



**VERBALE N.26 DEL COLLEGIO DEI DOCENTI DEL DOTTORATO DI RICERCA IN
SCIENZE DELLE PRODUZIONI VEGETALI E ANIMALI
RIUNIONE DEL 18.10.2024**

Il giorno **18.10.2024**, alle **ore 14.30**, viene aperta la riunione del Collegio dei Docenti del Corso di Dottorato di Ricerca in Scienze delle Produzioni Vegetali e Animali, convocata con mail del 07.10.2024, con i seguenti punti all'OdG:

(1) Comunicazioni

(2) Esame di ammissione dei Dottorandi di Ricerca del 39° ciclo che completano il primo anno di corso il 31.10.2024

(3) Varie ed eventuali

La riunione si svolge per via telematica tramite la piattaforma Google Meet (Link: <https://unitus.zoom.us/j/82568822368>).

Sono presenti: Prof. Giorgio Mariano BALESTRA, Prof.ssa Loredana BASIRICO', Prof. Umberto BERNABUCCI, Prof.ssa Roberta BERNINI, Prof.ssa Laura BERTINI, Prof. Raffaele CASA, Prof. Giuseppe COLLA, Prof. Mario CONTARINI, Prof. Valerio CRISTOFORI, Prof. Marco ESTI, Prof.ssa Katia LIBURDI, Prof. Roberto MANCINELLI, Prof.ssa Stefania MASCI, Prof. Angelo MAZZAGLIA, Prof. Maurizio MICHELI, Prof.ssa Maria Nicolina RIPA, Prof. Luca SANTI, Prof. Daniel Valentin SAVATIN, Prof. Francesco SESTILI, Prof. Cristian SILVESTRI, Prof. Andrea VITALI, Prof. Eduardo Gabriel VIRLA, Dott. Gianfranco DIRETTO, Dott. Alberto BATTISTELLI, Dott. Aldo CERIOTTI, Dott. Gianluca BURCHI.

Sono assenti giustificati: Prof.ssa Stefania ASTOLFI, Prof.ssa Mariateresa CARDARELLI, Prof.ssa Ljiljana KUZMANOVIC, Prof. Nicola LACETERA, Prof. Andrea MAZZUCATO, Prof. Rosario MULEO, Prof. Simone PRIORI, Prof. Francesco ROSSINI, Prof. Roberto RUGGERI, Prof. Stefano SPERANZA, Prof.ssa Anna Maria TIMPERIO, Dott.ssa Chiara VOLPI, Prof. Thierry GIARDINA, Dott. Eugenio BENVENUTO, Dott.ssa Anna Maria D'ONGHIA, Dott.ssa Chiara FRAZZOLI, Dott. Angelo SANTINO.

Constatato il numero legale, la riunione ha inizio. Svolge la funzione di Presidente la Prof.ssa Roberta BERNINI e di Segretario verbalizzante la Prof.ssa Katia LIBURDI.

(1) Comunicazioni

In riferimento alla Nota Rettorale N.18003 del 23.09.2024 con la quale il Senato Accademico ha deliberato di istituzionalizzare le attività di consultazione delle parti sociali mediante la costituzione di un apposito *Advisory Board* per ciascun Corso di Dottorato o per gruppo di Corsi di Dottorato affini, la Coordinatrice invita i componenti del Collegio dei Docenti a proporre entro qualche giorno i nominativi dei collaboratori *appartenenti al mondo del lavoro, della cultura e della ricerca* da candidare quali componenti dell'*Advisory Board* che svolgerà funzioni consultive sui vari aspetti del Corso di Dottorato (Nota del PQA, Prot.16013 del 23.08.2024).

(2) Esame di ammissione dei Dottorandi di Ricerca del 39° ciclo che completano il primo anno di corso il 31.10.2024

Come da calendario inoltrato, la Coordinatrice fa presente che in data odierna non sono stati convocati i Dottorandi Mattia ANIMOBONO e Gloria BERNABUCCI avendo iniziato il percorso triennale il 01.01.2024; per entrambi a breve sarà calendarizzata una sessione di esame a gennaio 2025.

