (FORNI 2002).

Non va escluso pertanto che nelle pratiche agricole dell'età del Bronzo si ponesse attenzione nel momento di accantonamento delle sementi per la semina successiva alle spighe migliori. Già in età romana questa selezione è menzionata dagli agronomi latini (FORNI 2002, p. 121) e potremmo estenderla alle epoche più antiche, giustificando in questo modo una selezione naturale di sementi che permettevano di raggiungere produzioni più elevate, già a partire dall'età del Bronzo, quando si diffondono specie diverse (es. *Triticum spelta*, avena, migli) particolarmente adatte alle condizioni climatiche e pedologiche dei suoli di pianura. In particolare sulla qualità di *Triticum spelta* per una comparazione con quello utilizzato nella sperimentazione, ricordiamo la menzione di Plinio che afferma "nell'Italia transpadana lo spelta a mia conoscenza, pesa 25 libbre al moggio, e presso Chiusi ventisei" (Plin. *Nat.* 18.12), equivalenti rispettivamente a 944 e 982 g<sup>31</sup>.

In secondo luogo si vuole sottolineare che uno dei presupposti della sperimentazione trova conferma nella ricerca: l'attenzione alle pratiche agricole per ottenere la maggiore produzione di cereali, da cui dipendeva la sussistenza e il benessere delle comunità dell'età del Bronzo. Questa attenzione si traduce con le tipologie di semina, in cui riteniamo dovessero essere molto più dedicate e attente rispetto a qualunque altra forma di coltivazione estensiva. La sperimentazione effettuata a Solarolo ha applicato diverse tipologie di semina preferendo, rispetto a quella a spaglio, la semina a solco, con un'attenzione massima rivolta alla posa di ogni chicco di semente e con una resa produttiva sicuramente migliore.

---

<sup>28</sup> « In Italia in Subaritano dicunt etiam cum centesimo redire solitum, in Syria ad Gadara et in Africa ad Byzacium item ex modio nasci centum. » (Varrone, *Res rust.*, I, 44, 2).

<sup>29</sup> *tritico nihil est fertilius. hoc ei natura tribuit, quoniam eo maxime alebat hominem, utpote cum e modio, si sit aptum solum, quale in byzacio africae campo, centeniquinquageni modii reddantur. misit ex eo loco Divo Augusto procurator eius ex unograno, vix credibil e dictu, cccc paucis minus germina, exstantque de ea re epistulae. misit et neroni similiter cclx stipulas ex uno grano. cum centesimo quidem et leontini siciliae campi fundunt alique et tota baetica et in primis aegyptus. fertilissima tritici genera ramosum ac quod centigranium vocant* (Plinio, *N. h.*, XVIII, 21).

"Nessuna coltivazione è più produttiva del frumento. Questa qualità gli diede la natura perché con esso soprattutto nutriva l'uomo: infatti un moggio quando il terreno è adatto, come nelle pianure di Bizacio in Africa, ne rende centocinquanta. Dal Bizacio il procuratore del divino Augusto gli mandò, nati da un solo grano - incredibile a dirsi - poco meno di 400 germogli, ed esistono ancora lettere che testimoniano il fatto. Allo stesso modo anche a Nerone il suo procuratore spedì 360 steli nati da un solo chicco. Cento per uno rendono peraltro anche le pianure di Lentini e di altre zone in Sicilia, l'intera Betica e soprattutto l'Egitto. Le specie di frumento più produttive sono quello ramoso e quello che chiamano centograni".

<sup>30</sup> *Nam frumenta maiorem quidem partem Italiae quando cum quarto responderit, uix meminisse possimus* (Columella, *De re rust.*, III, 3, 4). *Nam frumenta maiore quidem parte Italiae quando cum quarto responderint, vix meminisse possumus.* "Possiamo poi a stento ricordare quanto mai i frumenti abbiano dato nella maggior parte d'Italia un rendimento del quadruplo" (*L'arte dell'agricoltura e Libro sugli alberi*, traduzione di Rosa Calzecchi Onesti, introduzione e note di Carlo Carena, Torino : G. Einaudi, 1977).

<sup>31</sup> Si ricorda che il peso citato da Plinio non dovrebbe essere riferito alla sola semente, essendo lo spelta un frumento vestito con glume piuttosto rigide e consistenti.

Il presupposto della sperimentazione, difficile da dimostrare archeologicamente, salvo valutare gli strumenti connessi alla preparazione dei terreni (zappette in corno, pale e vanghe in legno), consiste nell'idea che la programmazione economica giustificata dalla continuità di vita dei villaggi per alcune centinaia di anni non lasciasse al caso nulla della produzione agricola (CATTANI, MARCHESINI 2010)<sup>32</sup>

Per verificare la produttività delle singole specie di cereali, sarà necessaria una sperimentazione ripetuta per diverse stagioni in modo da confermare l'eventuale migliore adattabilità di alcune di queste (ad es. *Triticum spelta*) rispetto ad altre che hanno dato un risultato minore (ad es. *Hordeum vulgare distichum*).

