

AVVISI PUBBLICI REGIONALI DI ATTUAZIONE PER L'ANNO 2015 DEL TIPO DI OPERAZIONE

**16.1.01 "GRUPPI OPERATIVI DEL PEI PER LA PRODUTTIVITÀ E LA SOSTENIBILITÀ
DELL'AGRICOLTURA"**

FOCUS AREA 2A, 4B, 4C, 5A E 5E DGR N. 2268

DEL 28 DICEMBRE 2015

RELAZIONE TECNICA INTERMEDIA FINALE

DOMANDA DI SOSTEGNO 5005164

DOMANDA DI PAGAMENTO

FOCUS AREA: 2A

Titolo Piano	QUINOVATION: La Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) un'alternativa, redditizia e sostenibile, per la produzione sfarinati <i>gluten-free</i> a basso indice glicemico.
Ragione sociale del proponente (soggetto)	Università Cattolica del Sacro Cuore
Elenco partner del Gruppo Operativo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Università Cattolica del Sacro Cuore (Piacenza) 2. Azienda Agraria Sperimentale Stuard (Parma) 3. AGRI DAF San Giorgio Piacentino(PC) 4. Eredità dal passato di Anedda Maria Vittoria, Montechiarugolo (PR) 5. Podere Cristina di Valentina Cipelli, Mulazzano (PR) 7. Podere Mangialupo, Quarto di Gossolengo (PC) 8. Terre della Valtrebbia s.s. Quarto di Gossolengo (PC) 9. Molino Dallagiovanna G.R.V. srl

Durata originariamente prevista del progetto (in mesi)	30
Data inizio attività	1 Luglio 2016
Data termine attività (incluse eventuali proroghe già concesse)	30 Aprile 2019

Relazione relativa al periodo di attività dal	01 Luglio 2017	30 Aprile 2019
Data rilascio relazione	26/06/2019	

Autore della relazione	Vincenzo Tabaglio		
telefono		email	vincenzo.tabaglio@unicatt.it

Sommario

- 1 - DESCRIZIONE DELLO STATO DI AVANZAMENTO DEL PIANO**
 - 1.1 STATO DI AVANZAMENTO DELLE AZIONI PREVISTE NEL PIANO**
- 2 - DESCRIZIONE PER SINGOLA AZIONE**
 - 2.1 ATTIVITÀ E RISULTATI**
 - 2.2 PERSONALE**
 - 2.3 TRASFERTE**
 - 2.4 MATERIALE CONSUMABILE**
 - 2.5 SPESE PER MATERIALE DUREVOLE E ATTREZZATURE**
 - 2.6 MATERIALI E LAVORAZIONI DIRETTAMENTE IMPUTABILI ALLA REALIZZAZIONE DEI PROTOTIPI**
 - 2.7 ATTIVITÀ DI FORMAZIONE**
 - 2.8 COLLABORAZIONI, CONSULENZE, ALTRI SERVIZI**
- 3 - CRITICITÀ INCONTRATE DURANTE LA REALIZZAZIONE DELL'ATTIVITÀ**
- 4 - ALTRE INFORMAZIONI**
- 5 - CONSIDERAZIONI FINALI**
- 6 - RELAZIONE TECNICA**

1 - Descrizione dello stato di avanzamento del Piano

Al termine del mese di aprile 2019 le attività previste dal piano progettuale sono state portate a termine. Rispetto al Piano presentato è stata richiesta una variante in seguito alla comunicazione pervenuta al capofila UCSC da parte del partner “Azienda Tadini”, che ha informato che a decorrere da settembre 2017 non sarebbe più stata in condizione di garantire il proseguimento delle attività previste nell’ambito del progetto QUINOVATION.

A norma di regolamento del bando si è proceduto con il subentro di altri partner già facenti parte del GO per portare a termine le azioni già avviate al fine di non pregiudicare il completamento del progetto medesimo. Questa variante non ha modificato in nessun modo l’efficacia tecnica del progetto e nemmeno il budget richiesto inizialmente, che è stato redistribuito ai partner che hanno portato avanti l’attività inizialmente prevista a carico dell’Azienda Tadini. Le attività di implementazione e monitoraggio originariamente previste a carico dall’Azienda Tadini sono state suddivise tra il Capofila UCSC-DI.PRO.VE.S e il partner “Azienda Agraria Sperimentale Stuard”. UCSC, in qualità di capofila e responsabile del coordinamento si è occupata della formalizzazione e della firma della nuova ATS.

Anche la durata del piano è variata, in quanto a causa della necessità di completare la raccolta e l’elaborazione dei dati, nonché le attività di coaching e divulgazione, è stata richiesta una proroga di 120 giorni.

Alla conclusione di ogni ciclo colturale (luglio - agosto 2017 e 2018) della Quinoa è stata compiuta la raccolta in tutte le aziende agricole partecipanti al GO. In seguito alle raccolte sono stati eseguiti tutti i campionamenti previsti per la valutazione delle potenzialità produttive e delle caratteristiche qualitative delle diverse varietà di quinoa. Dopo la prima raccolta di quinoa (ciclo colturale 2017) è stata fatta eseguita la caratterizzazione analitica e nutrizionale delle singole materie prime *gluten-free* analizzando:

- contenuto in macro-elementi (carboidrati, proteine, lipidi, fibra alimentare, minerali)
- analisi del profilo aminoacidico
- determinazione dell’indice glicemico (IG) analitica e nutrizionale delle singole materie prime *gluten-free*

Per il 2018, utilizzando la metodica proposta da Goñi et al. (1996) è stato determinato il tenore in amido resistente, mentre l’indice glicemico sarà determinato con la metodica sviluppata da Giuberti et al. (2015) e che è un’evoluzione della tecnica proposta e validata *in vivo* da Englyst et al. (1992).

Sulla base della caratterizzazione chimica e nutrizionale dei potenziali ingredienti, sono state sviluppate diverse miscele di sfarinati aventi come obiettivo un ridotto indice glicemico e la massimizzazione del punteggio proteico. Queste operazioni sono svolte congiuntamente da ISAN e Mulino Dallagiovanna.

Determinazione dell’indice glicemico sugli e dell’amido resistente sugli sfarinati *gluten-free* (a cura di ISAN). Sarà eseguito con le metodiche di Giuberti et al. (2015) e di Goñi et al. (1996).

Valutazione sensoriale degli sfarinati *gluten-free* impiegandoli per la produzione di prodotti da forno (a cura di Molino Dallagiovanna e ISAN).

Anche l’attività di divulgazione è stata completata: lungo il ciclo di vita del progetto si sono tenuti due convegni (giornate studio) sulla quinoa (febbraio 2017 e febbraio 2018) presso l’Università Cattolica di Piacenza; una giornata dimostrativa presso i campi sperimentali in Provincia di Piacenza (giugno 2018) con visita ai campi oggetto della prova. I risultati emersi dall’attività progettuale sono stati presentati in occasione delle giornate studio e in articoli divulgativi pubblicati su riviste

del settore e sulla pagina web dell'Università Cattolica. L'attività di formazione (coaching) rivolta alle aziende agricole è stata eseguita tra i mesi di giugno e luglio 2018.

1.1 Stato di avanzamento delle azioni previste nel Piano

Indicare per ciascuna azione il mese di inizio dell'attività originariamente previsto nella proposta ed il mese effettivo di inizio, indicare analogamente il mese previsto ed effettivo di termine delle attività. Indicare il numero del mese, ad es.: 1, 2, ... considerando che il mese di inizio delle attività è il mese 1. Non indicare il mese di calendario.

Azione	Unità aziendale responsabile	Tipologia attività	Mese inizio attività	Mese inizio attività	Mese termine attività	Mese termine attività
Azione 0	U.C.S.C.	Esercizio della cooperazione.	1	3	30	34
Azione 1	U. C.S.C.	Azioni preparatorie e strumentali	1	3	30	34
Azione 2	Azienda Stuard	Implementazione	1	4	30	34
Azione 3	U.C.S.C	Raccolta dati e analisi	1	4	30	34
Azione 4	Agriform	Formazione	8	24	25	34
Azione 5	U.C.S.C	Divulgazione	1	1	30	34

2 - Descrizione per singola azione

2.1 Attività e risultati

Azione	AZIONE 0 – Esercizio della cooperazione
Unità aziendale responsabile	UCSC - DIPROVES
Descrizione delle attività	<p>Funzionamento e gestione del gruppo operativo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Utilizzo delle mailing list per mantenere contatti tra i vari partner <p>20/02/2018: Riunione del secondo anno di progetto per valutazione dello stato di avanzamento dell'attività di raccolta dati e pianificazione delle operazioni colturali nelle aziende agricole così e dello stato dello studio della valenza nutrizionale della granella di quinoa.</p> <ul style="list-style-type: none"> - a riunione completata, stesura di un meeting report e condivisione dello stesso con tutti i partecipanti e con i partner non presenti <p>UCSC – DI.PRO.VE.S si è inoltre occupata di organizzare la costituzione del nuovo ATS dopo l'uscita del partner Azienda Tadini e ha condotto, come previsto, un monitoraggio delle registrazioni dei contratti e delle fatture relative alle attività di</p>

	progetto in relazione alla conformità con le diverse voci di spesa con produzione di rendiconto finanziario finale.
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	Attraverso la convocazione della riunione di progetto è stato possibile un confronto diretto tra i vari partner, inoltre i contatti tra i partner sono stati costantemente mantenuti attraverso scambio di mail, telefonate e messaggi.
Attività ancora da realizzare	

Azione	AZIONE 1– Realizzazione
Unità aziendale responsabile	UCSC – DIPROVES
Descrizione delle attività	<p>Azioni preparatorie e strumentali in collaborazione con le aziende sperimentali:</p> <p>Rassegna bibliografica sullo stato dell'arte della quinoa relativamente alla tecnica colturale, al risparmio idrico, all'adattamento al cambiamento climatico e come alternativa colturale per una filiera innovativa, tenendo conto che la sperimentazione puntava a stabilire tecniche agronomiche aziendale per la coltivazione della quinoa.</p> <p>Stesura di una <i>review</i> sulle caratteristiche nutrizionali degli ingredienti utilizzati e utilizzabili nella formulazione di alimenti <i>gluten-free</i>, per favorire poi lo sviluppo di processi e prodotti di trasformazione derivati dalla Quinoa e prodotti <i>gluten-free</i> caratterizzati da un basso indice glicemico.</p>
Grado raggiungimento degli obiettivi, acostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	Tutte le attività realizzate sono risultate in linea con il progetto originario. Per entrambe le stagioni colturali sono stati redatti report annuali recanti i dettagli tecnico-gestionali di ogni prova aziendale e i risultati ottenuti (produzioni, dati tecnico-gestionali, operazioni svolte ecc...)
Attività ancora da realizzare	

Azione	AZIONE 2– Implementazione																																																										
Unità aziendale responsabile	U.C.S.C DIPROVES e ISAN; STUARD; Aziende Agricole																																																										
Descrizione delle attività	<p>Prove di adattamento varietale e di coltivazione della quinoa in pieno campo della quinoa in Emilia-Romagna:</p> <p>Secondo le disponibilità di semente adatte o adattabili alle latitudini europee, per la semina nei campi sperimentali dimostrativi sono state scelte tre Cultivar di quinoa:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cv. Regalona: Provenienza Cile 2. Cv. Titicaca: Provenienza Danimarca 3. Cv. Vikinga: Provenienza Francia <p>Su ogni appezzamento scelto, sono state seminate le 3 varietà; Ogni cultivar è stata seminata in parcelloni di circa 6 m x 100 m, con 3 replicazioni, e una tecnica agronomica differenziata (Gestione) tra aziende convenzionali (CN) e biologiche (BIO) (tab.1).</p>																																																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">No</th> <th rowspan="2">Azienda Agricola</th> <th rowspan="2">Gest.</th> <th rowspan="2">Dose di semina (kg ha⁻¹)</th> <th colspan="2">Data di semina</th> <th colspan="2">Data di raccolta</th> </tr> <tr> <th>2017</th> <th>2018</th> <th>2017</th> <th>2018</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Podere Mangialupo a Quarto di Gossolengo (PC)</td> <td>CN</td> <td>8</td> <td>20 mar.</td> <td>17 mag.</td> <td>28 lug.</td> <td>21 ago.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Terre della Valtrebbia a Quarto di Gossolengo (PC)</td> <td>CN</td> <td>8</td> <td>20 mar.</td> <td>17 mag.</td> <td>28 lug.</td> <td>21 ago.</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Agri D.A.F. San Giorgio Piacentino (PC)</td> <td>BIO</td> <td>14</td> <td>22 mar.</td> <td>17 apr.</td> <td>11 lug.</td> <td>23 lug.</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Eredità del passato a Montechiarugolo (PR)</td> <td>BIO</td> <td>14</td> <td>23 mar.</td> <td>20 apr.</td> <td>24 lug.</td> <td>07 ago.</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Potere Cristina a Mulazzano di Lesignano de' Bagni (PR)</td> <td>BIO</td> <td>10</td> <td>22 mar. Risemina: 24 apr.</td> <td>20 apr.</td> <td>07 ago.</td> <td>26 lug.</td> </tr> </tbody> </table>							No	Azienda Agricola	Gest.	Dose di semina (kg ha ⁻¹)	Data di semina		Data di raccolta		2017	2018	2017	2018	1	Podere Mangialupo a Quarto di Gossolengo (PC)	CN	8	20 mar.	17 mag.	28 lug.	21 ago.	2	Terre della Valtrebbia a Quarto di Gossolengo (PC)	CN	8	20 mar.	17 mag.	28 lug.	21 ago.	3	Agri D.A.F. San Giorgio Piacentino (PC)	BIO	14	22 mar.	17 apr.	11 lug.	23 lug.	4	Eredità del passato a Montechiarugolo (PR)	BIO	14	23 mar.	20 apr.	24 lug.	07 ago.	5	Potere Cristina a Mulazzano di Lesignano de' Bagni (PR)	BIO	10	22 mar. Risemina: 24 apr.	20 apr.	07 ago.	26 lug.
No	Azienda Agricola	Gest.	Dose di semina (kg ha ⁻¹)	Data di semina		Data di raccolta																																																					
				2017	2018	2017	2018																																																				
1	Podere Mangialupo a Quarto di Gossolengo (PC)	CN	8	20 mar.	17 mag.	28 lug.	21 ago.																																																				
2	Terre della Valtrebbia a Quarto di Gossolengo (PC)	CN	8	20 mar.	17 mag.	28 lug.	21 ago.																																																				
3	Agri D.A.F. San Giorgio Piacentino (PC)	BIO	14	22 mar.	17 apr.	11 lug.	23 lug.																																																				
4	Eredità del passato a Montechiarugolo (PR)	BIO	14	23 mar.	20 apr.	24 lug.	07 ago.																																																				
5	Potere Cristina a Mulazzano di Lesignano de' Bagni (PR)	BIO	10	22 mar. Risemina: 24 apr.	20 apr.	07 ago.	26 lug.																																																				

Prove di tecnica di coltivazione (sesto di impianto).

No	Azienda Agricola	Gest	Dose di semina (kg ha ⁻¹)	Data di semina		Data di raccolta	
				2017	2018	2017	2018
1	AGRI DAF	BIO	14	22 mar.	17 apr.	11 lug.	23 lug.
2	PODERE MANGIALUPO	CN	7	20 mar.	28 mar.	28 lug.	16 lug.

Inoltre, durante i due cicli colturali (2017- 2018) è stato allestito un **campo catalogo di primo livello**, per testare genotipi innovativi (selezione genetica eseguita dal DI.PRO.VE.S., area Agronomia e biotecnologie vegetali, prof. Adriano Marocco).

Schema sperimentale a 4 blocchi randomizzati con **8 cultivar più 2 linee (F2)**. Le parcelle elementari misuravano 1 m × 1.5 m. Le modalità di coltivazione sono state le stesse delle prove di pieno campo, cioè una dose di semina di 8 kg ha⁻¹ con una distanza fra le file di 50 cm, la semina è stata eseguita il 03 aprile 2017 e il 28 marzo 2018, mentre la raccolta per il 2017 è stata effettuata dal 27 luglio al 23 agosto (a seconda della scalarità di maturazione fisiologica delle diverse cultivar). Per il 2018 la raccolta è stata effettuata dal 18 luglio al 01 agosto 2018.



Figura 1. Campo catalogo di quinoa U.C.S.C



Figura 2. Campo di confronto varietale

Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate

Durante la stagione colturale i campi sperimentali sono stati soggetti a continuo monitoraggio, al fine di valutare lo stato fitosanitario delle colture, le esigenze idriche ed attuare i necessari interventi agronomici (irrigazioni, concimazioni, interventi per il controllo delle malerbe ecc...).

Per il ciclo colturale 2017, le condizioni metereologiche verificatesi nel periodo antecedente alle semine, principalmente in collina, hanno ostacolato l'emergenza della quinoa. Nei campi sperimentali Piacentini è stata eseguita un'irrigazione di soccorso, mentre nei campi sperimentali in provincia di Parma, non essendo possibile il ricorso all'irrigazione, la quinoa ha sofferto la siccità, con conseguente fallimento di uno dei campi (Podere Cristina) che è stato poi riseminato nel mese di aprile, quando era presente un tenore di umidità nel terreno che garantisse l'emergenza.

Infine, le condizioni di particolare siccità hanno influenzato anche le fasi di sviluppo della quinoa. A causa dell'andamento climatico siccitoso, si sono evidenziate infestazioni d'insetti, in particolare afidi e cimici, inoltre sono state osservate anomalie nelle fasi di sviluppo delle cultivar seminate.

Per il ciclo colturale 2018, le condizioni metereologiche nel periodo primaverile sono state caratterizzate da abbondanti precipitazioni, fenomeno che ha ostacolato inizialmente l'emergenza delle piante a causa della formazione di croste superficiali; in seguito si sono evidenziati problemi anche durante la fioritura con scarsa allegazione dei fiori. Le abbondanti precipitazioni hanno inoltre favorito lo sviluppo di piante infestanti e di malattie fungine (Peronospora farinosa).