La Coordinatrice comunica ai componenti del Collegio dei Docenti di aver ricevuto in modo puntuale le "Schede delle attività svolte" nel primo anno di corso da parte degli 11 Dottorandi del 39° ciclo convocati. Le Schede sono parte integrante del presente verbale. I Dottorandi Upanshi SHARMA e Leonardo PACE sono assenti giustificati, come da dichiarazione dei rispettivi tutor, essendo impegnati in congressi internazionali in qualità di relatori di presentazioni orali e poster. La Coordinatrice propone di valutare la loro ammissione al secondo anno prendendo visione delle "Schede delle attività svolte" e delle Relazioni scientifiche dettagliate inviate a tutto il Collegio dei Docenti, allegate al presente verbale. Il Collegio dei Docenti approva.



La Coordinatrice ammette i Dottorandi presenti all'aula virtuale e li invita a descrivere i risultati dell'attività di ricerca e formative svolte con una presentazione ppt, seguirà la discussione con il Collegio dei Docenti. Partecipano alle presentazioni i co-tutor esterni al Collegio dei Docenti: Prof.ssa Carla CARUSO, Prof.ssa Silvia PROIETTI, Prof. Riccardo PRIMI, Dott.ssa Annamaria BEVIVINO, Dott.ssa Luciana DE GREGORIO, Dott. Marcello DONINI, Dott. Salvatore ESPOSITO, Dott. Pasquale DE VITA, Dott. Stefano LO PRESTI. Al termine delle presentazioni, i Dottorandi e i co-tutor lasciano l'aula virtuale e il Collegio dei Docenti si riunisce per formulare i relativi giudizi di ammissione/non ammissione al secondo anno di corso.

Dottorandi con borsa di studio finanziate dal PNRR - DM 117/2023, 1.3.3 Innovativi

Ida COLELLA

Tematica del progetto di ricerca: "Integration of genomic and phenomic approaches to leverage germplasm banks for wheat improvement"

Tutor: Prof. Francesco SESTILI; *co-tutor:* Dott. Pasquale DE VITA

Sulla base dei risultati presentati e della "Scheda delle attività svolte", il Collegio dei Docenti valuta positivamente le attività di ricerca e formative svolte dalla Dottoranda Ida COLELLA e la ammette al secondo anno di corso

Luca MARRONE

Tematica del progetto di ricerca: "Development of algorithms for precision irrigation, fertilization and seeding in extensive crops, based on multi-and hyperspectral remote sensing and crop simulation models"

Tutor: Prof. Raffaele CASA; *co-tutor:* Dott. Stefano LO PRESTI

Sulla base dei risultati presentati e della "Scheda delle attività svolte", il Collegio dei Docenti valuta positivamente le attività di ricerca e formative svolte dal Dottorando Luca MARRONE e lo ammette al secondo anno di corso

Lorenzo NOLFI

Tematica del progetto di ricerca: "Assessment of Interactions among Climate Change, Biodiversity, and Food Security: Climate Change Mitigation through Utilization of Organic Fertilizers from Food Industry Residues within a Circular Bioeconomy Approach"

Tutor: Prof.ssa Roberta BERNINI; *co-tutor:* Dott.ssa Annamaria BEVIVINO; Dott.ssa Luciana DE GREGORIO

Sulla base dei risultati presentati e della "Scheda delle attività svolte", il Collegio dei Docenti valuta positivamente le attività di ricerca e formative svolte dal Dottorando Lorenzo NOLFI e lo ammette al secondo anno di corso

Dottorandi con borsa di studio finanziate dal PNRR - DM 118/2023 (1.4.1 Generici; 1.3.4 Transizioni Digitali e Ambientali)

Elisabetta BIZZARRI

Tematica del progetto di ricerca: "Study of the mechanisms underlying plant-microorganism interactions involved in tolerance to salt stress"

Tutor: Prof.ssa Carla CARUSO; *co-tutor:* Prof.ssa Laura BERTINI; Prof.ssa Silvia PROIETTI

Sulla base dei risultati presentati e della "Scheda delle attività svolte", il Collegio dei Docenti valuta positivamente le attività di ricerca e formative svolte dalla Dottoranda Elisabetta BIZZARRI e la ammette al secondo anno di corso

Pedro GIROTTI

Tematica del progetto di ricerca: "Studio di aspetti innovativi del monitoraggio di specie faunistiche di interesse gestionale"

Tutor: Prof. Umberto BERNABUCCI; *co-tutor:* Prof. Riccardo PRIMI.