### **Il contributo all'archeobotanica**

La pratica della sperimentazione della coltivazione su modello tradizionale, come già espresso, è stata incoraggiata anche dai primi risultati dell'analisi archeobotanica nel sito di Solarolo. È stato infatti realizzato lo studio carpologico di alcune unità stratigrafiche ed è in corso l'analisi planimetrica di campioni provenienti da diversi quadrati dello stesso strato, al fine di esaminare il deposito archeologico capillarmente, sia in senso sincronico che diacronico.

Il lavoro archeobotanico nell'insediamento ha evidenziato il ricorso all'agricoltura come prima fonte della sussistenza, in particolare legata alla coltivazione dei cereali. Le tipologie preferite sono state senz'altro orzo (non è stato per il momento possibile specificarne sottospecie o varietà) e frumenti, pertinenti a diverse specie. I frumenti vestiti appaiono i più utilizzati, probabilmente in relazione alla loro migliore conservabilità data la permanenza delle glumette a protezione delle cariossidi, anche se non mancano i frumenti nudi, debolmente attestati. Tra i frumenti vestiti il farro ha senz'altro un ruolo di rilievo, seguito dallo spelta, che inizia ad essere documentato in modo cospicuo proprio a partire dall'età del Bronzo<sup>33</sup>. Infatti, con l'inizio dell'età del Bronzo si hanno prove consistenti della coltivazione dello spelta, rinvenuto in diversi siti della valle dell'Adige, dell'area Gardesana, della Pianura Padana e sulle Alpi Cozie. Le modalità della diffusione dello spelta non sono ancora chiarite, la sua discreta diffusione nelle vallate del Trentino-Alto Adige potrebbe essere in rapporto alla sua rusticità o all'influsso dei paesi nordici, infatti nell'Europa Centrale questo cereale è decisamente più abbondante rispetto all'Italia (ROTTOLI 2002).

Completano il quadro dei frumenti presenti a Solarolo due tipologie di tradizione neolitica: il farricello, probabilmente quasi ridotto a ruolo di infestante dei coltivi più produttivi e quello che viene definito "*new glume wheat*", ovvero un tipo di grano simile al farro (ma con diverso patrimonio genetico) che si diffonde in Italia settentrionale a partire dal Neolitico medio e che in seguito viene abbandonato, fino a scomparire del tutto nel corso dell'età del Bronzo (JONES 2000, ROTTOLI 2004).

Per quanto riguarda altre tipologie di cereali, nei siti italiani compaiono occasionalmente segale ed avena, ma l'impressione è che questi cereali ricoprano la veste di infestanti, non ancora oggetto di coltura specifica (ROTTOLI 2000). Mentre a Solarolo non vi è (per ora) traccia della segale, l'avena è presente in discreta quantità ma non è chiaro se si tratti della specie selvatica (che vegeta spontaneamente ed è diffusa in tutto il territorio italiano) oppure già del cereale messo a coltura, da cui differisce per la morfologia della base della gluma, reperto archeobotanico piuttosto deperibile e quindi difficile da riscontrare nei sedimenti.

Con l'età del Bronzo si afferma pure la coltura dei cereali a granella piccola, ovvero i migli (*Panicum miliaceum*, *Setaria italica*, *Echinochloa crus-galli*), anche se la loro frequenza per tutto il periodo rimane secondaria rispetto ai cereali maggiori (ROTTOLI 2002). È singolare che a Solarolo il miglio (*Panicum miliaceum*) e il giavone (*Echinochloa crus-galli*) vengano rinvenuti carbonizzati (ad attestare le pratiche agricole di tostatura delle cariossidi e quindi il loro utilizzo alimentare), mentre il genere *Setaria* si presenti mineralizzato<sup>34</sup>, rimandando invece al gruppo delle specie selvatiche. In ogni caso, la presenza di cereali diversi da orzo e frumento sembrerebbe consolidare l'ipotesi di prime forme di alternanza nella coltivazione, tra tipologie più e meno esigenti.

Infine, è doveroso menzionare i legumi, altra importante risorsa alimentare nonché possibile oggetto di future sperimentazioni a Solarolo. Dal punto di vista archeobotanico, appare ancora problematico il ruolo delle leguminose, scarsamente rilevate in tutta l'età del Bronzo in Italia settentrionale. Anche il nostro sito non fa eccezione, restituendo solo scarsi resti di pisello, cicerchia, lenticchia e veccia. La modesta presenza di legumi può essere spiegata con un effettivo scarso interesse verso queste piante, ma anche con problemi di tipo conservativo, che sottostimerebbero il loro ruolo nell'alimentazione.