Attività ancora da realizzare	Nessuna
-------------------------------	---------

Azione	AZIONE 3 – Raccolta dati
Unità aziendale responsabile	Responsabili: UCSC - DIPROVES OPERATIVITÀ: UCSC ISAN, STUARD, MOLINO DALLAGIOVANNA
Descrizione delle attività	<p>Nel corso di entrambe le stagioni colturali è stato effettuato un monitoraggio del ciclo colturale delle diverse cultivar al fine di stabilire le epoche di emergenza, fioritura, maturazione cerosa e fisiologica.</p> <p>Al termine di entrambe le stagioni colturali (2017 e 2018) è stata effettuata la raccolta campionaria in tutti gli appezzamenti sperimentali, prelevando le piante in aree da 4 m² ciascuna, al fine di effettuare le seguenti attività:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rilievi morfologici e quantitativi: maturazione fisiologica espresse in giorni dalla data di emergenza - Altezza della pianta, dal livello del terreno all'inserzione dell'infiorescenza sullo stelo principale - Produzione del seme in biomassa secca (totale e in prodotto agrario utile), Analisi qualitative della granella di quinoa, peso di 1000 semi - Resa produttiva, valutazione delle performances varietali per la scelta del materiale genetico da portare avanti nella sperimentazione. - Analisi statistica dei dati, valutazione e redazione del report scientifico. <p>Le operazioni di monitoraggio del ciclo colturale e campionamento presso PODERE CRISTINA (PR), e EREDITÀ DAL PASSATO sono state eseguite dal personale dell'Azienda Sperimentale Stuard. Presso le aziende agricole PODERE MANGIALUPO, TERRE DELLA VALTREBBIA le operazioni di campionamento e monitoraggio del ciclo colturale della quinoa sono stati eseguite inizialmente dal personale dell'Azienda sperimentale TADINI e successivamente dal personale tecnico scientifico del DI.PRO.VE.S (UCSC).</p> <p>Al termine del primo e del secondo anno di prova (in seguito alla raccolta) sono stati prelevati i campioni (0-20 cm) di terreno per la caratterizzazione analitica completa dei terreni su cui sono state effettuate le prove. Le analisi sui campioni di suolo sono state eseguite presso il laboratorio del DI.PRO.VE.S (UCSC).</p> <p>Dal punto di vista nutrizionale sono stati eseguite le seguenti analisi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - caratterizzazione analitica relativamente sia ai macro-elementi (carboidrati, proteine, lipidi, fibra alimentare, minerali) che al profilo aminoacidico delle materie

	<p>prime impiegate (a cura di ISAN - UCSC);</p> <ul style="list-style-type: none"> - determinazione indice glicemico (IG) delle singole materie prime da impiegare nella formulazione di farine <i>gluten-free</i> e basso IG (a cura di ISAN - UCSC) - determinazione del contenuto in amido resistente delle singole materie prime (a cura di ISAN- UCSC). <p>Inoltre, con la farina di quinoa ottenuta dalla sperimentazione si è proceduto a:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sviluppare 2-3 miscele di sfarinati a ridotto indice glicemico ed elevato punteggio proteico (Istituto di Scienze degli Alimenti e della Nutrizione, ISAN e Molino Dallagiovanna, MDG). - valutazione sensoriale degli sfarinati <i>gluten-free</i> sui prodotti da forno risultanti (MDG e ISAN)
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	Le attività realizzate sono risultate in linea con il progetto originario.
Attività ancora da realizzare	-
	-
Azione	AZIONE 4 FORMAZIONE
Unità aziendale responsabile	AGRIFORM (PR)
Descrizione delle attività	È stato effettuato un percorso di coaching al fine di contribuire alla valorizzazione dell'agro biodiversità agricola e favorire l'innovazione per un'agricoltura sostenibile, come azione di adattamento ai cambiamenti climatici e favorire la diversificazione delle attività agricole.
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti	<p>IL percorso formativo ha trattato i seguenti moduli:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ANALISI AGRONOMICA DELLA AZIENDA AGRICOLA: Tenendo conto che per adattarsi ai cambiamenti climatici l'agricoltura italiana ha come

<p>rispetto al piano di lavoro, criticità, evidenziate.</p>	<p>possibilità l'introduzione di specie capaci di tollerare siccità, gelo e alta salinità del suolo, la quinoa può essere una valida opzione in questo senso.</p> <p>2. SCELTA VARIETALE E TECNICHE AGRONOMICHE PER LA GESTIONE DELLA QUINOA: Grazie alla grande biodiversità presente nella regione Andina, la quinoa è rappresentata in 5 ecotipi principali, in base alla loro capacità di adattamento alle diverse condizioni agro-ecologiche dell'ambiente andino e ancora oggi questa specie ha un'elevata diversità genetica e un'ottima adattabilità a condizioni avverse come siccità, freddo, salinità e può avere un buon potenziale per essere coltivata in Italia, ma sono ancora necessari studi agronomici per caratterizzare le nuove varietà che man mano cominciano ad apparire sul mercato europeo, e per ottimizzare la tecnica di coltivazione.</p> <p>3. INDIVIDUAZIONE MACCHINARI AGRICOLI ADATTI E GESTIONE DELLA COLTURA, PRINCIPALI CARATTERISTICHE CHIMICHE NUTRIZIONALI E FUNZIONALI. La quinoa può rappresentare una valida alternativa per la diversificazione colturale, soprattutto nelle aree collinari e montane, dove il ricorso ad attrezzature specifiche è più complicato rispetto a zone di pianura. Si è voluto quindi fornire una panoramica dei possibili macchinari e attrezzature impiegabili per la coltivazione di questa coltura, fornendo consigli e indicazioni sulla regolazione e la taratura di seminatrici e mietitrebbiatrici. Uno dei principali limiti attuali dell'impiego alimentare della quinoa consiste nel fatto che quasi tutte le varietà tradizionali, in quantità maggiore o minore, contengono saponine, e queste conferiscono alla granella un sapore amaro. Le prospettive per migliorare le tecniche di propagazione e di coltivazione sono però abbastanza incoraggianti. Una trasformazione agro-industriale efficace, che garantisca un buon grado di pulizia e desaponificazione della granella è un fattore decisivo per lo sviluppo presente e futuro della coltura, permettendo di aumentare la qualità e gli utilizzi della quinoa, oltre a renderne più facile la commercializzazione, in modo da incoraggiare i coltivatori ad introdurla negli avvicendamenti.</p> <p>4. PIANO AGRONOMICO PER LA COLTIVAZIONE DELLA QUINOA: Si è voluto fornire agli agricoltori la possibilità di diversificare la produzione, inserendo una nuova coltura tollerante alla siccità e alla salinità negli avvicendamenti colturali che, soprattutto in zone collinari, sono molto stretti e limitati a 2-3 colture. Sono state fornite indicazioni circa le caratteristiche della quinoa, le esigenze nutrizionali e la migliore gestione degli avvicendamenti, al fine di inserirla correttamente nel piano agronomico di gestione dell'azienda agricola.</p>
<p>Attività ancora da realizzare</p>	<p>Nessuna</p>

Azione	AZIONE 5 – Divulgazione
Unità aziendale responsabile	UCSC – DIPROVES
Descrizione delle attività	<p>All'interno del sito web dell'Università Cattolica è stata creata la pagina del progetto all'indirizzo http://dipartimenti.unicatt.it/diproves-progetti-di-ricerca-quinovation nella quale sono spiegati gli obiettivi del progetto, le finalità delle azioni di monitoraggio ed è disponibile una presentazione scaricabile in cui le attività progettuali e gli obiettivi finali sono dettagliatamente indicati.</p> <p>Le immagini fotografiche e video del processo di coltivazione della quinoa sono state condivisi su siti, blog e social network, moltiplicando le possibilità di contatto con gli utenti. È possibile vedere i servizi sul profilo Facebook dedicati appositamente al progetto per consentirne la diffusione a più ambiti e a un pubblico sempre più ampio.</p> <p>Il gruppo di lavoro del UCSC – DIPROVES si è occupato di ideare e progettare l'immagine grafica coordinata per tutti gli strumenti di divulgazione del progetto: pagine internet dedicate, roll-up di presentazione del piano. Presso tutte le aziende partecipanti sono stati esposti i cartelloni facenti riferimento al progetto e alla natura del finanziamento.</p> <p>In concerto con i partner del GO sono state organizzate e realizzate 2 giornate tecniche di studio (convegni) sulla quinoa e una giornata dedicata allo studio della quinoa come componente nutrizionale e visita guidata ai campi sperimentali della quinoa:</p> <p>Prima giornata studio: realizzata il 22 febbraio 2017, presso la Facoltà di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza, si è tenuto un seminario tecnico, promosso dal DI.PRO.VE.S., riguardante la coltura della quinoa, che ha visto la partecipazione di un centinaio di persone, tra agricoltori, imprenditori della filiera e ricercatori. È stata un'occasione per divulgare e promuovere fra gli addetti ai lavori una discussione operativa sulle prospettive di coltivazione della quinoa.</p> <p>Seconda giornata studio: 22 febbraio 2018, presso la Facoltà di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza. Un incontro organizzato con il fine di diffondere i risultati dei progetti Quinovation (PSR RER) e Attiv-Aree (Fondazione Cariplo). Sono stati presentati i dati emersi dagli studi agronomici sull'adattabilità colturale, sulle caratteristiche chimiche e nutrizionali ed è stato promosso un reciproco scambio di esperienze volte allo sviluppo di una filiera produttiva sui territori (dalla produzione primaria, alla trasformazione, all'offerta per il consumo).</p>

Visita Guidata: Nell'ambito dell'attività di divulgazione del progetto QUINOVATION, nella mattinata 27 giugno 2018 presso l'Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza è stata organizzata una visita guidata ai campi sperimentali di quinoa.



Figura 3. Visita guidata ai campi sperimentali di quinoa.

Collegamento alla Rete PEI

Nell'ambito della divulgazione all'interno della rete PEI-Agri, al fine di creare ulteriori sinergie tra ricercatori e agricoltori provenienti da diverse aree italiane ed europee, il progetto Quinovation è stato presentato al EIP-AGRI workshop "Innovation in the supply chain" tenutosi a Lione, Francia dal 6 al 7 febbraio 2018.

Articoli tecnici e divulgativi Sono inoltre stati pubblicati tre articoli tecnico/divulgativi riportanti la descrizione del progetto e i dati generali emersi al termine del primo anno di sperimentazione sulla sezione AGRICOLTURA del giornale LIBERTÀ (Domenica 1 luglio 2018 cura di V. Tabaglio (DIPROVES-UCSC), così come nel Notiziario 2018 di ADIPA (Associazione per la Diffusione di Piante fra Amatori – Lucca) è stato pubblicato un articolo dal titolo "Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)" a cura di D.I. Melo Ortiz (DIPROVES-UCSC). Sulla rivista Piacenza Agricola, giornale della sede piacentina dell'associazione di categoria Confagricoltura è stato pubblicato in data 6 giugno 2018 un articolo dal titolo: Quinoa, verso una filiera agroalimentare, a cura del gruppo di lavoro UCSC. Inoltre in questi anni di prove, oltre alla ricerca sperimentale è stato attuato anche un lavoro di ricerca bibliografica con il fine di preparare un opuscolo divulgativo illustrante le particolarità della quinoa dal punto di vista agronomico e nutrizionale.

Si è cercato quindi di utilizzare strumenti di facile apprensione, indici numerici misurabili, per mostrare come nuove tecnologie applicate alla filiera agroalimentare e alle pratiche agricole, possano migliorare la qualità dei prodotti.

Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	Gli obiettivi prefissati sono stati raggiunti.
Attività ancora da realizzare	Nessuna

2.2 Personale

Elencare il personale impegnato, il cui costo è portato a rendiconto, descrivendo sinteticamente l'attività svolta. Non includere le consulenze specialistiche, che devono essere descritte a parte.

AZIONE 0 – Esercizio della cooperazione

Cognome e nome	Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
		Coordinamento- UCSC	5	207,35 €
		Ricerca scientifica UCSC	635	23355,30 €
		Analisi laboratorio UCSC	185	6426,90
		Analisi dati e stesura report finale UCSC	572	7929,88
		Analisi di laboratorio UCSC	429	11828,81 €
		Coordinamento - Stuard	157	2521,42 €
			Totale	52269,66 €

AZIONE 1 – Studi necessari alla realizzazione del piano – Azioni preparatorie e strumentali

Cognome e nome	Mansione/qualifica	Attività svolta	Ore	Costo
		Coordinamento UCSC	160	6635,20 €
		Consulenza scientifica UCSC	100	5846,00 €
		Ricerca scientifica UCSC	244	9799,04 €
		Ricerca scientifica UCSC	120	4413,60 €
		Sperimentatore Stuard	242	9174,38 €
			Totale:	35868,22 €

AZIONE 2 - Studi necessari alla realizzazione del piano – Azioni di implementazione

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
		Preparazione campi sperimentali - UCSC	954	13796,13 €
		Sperimentatore Stuard	112	4245,96 €
		Sperimentatore Stuard	364	8858,46 €
		Lavori di campo Stuard	130	4056,82 €
		Lavori di campo Podere Cristina	180	2755,80 €
		Attività laboratorio Molino Dallagiovanna	220	7576,80 €
			Totale:	

AZIONE 3 – Studi necessari alla realizzazione del piano - Raccolta dati e analisi

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
		Analisi nutrizionali UCSC	432	5898,51 €
		Analisi nutrizionali UCSC	461	5947,41 €
		Analisi e prove campo UCSC	1271	17842,23 €
		Sperimentatore Stuard	90	3411,20 €
		Supporto tecnico Stuard	215	3726,00 €
		Sperimentatore Stuard	179	4330,01 €
		Lavori di campo Stuard	126	1947,96 €
		Responsabile Stuard	60	1770,30 €
		Attività laboratorio Molino Dallagiovanna	220	7576,80 €
			Totale:	

AZIONE 4 – Formazione (vedi dettaglio al punto 2.7)

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
			Totale:	

AZIONE 5- Divulgazione

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
		Coordinamento UCSC	165	6842,55 €

	Consulenza scientifica UCSC	120	7015,20 €
	Ricerca scientifica UCSC	120	4413,60 €
	Ricerca scientifica UCSC	190	7630,40 €
		Totale:	25.901,75 €

2.3 Trasferte

Cognome e nome	Descrizione	Costo
UCSC		
	Attività campi sperimentali az. Terre della Valtrebbia e Podere Mangialupo (Quarto di Gossolengo – PC)	€446,86
	Attività campi sperimentali az. Terre della Valtrebbia, Podere Mangialupo (Quarto di Gossolengo – PC), Stuard (S. Pancrazio –PR)	€448,20
	Attività campi sperimentali az. Terre della Valtrebbia, Podere Mangialupo (Quarto di Gossolengo – PC), Stuard (S. Pancrazio –PR)	€478,80
	Attività campi sperimentali az. Terre della Valtrebbia, Podere Mangialupo (Quarto di Gossolengo – PC), Stuard (S. Pancrazio –PR)	€751,92
	Attività campi sperimentali az. Terre della Valtrebbia, Podere Mangialupo (Quarto di Gossolengo – PC) , Stuard (S. Pancrazio –PR), Eredità dal Passato (Montechiarugolo -PR)	€544,80
	Attività campi sperimentali az. Terre della Valtrebbia, Podere Mangialupo (Quarto di Gossolengo – PC), Podere Cristina (Mulazzano – PR), Eredità dal Passato (Montechiarugolo –PR), AGRI DAF (San Giorgio P.no – PC).	€240,00
	Attività campi sperimentali az. Terre della Valtrebbia, Podere Mangialupo (Quarto di Gossolengo – PC), Podere Cristina (Mulazzano – PR), Eredità dal Passato (Montechiarugolo –PR), AGRI DAF (San Giorgio P.no – PC).	€105,40
	Attività campi sperimentali az. Stuard (S. Pancrazio –PR)	€225,00
	Attività campi sperimentali az. Stuard (S. Pancrazio –PR)	€468,00
STUARD		
	Meeting di progetto - Azione cooperazione	€46,70
	Meeting di progetto - Azione cooperazione	€36,97
	c/o Podere Cristina per semina Quinoa - azione 3	€27,11
	c/o az. Agr. Anedda per semina Quinoa - azione 3	€14,48
	Rilievo emergenza campi Quinoa aziende Anedda e Cipelli - azione 3	€27,30
	c/o az. Anedda (Diradamento parcelle) + c/o az. Cipelli (rilievo emergenza) -	€63,80
	c/o az. Anedda (Diradamento parcelle) + c/o az. Cipelli (rilievo emergenza) -	€35,30
	c/o az. Anedda + c/o az. Cipelli (rilievi) - azione 3	€27,30
	c/o az. Cipelli (risemina Quinoa) + az. Anedda (rilievo fittezza emergenza) -	€27,30
	c/o az. Cipelli (rilievo emergenza+ az. Anedda (rilievo altezza piante) - azione 3	€36,90
	c/o az. Cipelli (rilievo emergenza+ az. Anedda (rilievo fase fenologica,	€26,43
	c/o az. Cipelli (scerbatura manuale delle parcelle) - azione 3	€26,24

	Progetto PSR Quinovation c/o az. Anedda: raccolte parcellari - azione 3	€31,01

2.4 Materiale consumabile

Fornitore	Descrizione materiale	Costo
	Semente quinoa cultivar Vikinga	1450,00 €
	Totale:	1450,00 €

2.5 Spese per materiale durevole e attrezzature

Fornitore	Descrizione dell'attrezzatura	Costo

2.6 Materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi

Fornitore	Descrizione	Costo
	Totale:	

2.7 Attività di formazione

Tra i mesi di giugno e luglio 2018 è stata svolta l'attività di formazione (coaching) rivolta alle aziende agricole. Il coaching era organizzato in 26 ore divise in 4 moduli di 8 e 5 ore: **Modulo 1.** Analisi agronomica della azienda agricola; **Modulo 2.** Scelta varietale e tecniche agronomiche per la gestione della quinoa; **Modulo 3.** individuazione

macchinari agricoli adatti e gestione della coltura (caratteristiche chimiche nutrizionali e funzionali della quinoa); **Modulo 4.** piano agronomico per la coltivazione della quinoa: Hanno partecipato al coaching le aziende agricole partner di progetto: Az. AGRI DAF, Az. Eredità dal passato; Az. Podere Cristina; Az. Podere Mangialupo, Az. Terre della Valtrebbia.