Sulla base dei risultati presentati e della "Scheda delle attività svolte", il Collegio dei Docenti valuta positivamente le attività di ricerca e formative svolte dal Dottorando Pedro GIROTTI e lo ammette al secondo anno di corso

PERELLI Giorgia

Tematica del progetto di ricerca: "Production of extracts with practical applications from Mediterranean medicinal plants"

Tutor: Prof.ssa Roberta BERNINI; *co-tutor:* Dott.ssa Mariateresa CARDARELLI

Sulla base dei risultati presentati e della "Scheda delle attività svolte", il Collegio dei Docenti valuta positivamente le attività di ricerca e formative svolte dalla Dottoranda Giorgia PERELLI e la ammette al secondo anno di corso



Upanshi SHARMA

Tematica del progetto di ricerca: “Food Quality and Safety of Tomato and Other Species of Agronomic Interest in the Mediterranean Basin”

Tutor: Prof. Luca SANTI; co-tutor: Dott.ssa Olivia DEMURTAS, Dott. Gianfranco DIRETTO

Sulla base della dettagliata Relazione scientifica presentata e “Scheda delle attività svolte”, il Collegio dei Docenti valuta positivamente le attività di ricerca e formative svolte dalla Dottoranda Upanshi SHARMA e la ammette al secondo anno di corso

Dottorandi con borse di studio finanziate dall’Ateneo/DAFNE e/o da enti esterni

Marco COSTANTINI

Tematica del progetto di ricerca: “Plant-based production of antibodies and antigens for the development of next-generation vaccines and diagnostic assays to be used in the control and prevention of infectious reproductive diseases in livestock”

Tutor: Prof.ssa Roberta BERNINI; co-tutor: Dott. Marcello DONINI

Sulla base dei risultati presentati e della “Scheda delle attività svolte”, il Collegio dei Docenti valuta positivamente le attività di ricerca e formative svolte dal Dottorando Marco COSTANTINI e lo ammette al secondo anno di corso.

Matteo NAVA

Tematica del progetto di ricerca: “Omics approaches for the study of biosynthetic pathways of novel apocarotenoids in plant species”

Tutor: Prof. Luca SANTI; co-tutor: Dott. Gianfranco DIRETTO, Dott.ssa Olivia DE MURTAS.

Sulla base dei risultati presentati e della “Scheda delle attività svolte”, il Collegio dei Docenti valuta positivamente le attività di ricerca e formative svolte dal Dottorando Matteo NAVA e lo ammette al secondo anno di corso.

Leonardo PACE

Tematica del progetto di ricerca: “Tecniche innovative di mappatura e monitoraggio dei suoli in olivicoltura e sistemi arborei da frutto”

Tutor: Prof. Simone PRIORI; co-tutor: Prof. Valerio CRISTOFORI

Sulla base della dettagliata Relazione scientifica presentata e della “Scheda delle attività svolte”, il Collegio dei Docenti valuta positivamente le attività di ricerca e formative svolte dal Dottorando Leonardo PACE e lo ammette al secondo anno di corso

Drishti SARKAR

Tematica del progetto di ricerca: “Study on GHG emission released by ruminant system by using different models”

Tutor: Prof. Nicola LACETERA; co-tutor: Prof. Andrea VITALI

Sulla base dei risultati presentati e della “Scheda delle attività svolte”, il Collegio dei Docenti valuta positivamente le attività di ricerca e formative svolte dalla Dottoranda Drishti SARKAR e la ammette al secondo anno di corso.

(3) Varie ed eventuali

Nulla da discutere.

Il Collegio dei Docenti approva il verbale con i relativi allegati.

La riunione si conclude **alle ore 18.30.**

Il Segretario
Prof.ssa Katia LIBURDI

Il Presidente
Prof.ssa Roberta BERNINI



Dottorato di Ricerca in Scienze delle Produzioni Vegetali e Animali

PhD Programme in Plant and Animal Science

Codice del Corso di Dottorato/PhD code: DOT1335834

Coordinatore/Coordinator: Prof. Roberta BERNINI

Scheda delle attività svolte/Form activities carried out

Informazioni generali/General information

Ciclo/Cycle **XXXIX**

Dottorando/PhD student **Ida Colella**

Posizione/Position

Con borsa di studio/With scholarship

Senza borsa di studio/Without scholarship

Riservata a dipendenti di enti di ricerca/Reserved for research center employees

Dottorato industriale/Industrial PhD

Altra tipologia/Other typology

Tutor/Supervisor **Francesco Sestili**

Affiliazione/Affiliation **Università degli studi della Tuscia**

Co-tutor **Pasquale De Vita**

Affiliazione/Affiliation **CREA-CI sede di Foggia**

Attività di ricerca/Research activity

Sede prevalente dell'attività di ricerca/Main place of research **CREA-CI Foggia**

