

SCHEDA PROGETTO UNITA' OPERATIVA

FAC SIMILE

| | |
|-------------------------------|--|
| 1. Titolo del progetto | Riduzione input di origine extra-aziendale per la difesa delle coltivazioni biologiche mediante approccio-agroecologico |
|-------------------------------|--|

| | |
|--------------------|--------------|
| 2. Acronimo | DIBIO |
|--------------------|--------------|

| | |
|--|--|
| 3. Titolo del WP o linea di ricerca | CEREALI RESISTENTI A MALATTIE FUNGINE TRASMESSE DA SEME PER L'AGRICOLTURA BIOLOGICA – CERES BIO |
|--|--|

| | |
|-------------------------|-----------|
| 4. Durata (mesi) | 24 |
|-------------------------|-----------|

| | | | |
|-------------------|--|----------------------|--|
| 5. Importo | Costo progetto U.O. (comprensivo delle spese non ammissibili a finanziamento) | Spesa ammessa | Contributo concesso sulla spesa ammessa. (Mipaaf) |
| | € 233.420,00 | € 139.114,00 | € 137.723,00 |

| | | | | | | |
|---------------------------|--------------------------|--|----------------------------|------------|----------------|----------------------------|
| 6. Unità Operativa | Nome Ente | CREA | | | | |
| | Tipologia Ente | CREA | Università pubblica | CNR | Privati | Altro (specificare) |
| | | X | | | | |
| | Indirizzo, telefono, pec | SS 673 km 25+200 – 71122 Foggia, Tel: +39.0881.742972 - Fax: +39.0881.713150 E-mail: ci@crea.gov.it PEC: ci@pec.crea.gov.it | | | | |

| | | |
|---|-------------------------|---|
| 7. Responsabile scientifico delle UU.OO. | Nome e Cognome | Pasquale De Vita |
| | Qualifica | Primo Ricercatore |
| | Indirizzo | CREA Cerealicoltura e colture Industriali SS 673 km 25+200 – 71122 FOGGIA |
| | Telefono | +390881714911 |
| | e-mail o altri contatti | pasquale.devita@crea.gov.it |

8. Curriculum del responsabile scientifico della U.O. e pubblicazioni più significative relative all'argomento (max 1 pag)

Pasquale De Vita, Primo Ricercatore è attualmente Responsabile della sede del CREA Centro di Ricerca Cerealicoltura e colture Industriali di Foggia. L'attività scientifica riguarda principalmente gli aspetti della ricerca e della sperimentazione sui cereali inerenti la genetica, il miglioramento genetico, la selezione varietale e l'agrotecnica del frumento duro con particolare riferimento agli aspetti di resistenza agli stress biotici e abiotici, alla sostenibilità della coltivazione ed alla qualità delle produzioni anche dal punto di vista nutrizionale e salutistico. Da diversi anni cura il mantenimento di collezioni varietali di cereali adatti alla coltivazione in ambiente mediterraneo per la salvaguardia e la valorizzazione della biodiversità e lo sviluppo di nuovi materiali per lo studio dei determinanti genetici di interesse agronomico. Dal 2005 ha intrapreso una serie di studi di genetica molecolare per la messa a punto di un piano di selezione assistita (MAS) per lo sviluppo di nuovi materiali genetici in qualità di Responsabile del programma di miglioramento genetico del frumento del CREA-CI di Foggia. Il Dott. Pasquale De Vita è stato/è coordinatore e/o responsabile scientifico di oltre 30 progetti/convenzioni di ricerca di cui alcuni/e sui temi di ricerca della presente proposta (i.e., GRANOBIO, PNSB, BUONGRANO, GRANFORA, ECORNATURASI, BIODURUM E BIODIVERSITY2FOOD). Ha stabilito una rete di collaborazioni in Italia ed all'estero sui principali temi di ricerca del frumento duro, con particolare riferimento alla dissezione dei caratteri di adattabilità e di resistenza alle principali malattie. È membro della Società Italiana di Genetica Agraria (SIGA) e della European Association for Research on Plant Breeding (EUCARPIA). Dal 2012 al 2016 è stato membro del Comitato tecnico-scientifico del DARE (Distretto Agroalimentare Regionale della Puglia) mentre dal 2017 ad oggi fa parte del Consiglio di Amministrazione del DARE. Dal 2017 è membro del Comitato tecnico-scientifico del CERMIS (Centro Ricerche e Sperimentazione per il Miglioramento Vegetale "N. Strampelli). Tutta l'attività è documentata da una produzione scientifica di oltre 300 pubblicazioni di cui 70 di carattere scientifico ISI (SCOPUS ID Author: 15750136200, HI=20; Citazioni 1534), 4 capitoli di libro, 7 monografie ed oltre 200 pubblicazioni nazionali e/o internazionali di carattere tecnico-divulgativo. Il Dott. Pasquale De Vita, inoltre è titolare di N. 2 Brevetti industriali (PCT/IT2012/000287 peptide protettivo per la malattia celiaca; RM0000281068 dispositivo di semina dei cereali per il contrasto delle erbe infestanti, selezionato come migliore innovazione nell'ambito della piattaforma tecnologica europea per l'innovazione in agricoltura biologica TP ORGANICS), N. 3 varietà frumento duro iscritte al Registro Nazionale delle Varietà di frumento duro (NATAL, NADIF, P22D84) e N. 2 "Varietà da Conservazione" una di frumento duro "Saragolla Lucana" ed una di tenero "Risciola" recuperate in collaborazione con l'Associazione Cerealisti Lucani di Palazzo San Gervasio (PZ). Il Dott. Pasquale De Vita, infine ha svolto una serie di attività di public engagement senza scopo di lucro con valore educativo, culturale e di sviluppo della società.

Pubblicazioni (max 3 attinenti)

1. De Vita, P., Avio, L., Sbrama, C., Laidò, G., Marone, D., Mastrangelo, AM., Cattivelli, L., Giovannetti, M. 2018. Genetic markers associated to arbuscular mycorrhizal colonization in durum wheat. *Scientific Reports*, 8(1):10612 doi.org/10.1038/s41598-018-29020-6
2. Germinara, S., Beleggia, R., Fragasso M.G., Pistillo, M.O., De Vita, P. 2018. Kernel volatiles of some pigmented wheats do not elicit a preferential orientation in *Sitophilus granarius* adults. *Journal of Pest Science*. 1-12 doi.org/10.1007/s10340-018-1035-4
3. Ceoloni C, Forte P, Kuzmanović L, Tundo S, Moscetti I, De Vita P, Virili ME, D' Ovidio R. 2017. Cytogenetic mapping of a major locus for resistance to Fusarium head blight and crown rot of wheat on *Thinopyrum elongatum* 7EL and its pyramiding with valuable genes from a *Th. ponticum* homoeologous arm onto bread wheat 7DL. *Theoretical and Applied Genetics*, 130(10):2005-2024. doi:10.1007/s00122-017-2939-8

9. Competenze e ruolo delle UU.OO. in relazione al progetto

Il **CREA-CI** affronta le problematiche della filiera cerealicola e delle colture industriali destinate sia all'utilizzo umano che animale e per impieghi no-food, utilizzando un approccio multidisciplinare ed assicurando un impegno nel settore del miglioramento genetico e delle scienze -omiche per la conservazione e la gestione della biodiversità orientata alla valorizzazione delle produzioni e della qualità dei prodotti trasformati. Le attività sono condotte secondo un approccio multidisciplinare per il miglioramento genetico, la valorizzazione della biodiversità, l'innovazione agronomica, la fisiologia e la trasformazione agro-industriale. Il CREA-CI cura e gestisce il mantenimento delle principali collezioni di germoplasma di frumento tenero, duro, mais, riso e dei cereali minori, che comprendono varietà antiche/obsolete, mutanti ed accessioni selvatiche. Nel progetto CERES-BIO sono coinvolte le sedi di Foggia, Bergamo, Vercelli e Rovigo, in particolare:

La sede di Foggia del CREA svolge attività di ricerca nei settori dell'agronomia, fisiologia vegetale, biochimica, tecnologia della qualità e della genomica applicata al miglioramento genetico principalmente legate alla filiera grano-pasta. Il CREA-CI è dotato di una serie di laboratori di chimica, metabolomica, tecnologia della trasformazione e di genomica indirizzati al miglioramento genetico ed all'ottimizzazione delle tecniche colturali dei cereali a paglia.