---

<sup>32</sup> Seguendo questa linea interpretativa al peso totale e al calcolo di rendimento andrebbe aggiunta la percentuale perduta soprattutto durante le operazioni di mietitura, che doveva essere probabilmente recuperata con la raccolta successiva alla fase di taglio dei cereali. Il ruolo delle spigolatrici nella tradizione contadina potrebbe rappresentare una conferma all'attenzione rivolta a perdere il meno possibile dal raccolto.

<sup>33</sup> Rare attestazioni di *Triticum spelta* riguardano siti neolitici ed eneolitici ma per questi periodi non si può parlare di vera e propria coltivazione data la scarsità numerica dei ritrovamenti.

<sup>34</sup> La mineralizzazione deteriora l'epidermide del reperto vegetale rendendo impossibile la determinazione specifica.

## Conclusioni

La sperimentazione destinata a seguire un ciclo pluriennale richiederà necessariamente conferme e nuove risposte ai tanti quesiti aperti con la fase di prima generazione. La sperimentazione è continuata anche nel 2012 con la preparazione del terreno e la semina avvenuta alla fine del mese di ottobre. La prosecuzione delle osservazioni permetterà di approfondire le problematiche connesse allo sfruttamento del territorio e di migliorare la documentazione dei singoli passaggi del ciclo di coltivazione dei cereali.

Resta prioritaria la possibilità di divulgare alla comunità scientifica i dati, le osservazioni e i risultati utili alla discussione sulle forme del popolamento antico. Un secondo obiettivo è anche l'attrazione di un pubblico più vasto in una prospettiva di recupero delle forme tradizionali di gestione delle risorse, in cui convergono sia lo studio delle origini della civiltà contadina, sia una migliore comprensione degli aspetti più significativi della preistoria ed in particolare dell'età del Bronzo (durata e continuità di vita dei villaggi costituiti da centinaia di individui).

La scarsa semente necessaria per la semina a solco permette di comprendere come fosse possibile per le comunità antiche gestire in modo più efficace una produzione agricola non rivolta al profitto (ovvero alla vendita come in un sistema schiavistico o capitalistico) quanto piuttosto destinata ad una distribuzione e ad un consumo interno, in una comunità a struttura eterarchica come quella che immaginiamo per l'età del Bronzo nella pianura padana<sup>35</sup>.

Il risultato proiettato sulle dimensioni di un ettaro e analizzato sul quantitativo massimo della produzione di cereali inoltre permette di riconsiderare le stime demografiche proprio riferendoci al consumo di cereali procapite. Come accennato in precedenza si ritiene necessario aprire un nuovo capitolo dedicato all'alimentazione e alla demografia delle comunità della pianura padana, oggetto della prossima fase di discussione. L'approfondimento del valore nutritivo dei cereali coltivati in rapporto alla razione quotidiana individuale permetterà di presentare una stima demografica più adeguata.

## Bibliografia

- BAKELS C. C. 1997, *The beginnings of manuring in western Europe*, *Antiquity* 71, N. 272, pp. 442-445.
- BERTACCHINI E. 2009, *Regional legislation in Italy for the protection of local varieties*, *Journal of Agriculture and Environment for International Development* 2009, 103 (1/2), pp. 51-63.
- BIETTI SESTIERI A.M. 2002, *L'agricoltura in Italia nell'età dei metalli* in FORNI G., MARCONI A., a cura di, *Storia dell'Agricoltura Italiana, L'Età Antica*, 1,1, Preistoria, pp. 205-217.
- BORGONGINO M. 2006, *Archeobotanica: Reperti Vegetali da Pompei e dal Territorio Vesuviano*, Roma, L'Erma di Bretschneider.
- CARDARELLI A. 2009, *Insedimenti dell'età del bronzo fra Secchia e Reno. Formazione, affermazione e collasso delle terramare*, in AA.VV., *Atlante dei Beni Archeologici della Provincia di Modena. Collina e Alta Pianura*, III/I, Firenze, pp. 33-58
- CARDARELLI A. 2010, *Le terramare e dopo. Lo spostamento dell'asse demografico e socio-economico nel tardo Bronzo in Italia centro-settentrionale*, in *Le ragioni del cambiamento. "Nascita", "declino" e "crollo" delle società tra la fine del IV e inizio I mill. a.C.*, a cura di A. CARDARELLI, A. CAZZELLA, A. FRANGIPANE, R. PERONI, Atti del Convegno internazionale (Roma, 15-17 giugno 2006), *Scienze dell'Antichità*, 15, pp. 449-520.
- CARRA M. 2009, *Alimentazione, ambiente ed economia di sussistenza su base vegetale. Studio archeobotanico preliminare dei macroresti provenienti dal sito di Solarolo* in IpoTESI di Preistoria, Vol 2, 1, pp. 281-291.
- CARRA M. 2012, *Per una storia della cerealicoltura in Italia settentrionale dal Neolitico all'Età del Ferro: strategie adattive e condizionamenti ambientali*, Tesi di dottorato inedita. Dottorato di Ricerca in Archeologia XXIV ciclo, Università di Bologna.
- CATTANI M. 2009, *Gli scavi nell'abitato di via Ordiere (RA) e il progetto di ricerca sull'età del Bronzo in Romagna*, Ipotesi di Preistoria 2, 1, pp. 115-130. ISSN on-line: 1974-7985. ISSN a stampa: 2038-2898.
- CATTANI M., MARCHESINI M. 2010, *Economia e gestione del territorio nell'età del Bronzo: le radici della civiltà contadina*, in CATTANI M., MARCHESINI M., MARVELLI S., a cura di, *Paesaggio ed economia nell'età del Bronzo tra Panaro e Samoggia*, pp. 233-242.