Breve descrizione dell'attività di ricerca/Short description of the research activity

(Max 5000 caratteri, inclusi gli spazi/Max 5000 characters, included spaces)

In questo primo anno di dottorato, la mia attività si è focalizzata principalmente sull'integrazione in un database online delle informazioni genotipiche di circa 2000 accessioni tetraploidi di frumento presenti nella banca del germoplasma della sede del CREA-CI di Foggia. Le diverse accessioni tetraploidi di *Triticum turgidum* ssp., che includono *dicoccoides*, *dicoccum*, *aethiopicum*, *polonicum*, *turanicum*, *turgidum*, *carthlicum*, *paleocolchium* and *durum*, sono state genotipizzate negli anni utilizzando diversi SNP arrays (15K, 20K, 25K, 90K e 660K). I dati di genotipizzazione sono stati raccolti, filtrati e caricati in un database online. Nasce così TetraOmix Wheat Database, una piattaforma web sviluppata in collaborazione con Sequentia, progettata non solo per gestire i dati SNP delle accessioni tetraploidi di *T. turgidum* ssp., ma anche per facilitare l'analisi e lo studio della diversità genetica presente nella seedbank. TetraOmix wheat database vorrà essere uno strumento di supporto sia per i breeder, per sviluppare strategie di miglioramento genetico di successo, sia per i ricercatori, per reperire informazioni utili inerenti alle loro attività di ricerca. Il punto forte del database è l'elevata dinamicità che permette di analizzare, direttamente online, la distanza genetica esistente tra un campione "sconosciuto" in input e i campioni genotipizzati presenti in banca dati per evitare casi di omonimia e sinonimia e per ricostruire il pedigree molecolare delle accessioni in esame. Inoltre, grazie all'analisi delle componenti principali (PCA), sarà possibile analizzare e studiare la diversità genetica esistente sia tra i campioni presenti in banca dati e sia tra le diverse specie tetraploidi di *Triticum* genotipizzate.



Il vantaggio di utilizzare questo database è anche quello di sfruttare la biodiversità disponibile per studiare alcune famiglie geniche che regolano lo sviluppo e l'adattabilità delle piante di frumento. In questo primo anno, la diversità genetica caratterizzante un panel di campioni presenti nella seedbank è stata studiata analizzando la variazione allelica del gene *Vrn-B1*, presente sul cromosoma 5B, fondamentale nella regolazione del tempo di fioritura e della vernalizzazione delle piante di frumento. Gli studi *in-silico* e con marcatori molecolari diagnostici sono stati condotti al fine di colmare la carenza d'informazioni esistente nella comunità scientifica circa la struttura del promotore e dell'introne1 del gene *Vrn-B1* tra frumenti tetraploidi ed esaploidi.

L'approccio *in-silico* ha previsto l'analisi di 14 genomi di *Triticum spp.* utilizzando il tool online BLASTp e la sequenza del gene *Vrn-B1* come esca. Le sequenze genomiche di DNA sono state allineate utilizzando ClustalW per discriminare e attribuire le varianti alleliche presenti nei genomi selezionati. La successiva analisi di sintenia ha rivelato che due genotipi, Sy Mattis e Arinarlfor, sono portatori del gene *Vrn-B1* sul cromosoma 7B invece che sul 5B. Questo risultato evidenzia fenomeni di riarrangiamento cromosomico, i quali potrebbero avere un impatto significativo sul fenotipo dei genotipi analizzati e contribuire a una migliore comprensione della storia evolutiva di questo gene. Su un panel di 200 genotipi di *T. turgidum ssp.*, lo screening con i già noti marcatori molecolari discriminanti le cinque varianti alleliche dominanti caratterizzanti il gene *Vrn-B1* (*Vrn-B1a*, *Vrn-B1b*, *Vrn-B1c*, *Vrn-B1d*, *Vrn-B1f*) e l'allele recessivo *vrn-B1*, ha sottolineato l'elevata frequenza dell'allele *vrn-B1* recessivo (98,2%) mentre una minore frequenza degli alleli dominanti *Vrn-B1a* (0.5%) e *Vrn-B1f* (1%). È doveroso sottolineare che l'allele dominante *Vrn-B1f* è stato, in questo caso, identificato per la prima volta in due genotipi di *T. turgidum ssp. durum* e in un genotipo di *T. turgidum ssp. dicoccum*. Tale allele riduce di circa 30 giorni il tempo di fioritura delle piante di frumento rispetto all'allele *Vrn-B1a* dominante (90 giorni), aprendo nuovi scenari nella scelta varietale per sviluppare programmi di miglioramento genetico di successo.