La **sede di Foggia del CREA-CI** svolge attività di ricerca e sperimentazione legata alla genetica ed al miglioramento genetico del frumento per lo sviluppo di materiali genetici adatti ai sistemi cerealicoli. In passato è stato coinvolto in una serie di progetti di ricerca finalizzati allo sviluppo di materiali genetici adattati alle condizioni agronomiche dei sistemi biologici, quali i progetti BIOCER, GRANOBIO, GRANFORA, ECORNATURASI e PNSB. Attualmente è coinvolto nel progetto BIODURUM il cui obiettivo principale è quello di individuare i percorsi agronomici più idonei agli ambienti di coltivazione caldo-aridi meridionali e sviluppare nuovi materiali genetici di frumento duro da destinare alla coltivazione secondo il metodo biologico caratterizzati da elevata abilità competitiva nei confronti delle infestanti e con un'elevata efficienza di utilizzo delle risorse naturali. Dal 2010 è attivo un programma di miglioramento genetico per lo sviluppo di varietà adatte ai sistemi cerealicoli biologici e/a ridotto o nullo impiego di input energetici. La costituzione varietale viene effettuata tramite l'esecuzione di incroci e la selezione dei migliori genotipi avviene mediante selezione ricorrente o metodo pedigree assistita mediante l'impiego di marcatori molecolari. Il CREA-CI, inoltre, dispone di una importante collezione di materiali genetici appartenenti a varie specie di cereali e di un avviato programma di miglioramento genetico per lo sviluppo di varietà adatte all'agricoltura biologica e/o a ridotto impiego di mezzi tecnici. Il CREA di Foggia dispone di un'azienda agricola di oltre 600 ettari, di cui una parte è certificata biologica da parte di un ente legittimato dal Ministero delle Politiche Agricole Forestali, per la sperimentazione agronomica e la selezione varietale in condizioni di agricoltura convenzionale e biologica. Il CREA di Foggia dispone, infine, di un Centro di Collegamento Ricerca-Divulgazione (CCRD) in grado di assicurare un collegamento stretto con le Istituzioni e con gli operatori impegnati nel settore dei cereali e dei prodotti derivati per il trasferimento delle innovazioni e dei risultati della ricerca.

La **sede di Vercelli del CREA-CI** fornisce competenze sulla genetica del riso e del frumento, miglioramento genetico, risorse di germoplasma (collezione con più di 600 accessioni di riso e circa 4.800 di frumento, inclusi parentali donatori di resistenze a stress biotici e abiotici) e database associati, attività di fenotipizzazione di germoplasma selezionato per gli studi contemplati nel progetto di ricerca, organizzazione delle prove sperimentali in campo (disponibilità di risaie sperimentali, campi per crescita frumento e attrezzature per prove parcellari), fitotrone e camera di crescita per crescita fuori stagione. Nell'ambito di precedenti progetti ha valutato la tolleranza di collezioni di germoplasma di riso a malattie (brusone e fusariosi) e a condizioni di ridotta disponibilità idrica. Nel progetto RisoBiosystems sta conducendo sperimentazioni sulla valutazione dell'adattamento di varietà di riso alla condizione di coltivazione in agricoltura biologica valutando parametri produttivi e di adattamento all'ambiente.

La **sede di Bergamo del CREA-CI** dispone di una Banca del Germoplasma presso la quale è conservata la collezione più ampia in Italia e tra le più ricche in Europa: oltre 5700 accessioni conservate ex-situ in celle a 7°C e rigenerate periodicamente in campo. La collezione comprende tra le altre: 3590 linee inbred, pubbliche e non, provenienti dagli Stati Uniti (41%) e dall'Italia (40%); 1262 varietà locali delle quali oltre la metà (694 landraces) sono state raccolte in Italia negli anni '50, nel momento in cui si diffondeva la coltivazione degli ibridi, in sostituzione appunto alle varietà tradizionali. Il CREA di Bergamo provvede alla conservazione, utilizzazione e valorizzazione delle risorse genetiche maidicole locali e delle accessioni di interesse europeo; il Laboratorio di Patologia è allestito per svolgere in sicurezza (cappa Biohazard) le procedure fondamentali per il mantenimento in coltura di patogeni fungini tossigeni (in particolare, *Fusarium verticillioides*, *Aspergillus flavus*), utili per inoculi artificiali in campo e per biosaggi in vitro volti a valutare l'attività anti-fungina di proteine e composti vegetali; il Laboratorio di Biochimica si occupa della sicurezza alimentare tramite determinazione della concentrazione di micotossine (metodo ELISA). Il CREA di Bergamo è situato all'interno di un appezzamento di circa 25 ha (Azienda Salvagna) presso il quale vengono condotte prove sperimentali e agronomiche. La Sede di Bergamo ha coordinato il Progetto "Rete Qualità Cereali plus - RQC+ - MAIS" (2014-2018) (MiPAAF) e ha collaborato alla stesura Documento Tecnico del MiPAAF "Linee guida per il controllo delle micotossine nella granella di mais e frumento" sancito in Conferenza Stato-Regioni, seduta del 24.03.2016, (atto n. 53/CSR del 24.03.2015) (CSR 1577 P-4.23.2.21 del 01/04/2016) (www.statoregioni.it cod. 4.18/2016/15).

La **sede di Rovigo del CREA-CI** fornisce competenze fitopatologiche sui miceti appartenenti al genere *Fusarium* e sulla micoflora che interessa le sementi di mais. Presso la sede è attivo un laboratorio fitopatologico dotato della strumentazione per svolgere le più comuni attività di isolamento, purificazione ed identificazione di ceppi fungini, nonché per svolgere screening in planta per la valutazione delle resistenze a diversi agenti patogeni.

Il **CREA-DC** si occupa della difesa delle piante agrarie, ornamentali e forestali e delle derrate alimentari da agenti biotici e abiotici. Definisce metodi di difesa sostenibili, integrati e biologici dell'agroecosistema. È riferimento nazionale per la difesa e la certificazione dei materiali di pre-moltiplicazione. Si occupa di controllo e certificazione di materiali sementieri, della valutazione dei requisiti per l'iscrizione o rilascio di privativa di varietà vegetali.

Nel progetto CERES-BIO sono coinvolte le sedi di Roma, Palermo e Lonigo (VI), in particolare:

La **sede di Roma del CREA-DC** è impegnata nello delle principali malattie fungine, batteriche e virali delle piante di interesse agrario, in linea con le esigenze comunitarie, nazionali e regionali. In questo ambito, svolge ricerche sulla diagnosi, sulla caratterizzazione biologica e funzionale degli agenti patogeni e sul loro rapporto con la pianta ospite. Gli studi effettuati hanno permesso di raggiungere importanti acquisizioni in settori fondamentali della patologia vegetale,

quali l'eziologia, cioè l'identificazione di agenti causali di numerose patologie, sia di quelle più comuni, sia di patologie nuove per il territorio nazionale. La disponibilità di strumenti di analisi innovativi ha consentito al CREA-DC di compiere grandi passi avanti nella conoscenza della struttura genetica delle popolazioni di patogeni con provenienze geografiche diverse, nonché dei meccanismi di interazione che si instaurano tra la pianta ospite e il patogeno. Tali conoscenze sono state positivamente utilizzate in lavori di screening di materiale vegetale per la individuazione di fonti di resistenza da utilizzare in programmi di miglioramento genetico. In particolare, tra i progetti a cui ha partecipato e attinenti all'argomento del progetto proposto, possono essere citati: il Progetto Europeo 'Risks associated with Tilletia indica, the newly-listed EU quarantine pathogen, the cause of karnal bunt of wheat'; il Progetto RISINNOVA -"Sistemi integrati genetici e genomici mirati al rinnovo varietale nella filiera risicola italiana -(finanziato dalla Fondazione AGER - Agroalimentare e Ricerca, grant n. 2010-2369); il Progetto MICOPRINCEM, "Micotossine principali ed emergenti nei cereali" (Decreto del Ministero delle Politiche Agricole e Forestali D.M. 27009/7643/10 del 3 dicembre 2010).