ID Proposta	Partecipanti	Spesa Ammessa	Contributo
5004943	Id proposta 5005428 - CUAAs azienda 01523290334 – Azienda Podere Mangialupo S.S.	1612,00 €	€ 1289,60
	Id proposta 5005428 - CUAAs azienda 01364210334 – Azienda Terre della Valtrebbia di Repetti Fratelli S.S.	1612,00 €	€ 1289,60
	Id proposta 5005428 - CUAAs azienda NDDMRC54R24G337R – Azienda Eredità dal passato di Anedda Maria Vittoria	1612,00 €	€ 1289,60
	Id proposta 5005428 - CUAAs azienda CPLVNT76B45G337B - Azienda Podere Cristina di Cipelli Valentina	1612,00 €	€ 1289,60
	Id proposta 5005428 - CUAAs azienda 11990610153 – Azienda AGRI DAF s.s.a. di Agostino e Giorgio Fioruzzi	1612,00 €	€ 1289,60
Totale		8060,00 €	6448,00 €

2.8 Collaborazioni, consulenze, altri servizi

CONSULENZE - PERSONE FISICHE

Nominativo del consulente	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
UCSC per	10.000,00 €	Attività di supervisione per: Definizione delle pratiche agricole adottate in ciascuna delle tesi a confronto. Redazione dei report annuali, recanti i dettagli tecnico-gestionali di ogni prova aziendale e i risultati ottenuti. Sostegno al capofila e ai partner nelle attività di preparazione documenti ai fini della rendicontazione.	10.000,00 €
Totale:			€ 10.000,00

CONSULENZE – SOCIETÀ

Ragione sociale della società di	Referente	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
Totale:				13.422,50 €

3 - Criticità incontrate durante la realizzazione dell'attività

Le sinergie sulle quali si è fondata la cooperazione fra gli enti partecipanti al GO si sono dimostrate efficaci nel risolvere le criticità che si sono presentate durante l'arco del periodo progettuale. Come già segnalato in precedenza, infatti, si è resa necessaria una variante tecnico/economica rispetto al Piano presentato a seguito della comunicazione del partner "Azienda Tadini" riportante l'impossibilità di continuare le attività progettuali a far data da settembre 2017. A norma di regolamento del bando si è proceduto con la richiesta di procedere con il subentro di altri partner già facenti parte del GO per portare a termine le azioni già avviate al fine di non pregiudicare il completamento del progetto medesimo. Questa variante non ha modificato in nessun modo l'efficacia tecnica del progetto e nemmeno il budget richiesto inizialmente, che è stato redistribuito ai partner che hanno portato avanti l'attività inizialmente prevista a carico dell'Azienda Tadini. Le attività di implementazione e monitoraggio originariamente previste a carico dall'Azienda Tadini sono state quindi suddivise tra il Capofila UCSC-DI.PRO.VE.S e il partner "Azienda Agraria Sperimentale Stuard". Anche le attività realizzate nei campi prova sono risultate in linea con il progetto originario. Le attività, sia di implementazione che di raccolta dati, si sono svolte in linea con quanto indicato nella proposta progetto.

Criticità tecnico-scientifiche	Subentro Tadini, settembre 2017
Criticità gestionali (ad es. difficoltà con i fornitori, nel reperimento delle risorse umane, ecc.)	L'azienda Agricola Eredità del Passato non ha potuto presentare rendicontazione a saldo

Criticità finanziarie	Non sono emerse particolari criticità finanziarie. A causa di un errore in fase di presentazione del progetto (marzo 2016) sono stati erroneamente associati gli investimenti afferenti all'attività Esercizio della Cooperazione (test, analisi di laboratorio). Per l'azione 0 - Esercizio della cooperazione non erano previste attività di laboratorio, che erano invece previste per l'azione 3. Queste attività sono state effettivamente svolte nell'azione 3 ma, in fase di rendicontazione sono state associate all'azione 0- Esercizio della cooperazione, al fine di non creare anomalie nel sistema.
------------------------------	--

4 - Altre informazioni

Nessuna

5 – Considerazioni finali

Il Gruppo Operativo “QUINOA” del partenariato europeo per l’innovazione: “Produttività e sostenibilità dell’agricoltura” – Misura 16, Focus Area 2A, nell’ambito del progetto QUINOVATION: La quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): un’alternativa, redditizia e sostenibile per la produzione di sfarinati gluten-free a basso indice glicemico” aveva lo scopo principale di trovare le migliori varietà di quinoa fra quelle disponibili sul mercato e di ottimizzare la tecnica colturale sia per i sistemi biologici, sia per quelli convenzionali, valutando densità di semina, sesto d’impianto, concimazione, difesa, irrigazione. Inoltre verificare le caratteristiche nutrizionali e funzionali della granella e della farina, per sviluppare una filiera di prodotti gluten-free. La multidisciplinarietà dei partner del GO e le virtuose sinergie createsi fra l’ente di ricerca e capofila UCSC, le aziende sperimentali e le imprese agricole hanno fatto sì che tutte le attività presenti nel piano di lavoro venissero condotte in maniera idonea e tempestiva, portando spesso al successo delle novità introdotte.

Durante il biennio progettuale (2017-2018), il GO ha implementato e monitorato prove di campo sperimentali/dimostrative, finalizzate alla valutazione dello studio dell’adattabilità della quinoa come coltura alternativa e sui principali parametri della produttività e componenti nutrizionali. Le attività di campo hanno avuto luogo presso le Aziende Agricole Eredità dal Passato e Podere Cristina in provincia Parma e le Aziende Podere Mangialupo, Terre della Valtrebbia e AGRI DAF in provincia di Piacenza. In ciascuna azienda, è stato confrontato il potenziale produttivo di 3 cultivar di quinoa (Regalona, Titicaca e Vikinga). Inoltre nel campo di primo livello dove è stata impostata una prova di screening varietale, i risultati ottenuti hanno permesso di identificare le varietà con potenzialità di adattamento alle condizioni pedoclimatiche del Nord Italia, che hanno mostrato una produttività media di circa 1.8 t/ha di granella secca. L’indice glicemico delle farine di quinoa è risultato molto basso, compreso fra il 30 e il 40%, dimostrandone l’utilità per il controllo della glicemia attraverso la dieta.

In conclusione la coltivazione della Quinoa, inserita adeguatamente in un piano di rotazione pluriennale può costituire un valido contributo alla redditività agricola, visto il potenziale vantaggio economico di un prodotto agricolo alternativo che appartiene alla filiera degli alimenti *gluten-free*, tenendo conto che la quinoa è un pseudocereale che commercialmente è altamente richiesto per l’alimentazione delle persone diabetiche e per la popolazione intollerante al glutine, ma anche per atleti, per convalescenti e per persone vegetariane.

6 - Relazione tecnica

1. Descrizione generale del progetto

QUINOVATION: “La Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): un’alternativa, redditizia e sostenibile, per la produzione disfarinati *gluten-free* a basso indice glicemico” è un Progetto della durata di 34 mesi, finanziato dal FEASR, nell’ambito del Programma regionale di sviluppo rurale 2014-2020 della Regione Emilia-Romagna della Misura 16, Focus Area 2A (Gruppi operativi del partenariato europeo per la produttività e la sostenibilità in agricoltura).

I partner che hanno partecipato al progetto sono:

Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza (capofila);

Azienda Sperimentale STUARD;

Aziende Agricole:

1. AGRI DAF San Giorgio Piacentino (PC);
2. Eredità dal passato a Montechiarugolo (PR);
3. Podere Cristina a Mulazzano di Lesignano de’ Bagni (PR);
4. Podere Mangialupo a Quarto di Gossolengo (PC);
5. Terre della Val trebbia a Quarto di Gossolengo (PC);

Molino Dallagiovanna G.R.V. srl

Ente di formazione professionale AGRIFORM S.c.a.r.l

Il Gruppo Operativo QUINOA si è posto come obiettivi la verifica dell’**adattabilità varietale** della quinoa, la valorizzazione dell’agrobiodiversità, la messa a punto e verifica di **genotipi innovativi** per l’agricoltura sostenibile come azione di adattamento ai cambiamenti climatici; lo sviluppo di **prodotti dietetici e salutistici**; la valutazione delle possibilità di **diversificazione delle attività agricole e agroindustriali**.

2. Descrizione delle Aziende Agricole

Azienda agricola Podere Cristina di Cipelli Valentina, Lesignano Bagni (PR):

Un’azienda agricola di tipo biologico, con una superficie complessiva di 5 ha, in zona collinare (252 m s.l.m.), zona climatica E, si trova in provincia di Parma, in via Monchio di Mulazzano, 4 43037 Lesignano Bagni. Si tratta di una azienda che si contraddistingue per l’interesse rivolto alla tutela della biodiversità agricola, le principali attività riguardano la coltivazione di cereali (grano tenero, farro), ortaggi, piccoli frutti e l’allevamento di avicoli. L’attività di trasformazione e commercializzazione è svolta nell’azienda dove avvengono anche la produzione di farina, composte di verdura e confetture. Come attività connessa vi è inoltre un agriturismo.

Azienda agricola Eredità dal passato – ditta individuale Anedda Marco, Montechiarugolo (PR): Un’azienda agricola di tipo biologico, si trova in via Ballerino, 2 43022, Montechiarugolo, Parma. Si occupa principalmente della coltivazione di cereali, legumi da granella e semi oleosi, associate ad attività di trasformazione/commercializzazione: in azienda si

producono farine e si effettua commercializzazione diretta (mercati).

Azienda agricola AGRI – DAF s.s.a. di Agostino e Giorgio Fioruzzi, San Giorgio Piacentino (PC): Azienda le cui attività agro-industriali risalgono alla prima metà del XIX secolo, da allora tali attività si sono adeguate nel tempo all'evoluzione della situazione socio-economica del Paese. In quanto alla filiera "Bio" la tracciabilità dei prodotti coltivati in Azienda è organizzata con i seguenti criteri:

- Le sementi che vengono utilizzate per la coltivazione sono acquistate direttamente dalla D.A.F. presso aziende specializzate.
- La coltivazione avviene nei campi della azienda o in aziende agricole di fiducia situate entro 40 km dallo stabilimento di San Giorgio Piacentino (Piacenza).
- Le fasi di semina, coltivazione e raccolta sono gestite dal personale specializzato, seguendo i principi della coltivazione biologica.
- pulizia e selezione delle materie prime fresche avvengono nell'impianto aziendale.
- negli ultimi anni si coltiva anche la quinoa seguendo i dettami dell'agricoltura biologica, i grani, una volta raccolti, vengono puliti e selezionati tramite processi meccanici, seccati e confezionati senza l'aggiunta di conservanti e additivi.

Azienda agricola podere Mangialupo (Società Agricola), (PC): L'impresa agricola si trova in provincia di Piacenza, zona altimetrica 90m s.l.m. nel comune di Gossolengo, su una superficie agricola utile di circa 150 ha, l'attività agricola a gestione convenzionale è basata sulla coltivazione di cereali, legumi da granella e ortaggi.

Azienda agricola Terre della Val Trebbia di Repetti Fratelli (Società Agricola), (PC): L'impresa si trova in provincia di Piacenza, zona altimetrica 90m s.l.m. nel comune di Gossolengo, su una superficie agricola utile di circa 120 ha, il cui indirizzo produttivo è cerealicolo, pomodoricolo e orticolo: Le principali colture coltivate sono frumento tenero, duro, pomodoro e zucca in sistema agricolo tradizionale.

3. Descrizione dei campi prova e delle (attività svolte

Il progetto QUINOVATION dal punto di vista agronomico aveva come obiettivi:

- 1) Verificare l'adattabilità culturale dei genotipi di quinoa; alle caratteristiche pedo-climatiche della Regione Emilia-Romagna.
- 2) Valutare il potenziale produttivo e qualitativo della quinoa, oltre alle caratteristiche eco-fisiologiche e culturali nelle diverse fasi fenologiche.

L'attività di ricerca è stata condotta dal Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali Sostenibili (DI.PRO.VE.S.), Facoltà di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali dell'Università Cattolica del Sacro Cuore – Sede di Piacenza, sotto la responsabilità scientifica del Prof. Vincenzo Tabaglio.

Le principali attività svolte durante stagione culturale della quinoa 2017 e 2018, si possono così elencare:

1. Ricerca di cultivar più adatte alle latitudini europee;
2. Allestimento di prove di confronto varietale a blocchi randomizzati;
3. Monitoraggio del ciclo culturale;
4. Valutazione dei parametri produttivi;

Per ciascun appezzamento dove sono impostate le prove di coltivazione della quinoa, sono stati effettuati i rilievi delle diverse fasi di sviluppo della quinoa.

Su ogni appezzamento scelto, e secondo le disponibilità di semente adatte o adattabili alle latitudini Europee, per la semina nei campi sperimentali dimostrativi sono state scelte tre Cultivar di quinoa:

4. Cv. Regalona: Provenienza Cile
5. Cv. Titicaca: Provenienza Danimarca
6. Cv. Vikinga: Provenienza Francia

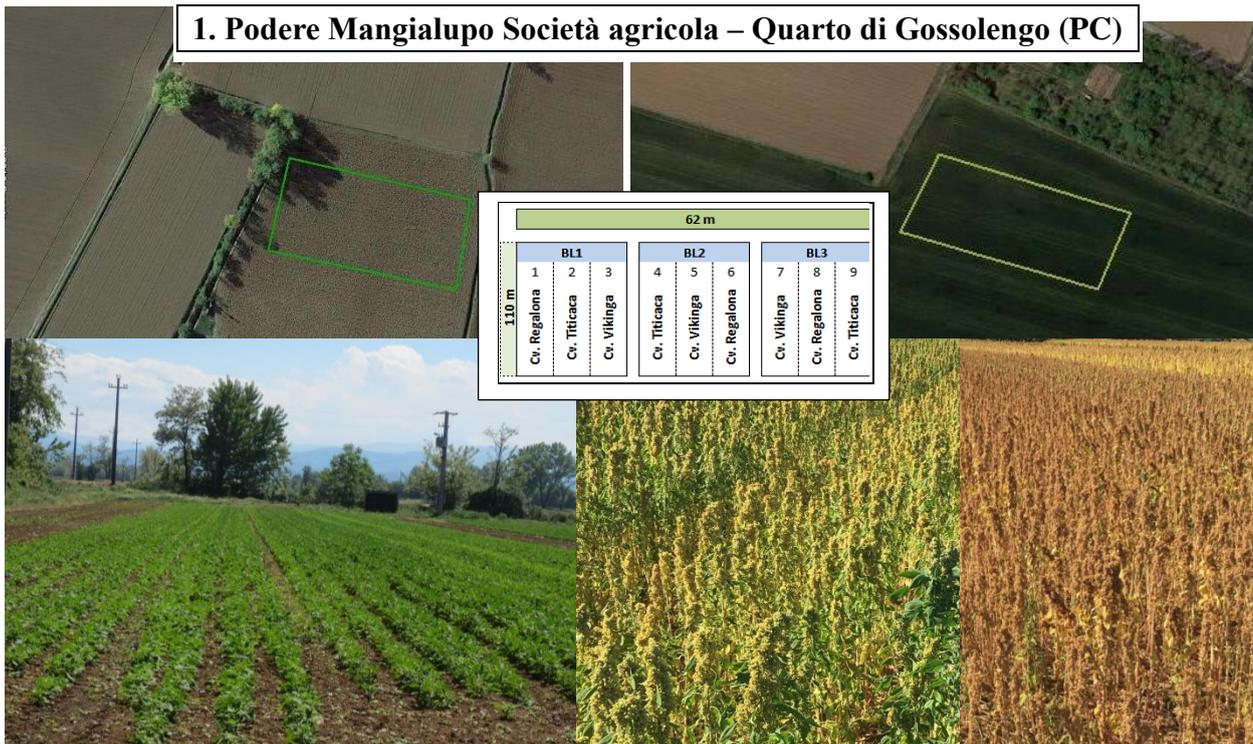
Ogni cultivar è stata seminata in parcelloni di almeno 6 m x 100 m, con 3 replicazioni, e una tecnica agronomica differenziata tra aziende convenzionale e biologiche (tab.2).