---

<sup>35</sup> Non si escludono forme di scambio tra i villaggi dell'età del Bronzo, soprattutto in particolari condizioni di avversità colturali dovute ad eventi atmosferici o climatici (alluvioni, siccità, ecc.), o tra comunità in cui le produzioni cerealicole potevano essere più o meno specializzate (pianura/montagna), ma si ritiene che oltre ai normali processi di scambio per ottenere beni specifici (es. metallo) il trasferimento di masse di cereali intervenisse più per una mutua assistenza tra i villaggi determinata da relazioni di parentela o di alleanza, fissati ipoteticamente anche a lunga distanza, che per un profitto destinato all'aumento della ricchezza.

- CATTANI M., MIARI M. 2010, *La Romagna tra antica e recente età del Bronzo*, Relazioni generali, Sessione 3 - Le comunità di villaggio dell'età del bronzo, Preatti XLV Riunione Scientifica dell'Istituto italiano di Preistoria e Protostoria, Modena 26-31 ottobre 2010, reperibile in <http://www.academia.edu/2231336/M. Cattani M. Miari La Romagna tra antica e recente eta del Bronzo>
- COSTANTINI L., BIASINI COSTANTINI L. *L'origine delle tradizioni agricole nell'Italia antica*, in <http://www.beniculturali.it/mibac/multimedia/MiBAC/minisiti/alimentazione/sezioni/origini/articoli/agricole.html>
- CREMASCHI M. 1991-1992, *Economia ed uso del territorio: possibile crisi ambientale durante il Bronzo Recente*, in AA.VV., *L'età del Bronzo in Italia nei secoli dal XVI al XIV a.C.*, Atti del Convegno, RassA 10, pp. 180-182.
- DU BOIS L. 1825, *Cours complet et simplifié d'agriculture et d'économie rurale et domestique*, tome vi, Paris, Raynal Libraire.
- FERLISI D., IOVINO M. R., MAGNANO G., VELLA M. 2003, *Agricoltura nel Neolitico: la sperimentazione*, in BELLINTANI P., MOSER L., a cura di, *Archeologie sperimentali. Metodologie ed esperienze fra verifica, riproduzione, comunicazione e simulazione*, Atti del Convegno, Comano Terme - Fivà (Trento, Italy), 13 - 15 settembre 2001, Provincia Autonoma di Trento, Trento, pp. 437-440
- FIORENTINO G., CASTIGLIONI E., ROTTOLI M., NISBET R. 2004, *Le colture agricole in Italia nel corso dell'età del Bronzo: sintesi dei dati e linee di tendenza*, in D. COCCHI GENICK (a cura di), *L'età del Bronzo Recente in Italia*, Viareggio 2004, pp. 219-226.
- FLANDRIN J.L., MONTANARI M. a cura di, 1996, *Storia dell'alimentazione*, vol. 1, Bari, Laterza.
- FORNI G. 2002, *L'agricoltura: coltivazione ed allevamento. Genesi, evoluzione, contesto* in FORNI G., MARCONE A., a cura di, *Storia dell'Agricoltura Italiana, L'Età Antica*, I,1, Preistoria, pp. 7-145.
- FORNI G. 2002, *La produttività* in FORNI G., MARCONE A., a cura di, *Storia dell'Agricoltura Italiana, L'Età Antica*, I,2, L'età romana, pp. 431-445.
- FORNI G. 2002, *Colture, lavoro, tecniche, rendimenti*, in FORNI G., MARCONE A., a cura di, *Storia dell'Agricoltura Italiana, L'Età Antica*, I, 2, L'età romana, pp. 73-156.
- FRAULINI 2003-2004, *L'alta pianura modenese tra la media e la recente età del bronzo. Aspetti paleoeconomici e dell'organizzazione del territorio*, Tesi di laurea in Scienze dei Beni Culturali, Università di Modena e Reggio Emilia. Relatore, A. Cardarelli, Correlatore, A.M. Mercuri.
- HARDING A.F. 2000, *Agriculture and food production*, in *European Societies in the Bronze Age*, pp. 124-133.
- JONES G., VALAMOTI S., CHARLES M., 2000, *Early crop diversity: a "new" glume wheat from northern Greece*, *Review of Vegetation History and Archaeobotany* 9, pp. 133-146.
- KOLENDO J. 1980, *L'agricoltura nell'Italia romana*, Roma.
- LONGO O. 2003 *Agricoltura nell'antica Grecia*, Accademia Dei Georgofili [genweb.dsa.unipd.it/georgofili/attività/relazione%20longo.pdf](http://genweb.dsa.unipd.it/georgofili/attività/relazione%20longo.pdf).