La **sede di Palermo** del CREA-DC si occupa degli i) degli aspetti fitosanitari delle sementi e dei patogeni trasmissibili per seme (cereali, leguminose, ortive, ecc.), attraverso l'identificazione (morfo-fisiologica e molecolare) e la loro quantificazione a supporto della certificazione ufficiale; ii) della valutazione in vitro ed in vivo di principi attivi per il controllo del "Mal del piede" e della Fusariosi della spiga dei cereali (in collaborazione con Bayer e Syngenta); iii) della valutazione di resistenza/tolleranza a patogeni pregiudizievoli le colture con particolare riferimento agli agenti del Mal del piede dei cereali; iv) della valutazione di specie vegetali ad azione biofumigante (Brassica spp) per il controllo del Mal del piede; v) della determinazione quanti-qualitativa di micotossine su semole di frumento duro. Vi) della realizzazione di saggi di resistenza su varietà di frumento duro contro alcune specie di Fusarium responsabili del Mal del piede; vii) messa a punto di sistemi informatizzati a supporto alle decisioni degli imprenditori agricoli per il controllo di problematiche fitosanitarie di patogeni fogliari del frumento duro, e viii) del monitoraggio della popolazione fitopatogena ad habitus tellurico in colture cerealicole.

Il **laboratorio di Lonigo** del CREA-DC oltre alle attività istituzionali legate alla certificazione delle sementi, è dotato di un laboratorio fitopatologico fornito di attrezzature per svolgere analisi e screening micologici. Inoltre la disponibilità di attrezzature per analisi molecolari risulterà essere un fattivo supporto all'attività del progetto.

Il **CREA-GB** si occupa di genetica, genomica, bioinformatica, biotecnologie e fisiologia vegetale. Svolge attività finalizzate all'ampliamento delle conoscenze sulla struttura e funzione dei geni e dei genomi e all'applicazione della genetica molecolare per la caratterizzazione della biodiversità, il miglioramento genetico, la sicurezza alimentare, la qualità dei prodotti agricoli, la sostenibilità e la tracciabilità dei processi produttivi di tutte le specie di interesse agrario. La **sede di Fiorenzuola d'Arda (PC)** del CREA-GB dispone di importanti collezioni di germoplasma di diverse specie di interesse agrario, in particolare orzo, estensivamente caratterizzate a livello genotipico e fenotipico. Tra i caratteri studiati in orzo, figurano la resistenza a stress di tipo abiotico e biotico; in particolare, presso il Centro è stato clonato un gene di resistenza al fungo *Pyrenophora graminea*, agente della malattia nota come striatura bruna. Il Centro si occupa, in convenzione con ditte private nel settore, del miglioramento genetico di orzo, triticale ed avena, utilizzando approcci di Marker Assisted Selection e di Genomic Selection.

10. Descrizione della ricerca

10.1 Descrizione;

Lo sviluppo di cultivar resistenti rappresenta una delle strategie più efficaci per controllare le malattie causate da funghi e trasmissibili per seme. I patogeni trasmessi dal seme, che possono compromettere la produzione e/o la qualità dei cereali, sono numerosi e l'esistenza di numerose varianti patogenetiche fortemente influenzata dai cambiamenti climatici in atto, richiede un costante aggiornamento del panorama varietale. E' noto, infatti, che la resistenza presente in una nuova varietà viene superata dal patogeno dopo pochi anni a causa dell'ampia variabilità ed adattabilità del suo genoma. Recentemente, la diffusione dei sistemi cerealicoli di tipo biologico e l'impiego di specie e varietà antiche/obsolete ha fatto riemergere una problematica che nel corso degli anni era stata superata, in parte con l'introduzione di nuove varietà ed in parte con l'applicazione di prodotti chimici per la concia delle sementi. A questo si aggiunge anche la scarsa efficacia che hanno gli attuali prodotti commerciali ammessi per l'agricoltura biologica nei confronti di molte patologie trasmesse per seme per i principali cereali coltivati in Italia (frumento duro, tenero, orzo, mais e riso).

Nella coltivazione biologica del frumento grosse difficoltà si incontrano per il controllo delle malattie a causa della limitatezza dei mezzi tecnici ammessi per la lotta. Le difficoltà aumentano nel caso di infezioni sistemiche come quella causata dagli agenti di carie (*Tilletia* spp.), i cui sintomi si palesano in uno stadio di sviluppo della coltura prossimo alla raccolta, compromettendo l'integrità sanitaria di buona parte della produzione. Analoghe difficoltà si incontrano con il Mal del piede dei cereali, una alterazione parassitaria alla quale concorrono numerose specie fungine. Tra queste *Fusarium culmorum* è risultato uno dei patogeni più virulenti soprattutto negli ambienti cerealicoli mediterranei. Anche i sintomi del Mal del piede non sono molto specifici soprattutto nelle prime fasi di sviluppo della coltura. Gli imbrunimenti che si osservano alla base del culmo sono un elemento diagnostico e rappresentano anche l'unità di misura per la valutazione del grado di resistenza/suscettibilità al patogeno che va eseguita in diversi stadi dello sviluppo della coltura. Anche in questo caso i sintomi specifici della malattia si evidenziano in una fase tardiva del ciclo colturale con le caratteristiche spighe bianche.

L'orzo, per le sue caratteristiche nutrizionali dovute alla presenza di beta-glucani con effetto sulla riduzione del colesterolo, ed il suo utilizzo nella produzione di birra, ha una forte potenzialità nel settore biologico. Tuttavia, al momento non esistono varietà selezionate specificatamente per la coltivazione biologica e l'uso di semente biologica deve gestire la presenza di malattie trasmesse via seme, normalmente controllate con la concia. Conseguentemente, la selezione di genotipi di orzo dedicati alla coltivazione in biologico rappresenta un'azione strategica per soddisfare le esigenze specifiche dei produttori di cereali salutistici e birra biologica. Piante adatte alla coltura biologica devono essere caratterizzate dalla resistenza alle malattie, in particolare quelle trasmesse da seme che hanno poca rilevanza nell'agricoltura tradizionale. Tutto ciò premesso, si propone un'azione di ricerca che sulla scorta delle competenze e del germoplasma esistente presso il centro, realizzi la selezione di varietà di orzo per l'agricoltura biologica dotate di resistenza alla principale malattia trasmessa da seme: la striatura bruna causata dal fungo *Pyrenophora graminea*.

Il mais è sensibile a diverse malattie, tra le quali, quelle causate da funghi micotossigeni possono alterarne la produzione riducendo sia la quantità che la qualità. Prerequisito indispensabile per la qualificazione e valorizzazione della filiera maidicola è la sicurezza delle produzioni sotto il profilo igienico-sanitario con particolare attenzione alla contaminazione da micotossine. *Fusarium verticillioides*, produttore di fumonisine, è endemicamente presente negli areali italiani a maggior coltivazione maidicola, quali la Pianura Padana, grazie ad un adattamento specifico alle condizioni ambientali e climatiche.

Anche nelle risaie italiane la diffusione di molti patogeni dannosi è legata al seme. Si sta infatti assistendo a una situazione in cui appare evidente la necessità di ricorrere all'impiego di varietà di riso resistenti per salvaguardare il reddito delle aziende agricole. Il brusone, o pircularia, provocata dal patogeno *Magnaporthe oryzae*, è senza dubbio tra le più pericolose patologie registrate per la coltura del riso, nonché la malattia epidemica del riso più pericolosa tra quelle trasmesse dal seme insieme alla fusariosi del riso (*Fusarium fujikuroi*) (Sheldon).

Per queste ragioni il progetto intende avviare una serie di attività di valutazione dei livelli di resistenza/suscettibilità alle principali malattie trasmesse per seme (carie, mal del piede e fusariosi per il frumento, brusone e *fusarium* per il riso, *fusarium* per il mais e striatura bruna per l'orzo) delle varietà attualmente in commercio (anche delle varietà da conservazione) e delle linee in fase avanzata di selezione al fine di assicurare alle aziende agricole sementi sane e caratterizzate da resistenze durature. Una resistenza duratura ad ampio spettro può essere ottenuta solo accumulando all'interno di un unico genotipo più geni di resistenza (*gene pyramiding*), ciascuno dei quali conferisce la resistenza a determinati ceppi del patogeno. A tal fine, il progetto intende avviare nuovi programmi di selezione mediante l'impiego di marcatori molecolari (MAS) per accelerare i tempi della selezione e ridurre i costi per lo sviluppo delle nuove varietà adatte ai sistemi biologici del riso (brusone ed il *fusarium*) e dell'orzo (*Pyrenophora graminea*) per i quali sono stati mappati numerosi geni di resistenza sul genoma. Per il frumento ed il mais la genetica delle resistenze ad alcune patologie trasmesse da seme è ancora in gran parte sconosciuta, per questa ragione nell'ambito del progetto verrà valutata un'ampia collezione di germoplasma di varia origine e provenienza per identificare i geni di resistenza attraverso analisi *genome-wide association study* (GWAS) e sviluppare nuovi marcatori molecolari da utilizzare nel processo di MAS. Per alcune patologie trasmesse per seme, il progetto prevede anche la messa a punto di saggi molecolari rapidi e poco costosi per valutare l'infezione dei patogeni nelle fasi precoci di sviluppo della coltura. Gli obiettivi di ricerca saranno perseguiti sfruttando le competenze di 3 Centri di Ricerca CREA (CI, DC e GB), che integrano l'esperienza maturata nel settore della genetica, miglioramento genetico dei cereali (frumento, riso, mais ed orzo) e dell'applicazione delle moderne biotecnologie molecolari da parte del CREA-CI e CREA-GB, a quelle del CREA-DC nel settore della difesa delle piante agrarie, dello studio epidemiologico e della caratterizzazione delle popolazioni di organismi patogeni con metodi innovativi.