Tabella 1 – Descrizione dei campi prova

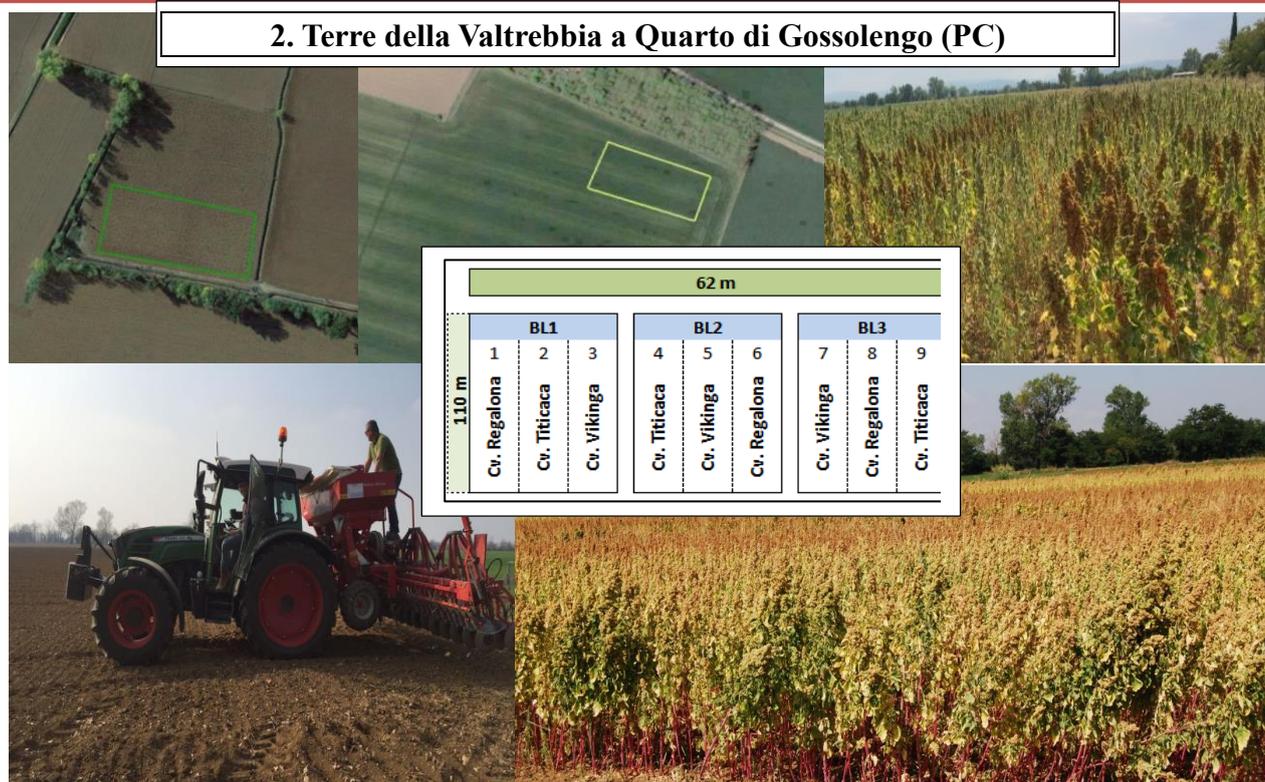
Azienda agricola	Località	Sistema di produzione	Schema sperimentale	Tesi a confronto in due anni consecutivi
Podere Cristina	Lesignano Bagni (PR)	Biologico	Parcelloni sperimentali a blocchi randomizzati	cv. Titicaca; cv. Regalona; Vikinga
Eredità dal passato – impresa individuale	Montechiarugolo (PR)	Biologico	Parcelloni sperimentali a blocchi randomizzati	cv. Titicaca; cv. Regalona; Vikinga
AGRI – DAF s.s.a.	San Giorgio Piacentino (PC) Lalatta Giovanni	Biologico	Parcelloni sperimentali a blocchi randomizzati	cv. Titicaca; cv. Regalona; Vikinga
Podere Mangialupo (Società Agricola)	Quarto di Gossolengo (PC)	Convenzionale	Parcelloni sperimentali a blocchi randomizzati	cv. Titicaca; cv. Regalona; Vikinga
Terre della Val Trebbia (Società Agricola)	Quarto di Gossolengo (PC)	Convenzionale	Parcelloni sperimentali a blocchi randomizzati	cv. Titicaca; cv. Regalona; Vikinga



1. Podere Mangialupo Società agricola – Quarto di Gossolengo (PC)



2. Terre della Valtrebbia a Quarto di Gossolengo (PC)



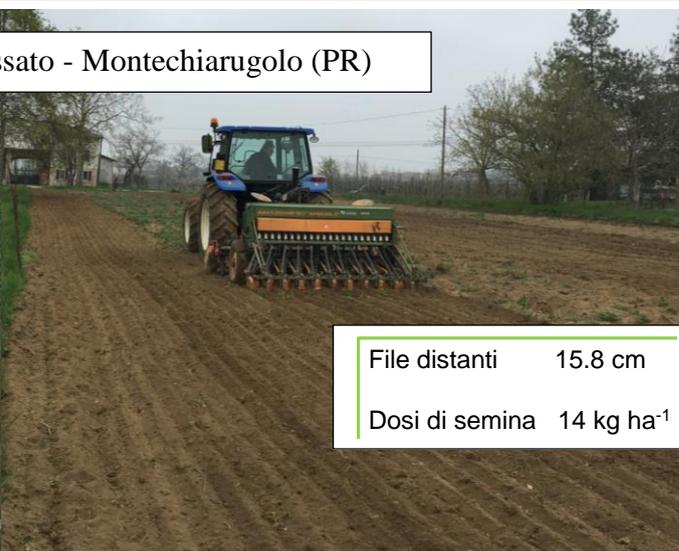
3. Agri-D.A.F. San Giorgio Piacentino (PC)



100 m		
BL 1	1	cv. Regalona
	2	cv. Titicaca
	3	cv. Vikinga
BL 2	4	cv. Regalona
	5	cv. Vikinga
	6	cv. Titicaca
BL 3	7	cv. Regalona
	8	cv. Titicaca
	9	cv. Vikinga



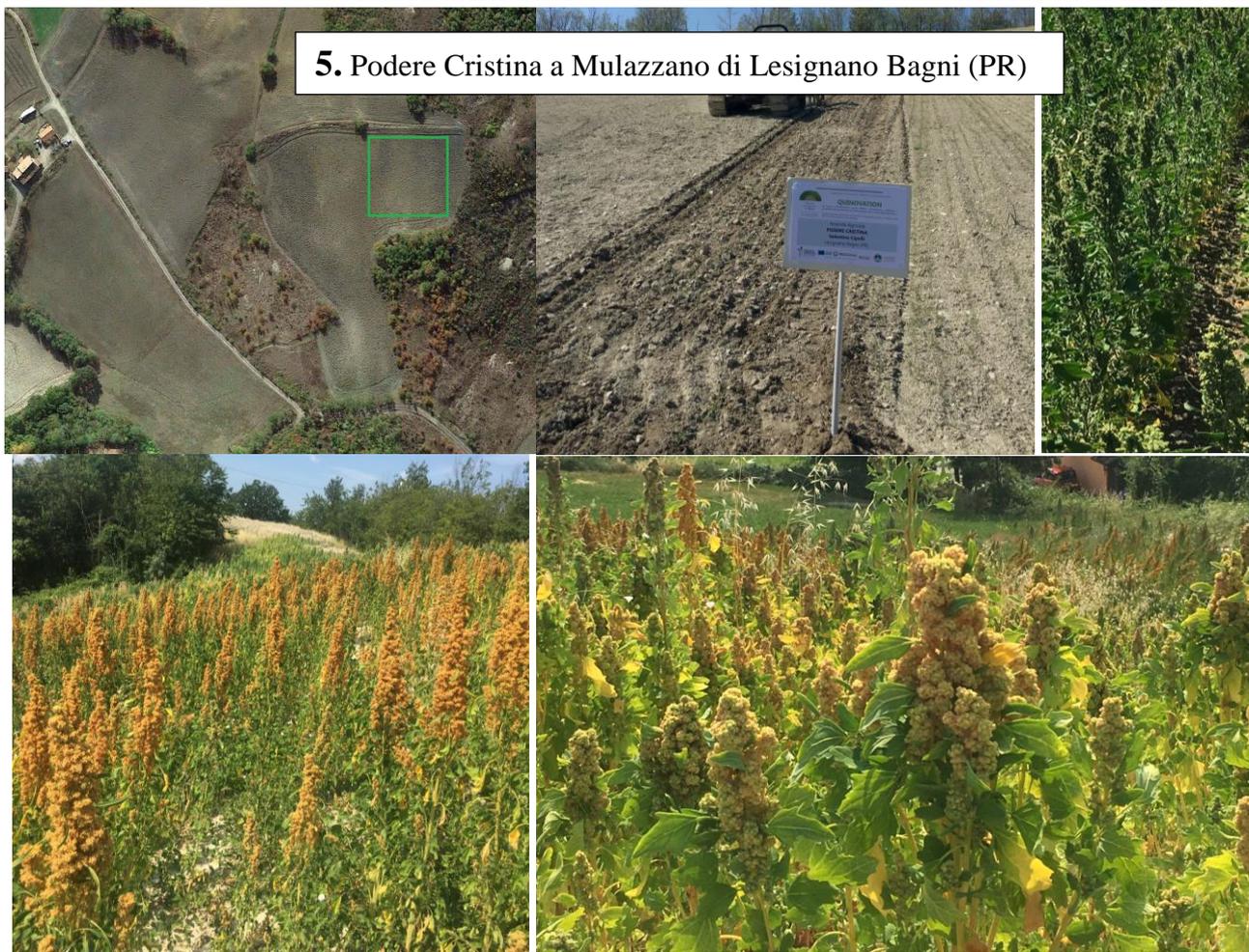
4. Eredità del passato - Montechiarugolo (PR)



File distanti 15.8 cm
Dosi di semina 14 kg ha⁻¹



5. Podere Cristina a Mulazzano di Lesignano Bagni (PR)



PROVE DI TECNICA DI COLTIVAZIONE (SESTO D'IMPIANTO) 2017 e 2018

Con lo scopo di determinare la corretta **densità di semina** e il **sesto di impianto** più opportuno per il controllo delle infestanti e per ridurre i lavori colturali come diserbo e rincalzatura, le prove hanno messo a confronto **due distanze di semina** (15 e 45-50 cm) per verificare l'effetto sul controllo delle malerbe e sulla facilità operativa, sia in agricoltura biologica sia in agricoltura convenzionale, le prove sono state condotte in **1 azienda biologica (AGRI D.A.F)** e in **1 azienda convenzionale (Podere Mangialupo)** e organizzate secondo un disegno a blocchi randomizzati con parcelle elementari di 10 m² ciascuna.



azienda convenzionale



azienda biologica

Azienda Agricola
PODERE MANGIALUPO
 Società Agricola Repetti Fratelli
 Quarto di Gossolengo (PC)

Azienda Agricola
AGRI-DAF
 Agostino Fioruzzi
 San Giorgio Piacentino (PC)

CAMPO CATALOGO DI PRIMO LIVELLO UCSC

Allestimento di un **campo catalogo di primo livello**, per testare genotipi innovativi (selezione genetica eseguita dal DI.PRO.VE.S., area Agronomia e biotecnologie vegetali, prof. Adriano Marocco).

Schema sperimentale a 4 blocchi randomizzati con circa **10 cultivar**. Le parcelle elementari erano di 1 m × 1.5 m. Le modalità di coltivazione sono state le stesse delle prove di pieno campo.

Scopo: fornire indicazioni utili per la scelta delle varietà più adatte alle condizioni pedoclimatiche dell'Italia settentrionale.

CAMPO SPERIMENTALE
 UNIVERSITÀ CATTOLICA DEL SACRO CUORE
 Piacenza (PC)



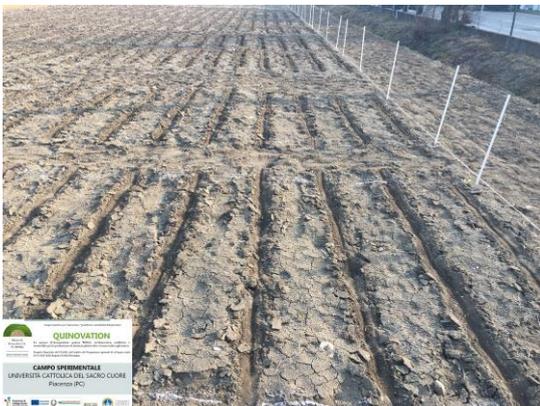
Th 1. Cordoba MG	Th 6 Krock	Th 1. Braun	Th 6 Krock
Th 2 Blanca VT	Th 7 Puno	Th 2 Blanca VT	Th 7 Puno
Th 3 Real Blanca	Th 8 Regalona	Th 3 Real Blanca	Th 8 Regalona
Th 4 K.Faro	Th 9 Titicaca	Th 4 K.Faro	Th 9 Titicaca
Th 5 K Niera	Th10 Vikinga	Th 5 K Niera	Th10 Vikinga

Campo catalogo di Primo Livello 2017

Data di semina: 03 Aprile
 Raccolta campionaria: Dal 25 luglio
 Al 23 agosto
 File distanti 45 cm
 -1
 Dosi di semina 8 kg ha

Campo catalogo di Primo Livello 2018

Data di semina: 28 marzo
 Raccolta campionaria: Dal 18 luglio
 Al 01 agosto
 File distanti 45 cm
 -1
 Dosi di semina 8 kg ha



L'andamento climatico

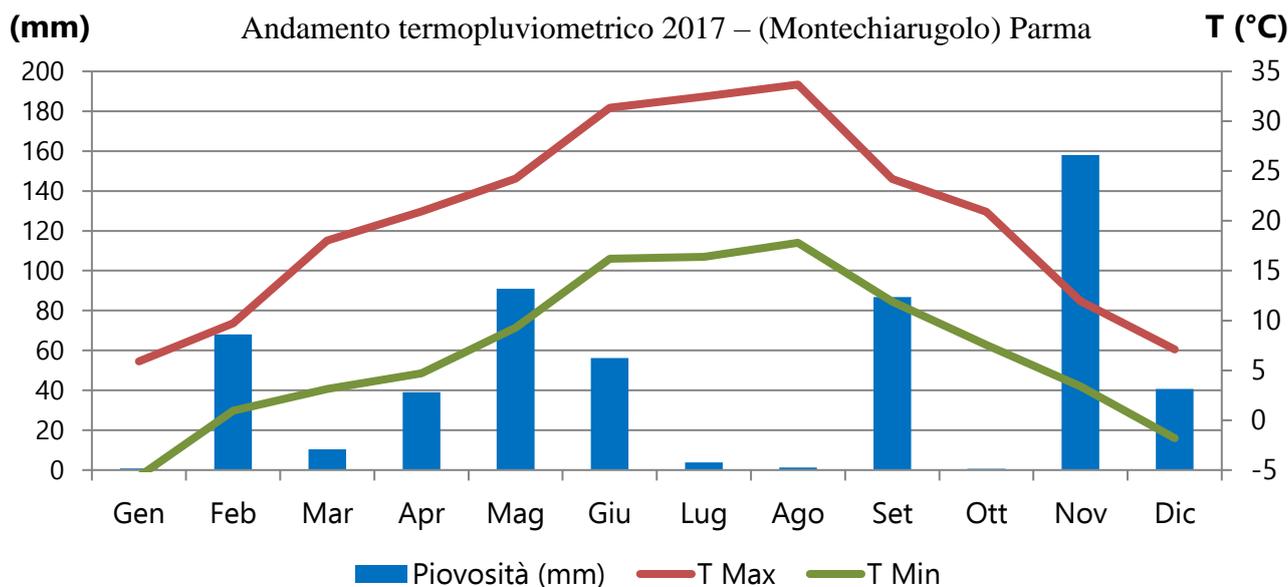
L'andamento delle precipitazioni è stato differente tra i 2 anni di prova come viene riportato in figura 1. Il ciclo colturale 2017 è stato caratterizzato da basse precipitazioni annuali e soprattutto durante il ciclo colturale della quinoa. Ciò ha portato alla risemina di uno degli appezzamenti sede delle prove (Podere Cristina). In tutti i campi è stato osservato notevole sviluppo di piante infestanti soprattutto della famiglia *Amaranthaceae* così come l'attacco di insetti come *Nezara viridula* e *Nysius cymoides* (Rincoti appartenenti alla famiglia dei Pentatomidi).

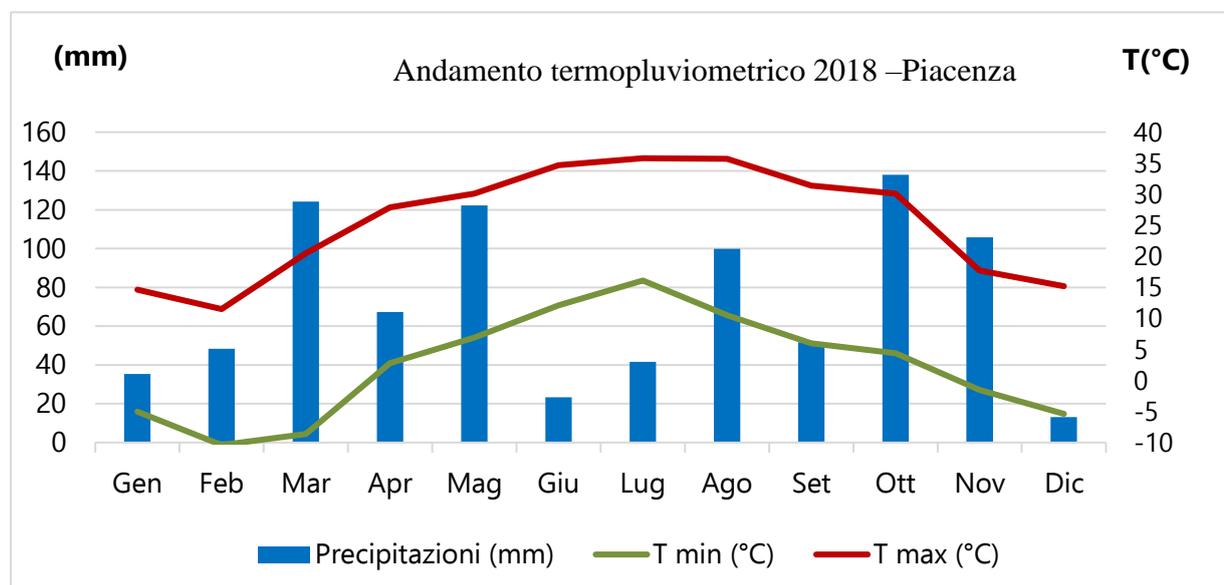
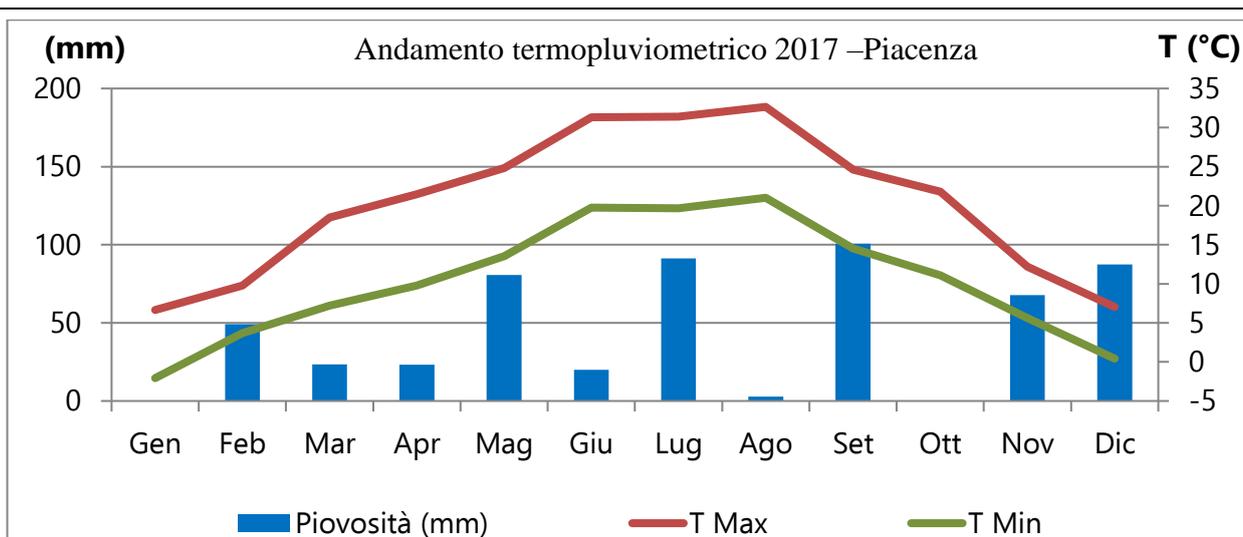
Tabella 2. Precipitazione cumulata annuale e relativa alla stagione colturale (2017 e 2018)

	2017		2018	
	Piovosità annuale	Piovosità ciclo colturale	Piovosità annuale	Piovosità ciclo colturale
Parma	546 mm	241.2 mm	558.20	365.40
Piacenza	556.4 mm	201.6 mm	870.8 mm	478.4

Dai valori della tab.2 e fig 1 si evidenzia come il ciclo colturale della quinoa nel 2018 è stato caratterizzato e influenzato da una stagione molto piovosa. Questo insolito regime pluviometrico ha causato danni e peggioramento sia quantitativo che qualitativo delle produzioni. In particolare, nell'azienda agricola "Eredità dal passato" nella quale il ristagno idrico su una parte del campo ha favorito lo sviluppo di piante infestanti come *Amaranthus retroflexus*, *Sorghum halepense*, *Chenopodium album* e *Solanum nigrum*, principalmente. Le precipitazioni, soprattutto durante i mesi estivi, hanno creato problemi durante lo stadio fisiologico di riempimento della granella e per tanto è da considerare che una eccessiva umidità sia poco favorevole alla produttività della quinoa.