- MARCONE A. 1997, *Storia dell'agricoltura romana. Dal mondo arcaico all'età imperiale*, Roma, NIS.
- MATTERNE V. 2001, *Agriculture et alimentation végétale durant l'âge du Fer et l'époque gallo-romaine en France septentrionale Montagnac*, Editions Monique Mergoil.
- MERCURI A.M., ACCORSI C.A., BANDINI MAZZANTI M., BOSI G., CARDARELLI A., LABATE D., MARCHESINI M., TREVISAN G. 2006, *Economy and Environment of Bronze Age Settlements - Terramaras - on the Po Plain (Northern Italy): First Results from the Archaeobotanical Research at the Terramara di Montale*, in *Veget. Hist. Archaeobot.* 16, 2006, pp. 43-60.
- MONTANARI M. 1984, *Rese cerealicole e rapporti di produzione*, in *Campagne Medievali. Strutture produttive, rapporti di lavoro, sistemi alimentari*, Piccola Biblioteca Einaudi, Torino, pp. 55-85.
- NISBET R., ROTTOLI M. 1997, *Le analisi dei macroresti vegetali dei siti dell'età del bronzo*, in BERNABÒ BREA M., CARDARELLI A., CREMASCHI M., a cura di, *Le Terramare. La più antica civiltà padana*, Catalogo della Mostra, Milano, pp. 469-474.
- OLIVEIRA J. A. 2001, *North Spanish emmer and spelt wheat landraces: agronomical and grain quality characteristic evaluation*, *FAO. Bulletin de ressources phytogénétiques*, 125, pp. 16-20.
- OLLICH I., DE ROCAFIGUERA M., OCAÑA M., CUBERO C., AMBLÀS O. 2012, *Experimental Archaeology at L'Esquerda. Crops, Storage, Metalcraft and Earthworks in Mediaeval and Ancient Times*, *Archaeology, New Approaches in Theory and Techniques*, IMMA OLLICH-CASTANYER ed., ISBN: 978-953-51-0590-9, InTech: <http://www.intechopen.com/books/>.
- PUCCI G. 1998, *I consumi alimentari*, in E. GABBA e A. SCHIAVONE, a cura di, *Storia di Roma, IV, Caratteri e Morfologie*, Torino, Einaudi, pp. 369-388.
- REYNOLDS P.J. 1978, *The Experimental Storage of Grain in Underground Silos*. Unpublished Ph.D. thesis, Leicester University.
- REYNOLDS P.J. 1987, *Ancient Farming*, Shire Archaeology Publications.
- REYNOLDS P.J. 1992, *Crop Yields of the Prehistoric Cereal Types Emmer and Spelt: The Worst Option*, in *Prehistoire de l'Agriculture. Nouvelles approches Experimentales et Ethnographiques*, Monographie du C.R.A., n°6, CNRS.
- ROTTOLI M. 2002, L'Italia settentrionale, in FORNI G., MARCONE A., a cura di, *Storia dell'Agricoltura Italiana, L'Età Antica*, I,1, Preistoria, pp. 235-246.
- ROTTOLI M. 2004, *Un nuovo frumento vestito nei siti neolitici del Friuli Venezia Giulia (Italia nord-orientale)*, Gortania, 26, pp. 67-78.

- ROTTOLI M., MOTELLA S. 2004, *Resti antracologici e lignei della terramara S. Rosa di Poviglio*, in BERNABÒ BREA M., CREMASCHI M., a cura di, *Il Villaggio Piccolo della terramara di S. Rosa di Poviglio. Scavi 1987/1992*, Firenze, pp. 737-742.
- SALTINI A. 1984, *Storia delle scienze agrarie, 1, Dalle origini al Rinascimento*, Bologna, Edagricole.
- SALTINI A. 2002, *Il sapere agronomico. Empirismo e sapere scientifico: nasce a Roma la scienza agronomica*, in FORNI G., MARCONE A., a cura di, *Storia dell'Agricoltura Italiana, L'Età Antica, 1, 2*. pp. 353-382.
- SAUVAGEOT P., GRILLO P. 1943, *La Culture familiale du blé*, Paris (ed. it. *La coltivazione familiare del grano*, Firenze 1985).
- SESTIERI 2002, *L'agricoltura nell'età dei metalli*, in FORNI G., MARCONE A., a cura di, *Storia dell'Agricoltura Italiana, L'Età Antica, 1, 1*. pp. 205-217.
- SIGAUT F. 1992, *Rendements, semis et fertilité: signification analytique des rendements*, in ANDERSON P. C. (ed.), *Préhistoire de l'agriculture. Nouvelles approches expérimentales et ethnographiques*, Paris, Éd. du CNRS (Monographie du CRA n° 6), p. 395-403.
- WILLCOX G. 1999, *Archaeobotanical significance of growing Near Eastern Progenitors of Domestic Plants at Jalès, France* in P. ANDERSON (ed.) *Prehistory of Agriculture*, Monograph 40, University of California, Los Angeles, pp.103-117.