10.2 Obiettivi specifici;

Gli obiettivi specifici del progetto CERES-BIO sono:

Frumento tenero e duro

- Monitoraggio della presenza degli agenti delle carie del frumento (*Tilletia* spp.) attraverso la raccolta di campioni di frumento tenero e duro nelle principali aree cerealicole italiane e successiva identificazione e determinazione della virulenza attraverso prove in serra;
- Validazione di una metodologia diagnostica di tipo molecolare per il precoce accertamento di infezioni da agenti di carie (*Tilletia* spp.);
- Identificazione su base morfologica e molecolare e determinazione della virulenza di *Fusarium* spp. attraverso prove in serra;
- Identificazione dei genotipi resistenti alla carie (*Tilletia* spp.) ed al mal del piede (*Fusarium culmorum*) fra le varietà antiche e moderne di frumento duro e tenero;
- Identificazione di marcatori genetici di tipo SNP per la resistenza alla carie (*Tilletia* spp.) ed al mal del piede (*Fusarium* spp) del frumento tenero e duro;

Mais

- Messa a punto tecnologie analitiche per l'identificazione molecolare di ceppi fungini di *Fusarium Verticillioides* presenti nell'areale di coltivazione del mais in Italia;
- Identificazione di linee di mais resistenti *F. verticillioides*;

Orzo

- Raccolta di nuovi isolati di *P. graminea* negli areali di coltivazione per valutare la resistenza dei materiali genetici di orzo in fase di selezione;
- Pyramiding di geni di resistenza al fungo *Pyrenophora graminea* in orzo al fine di garantire una resistenza duratura nei confronti di diversi isolati;

Riso

- Pyramiding di geni di resistenza al brusone (*Pyricularia oryzae*) e al *Fusarium fujikuroi* attraverso lo sviluppo di linee con ampio spettro di resistenze;

10.3 Piano di attività;

WORK PACKAGE 1 – Monitoraggio, caratterizzazione e preparazione degli inoculi artificiali di *Tilletia* spp., *Fusarium* spp. e *Pyrenophora graminea*

Attività 1.1 Identificazione e caratterizzazione della *Tilletia* spp.

Personale coinvolto: Luca Riccioni (coordinatore), Giuseppe di Giambattista, Anita Haegi, Maria Aragona, Claudia Miceli e Vito Campanella

Al fine di individuare i genotipi più resistenti fra le varietà antiche e moderne di grano duro e tenero, presso il CREA-DC di Roma e Palermo, verranno condotte le seguenti attività: preliminarmente raccolta di campioni di spighe e cariossidi di grano naturalmente infette dal patogeno in aree di coltivazione del nord, centro e sud Italia, compresa la Sicilia, la sua successiva identificazione su base morfologica e molecolare e la determinazione della virulenza attraverso prove in serra. Una volta caratterizzato, il patogeno sarà utilizzato per inoculare i semi dei diversi genotipi (almeno 100) di frumento duro e tenero, subito prima della semina che sarà a carico del CREA-CI (WP4 e WP5). L'inoculo a base di teliospore del patogeno potrà essere monospecifico o costituito da una miscela di specie diverse di *Tilletia*. Saranno campionate porzioni di tessuto durante le diverse fasi vegetative della coltura per la messa a punto di saggi molecolari (Kochanova et al., 2004; Eiben et al., 2005) per valutare l'infezione del patogeno. I genotipi saranno valutati in funzione della severità della malattia espressa in percentuale e calcolata in base al rapporto tra il numero totale di spighe in ciascuna fila e il numero di spighe malate. I genotipi saranno quindi così classificati: altamente resistenti (0% spighe infette), resistenti (0-10% spighe infette), mediamente resistenti/suscettibili (<40% spighe infette), suscettibili (>40% spighe infette) (Dumalasova e Bartos, 2012). I genotipi analizzati saranno confrontati con varietà di frumento di cui è nota la risposta di suscettibilità e resistenza agli agenti di carie (Dumalasova e Bartos, 2010).

Attività 1.2 Identificazione e caratterizzazione del *Fusarium* spp

Personale coinvolto: Claudia Miceli (coordinatore) e Vito Campanella

Il programma verrà realizzato presso la sede del CREA-DC di Palermo e prevede le seguenti prove:

Prove in vitro: l'isolato di *F. culmorum* verrà usato per inoculare, mediante immersione in una sospensione conidica a concentrazione nota, i semi dei genotipi di frumento. Nel saggio saranno incluse varietà di diversa origine, oltre ad una o più varietà di frumento duro tra quelle comunemente coltivate. Come testimone saranno usati semi dei medesimi genotipi non inoculati con il patogeno e fatti germinare nelle medesime condizioni. I dati relativi alla germinabilità, espressa in percentuale come numero di semi capaci di produrre germinelli normali e quelli relativi alla riduzione del vigore vegetativo, saranno i parametri utilizzati per evidenziare una maggiore o minore tolleranza/suscettibilità al patogeno.

Prove in vivo: l'inoculo di *F. culmorum* sarà prodotto su semi di avena sterilizzati secondo quanto riportato da Bateman (2005). L'inoculo del patogeno sarà fornito al CREA-CI (WP4 e WP5) e distribuito alla semina contemporaneamente ai semi dei genotipi di frumento. La valutazione degli imbrunimenti basali con rilievi eseguiti all'emergenza delle plantule, allo stadio di terza foglia, alla fase di maturazione latte delle cariossidi, verrà condotta in collaborazione con il CREA-CI utilizzando scale con diverse classi di sintomi (Pasquini et al., 2003) al fine di stimare la severità della malattia e quindi valutare la maggiore o minore tolleranza/suscettibilità al patogeno.

Attività 1.3 Identificazione e caratterizzazione del *Fusarium verticillioides*

Personale coinvolto: Ilaria Alberti (coordinatore), Roberta Paris, Romana Bravi e Cristina Baldin

Le attività saranno condotte presso il CREA-Ci di Rovigo ed il CREA-DC di Lonigo (VI) e prevedono:

- Utilizzazione di screening rapidi (almeno 2 tipologie) per la valutazione della resistenza a *F. verticillioides* su plantule delle linee di mais mantenute presso la banca del germoplasma del CREA-CI di Bergamo. Questa tipologia di saggi permetterà di fornire una prima valutazione del materiale genetico disponibile e ageverà la valutazione dei successivi riscontri in campo.
- Nel periodo di svolgimento del progetto, si prevede di effettuare uno screening micologico sul seme di mais delle diverse linee saggiate, per valutare l'incidenza delle diverse specie di *Fusarium* e darne una caratterizzazione filogenetica. Questa attività risulta essere di supporto anche per la individuazione e valutazione delle micotossine eventualmente presenti.
- I laboratori coinvolti nella attività saranno anche responsabili della produzione degli inoculi artificiali necessari per sia gli screening rapidi, sia per le prove di inoculo in campo delle sete di mais.

Attività 1.4 Identificazione e caratterizzazione della *Pyrenophora graminea*.

Personale coinvolto: Alessandro Infantino (coordinatore), Maria Aragona, Anita Haegi

Presso il CREA-DC di Roma verranno predisposte delle prove in vivo per valutare la resistenza dell'orzo alla *Pyrenophora graminea*. A tal fine saranno effettuati sopralluoghi in diversi areali di coltivazione dell'orzo per il reperimento di nuovi isolati di *P. graminea* da utilizzare nel WP 6. Allo stesso scopo, saranno analizzate sementi di orzo con il metodo del *deep freezing blotter test*. Gli isolati saranno identificati mediante metodi convenzionali e molecolari, utilizzando primers specifici. La patogenicità degli isolati sarà effettuata mediante il metodo "sandwich" utilizzando varietà suscettibili di orzo.