Pubblicazioni scientifiche/Scientific publications (Indicare tutte le informazioni bibliografiche dei lavori pubblicati e sottomessi/Indicate all references of published and submitted papers)			
Comunicazioni a congressi/Conferences communications (Specificare se comunicazioni poster o comunicazioni orali/Specify if poster or oral communications)		n. 2 Poster al LXVII Congresso Annuale SIGA 6.54 A dynamic online platform to manage and store <i>Triticum</i> germplasm. 2.61 <i>Vrn-B1</i> variability in <i>Triticum spp.</i> revealed by in-silico approach and molecular markers.	
Brevetti/Patents (Specificare/Specify)			
Altre tipologie di pubblicazioni/Other publications (Specificare/Specify)			
Attività formative/Training activities (Elencare tutte le principali attività svolte e, per ciascuna di esse, indicare i dati richiesti/List the main activities and for each specify of them the data)			
Frequenza di corsi/Partecipation in courses	"Corso di genomica: tecnologie avanzate. FISV"	online	26-27/01/2024
	"New Genomic Techniques: CRISPR/Cas9 in tomato and wheat. SIGA"	Roma	Dal 2/07/2024 al 5/07/2024





	"Metodologie avanzate applicate ai processi di trasformazione alimentare"	Unitus	10-12/06/2024
	"Meccanismi di difesa delle piante"	Unitus	8-9-15-16/06/2024
	"Sostanze Organiche Naturali di Interesse Applicativo"	Unitus	8-22/04/2024
	"Genetics and physiology of yield of relevant crop species and climate changes"	Unitus	22-24/04/2024
	"Practical aspects of measurements and statistical data analysis"	Unitus	27-28-30-31/05/2024
Partecipazione a seminari/ Participation in seminars			
Partecipazione a convegni, workshop, scuole/Participation in workshop, schools	LXVII Congresso Annuale SIGA	Bologna	Dal 10/09/2024 al 13/09/2024
Stage in Italia e/o all'estero/Internship in Italy and/or abroad (Indicare la località e descrivere brevemente il tipo di attività svolta/Indicate the location and describe briefly the activity carried out)			
Altre attività formative/Further educational activities (Indicare la località e descrivere brevemente il tipo di attività svolta/Indicate the location and describe briefly the activity carried out)			
Attività di didattica integrativa/Teaching activity (Elencare tutte le attività svolte e, per ognuna, indicare i dati richiesti/List all activities and specify for each of them the data)			
Attività di tutoraggio e didattico-integrative/ Tutorship activities	Titolo/Title	Località/Location	Data/Date
Seminari in corsi di laurea/Seminars in master degrees (Indicare il titolo, la località, la data/Specify the title, the location and the date)			



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DELLA
TUSCIA

DIPARTIMENTO
DI SCIENZE AGRARIE
E FORESTALI

Data/Date 17/10/2024			
Firma Dottorando/Signature PhD student			
Firma Tutor/Signature Supervisor			



Dottorato di Ricerca in Scienze delle Produzioni Vegetali e Animali
PhD Programme in Plant and Animal Science
Codice del Corso di Dottorato/PhD code: DOT1335834
Coordinatore/Coordinator: Prof. Roberta BERNINI

Scheda delle attività svolte/Form activities carried out

Informazioni generali/General information

Ciclo/Cycle **XXIX**

Dottorando/PhD student **Luca Marrone**

Posizione/Position

Con borsa di studio/With scholarship

Senza borsa di studio/Without scholarship

Riservata a dipendenti di enti di ricerca/Reserved for research center employees

Dottorato industriale/Industrial PhD

Altra tipologia/Other typology

Tutor/Supervisor

Prof. Raffaele Casa

Affiliazione/Affiliation

Università degli Studi della Tuscia

Co-tutor

Stefano Lo Presti

Affiliazione/Affiliation

Centrale Valutativa S.r.l.