Figura 1. Andamento termopluviometrico annate 2017 e 2018 nell'area progettuale





Risultati produttivi 2017

Resa in granella secca (kg ha ⁻¹)					
Tesi	AGRI-DAF (PC)	EREDITÀ DAL PASSATO (PR)	PODERE CRISTINA (PR)	PODERE MANGIALUPO (PC)	TERRE DELLA VAL TREBBIA (PC)
Regalona	1972	312	360	849	1083
Titicaca	1794	844	745	1216	1152
Vikinga	1928	577	586	1411	1121
Media	1898	578	564	1159	1119
Significatività	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

Tabella 3. Prove di confronto varietale 2017 in 5 aziende agricole. Rilievi produttivi

Nella tab. 3, sono mostrati i risultati relativi alle prove di confronto varietale delle 5 aziende agricole appartenenti al GO. Tutti i dati sono stati sottoposti ad analisi della varianza e la separazione delle medie, qualora statisticamente significative, è

stata realizzata con il test di Tukey ($\alpha < 0.05$) utilizzando il software M-STAC C. Tutte le tre varietà messe a confronto, hanno raggiunto la maturazione fisiologica, ottenendo una media produttiva di 564 kg ha⁻¹ di granella secca per l'azienda agricola "Podere Cristina", 578 kg ha⁻¹ per l'azienda agricola "Eredità dal passato", 1119 kg ha⁻¹ per l'azienda agricola "Terre della Valtrebbia", 1159 kg ha⁻¹ l'azienda "Podere Mangialupo" e di 1898 kg ha⁻¹ l'azienda agricola "Agri-Daf", quest'ultimo risultato decisamente incoraggiante tenendo conto che si avvicina a 2000 kg ha⁻¹, nonostante non siano emerse differenze significative.

	CONVENZIONALE	BIOLOGICO
Tesi	Resa in granella secca (kg ha ⁻¹)	
Titicaca a 50 cm	1201	2093
Titicaca a 15 cm	1385	1715
Media	1293	1904
Significatività	N.S.	N.S.

Tabella 4. Prove di sesto d'impianto 2017. Rilievi produttivi.

In tab. 4 sono presentati i risultati di produzione riguardanti alla coltivazione della quinoa nelle prove di tecnica di coltivazione ovvero di sesto d'impianto in aziende Bio e AC. Per queste prove è stata seminata la cultivar Titicaca tenendo conto che è la cultivar più utilizzata in Italia. I risultati, anche se statisticamente non significativi evidenziano una maggiore produttività della cv. Titicaca coltivata in agricoltura Biologica a file di 50 cm con 2093 kg ha⁻¹ di granella secca, il secondo migliore risultato è stato esibito sempre nella tecnica di coltivazione biologica con semina a file distanti 15 cm con un valore di 1715 kg ha⁻¹ di granella secca. Mentre i valori produttivi per l'azienda convenzionale sono stati di 1385 kg ha⁻¹ di granella secca per la cv. Titicaca seminata con una distanza 50 cm fra le file, e di 1201 kg ha⁻¹ di granella secca per la quinoa seminata a 15 cm. I risultati sono incoraggianti dato che per la semina a file distanti di 15 cm possono essere impiegate comuni seminatrici da frumento, facilmente reperibili anche in ambienti marginali. Inoltre, è stato possibile osservare che seminando a 15 cm, la quinoa ha chiuso bene l'interfila, facendo osservare un buon grado di competizione con le infestanti.

Tesi	Durata Ciclo (emergenza – Raccolta) (gg)	Altezze piante alla Raccolta (cm)		Resa in granella secca (kg ha ⁻¹)
BLANCA-VT	125	107	bc	734
CORDOBA-MG	138	111	bc	1462
K.FARO	115	102	bc	1608
K.NIGRA	111	117	ab	1757
KROCK	117	114	bc	2460
PUNO	110	102	bc	1795
REAL BLANCA	136	97	cd	1175
REGALONA	110	121	a	902
TITICACA	109	93	cd	2436
VIKINGA	111	76	d	2121
Media	118	104		1645
Significatività	N.S.	***		N.S.

Tabella 5. Prova di Confronto varietale di I° Livello 2017 - Rilievi biometrici del campo catalogo U.C.S.C. di Piacenza (PC).

In tab. 5, è possibile osservare differenze statistiche per il parametro riguardante altezza della pianta alla raccolta: in media le piante misuravano 104 cm e Vikinga, Titicaca e Blanca Real erano le varietà a taglia più bassa. Dai dati non sono emerse inoltre differenze statisticamente significative in termini di produzione di granella secca, nonostante le cultivar Krock, Titicaca e Vikinga abbiano mostrato produzioni tendenzialmente più alte, con 2460 kg ha⁻¹, 2436 e 2121 kg ha⁻¹ rispettivamente. Inoltre i risultati evidenziano che non ci sono stati differenze statistiche significative per la lunghezza del ciclo, che in media è stata di 118 cm.

Risultati produttivi 2018

Resa in granella secca (kg ha ⁻¹)						
Tesi	AGRI-DAF (PC)		EREDITÀ DAL PASSATO (PR)	PODERE CRISTINA (PR)	PODERE MANGIALUPO (PC)	TERRE DELLA VAL TREBBIA (PC)
Regalona	441	c	377	1555	61	35
Titicaca	2439	a	680	2639	99	64
Vikinga	1797	b	136	2271	77	35
Media	1559		398	2155	79	44
Significatività	*		N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

Tabella 6. Prove di confronto varietale 2018 in 5 aziende agricole. Rilievi produttivi

In tab. 6 si può vedere come nel 2018 sono state evidenziate differenze significative per la resa in granella secca presso l'agricola AGRI-DAF: Regalona è risultata essere la varietà meno produttiva, seguita da Vikinga, mentre la varietà più produttiva è risultata Titicaca. Dai dati emerge inoltre che non sono state osservate differenze significative per la produzione di granella secca nelle altre aziende agricole. Molto interessante il dato produttivo rilevato presso l'azienda Podere Cristina, mentre molto inferiore è stata la resa in granella nell'azienda Eredità dal passato ed estremamente scarse sono state le produzioni nelle due aziende convenzionali, a causa di forti attacchi di cimice verificatesi durante la fase di formazione del seme, che hanno compromesso quasi completamente la produzione.

Tesi	CONVENZIONALE	BIOLOGICO
	Resa in granella secca (kg ha ⁻¹)	
Titicaca a 50 cm	2837	2081
Titicaca a 15 cm	2853	2000
Media	2845	2040
Significatività	N.S.	N.S.

Tabella 7. Prove di sesto d'impianto 2018. Rilievi produttivi.

Per quanto riguarda invece la prova di sesto d'impianto, dove è stata nuovamente impiegata la cv Titicaca, non sono emerse differenze significative, sebbene nell'azienda convenzionale le produzioni siano state tendenzialmente superiori per entrambe le distanze di semina considerate. Mentre nell'azienda convenzionale la quinoa seminata a 15 cm ha prodotto leggermente di più, il contrario si è verificato nell'azienda BIO.

Tesi	Durata Ciclo (emergenza – Raccolta) (gg)	Altezze piante alla Raccolta (cm)		Resa in granella secca (kg ha ⁻¹)	
BLANCA-VT	119	159.0	ab	2660	de
BRAUN	116	161.4	ab	3050	cd
K.FARO	118	152.0	bc	1857	de
K.NIGRA	116	157.3	bc	1688	e
KROCK	119	164.4	a	3223	bc
PUNO	119	166.4	a	1576	e
REAL BLANCA	104	137.3	cd	3693	ab
REGALONA	118	143.2	cd	2006	de
TITICACA	104	130.0	d	4167	a
VIKINGA	104	106.6	e	2812	de
Media	114	147.7		2673	
Significatività	N.S.	***		***	

Tabella 8. Prova di Confronto varietale di 1° Livello 2017 - Rilievi biometrici del campo catalogo U.C.S.C. di Piacenza (PC).

Nella prova allestita presso il campo sperimentale dell'U.C.S.C di Piacenza con 10 cultivar in prova (tab. 8), il ciclo colturale dall'emergenza alla raccolta in media è stato di 114 giorni. Anche nel 2018 non sono state osservate differenze significative tra le tesi sebbene le cultivar tendenzialmente più precoci sono state Vikinga, Titicaca e Real Blanca con 104 giorni dall'emergenza alla raccolta, mentre le altre cultivar hanno esibito un ciclo colturale variabile da 116 a 119 giorni.

L'altezza della pianta alla raccolta è risultata statisticamente differente fra le tesi ($P \leq 0.001$), con una media di 147.7 cm. Le cv. Puno e Krock sono state caratterizzate dalla taglia maggiore con 166.4 cm e 164.4 cm rispettivamente, un'altezza che però non risulta favorevole alla raccolta meccanica. Le cultivar Blanca VT, Braun; K. Faro e K. Nigra hanno esibito un'altezza della pianta variabile tra 157.3 e 161.4 cm. Le cultivar più idonee sono state Titicaca con 130 cm, Real Blanca con 137.3 cm e Regalona con 143.2 cm. La cultivar con la taglia più bassa è stata Vikinga con 106.6 cm.

Per quanto riguarda la resa in granella, (Tab. 8): L'analisi della varianza ha evidenziato differenze significative nel confronto tra le cultivar, la resa di granella secca più elevata è stata ottenuta con la cv. Titicaca (4167 kg ha⁻¹), mentre la seconda cultivar più produttiva è risultata Real Blanca con 3693 kg ha⁻¹. Braun ha prodotto 3050 kg ha⁻¹ di granella secca. La resa più bassa è stata registrata per le cultivar K. Nigra con una produzione di 1688 kg ha⁻¹ e Puno con 1576 kg ha⁻¹.

Questi risultati produttivi sono da considerarsi molto interessanti, tenendo conto del fatto che le prove di primo livello sono prove a livello sperimentale e non aziendale, a cui va fatto seguire un passaggio successivo ossia testare le migliori cultivar in prove di pieno campo. Queste prime prove hanno permesso di monitorare costantemente tutte le fasi fisiologiche delle nuove cultivar e per tanto conoscere meglio l'andamento del ciclo colturale e valutare la potenzialità di adattabilità.

Analisi nutrizionali

Attività svolta dall'Unità Operativa Istituto di Scienze degli Alimenti e della Nutrizione (ISAN), Facoltà di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali, Università Cattolica, Piacenza

Caratterizzazione analitica e nutrizionale delle singole materie prime

Contenuto in macronutrienti e in minerali

Sono state analizzate le 3 cv di Quinoa coltivate in prove di pieno campo nell'ambito del Progetto Quinovation (Titicaca, Vikinga e Regalona). Queste varietà, *gluten free*, sono state confrontate con le caratteristiche analitiche del grano tenero desunte dalla Banca dati dello IEO (Istituto Europeo di Oncologia), al fine di poter avere un confronto con il tipico ingrediente glutinato. I dati relativi ai macronutrienti, sono riportati nella tabella 9 e mostrano un tenore in fibra più elevato nella cv Titicaca rispetto alle altre due e un contenuto in amido che ha andamento inverso. Il contenuto lipidico è più alto nella cv Vikinga rispetto a Titicaca e Regalona.

Quando confrontate con il contenuto medio in nutrienti del frumento tenero, le varietà di quinoa mostrano un tenore in fibra circa 5 volte più elevato e un contenuto in amido inferiore di circa il 20%. Per quanto riguarda le proteine, le 3 cv sono fra loro omogenee, mentre mostrano un tenore leggermente più alto di quello attribuito al frumento tenero.

Tabella 9. Caratteristiche analitiche delle 3 cv di quinoa usate nel Progetto e confronto con le caratteristiche del frumento tenero riportate nella Banca Dati IEO.

	PG (%)	LG (%)	Amido (%)	Fibra totale (%)	Fibra insolubile (%)	Fibra solubile (%)
Titicaca	18.6 ±0.4	4.8 ± 0.1 ^a	54.8±0.5 ^a	13.7±0.6 ^b	9.6 ± 0.2 ^b	4.0 ± 0.4
Regalona	18.6 ±0.2	4.7 ± 0.1 ^a	59.4±0.5 ^c	10.2±0.5 ^a	6.6 ± 0.7 ^a	3.6 ± 0.3
Vikinga	18.1 ±0.4	5.6 ± 0.3 ^b	57.9±0.7 ^b	10.9±0.8 ^a	7.0 ± 0.5 ^a	3.9 ± 0.3
Grano tenero	14,0	3,0	71,0	1,9	-	-

^{a,b,c} P<0.05

Relativamente al tenore in minerali, la cv Titicaca mostra un contenuto in ferro decisamente superiore alle altre due varietà e circa doppio rispetto a quello del grano tenero. Il titolo in Ca di Titicaca è superiore a quello di Vikinga, ma si tratta di differenze poco rilevanti dal punto di vista nutrizionale. Interessante però il fatto che, rispetto al frumento, il tenore in Ca delle 3 Chenopodiacee sia da 3 a 4 volte più elevato.

Tabella 10. Contenuto in minerali delle 3 cv di quinoa studiate e confronto con le caratteristiche del frumento tenero riportate nella Banca Dati IEO.

	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Ca (%)	Mg (%)	P (%)
Titicaca	83.1 ±6.7 ^b	6.3 ±1.1	40.4 ±4.6	0.17±0.04 ^b	0.21±0.02	0.29 ±0.05
Regalona	51.6 ±4.0 ^a	7.7 ±1.0	34.6 ±1.4	0.14±0.01 ^{ab}	0.22±0.02	0.31 ±0.07
Vikinga	56.7±3.7 ^a	7.6 ±0.7	32.8 ±4.8	0.12±0.01 ^a	0.20±0.01	0.30 ±0.01
Grano tenero	37,5	-	29,9	0,04	-	0,45

^{a,b} P<0.05

L'analisi del profilo aminoacidico delle 3 cv di Quinoa mostra un buon profilo aminoacidico che copre tra il 60 e il 70% del profilo della proteina ideale per l'Uomo, e costituita dall'uovo intero. Nel caso dell'istidina, si ha invece una percentuale di copertura che arriva al 140% del fabbisogno stimato. La metionina e il triptofano sono i due aminoacidi maggiormente limitanti, va peraltro detto che per quest'ultimo aminoacido si è osservata una notevole difformità fra i vari campioni.

L'unico aminoacido per il quale si è osservata una differenza fra le 3 cv, è stata la tirosina, risultata significativamente inferiore nella varietà Titicaca rispetto alle altre due.

Tabella 11. Rapporto fra la percentuale del singolo aminoacido essenziale sul totale delle proteine nelle 3 cv di quinoa e l'analoga percentuale nelle proteine dell'uovo intero.