WORK PACKAGE 2 – Pyramiding di geni di resistenza a brusone e *Fusarium* e sviluppo di linee con ampio spettro di resistenze

Personale coinvolto: Giampiero Valè (coordinatore), Patrizia Vaccino, Stefano Monaco, Valè, Maria Aragona, Alessandro Infantino

Presso la sede di Vercelli del CREA-CI sono state realizzate linee con pyramiding di geni di resistenza al brusone e sviluppati marcatori molecolari per la selezione assistita di tali resistenze (Urso et al., 2016; risultati non pubblicati). Analogamente, geni che conferiscono resistenza al *Fusarium* e marcatori molecolari ad essi associati sono stati recentemente identificati (Volante et al., 2017). Le linee con resistenze al brusone saranno incrociate con accessioni dotate di resistenza al *Fusarium*; sulla generazione successiva sarà condotto uno screening con i sopra citati marcatori molecolari per identificare linee con i geni di resistenza allo stato omozigote. In aggiunta alla selezione molecolare, il fenotipo resistente verrà validato nel corso dei processi di selezione da colleghi del CREA-DC.

WORK PACKAGE 3 - Identificazione di genotipi di mais resistenti a *Fusarium verticillioides* e messa a punto di tecnologie analitiche per l'identificazione molecolare precoce

Personale coinvolto: Chiara Lanzanova, Carlotta Balconi (coordinatore), Sabrina Locatelli

Le attività verranno realizzate in collaborazione con la sede del CREA-CI di Rovigo e con il CREA-DC e prevedono:

- Valutazione in prove replicate di campo della resistenza a Fusariosi della spiga tramite inoculo delle sete (SCIA-*Silk Channel Inoculation Assay*, come descritto in Balconi et al., 2010) dei materiali già risultati resistenti all'inoculo tramite cariossidi (KIA-).
- Messa a punto di metodi di screening basati su inoculo artificiale con *Fusarium verticillioides* di cariossidi mature in biosaggi di laboratorio da correlare alle prove di campo.
- Valutazione parametri morfo-fisiologici della spiga e caratteri agronomici da associare a valutazioni fitopatologiche.
- Messa a punto di tecnologie analitiche per l'identificazione molecolare di ceppi fungini presenti nell'areale di coltivazione tipico della maiscoltura italiana (Azienda Salvagna, CREA CI Bergamo), in collaborazione con Attività 1.3 *Fusarium verticillioides*, CREA-CI, sede di Rovigo e CREA-DC.
- Caratterizzazione dei ceppi fungini isolati (tossigenicità) in collaborazione con CREA-CI sede di Rovigo e CREA-DC.

WORK PACKAGE 4 – Identificazione di varietà resistenti alla carie ed al mal del piede in frumento tenero e delle relative basi genetiche

Personale coinvolto: Patrizia Vaccino (coordinatore), Stefano Monaco

Attività 4.1 Prove di campo per la resistenza alla carie (*Tilletia* spp)

Il CREA-CI di Vercelli predispose l'allestimento delle prove di campo per la valutazione della resistenza alla *Tilletia* spp in una collezione di frumento tenero. Verranno allestite N. 2 prove di confronto varietale (sede CREA di Foggia e di Vercelli) di frumento tenero di almeno 100 genotipi ciascuna comprendente materiali genetici di varia origine e provenienza, rappresentativi di un ampio periodo storico e comprendente *landraces*, varietà obsolete, da conservazione, moderne e linee in avanzata fase di selezione, per i quali sono disponibili informazioni genotipiche di caratterizzazione molecolare con marcatori di tipo SNP (Lazzaro et al., 2018). L'inoculo a base di teliospore del patogeno, prodotto dal CREA-DC verrà utilizzato per inoculare i semi dei materiali genetici di frumento tenero. Alla maturazione latteo-cerosa i materiali i genotipi saranno valutati in funzione della severità della malattia espressa in percentuale e calcolata in base al rapporto tra il numero totale di spighe in ciascuna fila e il numero di spighe malate.

Attività 4.2 Prove di campo per la resistenza al *Fusarium* spp

Il CREA-CI di Vercelli predispose l'allestimento delle prove di campo per la valutazione della resistenza al *Fusarium* spp. in una collezione di frumento tenero. Verranno allestite N. 2 prove di confronto varietale (sede CREA di Foggia e di Vercelli) di frumento tenero utilizzando gli stessi materiali genetici utilizzati per la valutazione per la resistenza alla *Tilletia*. Alla semina i materiali saranno inoculati con *F. culmorum* prodotto su semi di avena sterilizzati e fornito dal CREA-DC. In collaborazione con il CREA-DC di Palermo, nelle fasi vegetative (emergenza, stadio di terza foglia,

accestimento) verranno valutati gli imbrunimenti basali, mentre nella fase di maturazione lattea delle cariossidi verrà valutata la presenza di spighe bianche.

Attività 4.3 Analisi GWAS.

I dati fenotipici raccolti nelle 2 località verranno utilizzati per l'analisi di associazione GWAS presso il CREA-CI di Foggia per identificare le basi genetiche della *Tilletia* spp e del *Fusarium* spp in frumento tenero.

WORK PACKAGE 5 - Identificazione di varietà resistenti alla carie ed al *fusarium* spp in frumento duro e delle relative basi genetiche

Personale coinvolto: Pasquale De Vita (coordinatore), Daniela Marone, Giuseppe Palumbo, Agata Rascio e Anna Maria Mastrangelo

Attività 5.1 Prove di campo per la resistenza alla carie (*Tilletia* spp)

Il CREA-CI di Foggia predispone l'allestimento delle prove di campo per la valutazione della resistenza alla *Tilletia* spp in una collezione di frumento duro. In particolare, verranno allestite N. 2 prove di confronto varietale (sede CREA di Foggia e di Vercelli) di frumento duro di almeno 100 genotipi ciascuna comprendente materiali genetici di varia origine e provenienza, rappresentativi di un ampio periodo storico e comprendente *landraces*, varietà obsolete, da conservazione, moderne e linee in avanzata fase di selezione, per i quali sono disponibili informazioni genotipiche di caratterizzazione molecolare con marcatori di tipo SNP (Laidò et al., 2013). L'inoculo a base di teliospore del patogeno, prodotto dal CREA-DC verrà utilizzato per inoculare i semi dei materiali genetici di frumento duro. Alla maturazione latteo-cerosa i materiali i genotipi saranno valutati in funzione della severità della malattia espressa in percentuale e calcolata in base al rapporto tra il numero totale di spighe in ciascuna fila e il numero di spighe malate.

Attività 5.2 Prove di campo per la resistenza al *Fusarium* spp

CREA-CI di Foggia predispone l'allestimento delle prove di campo per la valutazione della resistenza al *Fusarium* spp. in una collezione di frumento duro. Verranno allestite N. 2 prove di confronto varietale (sede CREA di Foggia e di Vercelli) di frumento duro utilizzando gli stessi materiali genetici utilizzati per la valutazione per la resistenza alla *Tilletia*. Alla semina i materiali saranno inoculati con *F. culmorum* prodotto su semi di avena sterilizzati e fornito dal CREA-DC. In collaborazione con il CREA-DC di Palermo, nelle fasi vegetative (emergenza, stadio di terza foglia, accestimento) verranno valutati gli imbrunimenti basali, mentre nella fase di maturazione lattea delle cariossidi verrà valutata la presenza di spighe bianche.

Attività 5.3 Analisi GWAS.

I dati fenotipici raccolti nelle 2 località verranno utilizzati per l'analisi di associazione GWAS presso il CREA-CI di Foggia per identificare le basi genetiche della *Tilletia* spp e del *Fusarium* spp in frumento duro.

Attività 5.4 Prove di campo per la resistenza a carie e *fusarium*

Presso il CREA-CI di Bergamo ed in collaborazione con il CREA-DC si effettuerà uno screening per resistenza al *Fusarium* spp. ed alla *Tilletia* spp. mediante inoculo misto artificiale, su un set di 20-30 varietà commerciali di frumento duro attraverso l'allestimento di una prova sperimentale in pieno campo. Tale screening prevedrà una valutazione sia in termini di sintomi manifestati a livello di seme/plantula, sia in termini di rilascio di micotossine da parte del fungo. Nel corso del secondo anno, in collaborazione con la sede di Foggia, presso la quale è presente un'azienda certificata per la coltivazione in biologico, i materiali genetici verranno valutati anche per caratteri quali-quantitativi legati alla produzione.