Attività di ricerca/Research activity

Sede prevalente dell'attività di ricerca/Main place of research **Università degli Studi della Tuscia**

Breve descrizione dell'attività di ricerca/Short description of the research activity
(Max 5000 caratteri, inclusi gli spazi/Max 5000 characters, included spaces)

Il progetto proposto mira a sviluppare metodi e algoritmi per il monitoraggio e la mappatura delle proprietà del suolo e delle colture erbacee di pieno campo, grazie all'utilizzo di dati telerilevati da satelliti iperspettrali e multispettrali, per poter sviluppare strategie innovative di gestione di precisione, al fine di valutare i benefici delle pratiche di gestione di precisione sito-specifiche di semina, fertilizzazione ed irrigazione, rispetto alla gestione agronomica convenzionale.

La variabilità spaziale del suolo è stata valutata attraverso dei campionamenti di suolo in terreni della Piana Reatina e di Maccarese (Roma) e Jolanda di Savoia (FE), ed analisi spettrometriche condotte tramite uno spettrofotometro ASD Fieldspec (VIS-NIR 350–2500 nm). Per la valutazione della stima dell'umidità del suolo da satellite, sono stati installati, nella piana Reatina, sensori in cinque gruppi da cinque sensori ciascuno, per ottenere una media rappresentativa dell'umidità per aree pari alla dimensione dei pixel (30x30m) dei satelliti PRISMA e EnMap.

Nella prima fase di ricerca abbiamo valutato la piattaforma Tethys, sviluppata dall'azienda Centrale Valutativa S.r.l, e in particolare l'attendibilità della stima di biomassa epigea. Per effettuare la valutazione sono state posizionate all'interno della Piana Reatina dieci Elementary Sampling Units (ESU) di dimensioni 30m x 30m, su coltivazione di frumento tenero. Per ogni ESU sono stati raccolti diverse tipologie di dati, stimato l'indice LAI



(LAI2200), misurato il contenuto di clorofilla fogliare (Dualix) ed effettuato il prelievo della biomassa epigea. In corrispondenza dei campionamenti sono state scaricate le mappe di biomassa generate da Tethys, ed è stata effettuata un'estrazione media ponderata dei pixel ricadenti all'interno dell'ESU. Confrontando il dato stimato con il dato misurato di ogni ESU per le 8 campagne di misurazione, si è evidenziata un'ottima capacità di stima della biomassa epigea da parte di Tethys.

Un aspetto chiave dell'agricoltura di precisione è la capacità di individuare la variabilità spaziale e temporale all'interno di un campo per effettuare delle zonizzazioni e una successiva gestione sito-specifica. La mancanza di strati informativi come le mappe della resa suggerisce l'uso, in alternativa, di immagini satellitari e indici per il monitoraggio delle colture utilizzando i prodotti Copernicus Land Monitoring Service. Sono stati quindi valutati i prodotti High-Resolution Vegetation Phenology and Productivity (HR-VPP) e le mappe di biomassa stimata da Tethys DSS. Dall'analisi multi-temporale (2017-2022) dei prodotti HR-VPP, Seasonal Productivity (SPROD) e Total Productivity (TPROD), è stato possibile realizzare una zonizzazione e successivamente applicare una concimazione azotata a rateo variabile, nella piana Reatina. Le aziende coinvolte non disponevano di spandiconcime di precisione, pertanto è stata adottata una gestione sito-specifica Management Uniform Zone, che è consistita nel suddividere gli appezzamenti in sotto-aree omogenee andando ad indentificare aree ad alta produttività, a bassa produttività e zone instabili, sulla base della deviazione standard e media. Dopo aver identificato le zone a diversa produttività, è stata effettuata la prima concimazione azotata, su frumento tenero, con apporti incrementati del 25% nelle zone ad alta produttività e ridotti del 25% in quelle a bassa produttività, rispetto alla dose standard distribuita dall'agricoltore nelle zone instabile. Per la seconda concimazione è stato possibile sfruttare le mappe di biomassa del DSS Tethys per valutare la distribuzione spaziale, così da riclassificare le zone instabili in zone ad alta o bassa produttività.