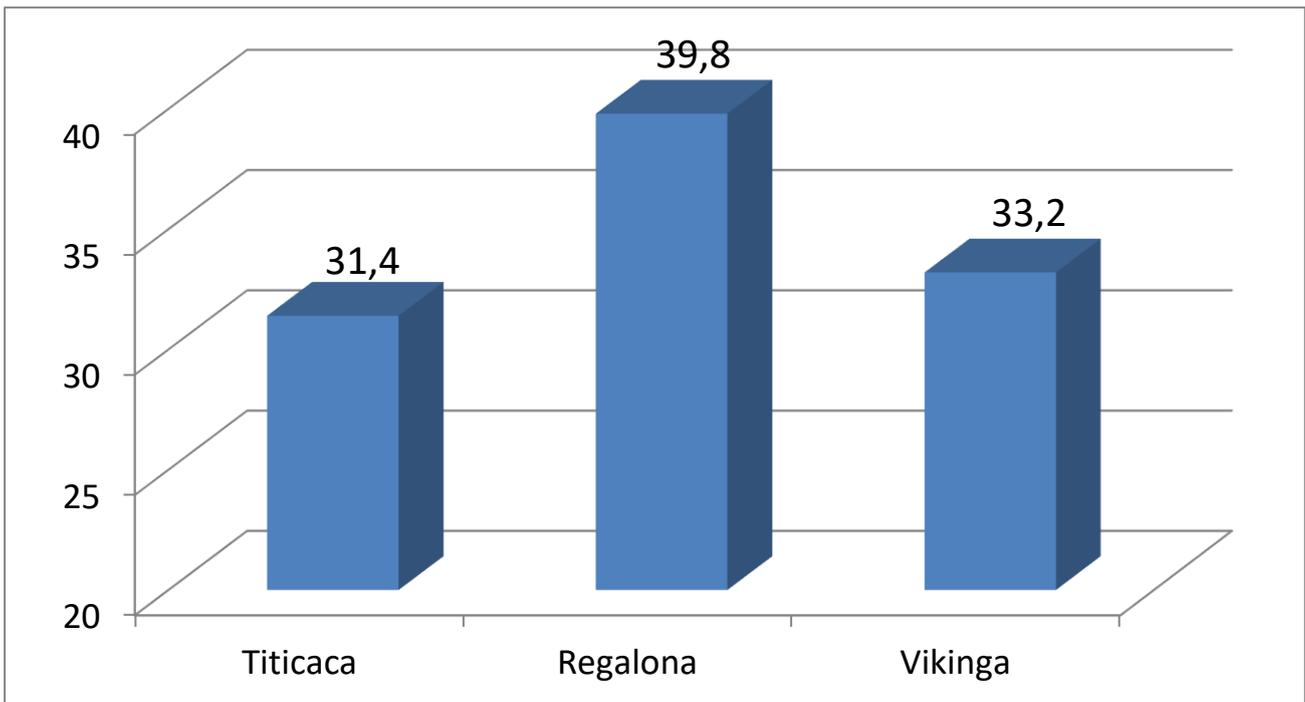
	Thr	Val	Ile	Leu	Tyr	Phe	His	Lys	Trp	Cys	Met
Titicaca	69.9	70.7	76.1	71.9	60.4 ^a	73.0	144.3	64.3	43.3	62.7	50.2
Regalona	71.2	69.0	76.7	73.6	68.7 ^b	76.2	144.0	67.4	61.3	68.7	58.1
Vikinga	68.3	66.3	71.2	69.4	69.4 ^b	72.4	140.9	62.8	48.6	65.0	54.9

^{a,b} P<0.05

Determinazione Indice glicemico

L'indice glicemico è stato determinato *in vitro*, con una metodica messa a punto presso ISAN. Oltre alle 3 cv coltivate nel Progetto. I risultati sono riportati nella figura 2.

Figura 2. Valori di indice glicemico in vitro (pGI) delle 3 cv di quinoa .



I valori delle 3 varietà testate nell'ambito di Quinovation, mostrano valori di pGI decisamente inferiori sia rispetto ad un alimento fonte di glutine, come il grano tenero (59 ± 4) che ad un tipico ingrediente gluten free, come il riso: 80. Entrambi i dati provengono dal lavoro di Foster Powell (Am J Clin Nutr , 2002, 76:5-56).

L'indice glicemico è risultato correlato in maniera diretta con il tenore in amido degli alimenti (Figura 3) e inversamente al titolo in fibra alimentare (Figura 4).

Figura 3. Regressione lineare fra indice glicemico in vitro (pGI) e tenore in fibra alimentare.

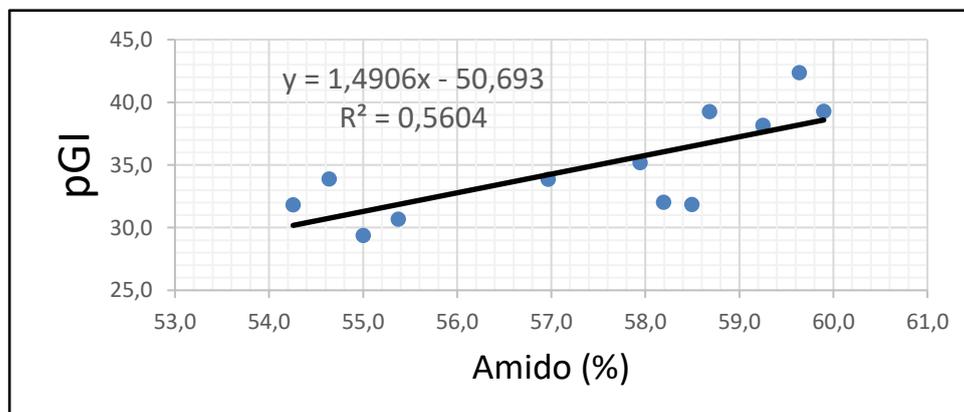
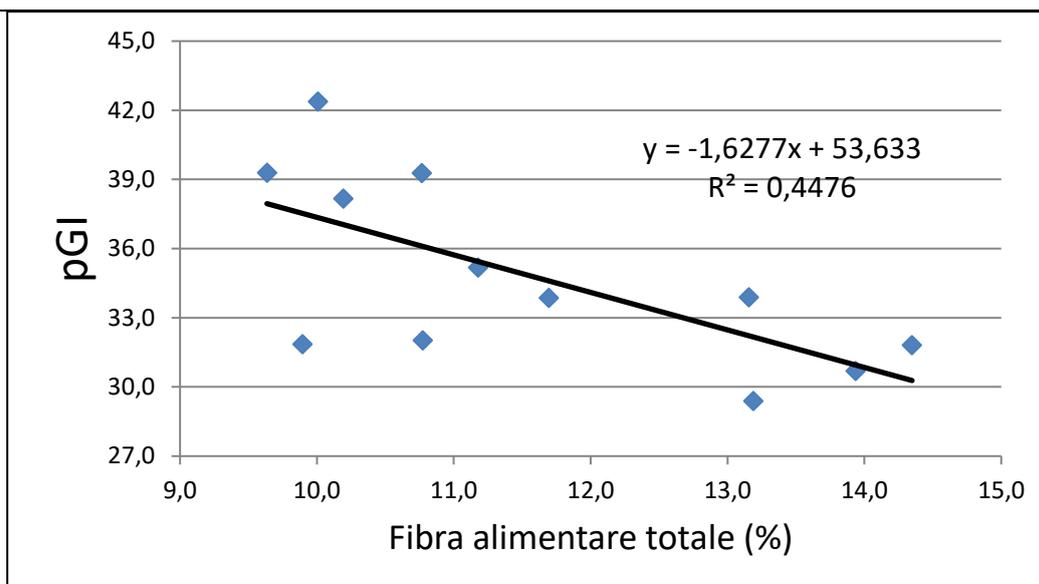


Figura 4. Regressione lineare fra indice glicemico in vitro (pGI) e tenore in fibra alimentare.



Per quanto riguarda la caratterizzazione nutrizionale e la determinazione dell'indice glicemico di mais ad alto tenore in amilosio e di varietà di fagiolo, i dati relativi sono stati da noi pubblicati (Giuberti et al., 2015a, 2015b, 2015c)

Formulazione di sfarinati *gluten-free*

Questa attività è stata svolta in parallelo da UCSC - ISAN e da Molino Dallagiovanna. Il laboratorio di UCSC – ISAN si è focalizzato sulla produzione di prodotti da forno dolci (biscotti) includendo la farina di quinoa con altri sfarinati *gluten-free* a diverso tenore proteico. Molino Dallagiovanna si è concentrato sulla produzione di pane contenente percentuali variabili di farina di quinoa.

Attività svolta da UCSC - ISAN

Sono stati prodotti dei biscotti *gluten-free* utilizzando diverse materie prime prive di glutine. I diversi tipi di biscotti prodotti, avevano tutti una ricetta base, cui veniva aggiunta alternativamente:

- farina di mais ad alto amilosio (e quindi basso indice glicemico)
- farina di mais fumetto convenzionale (alto indice glicemico)
- farina di pisello

Ricetta base

- 300 gr miscela farina
- 100 gr burro
- 80 gr fruttosio
- ½ scorza di limone o arancia
- 2 uova

La miscela farina aveva una base comune costituita da:

- sorgo (45 gr),
- quinoa (35 gr),
- amaranto (35 gr),
- teff (35 gr)

A questa base venivano aggiunti 150 gr di mais AE o di mais fumetto standard e talvolta anche pisello. Per migliorare la palatabilità del prodotto, in un formulato è stato aggiunto anche cacao in polvere.

I biscotti testati nella sperimentazione sono riportati nella tabella 12.

Tabella 12. Percentuale di inclusione degli ingredienti nei biscotti prodotti durante la sperimentazione

BISCOTTO	Mais AE	Mais fumetto	Pisello	Cacao
1 50 AE-50 std + P	50%	50%	SI	-
2 100 AE + P	100 %	-	SI	-
3 100 std + P	-	100 %	SI	-
4 50 AE-50 std	50%	50%	-	-
5 100 AE	100 %	-	-	-
6 100 AE + Cacao	100 %	-	-	SI
7 100 std	-	100 %	-	-

Le materie prime utilizzate

Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) = La quinoa è una pianta della famiglia delle Amaranthaceae, una coltura da granella, coltivata da circa cinquemila anni sulle Ande, nella regione attorno al lago Titicaca in Perù e Bolivia, considerata la zona di maggiore biodiversità e variazione genetica. Fu descritta botanicamente per la prima volta nel 1778 da Carl Ludwig Willdenow, come una specie nativa del Sud America.

La quinoa è uno degli alimenti originari della regione Andina, che faceva parte integrante della dieta dei popoli preispanici, principalmente degli Incas, degli Indigeni Araucaniani di Argentina e del Cile e dai “Chibchas” del nord della Colombia. Era considerata il “grano-madre” per la sua importanza nella società e nella religione ed era coltivata intensamente fino all’epoca della conquista spagnola, quando è stata sostituita dai cereali importati come l’orzo ed il grano.

Spesso confusa con un cereale, è definita come “**pseudo cereale**”. L’elevato valore nutrizionale dei semi di quinoa è attribuito principalmente al contenuto e alla qualità di carboidrati, proteine, grassi, minerali e vitamine, ma la composizione chimica della quinoa può variare a seconda della varietà e dell’ambiente di coltivazione, il contenuto proteico dei semi di quinoa è inferiore a quello del fagiolo, lupino e soia, ma in media è superiore ai cereali comuni quali riso, grano e orzo.



Sorgo (*Sorghum vulgare*) = è una pianta erbacea. Coltura alimentare importante in Africa e America centrale. È il quinto cereale in ordine di importanza dopo il mais, riso, frumento e orzo.



Teff (*Eragrostis tef*)= cereale originario dell'Etiopia e dell'Eritrea. Il termine significa "perduto" appunto per la facilità che scivola tra le dita e vada perduto.



Amaranto (*Amaranthus caudatus*)= pianta del centro America; come la quinoa anche l'amaranto è uno "pseudo cereale".



Mais AE a differenza del fumetto il concetto sostanziale è che la varietà utilizzata è contraddistinta da amylose-extender ovvero amido con % di amilosio maggiore di amilopectina; quest'ultima nell'amido normale, essendo ramificata, è più attaccabile da parte dell'enzima amilasi che scinde le ramificazioni di amido in glucosio dando un picco glicemico piuttosto ripido mentre il mais AE dà una risposta ematica più lenta proprio per il fatto che l'enzima ha più difficoltà a scindere i mattoncini di glucosio essendoci meno ramificazioni di amilopectina. Per questo si dice a basso indice glicemico.



Caratterizzazione analitica biscotti realizzati

BISCOTTO	UMIDITÀ	PROTEINE	GRASSI	CENERI	AMIDO	Z	RS	FIBRA
50 AE-50 std + P	7,6	13,0	19,1	1,3	31,5	16,2	4,6	8,9
100 AE + P	7,9	12,9	20,0	1,4	27,1	16,9	8,6	11,0
100 std + P	7,2	12,4	19,0	1,1	35,3	18,0	2,1	5,8
50 AE-50 std	6,3	8,6	20,6	1,1	36,0	17,0	5,2	7,9

100 AE	7,8	9,4	20,2	1,3	30,7	17,2	8,4	10,1
100 AE + Cacao	8,4	9,8	20,0	1,4	33,0	19,0	7,7	7,9
100 std	7,4	9,5	20,0	1,3	36,8	17,0	1,8	3,5

Z = zuccheri RS = amido resistente

PANEL TEST

L'analisi sensoriale è stata eseguita presso il Laboratorio di analisi sensoriali del DI.PRO.VES. Hanno partecipato 13 panelist volontari non addestrati (8 femmine e 5 maschi). Ogni panelist riceveva 3 diversi biscotti da assaggiare e doveva valutare tutti i parametri, dando un voto da 1 a 10. L'analisi sensoriale dei diversi tipi di biscotti è stata eseguita utilizzando i descrittori riportati nella seguente scheda (tabella 13).

Panel test biscotti *gluten-free* a basso indice glicemico

Data: 9 maggio 2017

Sesso:

Età:

Tabella13. Scheda del panel test in cui bisogna esprimere un punteggio da 1 (bassa intensità del descrittore) a 10 (alta intensità del descrittore)

DESCRITTORE	Biscotto A	Biscotto B	Biscotto C
<u>DI TIPO MANUALE</u>			
Rugosità			
Crocantezza (all'atto dello spezzare manuale)			
<u>DI TIPO OLFATTIVO</u>			
Fragranza olfattiva			
<u>I GUSTI FONDAMENTALI</u>			
Dolce			
Salato			
Acido			
Amaro			
<u>AROMA E SENSAZIONI IN BOCCA</u>			
Umidità (si attacca ai denti)			
Friabilità			
Aroma burro			
Aroma tostato			

Aroma mais			
Aroma globale			

Biscotto preferito

Analisi statistica

I dati sono stati analizzati mediante il software statistico SAS 9.3 /SAS Inst., Cary, NC, USA). Il confronto fra biscotti è stato eseguito con il test di Bonferroni, mentre la correlazione fra i diversi descrittori sensoriali, è stata eseguita con la PROC CORR di SAS 9.3.

RISULTATI

Nella tabella 14 sono riportati i vari risultati delle analisi centesimali svolte nel laboratorio dell'università.

Tabella 14. Composizione analitica dei biscotti studiati. Dati espressi in % del tal quale.

BISCOTTO	UMIDITÀ	PROTEINE	GRASSI	CENERI	AMIDO	Z	RS	FIBRA
1 (50 AE-50 F) + pisello	7,65	12,98	19,15	1,28	31,52	16,21	4,6	8,87
2 (100 AE) + pisello	7,90	12,91	19,98	1,38	27,14	16,88	8,6	11,02
3 (100 F) + pisello	7,25	12,41	19,04	1,13	35,28	18,03	2,1	5,83
4 (50 AE -50 F)	6,30	8,63	20,62	1,10	36,00	17,02	5,2	7,94
5 (100 AE)	7,83	9,41	20,16	1,27	30,70	17,22	8,4	10,12
6 (100 AE + C)	8,45	9,79	20,00	1,42	32,97	19,04	7,7	7,93
7 (100 F)	7,39	9,47	19,96	1,26	36,80	17,02	1,8	3,51

RS = amido resistente (in % dell'amido totale). Z = zuccheri

La sostituzione del mais standard, avente preponderanza dell'amilopectina sull'amilosio, con mais ad alto tenore in amilosio, ha determinato un aumento dell'amido resistente (RS), sia espresso sul totale del biscotto, che come frazione dell'amido complessivo.

Questo maggior contenuto in RS viene attribuito non solo al fatto che la catena lineare dell'amilosio offre minori punti di attacco alle amilasi, ma anche al fatto che la struttura compatta delle catene di amilosio, ostacola l'idratazione dell'amido, cosa che invece la più lassa struttura dell'amilopectina favorisce (Bjorck et al., 1994).

Questa minore idratazione riduce l'entità del rigonfiamento dei granuli di amido, che si verifica durante la gelatinizzazione; ne deriva una minore digeribilità di questo carboidrato complesso (Brennan, 2005).

Un ulteriore aspetto che riduce la digeribilità dell'amido e quindi l'IG dei relativi alimenti, è la retrogradazione dei granuli del polisaccaride durante il raffreddamento che segue la cottura. Le catene lineari di amilosio tendono a favorire questo processo di impaccamento, il cui esito è una minore accessibilità enzimatica al substrato amilaceo, grazie anche alla formazione di RS di tipo III, più resistente all'idrolisi rispetto al RS di tipo II che è quello nativo (Zhang et al., 2015).

Nella tabella 15 sono riportati i valori di indice glicemico (IG) e carico glicemico (CG) dei biscotti sviluppati in questa sperimentazione. I prodotti contenenti amido ad alto tenore in amilosio sono quelli che hanno avuto i valori di IG più bassi e aggregabili alla categoria del “basso” indice glicemico (Foster-Powell, 2002), a conferma del fatto che questo tipo di amido ha una cinetica di degradazione più lenta rispetto a quello convenzionale. A conferma di quanto detto, i valori di IG più elevati si sono osservati nei prodotti ove la frazione di carboidrati proveniva unicamente dal fumetto di mais, materia prima contenente prevalentemente amido ad alto tenore in amilopectina e basso in amilosio. L’aggiunta di proteina di pisello all’impasto, determina solo un lieve abbassamento dell’IG.

Se si considera il carico glicemico (CG), la tabella 15 mostra come nessun prodotto possa essere definito a “basso carico glicemico”, ossia inferiore a 10 (Foster-Powell, 2002), anche se i 2 biscotti contenenti una frazione amilacea totalmente *amylose extender*, si avvicinano molto al valore soglia. Degno di nota è osservare come i valori più elevati e definibili “alti”, sono stati ottenuti con l’impiego di fumetto di mais, che ha un basso contenuto di amilosio e alto di amilopectina.

Un ulteriore aspetto da notare è l’aumento nel titolo proteico (circa 3.5-4 punti percentuali) in seguito all’uso di proteina di pisello.