WORK PACKAGE 6 - Pyramiding di geni di resistenza al fungo Pyrenophoramminea, agente causale della striatura bruna dell'orzo.

Personale coinvolto: Alessandro Tondelli (coordinatore), Nadia Faccini, Alessandro Infantino, Maria Aragona, Anita Haegi

- Saranno sviluppati schemi di incrocio specifici per l'accumulo di più geni di resistenza in un background genetico comune (*gene pyramiding*) al fine di garantire una resistenza duratura nei confronti di diversi isolati della malattia (ad esempio gli isolati Dg2 e Dg5). A tal fine saranno presi in considerazione i seguenti loci/geni per i quali sono già/saranno a breve disponibili i corrispondenti marcatori molecolari:

- Rdg2a, identificato sul cromosoma 7H di orzo e isolato presso CREA-GB a partire dalla cultivar Thibaut (Bulgarelli et al. 2010).

- Rdg1, mappato sul cromosoma 2H di orzo nella popolazione segregante Arta (susceptibile) x *Hordeum spontaneum* (resistente; Biselli et al. 2010).

- Un nuovo locus identificato sul cromosoma 6H attraverso un approccio di mappaggio per associazione in una collezione di cultivar distiche primaverili di orzo (Faccini e Tondelli, unpublished).

- Le linee parentali usate nei diversi incroci e i materiali genetici derivanti dall'azione precedente di gene pyramiding saranno testati per la resistenza a diversi ceppi del patogeno fungino, utilizzando un metodo di inoculo artificiale del seme a cura del CREA-DC.

10.4 Ricadute e benefici delle attività;

Per i Costitutori (DITTE SEMENTIERE): Il progetto avrà fornito una serie di prodotti e risultati (varietà, linee, protocolli di selezione) che avranno un impatto diretto per le Ditte sementiere. I nuovi materiali genetici ed i marcatori molecolari associati ai caratteri di resistenza sviluppati nel corso del progetto, saranno disponibili per le aziende che operano in questo settore e potranno essere implementati nei propri programmi di miglioramento genetico. Allo stesso tempo i saggi per l'identificazione molecolare dell'infezione, messi a punto nel corso del progetto, potranno essere utilizzati per la diagnosi precoce delle malattie nei nuovi materiali genetici.

Per gli Agricoltori ed i Tecnici: il progetto avrà una ricaduta diretta sulle aziende agricole in quanto la conoscenza del comportamento varietale rispetto alle malattie trasmesse per seme permetterà all'agricoltore e/o al tecnico di effettuare una scelta varietale corretta attingendo alle informazioni prodotte dalla ricerca. Inoltre, la disponibilità di varietà migliorate per i caratteri di resistenza determinerà anche una ricaduta indiretta grazie alla maggiore disponibilità di sementi di cereali resistenti sia per il mercato delle sementi biologiche che convenzionali.

10.5 Articolazione temporale delle attività (diagramma di Gantt).

| Anno | Anno 1 | | | | Anno 2 | | | |
|-----------|--------|----|-----|----|--------|----|-----|----|
| Trimestre | I | II | III | IV | I | II | III | IV |
| WP 1 | | | | | | | | |
| WP 2 | | | | | | | | |
| WP 3 | | | | | | | | |
| WP 4 | | | | | | | | |
| WP 5 | | | | | | | | |
| WP 6 | | | | | | | | |

11. Collaborazioni esterne (consulenze e commesse esterne)

12. Descrizione strumenti ed output divulgativi e formativi attesi (max 2 pagine)

- 11.1 Manualistica, schede e line guida tecnico-divulgative
- 11.2 Incontri e seminari, azioni dimostrative di “campo” con operatori e associazioni, test e strumenti formativi
- 11.3 Albi, liste, registri ed altri documenti utili allo sviluppo della normativa di settore ed alla corretta applicazione dei regolamenti sull'agricoltura biologica
- 11.4 Altre ricadute positive all'utilizzo dei risultati

| Timbro Istituzione | Firma del Responsabile Amministrativo | Firma del Responsabile Scientifico |
|---|--|---|
|  | <p>IL DIRETTORE Prof. Nicola Pecchioni</p>  |  |

SCHEDA FINANZIARIA Unità Operativa “CREA DC sede di Palermo”

1. Descrizione del personale

| Categoria | | Unità | Costo mese/uomo | Costo totale |
|--|--|----------|------------------|------------------|
| Tempo indeterminato (non ammissibile a contributo nel caso di Enti Pubblici) | Professori | | | |
| | Ricercatori | 1 | 5.647,00 | 5.130,20 |
| | Tecnici | | | |
| | Personale Ausiliario | 1 | 3.741,00 | 3.000,00 |
| Tempo determinato e collaborazioni (se individuato) | Ricercatori | | | |
| | Tecnici | | | |
| | Amministrativi | | | |
| | Personale ausiliario | | | |
| | Borse di studio, dottorati, assegni di ricerca | 1 | 1.350,00 | 10.000,00 |
| | Collaborazioni coordinate e continuative | | | |
| | Prestazioni professionali occasionali | | | |
| | Manodopera agricola | | | |
| | Altro | | | |
| Totale | | 3 | 10.738,00 | 18.130,20 |

2. Costi e richiesta finanziamento U.O.

| Voci di costo | Costo | Spesa ammessa a contributo |
|--|------------------|-----------------------------------|
| Tempo indeterminato (non ammissibile a contributo nel caso di Enti Pubblici) | 8.130,00 | |
| Personale a tempo determinato | 10.000,00 | 10.000,00 |
| Missioni nazionali ed estere | 3.750,00 | 3.750,00 |
| Materiale di consumo (non inventariabile) | 7.500,00 | 7.500,00 |
| Consulenze e commesse esterne | | |
| Attrezzature (materiale inventariabile da descrivere nella tabella successiva) | | |
| Spese generali (non superiori al 10% del totale del progetto, escluse le voci attrezzature e materiali di consumo) | 1.375,00 | 1.375,00 |
| Coordinamento | | |
| Totale | 30.755,00 | 22.625,00 |

SCHEDA FINANZIARIA Unità Operativa “CREA DC sede di Roma”

1. Descrizione del personale

| Categoria | | Unità | Costo mese/uomo | Costo totale |
|--|--|----------|-----------------|------------------|
| Tempo indeterminato (non ammissibile a contributo nel caso di Enti Pubblici) | Professori | | | |
| | Ricercatori | 2 | 4.374,80 | 17.499,20 |
| | Tecnici | | | |
| | Personale Ausiliario | | | |
| Tempo determinato e collaborazioni (se individuato) | Ricercatori | | | |
| | Tecnici | | | |
| | Amministrativi | | | |
| | Personale ausiliario | | | |
| | Borse di studio, dottorati, assegni di ricerca | 1 | 1.350,00 | 13.500,00 |
| | Collaborazioni coordinate e continuative | | | |
| | Prestazioni professionali occasionali | | | |
| | Manodopera agricola | | | |
| | Altro | | | |
| Totale | | 3 | 5.724,80 | 30.999,20 |

2. Costi e richiesta finanziamento U.O.

| Voci di costo | Costo | Spesa ammessa a contributo |
|--|------------------|----------------------------|
| Tempo indeterminato (non ammissibile a contributo nel caso di Enti Pubblici) | 17.499,00 | |
| Personale a tempo determinato | 13.500,00 | 13.500,00 |
| Missioni nazionali ed estere | 2.625,00 | 2.625,00 |
| Materiale di consumo (non inventariabile) | 5.300,00 | 5.300,00 |
| Consulenze e commesse esterne | | |
| Attrezzature (materiale inventariabile da descrivere nella tabella successiva) | | |
| Spese generali (non superiori al 10% del totale del progetto, escluse le voci attrezzature e materiali di consumo) | 1.612,00 | 1.612,00 |
| Coordinamento | | |
| Totale | 40.536,00 | 23.037,00 |

SCHEDA FINANZIARIA Unità Operativa “CREA DC sede di Lonigo”

1. Descrizione del personale

| Categoria | | Unità | Costo mese/uomo | Costo totale |
|--|--|-------|-----------------|--------------|
| Tempo indeterminato (non ammissibile a contributo nel caso di Enti Pubblici) | Professori | | | |
| | Ricercatori | 1 | 4.295,00 | 4.295,00 |
| | Tecnici | 1 | 3.674,00 | 3.674,00 |
| | Personale Ausiliario | | | |
| Tempo determinato e collaborazioni (se individuato) | Ricercatori | | | |
| | Tecnici | | | |
| | Amministrativi | | | |
| | Personale ausiliario | | | |
| | Borse di studio, dottorati, assegni di ricerca | | | |
| | Collaborazioni coordinate e continuative | | | |
| | Prestazioni professionali occasionali | | | |
| | Manodopera agricola | | | |
| | Altro | | | |
| Totale | | 2 | 7.969,00 | 7.969,00 |