In due aziende agricole è stata testato l'algoritmo di Holland e Schepers (2010) per effettuare la seconda concimazione azotata su un appezzamento con estensione di 8.96 ha, coltivato a frumento tenero presso l'azienda Pietro Tolasi situata a Corte Zera (Verona) e su un appezzamento coltivato a mais da insilato di 21 ha, presso l'azienda Maccaresse S.r.l. (Fiumicino, Roma). L'algoritmo di Holland e Schepers si basa sul calcolo dell'indice di sufficienza (SI), che indica il livello di nutrizione della coltura, ed il calcolo della dose di azoto da apportare (Napp). In entrambi i casi gli appezzamenti sono stati suddivisi in diverse zone in modo da poter applicare sia il metodo di Holland e Schepers sia il metodo di zonizzazione normalmente in uso nell'azienda, al fine di valutare e confrontare i due metodi.

Publicazioni scientifiche/Scientific publications
(Indicare tutte le informazioni bibliografiche dei lavori pubblicati e sottomessi/Indicate all references of published and submitted papers)

Comunicazioni a congressi/Conferences communications
(Specificare se comunicazioni poster o comunicazioni orali/Specify if poster or oral communications)

- Spatial relationships between satellite-derived Copernicus HR-VPP crop seasonal productivity maps and ground yield maps in wheat and maize in support of precision management strategies. Proceedings of the 53rd Conference of the Italian Society of Agronomy, Matera, Italy, 11-13 September 2024. **L. Marrone**, F. Carucci, R. Fazioli, D. Tahani, D. Cau, R. Casa **(Poster)**.
- Impact of Using Different Remotely Sensed Variables on Wheat Grain



Yield and Nitrogen estimation with the DSSAT-CERES-Wheat Model in a data assimilation scenario. Fazioli, R., Carucci F., Marrone, L., Tahani, D., Casa, R. (2024). Proceedings of the 53rd Conference of the Italian Society of Agronomy, Matera, Italy, 11-13 September 2024 **(Oral Presentation)**.

- Agricultural soil properties mapping from PRISMA and EnMap data: exploiting multitemporal bare soil approaches - Proceedings of EARSel Valencia 2024 - F. Rossi, **L. Marrone**, K. Misbah, S. Mirzaei, A. Tricomi, R. Casa, G. Laneve, S. Pignatti **(Poster)**.
- Leveraging domain adaptation techniques in hybrid approaches for vegetation property retrieval from hyperspectral data - Proceedings of Dragon 5 final results and Dragon 6 kick-off symposium - Lisbon, Portugal 24-28 June 2024 - F. Rossi, G. Laneve, S. Pignatti, W. Huang, R. Casa, Y. Dong, H. Yang, Z. Li, L. Liu, A. Ferrari, Q. Jiao, B. Zang, **L. Marrone (Poster)**.
- Agricultural topsoil properties retrieval from EnMAP data: preliminary results from the Jolanda di Savoia test site (IT) - Proceedings of 1st EnMAP User Workshop - F. Rossi, **L. Marrone**, K- Misbah, S. Mirzaei, A. Tricomi, R. Casa, S. Pignatti, G. Laneve **(Poster)**.
- Topsoil parameters retrieval by using PRISMA and HYTER 2023 campaign: preliminary results on the Jolanda di Savoia test site (Italy) - Proceedings of 2024 SBG Science & Application Technical Interchange meeting, Washington DC May 29-31 2024 - F. Rossi, R. Casa, S. Hook, G. Laneve, L. Marrone, K. Misbah, S. Mirzaei, A. Tricomi, S. Pascucci, S. Venafra, S. Pignatti **(Poster)**.
- Potential of hyperspectral satellite biophysical variables in a crop model



	assimilation scenario - Proceedings of ECPA 2025 Barcelona Fazioli, R., Carucci, F., Marrone, L. , Casa, R. (accepted as oral presentation)		
Brevetti/Patents (Specificare/Specify)			
Altre tipologie di pubblicazioni/Other publications (Specificare/Specify)			
Attività formative/Training activities (Elencare tutte le principali attività svolte e, per ciascuna di esse, indicare i dati richiesti/List the main activities and for each specify of them the data)			
	Titolo/Title	Località/Location	Data/Date
Frequenza di corsi/Partecipation in courses	<ul style="list-style-type: none">• Europrogettazione• Sostanze Organiche Naturali di Interesse Applicativo• Genetics and physiology oh yield of relevant crop species and climate changes• Practical aspects of measurements and statistical data analysis• Meccanismi di difesa delle piante• Metodologie avanzate applicate ai processi di trasformazione alimentare	UNITUS	A.A.2023/2024
Frequenza di corsi/Partecipation in courses	Large Scale Applications of Machine Learning using Remote Sensing for Building Agriculture Solutions	Online (NASA's Applied Remote Sensing Training)	05, 12 & 19 March 2024
Partecipazione a seminari/ Partecipation in seminars	Point-of-care tools for plant pathogens detection	UNITUS	16/02/2024