## **Allegato 1. Descrizione delle sementi utilizzate**

*Triticum monococcum*, detto anche "monococco" o "farro piccolo".

Descrizione: È un frumento vestito: alla raccolta le cariossidi sono ricoperte dalle glume che devono essere rimosse prima della macinazione. Aristato. La spigatura è tardiva. Spiga piatta di colore bianco. All'interno di ogni spighetto è contenuta una sola cariosside. Granella piccola, colore rosso chiaro.

È adatto a terreni poco fertili. Molto sensibile all'allettamento. È il meno produttivo dei farri coltivati. Attualmente è coltivato solo in Piemonte. La granella è particolarmente ricca di proteine (18-20%). La scarsità di glutine lo rende adatto anche a chi soffre di celiachia.

*Triticum dicoccum*, detto anche "farro" o "farro dicocco".

Descrizione: È un frumento vestito. La spiga, piatta, semicompatta, può essere mutica o aristata. In ogni spighetto sono contenuti 1-2 frutti (cariossidi). La cariosside è grande, di colore rossiccio. Taglia alta, oltre 150 cm. Sensibile all'allettamento.

Molto rustico, era particolarmente diffuso nelle zone dell'alto Appennino. Fin dall'antichità è il farro più coltivato in Italia. I Romani diffusero la tecnica di arrostitire il chicco per liberarlo dalle glume, originando così una festa per la torrefazione del farro: la *Fornacalia*.

Nell'antica Roma, molto prima dell'uso di panificare, il farro trovava largo impiego per preparare il puls, un tipo di pane-polenta di uso molto comune, ed il *libum*, focaccia da offrire agli dei.

L'interno della cariosside è semivitreo (simile al grano duro), si presta particolarmente alla preparazione di zuppe. È povero di grassi e ricco di fibre, vitamine e sali minerali.

*Triticum spelta*.

Descrizione: È un frumento vestito: alla raccolta le cariossidi sono ricoperte dalle glume, che devono essere rimosse prima della macinazione. È esaploide come il frumento tenero. Taglia alta, oltre 150 cm. La spiga è lasca, di 15-20 cm di lunghezza, arcuata, di solito mutica o con ariste corte. In ogni spighetto sono contenute 1-2 cariossidi.

Anche se già presente in epoca pre-romana nel nord Italia, si adatta poco alle condizioni ambientali: è infatti tipico dell'Europa del Nord. È il più produttivo dei farri e quello meno sensibile all'allettamento. L'interno della cariosside è farinaceo, si presta particolarmente alla panificazione. È povero di grassi e ricco di vitamine e sali minerali.

*Triticum aestivum*:

Descrizione: La granella, a differenza dei farri, si presenta nuda. Si distingue dal grano duro per la consistenza della parte interna della cariosside che è farinosa e biancastra. Altra differenza riguarda l'internodo al di sotto della spiga che nel grano tenero è vuoto. Il grano tenero può essere aristato o mutico.

Ci sono varietà che per produrre seme devono essere seminate necessariamente in autunno (varietà non alternative) e altre che possono anche essere seminate a fine inverno (alternative).

In Italia viene coltivato soprattutto nelle regioni settentrionali. La farina è impiegata principalmente per la panificazione, produzione di sostituti del pane e dolci.

*Triticum aestivum* var. gentilrosso:

Descrizione: Frumento tenero. È una delle popolazioni originarie italiane di frumento che verso la metà del 1800 si diffusero dalla Toscana alle zone circostanti e nell'Emilia, fino ad arrivare nel Veneto. Il gentilrosso è mutico, ma esistono selezioni semiaristate. Ha spiga rosso pallido, taglia alta (150 cm); è mediamente tardivo, dotato di buona capacità produttiva per semine di pianura (circa il 40% rispetto a una varietà moderna), ma sensibile all'allettamento nelle zone più fertili e ricche di sostanza organica. È caratterizzato da frattura soft che richiede poca energia per la molitura.

In Italia, ai primi del '900, il gentilrosso era la varietà più diffusa: dal 1920 al 1930 era coltivato su circa un milione di ettari.