2. Costi e richiesta finanziamento U.O.

| Voci di costo | Costo | Spesa ammessa a contributo |
|--|------------------|----------------------------|
| Tempo indeterminato (non ammissibile a contributo nel caso di Enti Pubblici) | 7.969,00 | |
| Personale a tempo determinato | | |
| Missioni nazionali ed estere | 700,00 | 700,00 |
| Materiale di consumo (non inventariabile) | 4.900,00 | 4.900,00 |
| Consulenze e commesse esterne | | |
| Attrezzature (materiale inventariabile da descrivere nella tabella successiva) | | |
| Spese generali (non superiori al 10% del totale del progetto, escluse le voci attrezzature e materiali di consumo) | 70,00 | 70,00 |
| Coordinamento | | |
| Totale | 13.639,00 | 5.670,00 |

SCHEDA FINANZIARIA Unità Operativa “CREA CI sede di Rovigo”

1. Descrizione del personale

| Categoria | | Unità | Costo mese/uomo | Costo totale |
|--|--|-------|-----------------|--------------|
| Tempo indeterminato (non ammissibile a contributo nel caso di Enti Pubblici) | Professori | | | |
| | Ricercatori | 1 | 3.314,00 | 3.314,00 |
| | Tecnici | 1 | 2.457,00 | 2.457,00 |
| | Personale Ausiliario | | | |
| Tempo determinato e collaborazioni (se individuato) | Ricercatori | | | |
| | Tecnici | | | |
| | Amministrativi | | | |
| | Personale ausiliario | | | |
| | Borse di studio, dottorati, assegni di ricerca | | | |
| | Collaborazioni coordinate e continuative | | | |
| | Prestazioni professionali occasionali | | | |
| | Manodopera agricola | | | |
| | Altro | | | |
| Totale | | 2 | 5.771,00 | 5.771,00 |

2. Costi e richiesta finanziamento U.O.

| Voci di costo | Costo | Spesa ammessa a contributo |
|--|------------------|-----------------------------------|
| Tempo indeterminato (non ammissibile a contributo nel caso di Enti Pubblici) | 5.771,00 | |
| Personale a tempo determinato | | |
| Missioni nazionali ed estere | 700,00 | 700,00 |
| Materiale di consumo (non inventariabile) | 4.900,00 | 4.900,00 |
| Consulenze e commesse esterne | | |
| Attrezzature (materiale inventariabile da descrivere nella tabella successiva) | | |
| Spese generali (non superiori al 10% del totale del progetto, escluse le voci attrezzature e materiali di consumo) | 70,00 | 70,00 |
| Coordinamento | | |
| Totale | 11.441,00 | 5.670,00 |

SCHEDA FINANZIARIA Unità Operativa “CREA CI sede di Vercelli”

1. Descrizione del personale

| Categoria | | Unità | Costo mese/uomo | Costo totale |
|--|--|----------|-----------------|------------------|
| Tempo indeterminato (non ammissibile a contributo nel caso di Enti Pubblici) | Professori | | | |
| | Ricercatori | 2 | 4.374,80 | 17.499,20 |
| | Tecnici | | | |
| | Personale Ausiliario | | | |
| Tempo determinato e collaborazioni (se individuato) | Ricercatori | | | |
| | Tecnici | | | |
| | Amministrativi | | | |
| | Personale ausiliario | | | |
| | Borse di studio, dottorati, assegni di ricerca | 1 | 1.350,00 | 13.500,00 |
| | Collaborazioni coordinate e continuative | | | |
| | Prestazioni professionali occasionali | | | |
| | Manodopera agricola | | | |
| | Altro | | | |
| Totale | | 3 | 5.724,80 | 30.999,20 |

2. Costi e richiesta finanziamento U.O.

| Voci di costo | Costo | Spesa ammessa a contributo |
|--|------------------|-----------------------------------|
| Tempo indeterminato (non ammissibile a contributo nel caso di Enti Pubblici) | 17.499,00 | |
| Personale a tempo determinato | 13.500,00 | 13.500,00 |
| Missioni nazionali ed estere | 2.625,00 | 2.625,00 |
| Materiale di consumo (non inventariabile) | 11.300,00 | 11.300,00 |
| Consulenze e commesse esterne | | |
| Attrezzature (materiale inventariabile da descrivere nella tabella successiva) | | |
| Spese generali (non superiori al 10% del totale del progetto, escluse le voci attrezzature e materiali di consumo) | 1.612,00 | 1.612,00 |
| Coordinamento | | |
| Totale | 46.536,00 | 29.037,00 |

SCHEDA FINANZIARIA Unità Operativa “CREA CI sede di Bergamo”

1. Descrizione del personale

| Categoria | | Unità | Costo mese/uomo | Costo totale |
|--|--|-------|-----------------|--------------|
| Tempo indeterminato (non ammissibile a contributo nel caso di Enti Pubblici) | Professori | | | |
| | Ricercatori | 3 | 4.719,98 | 9.439,96 |
| | Tecnici | | | |
| | Personale Ausiliario | | | |
| Tempo determinato e collaborazioni (se individuato) | Ricercatori | | | |
| | Tecnici | | | |
| | Amministrativi | | | |
| | Personale ausiliario | | | |
| | Borse di studio, dottorati, assegni di ricerca | 1 | 1.350 | 8.100 |
| | Collaborazioni coordinate e continuative | | | |
| | Prestazioni professionali occasionali | | | |
| | Manodopera agricola | | | |
| | Altro | | | |
| Totale | | 4 | 6.069,98 | 17.539,96 |

2. Costi e richiesta finanziamento U.O.

| Voci di costo | Costo | Spesa ammessa a contributo |
|--|------------------|-----------------------------------|
| Tempo indeterminato (non ammissibile a contributo nel caso di Enti Pubblici) | 9.440,00 | |
| Personale a tempo determinato | 8.100,00 | 8.100,00 |
| Missioni nazionali ed estere | 2.250,00 | 2.250,00 |
| Materiale di consumo (non inventariabile) | 5.790,00 | 5.790,00 |
| Consulenze e commesse esterne | | |
| Attrezzature (materiale inventariabile da descrivere nella tabella successiva) | | |
| Spese generali (non superiori al 10% del totale del progetto, escluse le voci attrezzature e materiali di consumo) | 1.035,00 | 1.035,00 |
| Coordinamento | | |
| Totale | 26.615,00 | 17.175,00 |

SCHEDA FINANZIARIA Unità Operativa “CREA CI sede di Foggia”

1. Descrizione del personale

| Categoria | | Unità | Costo mese/uomo | Costo totale |
|--|--|----------|-----------------|------------------|
| Tempo indeterminato (non ammissibile a contributo nel caso di Enti Pubblici) | Professori | | | |
| | Ricercatori | 3 | 4.589,80 | 13.769,40 |
| | Tecnici | 1 | 3.191,70 | 4.787,50 |
| | Personale Ausiliario | | | |
| Tempo determinato e collaborazioni (se individuato) | Ricercatori | | | |
| | Tecnici | | | |
| | Amministrativi | | | |
| | Personale ausiliario | | | |
| | Borse di studio, dottorati, assegni di ricerca | 1 | 1.350,00 | 13.500,00 |
| | Collaborazioni coordinate e continuative | | | |
| | Prestazioni professionali occasionali | | | |
| | Manodopera agricola | | | |
| | Altro | | | |
| Totale | | 5 | 9.131,50 | 32.056,90 |

2. Costi e richiesta finanziamento U.O.

| Voci di costo | Costo | Spesa ammessa a contributo |
|--|------------------|-----------------------------------|
| Tempo indeterminato (non ammissibile a contributo nel caso di Enti Pubblici) | 18.557,00 | |
| Personale a tempo determinato | 13.500,00 | 13.500,00 |
| Missioni nazionali ed estere | 2.250,00 | 2.250,00 |
| Materiale di consumo (non inventariabile) | 6.850,00 | 6.850,00 |
| Consulenze e commesse esterne | | |
| Attrezzature (materiale inventariabile da descrivere nella tabella successiva) | | |
| Spese generali (non superiori al 10% del totale del progetto, escluse le voci attrezzature e materiali di consumo) | 1.575,00 | 1.575,00 |
| Coordinamento | | |
| Totale | 42.732,00 | 24.175,00 |