Tabella 15. Valori di indice glicemico in vitro e di carico glicemico dei biscotti studiati.

BISCOTTO	IG	CG
1 (50 AE-50 F) + pisello	63	15
2 (100 AE) + pisello	52 (basso IG)	11,4
3 (100 F) + pisello	89 (alto IG)	23,7 (alto CG)
4 (50 AE -50 F)	66	17,4
5 (100 AE)	54 (basso IG)	12,9
6 (100 AE + C)	59	15,3
7 (100 F)	96 (alto IG)	25,8 (alto CG)

Come si può vedere nella tabella 16, l’effetto di riduzione dell’IG indotto dall’inclusione delle proteine di pisello, è maggiore nei biscotti con base amilacea a prevalenza di amilopectina, che avendo un IG nativo molto alto hanno tratto un maggior vantaggio dall’impiego di un ingrediente che diluisce il tenore in carboidrati ed alza quello in fibra.

Tabella 16. Effetto dell’aggiunta delle proteine del pisello sull’indice glicemico

BISCOTTO	Prodotto standard	Con proteina del pisello	Δ IG	Δ IG in %
100 % AE	54	52	2	3.70
100 % F	96	89	7	7.29
AE : F = 50:50	66	63	3	4.54

La figura 3 mostra come, da un punto di vista qualitativo, non vi siano differenze nella cinetica di digestione dei carboidrati presenti nei biscotti. Mentre se si considerano i valori assoluti, i biscotti 3 e 7 aventi una frazione amilacea integralmente derivata dal fumetto di mais, raggiungono le concentrazioni di glucosio più elevate.

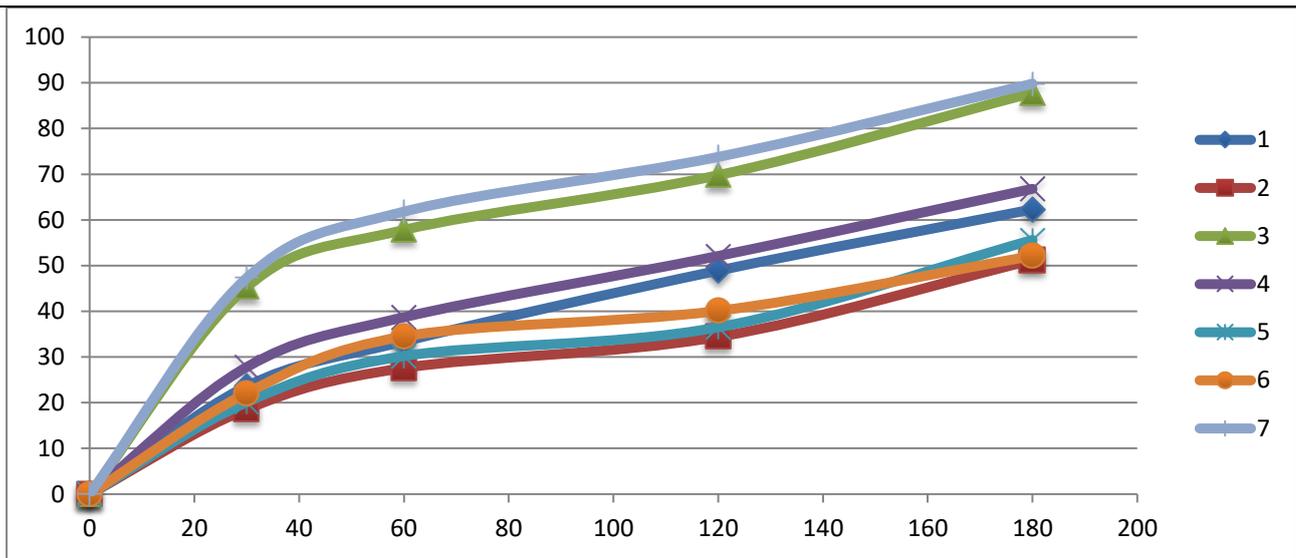


Figura 3. Cinetica di digestione in vitro dell'amido, utilizzata per il calcolo dell'indice glicemico.

Nelle figure 4 e 5, si può vedere come l'IG corredi in modo inverso e fortemente significativo sia con la quota di amido resistente espressa in percentuale sull'amido totale (r^2 0.858; $P < 0.01$) che con il tenore in fibra (r^2 0.912; $P < 0.01$).

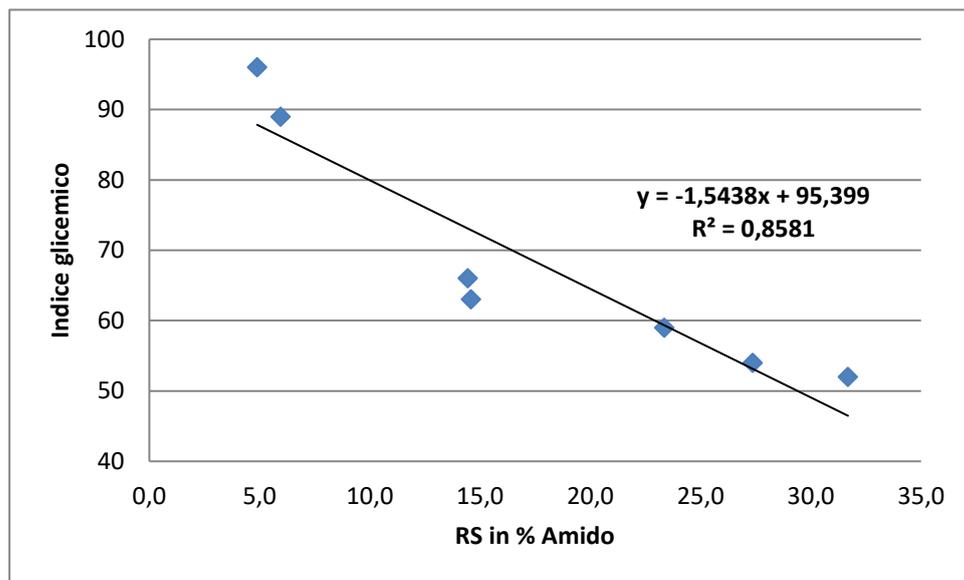


Figura 4. Correlazione fra indice glicemico e tenore in amido resistente (RS) espresso in percentuale dell'amido totale.

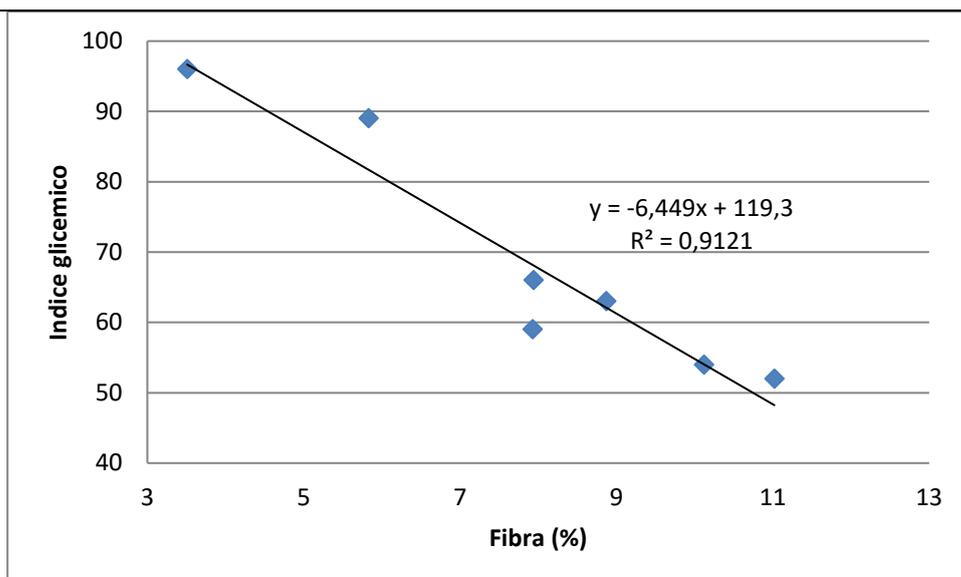


Figura 5. Correlazione fra indice glicemico e tenore percentuale in fibra.

Come atteso, l'inclusione di una fonte di amido ad alto tenore in amilosio ha ridotto l'indice glicemico. Questo calo dell'IG è sicuramente l'esito della nota minor accessibilità enzimatica della catena lineare del glucosio nell'amilosio rispetto a quella ramificata dell'amilopectina.

Questi risultati sono coerenti con quanto già pubblicato da Giuberti et al. (2015a, 2015 b), la sostituzione del 50% dell'amido standard con amido AE, produce un calo percentuale di IG *in vitro* confrontabile nelle due sperimentazioni: 32.6% per Giuberti et al e 31.2 % per la presente prova.

Questo rilevante calo dell'IG indotto da amidi AE in prodotti cotti, come i biscotti, è importante, perché solitamente il processo di cottura aumenta la digeribilità dell'amido AE (che contiene amido resistente di tipo 2 e quindi termolabile) (Vasanthan e Bhatta, 1998). È probabile che il tempo di cottura dei biscotti, più corto e meno intenso rispetto a quello richiesto dalla panificazione, abbia salvaguardato frazioni considerevoli dell'amido resistente nei mais AE.

L'utilità di impiegare legumi nella formulazione di sfarinati destinati alla pastificazione, era già stato dimostrato, questo anche grazie al fatto che l'amido dei legumi è caratterizzato da granuli di maggiori dimensioni e che quindi offrono una minor superficie disponibile all'attacco delle amilasi (Sandhu e Lim, 2008; Giuberti et al, 2015c).

E' importante rilevare come i biscotti dove tutta la frazione amilacea è costituita da amido AE, soddisfano i requisiti dettati da EFSA per l'uso del *claim* salutistico "Riduzione del picco glicemico post-prandiale (ID 681)", che può essere apposto su quei prodotti da forno aventi un contenuto in amido resistente pari o superiore al 14% dell'amido totale (EFSA, 2011).

ANALISI SENSORIALE

I dati riportati nella tabella 17 mostrano alcune differenze significative fra i 3 tipi di biscotto. Il prodotto ad alto tenore in amilosio (biscotto A) è risultato più ruvido al tatto rispetto al biscotto C. Al contrario la croccantezza è stata più elevata nei prodotti B e C rispetto al biscotto di solo amilosio.

Come era lecito attendersi, l'inclusione di cacao nella ricetta, ha determinato una più alta percezione dell'amaro ma una minore rilevanza del gusto di mais. Anche l'inclusione di burro, uguale in tutte e tre le ricette, è stata percepita maggiormente nei prodotti A e C, privi di cacao, che nel biscotto B, dove invece il cacao era inserito nella ricetta.

Nessuna differenza statisticamente significativa è stata rilevata per gli altri descrittori sensoriali.

Tabella 17. Risultati dell'analisi sensoriale nei 3 biscotti studiati.

	Biscotto A (100% AE)	Biscotto B (100% AE + cacao)	Biscotto C (100% fumetto)	RMSE
Rugosità	4,85 <i>a</i>	3,92 <i>ab</i>	3,08 <i>b</i>	1.409674
Croccante	3,77 <i>b</i>	6,00 <i>a</i>	5,54 <i>a</i>	1.775907
Fragranza	6,00	6,08	5,77	1.609268
Dolce	5,31	4,00	6,08	2.183857
Salato	1,85	1,61	1,46	1.333333
Acido	1,15	1,23	1,23	0.535093
Amaro	2,23 <i>b</i>	4,77 <i>a</i>	1,61 <i>b</i>	1.287680
Umido	4,23	2,92	4,08	2.055844
Friabile	5,08	5,77	5,77	1.822227
Burro	4,92 <i>a</i>	2,85 <i>b</i>	5,92 <i>a</i>	1.760196
Tostato	3,85	5,00	3,31	1.829250
Aroma di mais	5,23 <i>a</i>	2,69 <i>b</i>	4,23 <i>ab</i>	1.851310

^{a,b} (P<0.05); RMSE = Root mean square error

I panelist hanno mostrato un gradimento maggiore verso il biscotto contenente cacao, rispetto agli altri due (tabella 18).

Tabella 18. Gradimento del biscotto proposto. Due panelist non hanno espresso giudizio.

BISCOTTO	Preferenze
A (100% AE)	2
B (100% AE + cacao)	5
C (100% fumetto)	4

I dati riportati nella tabella 19, si riferiscono alla correlazione fra i diversi descrittori sensoriali. Si evidenzia una correlazione inversa fra il carattere dolce e quello amaro, cosa che conferma l'attendibilità del panel test. Lo stesso carattere "dolce" è risultato positivamente legato sia alla friabilità che al gusto di burro, nonché alla rilevabilità del gusto di mais.

Per i panelist, il gusto salato e quello acido sono risultati correlati, mentre l'aroma di burro è stato percepito inversamente correlato al gusto amaro, cosa peraltro logica ma anche alla sensazione di umidità del biscotto, dato quest'ultimo un po' strano poiché la percentuale di inclusione del burro era identica nelle tre ricette.

Tabella 19. Correlazione fra i diversi descrittori dell'analisi sensoriale.

	Rugosità	Croccante	Fragranza	Dolce	Salato	Acido	Amaro	Umido	Friabile	Burro	Tostato	Mais
Rugosità	1.00	-0.007	0.290	-0.300	0.457**	0.467**	0.115	-0.061	-0.299	-0.313	0.212	0.098
Croccante		1.00	0.002	-0.165	0.096	0.258	0.266	-0.051	0.263	-0.057	0.372*	-0.204

Fragranza			1.00	0.118	0.247	0.205	-0.047	-	-0.036	-0.131	0.132	0.233
Dolce				1.00	-0.089	-0.110	-	0.128	0.377*	0.742**	-0.210	0.475**
							0.493**			*		*
Salato					1.00	0.688**	0.229	0.023	-0.261	-0.010	0.185	0.026
						*						
Acido						1.00	0.243	0.097	-0.260	0.035	0.173	-0.009
Amaro							1.00	-	0.161	-	0.568*	-0.396*
								0.049		0.480**	**	
										*		
Umido								1.00	-0.018	0.385*	0.016	-0.027
Friabile									1.00	0.266	0.136	0.223
Burro										1.00	-0.116	0.515**
												*
Tostato											1.00	0.144
Mais												1.00

*P<0.05; **P<0.01 ***P<0.001

L'analisi sensoriale eseguita sui nostri prodotti ha evidenziato una minor croccantezza nei biscotti con mais AE rispetto a quelli contenenti mais convenzionale, mentre invece Giuberti et al (2015a, 2015b) non avevano riscontrato differenze significative all'analisi sensoriale. Va però evidenziato come le ricette adottate nelle due sperimentazioni fossero diverse, ad esempio Giuberti et al avevano usato farina di frumento, mentre invece i nostri biscotti erano privi di glutine. Questo ha sicuramente influito sulle caratteristiche organolettiche dei biscotti prodotti.

Attività svolta da Molino Dallagiovanna

Presso il laboratorio del Molino Dallagiovanna l'attività si è focalizzata principalmente sulla produzione di pane avente differenti percentuali di inclusione (10% e 25%) della farina delle tre varietà di quinoa testate nel progetto (Titicaca, Vikinga e Regalona).

Per ogni miscela preparata ne è stata misurata la consistenza dell'impasto e l'assorbimento di acqua che permette di raggiungere la determinata consistenza, impiegando il farinografo di Brabender (Figura 6).

Lo strumento è costituito da un'impastatrice a doppia lama le cui pale sono collegate a un dinamometro. La sollecitazione esercitata durante l'impastamento sulle pale fa ruotare il dinamometro e tale rotazione viene trasmessa al congegno registratore.

Lo strumento registra così la resistenza che le pale incontrano durante l'impastamento di una miscela farina-acqua. La prova si articola in due fasi:

- **Fase A:** viene determinato l'assorbimento di acqua della farina, cioè la quantità necessaria per portare l'impasto ad una consistenza ottimale di 500 Unità Brabender (U.B.)
- **Fase B:** viene registrata la resistenza opposta dall'impasto ottenuto miscelando la farina con una quantità di acqua corrispondente all'assorbimento precedentemente calcolato.

La registrazione viene effettuata su di un rotolo di carta che presenta in ascisse il tempo espresso in minuti e in ordinate la

consistenza dell'impasto in U.B.

La prova viene condotta su 300g di farina addizionati di acqua a 30°C tramite una buretta. Durante l'impastamento il pennino traccia una curva che tende a salire con la formazione dell'impasto, fino a stabilizzarsi in corrispondenza della linea delle 500 U.B. Dopo un tempo variabile che dipende dalla stabilità della pasta all'impastamento, la curva inizia a scendere: questo punto corrisponde all'inizio del collassamento del glutine, che comporta una diminuzione della resistenza alla sollecitazione meccanica.