## Allegato 2

### Dati meteorologici (da ARPA [www.arpa.emr.it/sim](http://www.arpa.emr.it/sim))

Vengono riassunti dai bollettini agrometeorologici mensili e settimanali dell'Agenzia Regionale Prevenzione e Ambiente della Regione Emilia Romagna i dati relativi a temperatura massima e minima, precipitazioni e bilancio idroclimatico (BIC). Il valore del BIC rappresenta la differenza tra le precipitazioni e l'evapotraspirazione potenziale ed è da considerare come un primo indice per la valutazione del contenuto idrico dei suoli. I valori positivi indicano condizioni di surplus idrico mentre quelli negativi rappresentano condizioni di deficit idrico. (ETP è l'effetto cumulato dell'evaporazione dalla superficie del terreno e della traspirazione dell'acqua dalle piante).

mese	T min °C	T max °C	Precip.	BIC	commento generale regionale
<b>set-11</b>	15	28	10	-50	Mese caldissimo, tra i più caldi di sempre. Massime sino a 34 °C. Medie delle temperature sino a 5 °C superiori alla norma.
<b>ott-11</b>	7	17	30	0	
1^ settimana	9	25	10	-20	Precipitazioni in generale scarse e consumi evapotraspirativi superiori ai riferimenti.
2^ settimana	8	20	0	-15	Sommatorie termiche superiori alla norma.
3^ settimana	6	16	0	30	Contenuto idrico del terreno: siccità generalmente moderata, migliora nel forlivese-cesenate e riminese, peggiora in aree del ferrarese, ravennate, bolognese.
4^ settimana	8	14	40	40	Richieste, rispetto alla norma, maggiori irrigazioni su colture tardive. La tenacità dei terreni, causa siccità, rende difficoltose le lavorazioni.
<b>nov-11</b>	5	13	10	-40	Dopo le modeste piogge della terza decade di ottobre, su quasi tutta la regione prevalgono di nuovo condizioni di siccità con scarsissime precipitazioni. Su gran parte della Romagna è piovuto meno del 10% delle piogge attese nel mese.
1^ settimana	10	16	0	-20	Temperature prossime alla norma in pianura. Sommatorie termiche da inizio anno ancora superiori alla norma.
2^ settimana	8	14	10	0	Di nuovo inferiore alla norma il contenuto idrico dei terreni di gran parte della regione.
3^ settimana	2	10	0	-5	Estremamente bassi i valori in Romagna con aree caratterizzate da siccità gravissima.
4^ settimana	2	10	0	-25	Frumento: germinazione ed emergenza regolari, fase fenologica prevalente a fine mese: prima foglia distesa.
<b>dic-11</b>	1	10	20	-50	Come a Novembre, precipitazioni inferiori alla norma, in pianura meno della metà di quanto atteso. Temperature prossime alla norma in pianura. Sommatorie termiche da inizio anno ancora superiori alla norma.
1^ settimana	2	12	0	0	Contenuto idrico dei terreni notevolmente inferiore alla norma in gran parte della regione. Si stimano valori estremamente bassi su vaste aree del settore orientale, ma anche sui rilievi del settore centrale ed occidentale.
2^ settimana	4	10	10	-50	Frumento: sviluppo e crescita regolari, fase fenologica prevalente a fine mese: seconda foglia distesa.
3^ settimana	-2	6	5	0	Precipitazioni notevolmente inferiori alla norma. Temperature inferiori alla norma in pianura, nella norma o superiori sui rilievi. Sommatorie termiche contenute, inferiori alla norma.
4^ settimana	-1	2	0	-50	Contenuto idrico dei terreni estremamente basso; siccità gravissima ormai estesa a gran parte dei terreni della regione.
<b>gen-12</b>	-2	7	10	-15	Fase fenologica del frumento a fine mese: inizio accestimento.
1^ settimana	2	8	10	0	Il periodo tra il 15 e il 20 gennaio è molto freddo sull'area di pianura, dove la pesante coltre di nebbia e l'irraggiamento favoriscono la galaverna.
2^ settimana	-2	8	0	-50	
3^ settimana	-4	4	0	-10	
4^ settimana	-4	8	0	-10	
<b>feb-12</b>	-3	3	40	40	Eccezionale ondata di neve e freddo. Precipitazioni nevose elevatissime, eccezionali in Romagna Temperature inferiori alla norma, in pianura minime a -18 °C e fino a 10 giorni di gelo senza disgelo. Sommatorie termiche contenute, inferiori alla norma.
1^ settimana	-4	-3	0	10	Contenuto idrico dei terreni in aumento, ma valori in pianura ancora inferiori alla norma.
2^ settimana	-4	-3	10	-10	Fase fenologica del frumento a fine mese: inizio accestimento.
3^ settimana	-6	6	10	0	
4^ settimana	2	12	30	50	
<b>mar-12</b>	5	19	20	-70	Anomala assenza di pioggia su tutta la pianura centrale e orientale. ETP: molto superiore alla norma (+15-20 mm = +30%) causa temperature massime elevatissime e punte di 27 °.
1^ settimana	4	16	0	-10	Sommatorie termiche superiori alla norma.
2^ settimana	2	12	20	-10	Contenuto idrico dei terreni a valori eccezionalmente bassi con stima dei tempi di ritorno oltre i 50 anni.
3^ settimana	4	18	0	-20	Fase fenologica del frumento a fine mese: levata
4^ settimana	8	18	0	-20	
<b>apr-12</b>	8	18	100	-10	Riprendono le piogge dopo l'intensa siccità di Marzo Precipitazioni in generale prossime alla norma in pianura, superiori alle medie climatiche sui rilievi. Minime nella norma, Massime generalmente inferiori. Sommatorie termiche nella norma o inferiori.
1^ settimana	8	18	30	20	Contenuto idrico del terreno: aumento dei valori negli strati più superficiali. La siccità, già eccezionale a Marzo migliora, passando, in pianura, a moderata o grave. Fase fenologica del frumento: botticella.
2^ settimana	6	14	40	20	
3^ settimana	6	16	20	10	
4^ settimana	10	20	5	-50	
<b>mag-12</b>	12	22	80	-20	Piogge superiori alla norma e temporalmente ben distribuite, scongiurata la siccità precoce. Temperature e sommatorie in generale lievemente inferiori alla norma.
1^ settimana	12	20	20	-20	Contenuto idrico dei terreni a valori normali.
2^ settimana	10	20	30	-10	Fase fenologica del frumento a metà mese: maturazione acquosa.