SCHEDA FINANZIARIA Unità Operativa “CREA GB sede di Fiorenzuola D’Arda (PC)”

1. Descrizione del personale

| Categoria | | Unità | Costo mese/uomo | Costo totale |
|--|--|--------------|------------------------|---------------------|
| Tempo indeterminato (non ammissibile a contributo nel caso di Enti Pubblici) | Professori | | | |
| | Ricercatori | 1 | 4.409,60 | 4.409,60 |
| | Tecnici | 1 | 5.031,00 | 5.031,00 |
| | Personale Ausiliario | | | |
| Tempo determinato e collaborazioni (se individuato) | Ricercatori | | | |
| | Tecnici | | | |
| | Amministrativi | | | |
| | Personale ausiliario | | | |
| | Borse di studio, dottorati, assegni di ricerca | | | |
| | Collaborazioni coordinate e continuative | | | |
| | Prestazioni professionali occasionali | | | |
| | Manodopera agricola | 1 | 1.500,00 | 3.000,00 |
| | Altro | | | |
| Totale | | 3 | 10.940,60 | 12.440,60 |

2. Costi e richiesta finanziamento U.O.

| Voci di costo | Costo | Spesa ammessa a contributo |
|--|------------------|----------------------------|
| Tempo indeterminato (non ammissibile a contributo nel caso di Enti Pubblici) | 9.441,00 | |
| Personale a tempo determinato | 3.000,00 | 3.000,00 |
| Missioni nazionali ed estere | 750,00 | 750,00 |
| Materiale di consumo (non inventariabile) | 7.600,00 | 7.600,00 |
| Consulenze e commesse esterne | | |
| Attrezzature (materiale inventariabile da descrivere nella tabella successiva) | | |
| Spese generali (non superiori al 10% del totale del progetto, escluse le voci attrezzature e materiali di consumo) | 375,00 | 375,00 |
| Coordinamento | | |
| Totale | 21.166,00 | 11.725,00 |

SCHEMA FINANZIARIA Unità Operativa “CREA CI”

3. Descrizione del personale

| Categoria | | Unità | Costo mese/uomo | Costo totale |
|--|--|-------|-----------------|--------------|
| Tempo indeterminato (non ammissibile a contributo nel caso di Enti Pubblici) | Professori | | | |
| | Ricercatori | 9 | 1.888,73 | 44.022,56 |
| | Tecnici | 2 | 2.824,35 | 7.244,50 |
| | Personale Ausiliario | | | |
| Tempo determinato e collaborazioni (se individuato) | Ricercatori | | | |
| | Tecnici | | | |
| | Amministrativi | | | |
| | Personale ausiliario | | | |
| | Borse di studio, dottorati, assegni di ricerca | 3 | 1.350,00 | 35.100,00 |
| | Collaborazioni coordinate e continuative | | | |
| | Prestazioni professionali occasionali | | | |
| | Manodopera agricola | | | |
| | Altro | | | |
| Totale | | 14 | 6.063,08 | 86.367,06 |

4. Costi e richiesta finanziamento U.O.

| Voci di costo | Costo | Spesa ammessa a contributo |
|--|-------------------|-----------------------------------|
| Tempo indeterminato (non ammissibile a contributo nel caso di Enti Pubblici) | 51.267,00 | |
| Personale a tempo determinato | 35.100,00 | 35.100,00 |
| Missioni nazionali ed estere | 7.825,00 | 7.825,00 |
| Materiale di consumo (non inventariabile) | 28.840,00 | 28.840,00 |
| Consulenze e commesse esterne | 0,00 | 0,00 |
| Attrezzature (materiale inventariabile da descrivere nella tabella successiva) | | |
| Spese generali (non superiori al 10% del totale del progetto, escluse le voci attrezzature e materiali di consumo) | 4.292,00 | 4.292,00 |
| Coordinamento | | |
| Totale | 127.324,00 | 76.057,00 |

SCHEMA FINANZIARIA Unità Operativa “CREA DC”

5. Descrizione del personale

| Categoria | | Unità | Costo mese/uomo | Costo totale |
|--|--|----------|------------------|------------------|
| Tempo indeterminato (non ammissibile a contributo nel caso di Enti Pubblici) | Professori | | | |
| | Ricercatori | 4 | 3.336,63 | 26.924,40 |
| | Tecnici | 1 | 3.674,00 | 3.674,00 |
| | Personale Ausiliario | 1 | 3.453,50 | 3.000,00 |
| Tempo determinato e collaborazioni (se individuato) | Ricercatori | | | |
| | Tecnici | | | |
| | Amministrativi | | | |
| | Personale ausiliario | | | |
| | Borse di studio, dottorati, assegni di ricerca | 2 | 1.350,00 | 23.500,00 |
| | Collaborazioni coordinate e continuative | | | |
| | Prestazioni professionali occasionali | | | |
| | Manodopera agricola | | | |
| | Altro | | | |
| Totale | | 8 | 11.814,13 | 57.098,40 |

6. Costi e richiesta finanziamento U.O.

| Voci di costo | Costo | Spesa ammessa a contributo |
|--|------------------|-----------------------------------|
| Tempo indeterminato (non ammissibile a contributo nel caso di Enti Pubblici) | 33.598,00 | 0,00 |
| Personale a tempo determinato | 23.500,00 | 23.500,00 |
| Missioni nazionali ed estere | 7.075,00 | 7.075,00 |
| Materiale di consumo (non inventariabile) | 17.700,00 | 17.700,00 |
| Consulenze e commesse esterne | 0,00 | 0,00 |
| Attrezzature (materiale inventariabile da descrivere nella tabella successiva) | | |
| Spese generali (non superiori al 10% del totale del progetto, escluse le voci attrezzature e materiali di consumo) | 3.057,00 | 3.057,00 |
| Coordinamento | | |
| Totale | 84.930,00 | 51.332,00 |

SCHEMA FINANZIARIA

1. Descrizione del personale per l'intero progetto

| Categoria | | Unità | Costo mese/uomo | Costo totale |
|---|--|-------|-----------------|--------------|
| Tempo indeterminato (non ammissibile a contributo nel caso di Enti Pubblici) | Professori | | | |
| | Ricercatori | 14 | 2.482,50 | 75.356,00 |
| | Tecnici | 4 | 3.588,40 | 15.949,00 |
| | Personale Ausiliario | 1 | 3.453,50 | 3.000,00 |
| Tempo determinato e collaborazioni (se individuato) | Ricercatori | | | |
| | Tecnici | | | |
| | Amministrativi | | | |
| | Personale ausiliario | | | |
| | Borse di studio, dottorati, assegni di ricerca | 5 | 1.350,00 | 58.600,00 |
| | Collaborazioni coordinate e continuative | | | |
| | Prestazioni professionali occasionali | | | |
| | Manodopera agricola | 1 | 1.500,00 | 3.000,00 |
| | Altro | | | |
| Totale | | 25 | 12.374,40 | 155.906,00 |

| | | |
|---|--|---|
| Timbro Istituzione  | Firma del Responsabile Amministrativo IL DIRETTORE prof. Nicola Pecchioni  | Firma del Responsabile Scientifico  |
|---|--|---|

2. Costi e richiesta finanziamento per l'intero progetto

| Voci di costo | Costo | Spesa ammessa a contributo |
|--|-------------------|----------------------------|
| Tempo indeterminato (non ammissibile a contributo nel caso di Enti Pubblici) | 94.306,00 | |
| Personale a tempo determinato e collaborazioni | 61.600,00 | 61.600,00 |
| Missioni nazionali ed estere | 15.650,00 | 15.650,00 |
| Materiale di consumo | 54.140,00 | 54.140,00 |
| Consulenze e commesse esterne | | |
| Attrezzature | | |
| Spese generali (non superiori al 10% del totale del progetto, escluse le voci attrezzature e materiali di consumo) | 7.724,00 | 7.724,00 |
| Coordinamento | | |
| Totale | 233.420,00 | 139.114,00 |

| Timbro Istituzione | Firma del Responsabile Amministrativo | Firma del Responsabile Scientifico |
|--|--|------------------------------------|
|  | <p>IL DIRETTORE prof. Nicola Pecchioni</p> <p><i>Nicola Pecchioni</i></p> | <p><i>Paolo De Vito</i></p> |