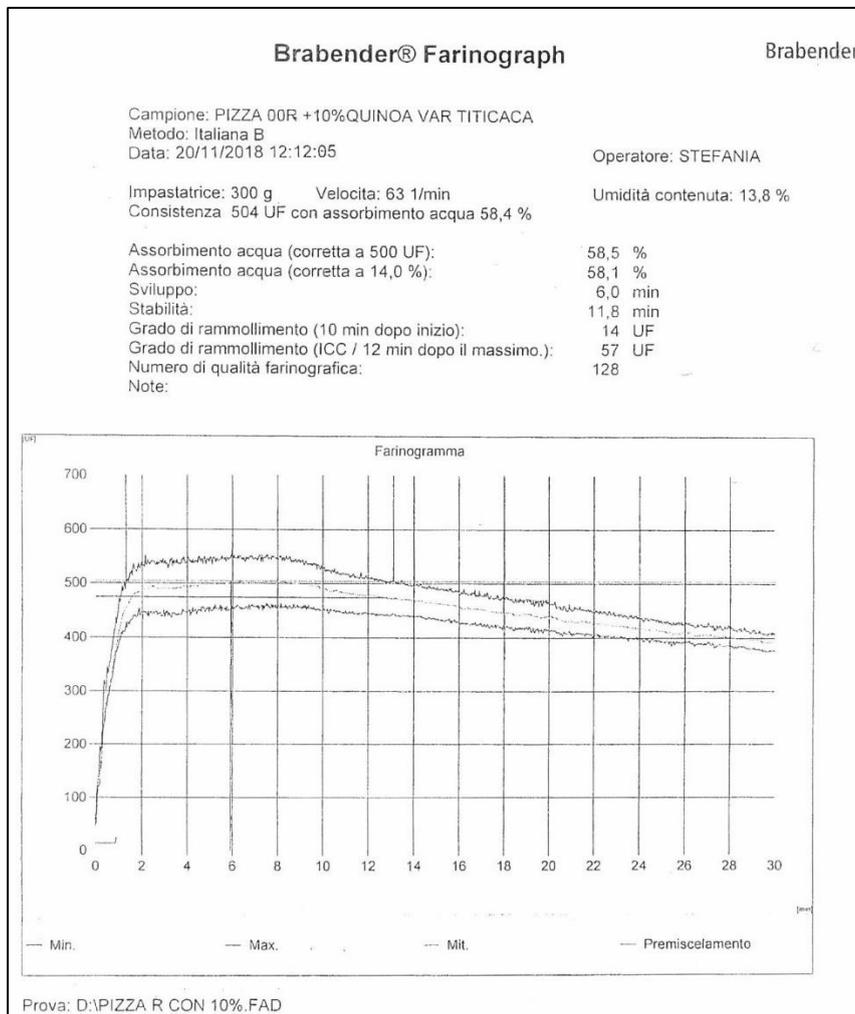


Figura 6. Farinogramma di Brabender della miscela Dallagiovanna (DG) + 10% quinoa var. Titicaca

Successivamente è stata misurata anche la forza ed estensibilità dell'impasto tramite la misura della pressione d'aria necessaria all'estensione biassiale del campione che viene sottoposto a rigonfiamento per mezzo dell'azione di un gas, tramite l'utilizzo dell'alveografo di Chopin (figura 7).

Il grafico ottenuto indica tre valori dell'impasto: la resistenza allo stiramento, rilevabile dall'altezza massima ottenuta dalla curva (P); l'estensibilità, rilevabile dalla sua lunghezza complessiva (L), (dall'espansione alla rottura della bolla); la forza, rilevabile dall'area interna 2 dell'alveogramma, indicata con W (cm), che sarà tanto maggiore quanto maggiore sarà l'area di riferimento. Poiché l'altezza massima della curva è data dal contenuto proteico complessivo della farina, il rapporto P/L dell'alveografo di Chopin è un dato molto significativo sulla qualità del glutine e la pastificabilità della farina presa in esame. Analogamente il valore W ne indicherà la forza, permettendo di ampliare il giudizio. W uguale o maggiore di 250 e P/L superiore a 0,80 = farina di forza (pane, pasta) W inferiore a 180 e P/L inferiore a 0,5 = farina debole (biscotti).

ALVEOLINK NG

MOLINO DALLAGIOVANNA G.R.V.SRL
 VIA PILASTRO 2 GRAGNANO TREBBIENSE
 LABORATORIO
 TEL.0523 787155 FAX 0523 787450

ALVEO HC

MISCELE LABORATORIO
 75 P.C.PIZZA R LOTTO S 19098 10.
 25 P.C.QUINOA VARIETA VIKINGA

CHOPIN
TECHNOLOGIES

DATA : 15/11/18
 ORA : 13:47

IDENTIFICAZ. CAMPIONE : MIX LABORAT.
 NOME DOCUMENTO : 11151001A118

PARAMETRI

TEMP.LABO :	IGROM.LABO. :
FARINA :	MOLINO :
UMIDITA : 13,4 %	T.CADUTA :
PROTEINE : 13,5 %	ASSORBIM. :
A.D. :	T.ESTRAZ. :
ZELENY :	
CENERI : 1,21 %	
GLUTINE :	

RISULTATI

P	=	98 mmH2O
L	=	36 mm
G	=	13,4
W	=	144 10E-4J
P/L	=	2,72
Ie	=	0 %
W (0)	=	0 10E-4J

COMMENTI
 NADIA

V:d2.10A

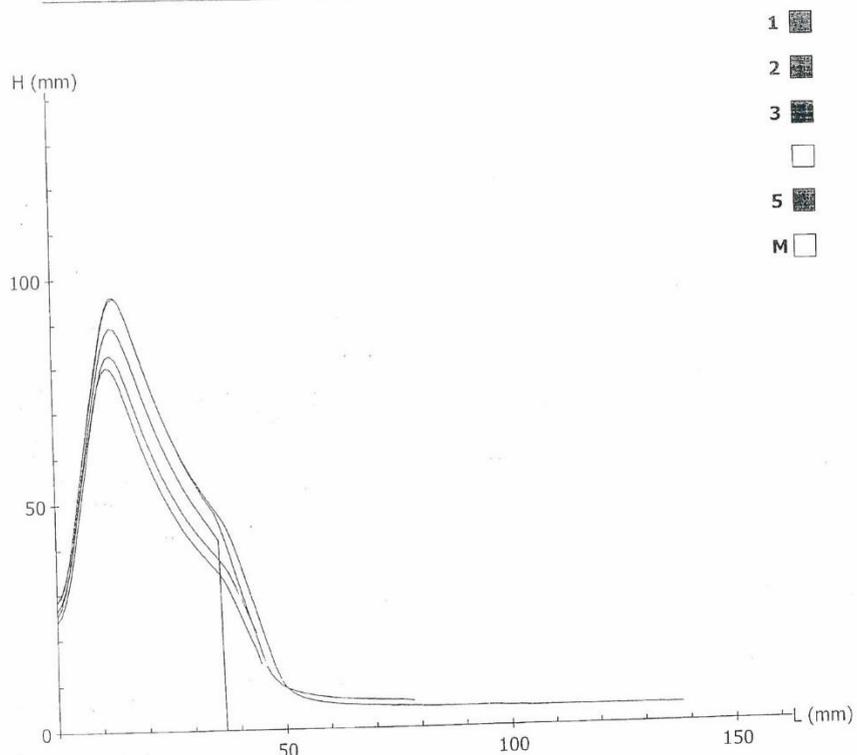


Figura 7. Alveogramma di Chopin della miscela Dallagiovanna (DG) + 25% quinoa var. Vikinga

Tutti gli impasti preparati sono stati riposti in frigo per 30 minuti, prima di essere tagliati, pesati, formati e messi in lievitazione a 30°C, per facilitare la lavorazione (prassi adottata per la lavorazione dei prodotti privi di glutine). Le ricette sono rimaste uguali alla ricetta preparata con miscela DG per le preparazioni con il dosaggio della quinoa al 10%, invece, da come si può vedere nella tabella seguente, passando al 25% di inclusione di farina di quinoa nella miscela l'assorbimento dell'acqua diminuisce.

MISCELE	RICETTE	IMPRESSIONI
Miscela pane e pizza DG Dallagiovanna	500 g miscela Dallagiovanna (DG) 20 g lievito birra 10 g olio Evo 8 g sale 360 g Acqua	Prodotto già di nostra conoscenza, che presenza delle buone alveolature e la cui lievitazione è regolare
Miscela Dallagiovanna + 10% Vikinga	500 g miscela DG 20 g lievito birra 10 g olio Evo 8 g sale 360 g Acqua	Prodotto che si lavora bene e che si avvicina più alle caratteristiche della miscela Dallagiovanna.
Miscela Dallagiovanna + 10% Regalona	500 g miscela DG 20 g lievito birra 10 g olio Evo 8 g sale 360 g Acqua	Buon impasto ma in fase di formatura non lievita completamente e il prodotto finito non risulta soffice
Miscela Dallagiovanna + 10% Titicaca	500 g miscela DG 20 g lievito birra 10 g olio Evo 8 g sale 360 g Acqua	Buon impasto ma in fase di formatura non lievita completamente e il prodotto finito non risulta soffice
Miscela Dallagiovanna + 25% Vikinga	500 g miscela DG 20 g lievito birra 10 g olio Evo 8 g sale 340 g Acqua	Impasto buono e migliore rispetto agli altri (lavorati al 25%).
Miscela Dallagiovanna + 25% Regalona	500 g miscela DG 20 g lievito birra 10 g olio Evo 8 g sale 340 g Acqua	Difficoltoso da lavorare ed anche all'assaggio risulta pesante e richiede una lunga masticazione
Miscela Dallagiovanna + 25% Titicaca	500 g miscela DG 20 g lievito birra 10 g olio Evo 8 g sale 340 g Acqua	Difficoltoso da lavorare ed anche all'assaggio risulta pesante e richiede una lunga masticazione

Dagli impasti ottenuti sono stati preparati panini da 75 g che sono stati valutati in fase di degustazione.

Al termine delle varie prove è emerso che la cultivar "Vikinga" è quella che ha risposto meglio e che risulta più piacevole durante la fase di degustazione. La cv Vikinga è infatti una varietà di recente introduzione, caratterizzata dalla pressoché totale assenza di saponine, caratteristica che ne riduce fortemente il gusto amaro e ne favorisce la serbevolezza.

CONCLUSIONI

Il progetto QUINOVATION, in accordo con la tematica della focus area 2A "migliorare le prestazioni economiche di tutte le aziende agricole e incoraggiare la ristrutturazione e l'ammodernamento delle aziende agricole, in particolare per aumentare la quota di mercato e l'orientamento al mercato nonché la diversificazione delle attività." ha permesso di verificare l'adattabilità colturale e varietale dei genotipi di quinoa in condizioni reali di pieno campo. È stato possibile valutare il potenziale produttivo e qualitativo della quinoa e di monitorare le caratteristiche eco-fisiologiche delle piante

nelle diverse fasi fenologiche. I risultati ottenuti nella sperimentazione confermano il potenziale di adattabilità della quinoa come coltura alternativa nelle condizioni dell'Italia settentrionale.

I risultati ottenuti evidenziano come il ciclo colturale delle cultivar testate in pieno campo abbia avuto una durata compresa tra 86 a 120 giorni dall'emergenza alla raccolta e risultano concordanti con **Jacobsen et al. (1997)** che suggerisce che le varietà di quinoa più adatte per la coltivazione in Europa sono quelle che presentano un ciclo di maturazione uniforme e precoce. Un ciclo superiore a 150 giorni potrebbe essere troppo lungo, portando ad effettuare la raccolta in autunno, quando le maggiori condizioni di umidità possono causare la pre-germinazione dei semi nella pannocchia, causando ingenti perdite produttive e deprezzamento del prodotto. Le varietà interessanti per il mercato dovrebbero essere produttive (resa in granella media >1000 kg/ha) e con un basso tenore di saponine, con una pannocchia non ramificata al fine di facilitare la raccolta meccanica.

Nel 2017, nelle 5 prove di confronto varietale, la produzione media in granella secca è stata di 880 kg ha⁻¹ per la cv. Regalona, 1150 kg ha⁻¹ per la cv. Titicaca e di 1125 kg ha⁻¹ per la cv. Vikinga; mentre nel ciclo colturale 2018 la produzione media in granella secca ottenuta nelle 5 aziende agricole appartenenti al GO è stata di 494 kg ha⁻¹ per la cv. Titicaca, 1184 per la cv. Regalona e di 863 per la cv. Vikinga. Questi valori ci permettono d'intravedere il potenziale produttivo delle tre cultivar, nonostante le difficoltà delle stagioni colturali a causa delle scarse precipitazioni dal 2017 e dell'eccesso di precipitazioni nel 2018 e si può dire che la migliore varietà dal punto di vista produttivo è stata Titicaca, con una produzione media di 1167 kg ha⁻¹, seguita dalla cv. Vikinga con una produzione media di 994 kg ha⁻¹, mentre la cultivar meno produttiva è stata Regalona con una media di 687 kg ha⁻¹. Inoltre, questi valori confermano la buona resistenza alla siccità della quinoa, dimostrata dalle buone rese ottenute in condizioni di basse precipitazioni. Infatti, le tre cultivar nel 2017 (annata caratterizzata da alte temperature e scarsa piovosità, soprattutto nelle prime fasi del ciclo colturale) in media hanno prodotto 1052 kg ha⁻¹, mentre nel 2018 (annata meno calda e più piovosa) hanno prodotto 847 kg ha⁻¹ di granella secca. Questi risultati risultano concordanti con **(Jacobsen, 2003)**, che afferma che, grazie all'elevata adattabilità e rusticità dimostrata per la coltivazione anche in ambienti diversi da quelli di origine, la quinoa può rappresentare una coltura alternativa di fronte ai cambiamenti climatici e avere un certo ruolo nel contribuire alla sicurezza alimentare globale.

Per quanto riguarda i dati emersi dall'analisi nutrizionale, è stato osservato che le 3 cv di quinoa (Regalona, Titicaca e Vikinga) hanno un basso indice glicemico e un alto tenore in fibra, che rende possibile l'uso di *claims* nutrizionali (es. ricco in fibra) in prodotti che contengano questo pseudo-cereale.

Esiste un'apprezzabile differenza fra le varietà di quinoa reperibili sul mercato.

Anche per la quinoa una selezione genetica che aumenti la quota di amilosio è interessante perché consentirà di abbassare l'indice glicemico. Al fine della produzione di prodotti da forno che abbiano un'elevata percentuale di inclusione della farina di quinoa è importante inoltre conoscere e valutare le caratteristiche degli altri sfarinati che saranno inclusi come ingredienti in tali prodotti. In particolare si può affermare che:

- La sostituzione di mais convenzionale con altro di tipo *amylose extender* (AE), riduce l'indice glicemico *in vitro* dei biscotti.
- L'impiego di proteina di pisello riduce l'IG in modo percentualmente maggiore nei prodotti con IG iniziale alto.
- L'IG è risultato inversamente correlato alla frazione di amido resistente e, ancor più, al tenore in fibra dei biscotti studiati.
- I biscotti dove tutta la frazione amilacea è costituita da amido AE, soddisfano i requisiti dettati da EFSA per l'uso

del *claim* salutistico “Riduzione del picco glicemico post-prandiale (ID 681)”.

- Da un punto di vista sensoriale, l’inserimento nella ricetta di cacao in polvere migliora l’accettabilità del biscotto prodotto con mais AE.
- La formulazione di sfarinati biscottieri *gluten-free* con mais AE e l’inclusione di proteine di pisello, consente quindi di ottenere prodotti adatti a persone celiache o affette da sensibilità al glutine, pur mantenendo un IG basso e un CG vicino al valore soglia per poter essere incluso nella categoria degli alimenti a basso CG.
- In aggiunta, gli isolati proteici del pisello sono anche buone fonti di fibra e la loro inclusione tra gli ingredienti di biscotti “gluten free” è in grado di aumentare gli apporti di questo nutriente a funzione dietetica e di regolazione della motilità intestinale.

L’impiego di farine derivanti da varietà a ridotto (o nullo) contenuto di saponine (esempio cv Vikinga) è da preferire, sia dal lato della coltivazione, in quanto viene ridotto lo scarto (che per le varietà convenzionali è pari a circa il 25-30 %), sia dal lato della trasformazione industriale e della panificazione, siccome le saponine conferiscono spiccato sapore amaro, che spesso pregiudica l’appetibilità dei derivati della quinoa.

Dal punto di vista della resa agronomica la cv Vikinga non ha però fatto registrare performance produttive molto soddisfacenti (se paragonata, ad esempio, a Titicaca). Il miglioramento genetico e la selezione di nuove varietà si rivelano quindi fondamentali per l’ottenimento di semente che coniughi alle desiderate caratteristiche nutrizionali (ridotto indice glicemico, assenza di glutine e gradevolezza al palato) una buona produttività.

BIBLIOGRAFIA

Bjorck I, Granfeldt Y, Liljeberg H, Tovar J, Asp N.G. (1994) Food properties affecting the digestion and absorption of carbohydrates. *Am J Clin Nutr* 59:699-705.

Brennan C.S. (2005) Dietary fibre, glycaemic response, and diabetes. *Mol Nutr Food Res* 49:560-570.

EFSA (European Food Safety Authority) (2011) Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to resistant starch and reduction of post-prandial glycaemic responses (ID 681), “digestive health benefits” (ID 682) and “favours a normal colon metabolism” (ID 783) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006. *EFSA Journal* 9:2024.

Foster-Powell K, Holt SHA, Brand-Miller JC (2002) International table of glycemic index and glycemic load values: *Am J Clin Nutr*, 76: 5–56.

Giuberti G, Gallo A, Fortunati P, Rossi F (2015a) Influence of high-amylose maize starch addition on *in vitro* starch digestibility and sensory characteristics of cookies. *Starch/Stärke*, 67: 1–7.

Giuberti G, Gallo A, Fortunati P (2015b) Gluten free maize cookies prepared with high-amylose starch: *in vitro* starch digestibility and sensory characteristics. *J Nutr Food Sci*.

Giuberti G, Gallo A, Cerioli C, Fortunati P, Masoero F (2015c) Cooking quality and starch digestibility of gluten free pasta using new bean flour. *Food Chem*, 175: 43-49.

Jacobsen S.E., 1997. Adaptation of quinoa (*Chenopodium quinoa willd.*) to Northern European agriculture: studies on developmental pattern. *Euphytica* 96: 41-48.

Sandhu, K. S., & Lim, S. T. (2008). Digestibility of legume starches as influenced by their physical and structural properties. Carbohydrate Polymers, 71, 245–252.

Vasanthan T, Bhatta RS (1998) Enhancement of resistant starch (RS3) in amylomaize, barley, field pea and lentil starches. Starch/Starke 50, 286e291.

Zhang B, Dhital S, Gidley M.J. (2015) Densely packed matrices as rate determining features in starch hydrolysis. Trends Food Sci Technol 43:18-31.

Data

IL RESPONSABILE SCIENTIFICO

IL DELEGATO DAL LEGALE
RAPPRESENTANTE

↓
PROF. VINCENZO TABAGLIO
UNIVERSITÀ CATTOLICA DEL SACRO CUORE

DOTT. MAURO BALORDI
UNIVERSITÀ CATTOLICA DEL SACRO CUORE