3^ settimana	8	20	20	-20	
4^ settimana	12	24	20	-20	
<b>giu-12</b>	17	30	80	160	Dopo le piogge di aprile e maggio è di nuovo forte siccità per scarsissime piogge e forti ondate di caldo. Precipitazioni notevolmente inferiori alla norma, scostamenti di circa 80% sul settore orientale. Temperature massime elevatissime anche oltre 39 °C, fino a 9 giorni oltre 35 °C.
1^ settimana	16	30	0	-50	
2^ settimana	16	30	5	-50	50-70 mm di deficit di Bilancio Idro-Climatico rispetto al clima 1991-2010
3^ settimana	16	30	5	-50	Umidità del terreno in progressiva diminuzione durante il mese sino a valori eccezionalmente bassi, attorno al 1° percentile.
4^ settimana	22	34	0	-50	Condizioni meteo favorevoli alla raccolta del frumento.
<b>lug-12</b>					
1^ settimana	22	34	0	-50	

Si può affermare che l'annata sia stata particolarmente favorevole alla crescita e al raccolto dei cereali. In particolare le precipitazioni di aprile e maggio seguite dal caldo di giugno e luglio hanno favorito la buona maturazione dei cereali.

### **Allegato 3** **Protocollo mietitura**

#### *Fase di preparazione*

1. Documentazione per ogni specie coltivata dello stato di crescita del raccolto
  - 1.1 foto, misurazione dell'altezza massima e media degli steli,
  - 1.2 calcolo della media di densità di crescita (numero di steli per seme/i seminato/i).
2. Illustrazione agli operatori delle modalità di mietitura e degli strumenti da utilizzare
  - 2.1 Richiamo alla sicurezza del lavoro e illustrazione dei movimenti da seguire nel taglio delle spighe, nella molitura dei falcetti di bronzo e in generale della catena operativa della mietitura manuale.
  - 2.2 Illustrazione del protocollo di mietitura
3. Coordinamento del conteggio e pesatura del prodotto:
  - 3.1 taglio a forbice per ciascuna specie di un campione di spighe per la valutazione della perdita di prodotto durante la mietitura
  - 3.2 Pesatura e conteggio dei campioni

#### *Fase di mietitura*

4. Mietitura manuale eseguita da cinque operatori (tre falcetti in bronzo e due in selce)
  - 4.1 Rotazione degli operatori nelle fasi di mietitura
  - 4.2 documentazione fotografica e a video delle operazioni di taglio
  - 4.3 controllo delle usure nei falcetti, eventuale molitura e relativa documentazione fotografica
  - 4.4 Presa degli steli con la mano sinistra in forma di fascio;
  - 4.5 Taglio con il falcetto degli steli a circa 20-30 cm di altezza dal suolo con movimento da sinistra a destra verso l'operatore;
  - 4.6 Affastellamento entro contenitori appositi da pesare (cesti in vimini per facilitarne il trasporto)
  - 4.7 Trasporto alla stazione di pesatura e conteggio

#### *Fase di conteggio per ciascuna specie*

5. Calcolo della produzione per ciascuna modalità e per fila di semina
  - 5.1 Conteggio delle spighe, selezione di una percentuale e conteggio dei semi per spiga
  - 5.2 Pesatura delle spighe selezionate per il calcolo in percentuale

#### *Fase di stoccaggio prodotto per ciascuna specie*

6. Accantonamento dei covoni di spighe in attesa della trebbiatura.