Partecipazione a seminari/ Participation in seminars	The Smart-Breed project: Innovative molecular technologies for the adaptation of vegetable species to climate change through precision breeding	UNITUS	23/02/2024
Partecipazione a seminari/ Participation in seminars	The role of metabolomics and exposomics in food safety, food quality, and human health: promises and pitfalls	UNITUS	01/03/2024
Partecipazione a seminari/ Participation in seminars	The design, construction, and care of urban green areas	UNITUS	08/03/2024
Partecipazione a seminari/ Participation in seminars	Precision agriculture and site-specific N fertilization management for sustainability	UNITUS	15/03/2024
Partecipazione a seminari/ Participation in seminars	Livestock systems under the climate change scenario	UNITUS	22/03/2024
Partecipazione a seminari/ Participation in seminars	LCA and ecolabelling: a guide to environmental certification in the agro- livestock sector	UNITUS	29/03/2024
Partecipazione a seminari/ Participation in seminars	Insight the olive fruit from enzymatic activities to chemical-physical properties of extra virgin olive oil	UNITUS	03/04/2024
Partecipazione a seminari/ Participation in seminars	Current rules on GMOs: why should genome-edited plants be regulated?	UNITUS	12/04/2024
Partecipazione a seminari/ Participation in seminars	Digital transition of farms: an analysis of the economic convenience to adopt innovative technologies	UNITUS	19/04/2024



Partecipazione a seminari/ Participation in seminars	Approaches of “systems biology” applied to functional genomics of plants	UNITUS	24/04/2024
Partecipazione a seminari/ Participation in seminars	Unlocking the secrets of agricultural crops using -omics approach to understand the genotype-phenotype connection in the era of climate change	UNITUS	30/04/2024
Partecipazione a convegni, workshop, scuole/Participation in workshop, schools	53° Convegno della Società Italiana di Agronomia	Matera	11/09 – 13/09/2024
Stage in Italia e/o all'estero/Internship in Italy and/or abroad (Indicare la località e descrivere brevemente il tipo di attività svolta/Indicate the location and describe briefly the activity carried out)			
Altre attività formative/Further educational activities (Indicare la località e descrivere brevemente il tipo di attività svolta/Indicate the location and describe briefly the activity carried out)			
Attività di didattica integrativa/Teaching activity (Elencare tutte le attività svolte e, per ognuna, indicare i dati richiesti/List all activities and specify for each of them the data)			
Attività di tutoraggio e didattico-integrative/Tutorship activities	Metodologie di sviluppo di mappe di prescrizione per la concimazione azotata di precisione del frumento	Tesi magistrale (LM-69)	A.A 2023/2024
Attività di tutoraggio e didattico-integrative/Tutorship activities	Valutazione dell'utilizzo dei satelliti Sentinel-2 e PRISMA per il monitoraggio di variabili agronomiche delle colture	Tesi magistrale (LM-69)	A.A 2022/2023
Data/Date 17/10/2024			



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DELLA
TUSCIA

DIPARTIMENTO
DI SCIENZE AGRARIE
E FORESTALI

Firma Dottorando/Signature PhD student

Maria Novarese

Firma Tutor/Signature Supervisor

Prof. P. P. P.



Dottorato di Ricerca in Scienze delle Produzioni Vegetali e Animali
PhD Programme in Plant and Animal Science
Codice del Corso di Dottorato/PhD code: DOT1335834
Coordinatore/Coordinator: Prof. Roberta BERNINI

Scheda delle attività svolte/Form activities carried out

Informazioni generali/General information

Ciclo/Cycle
XXXIX

Dottorando/PhD student
Lorenzo Nolfi

Posizione/Position
 Con borsa di studio/With scholarship
 Senza borsa di studio/Without scholarship
 Riservata a dipendenti di enti di ricerca/Reserved for research center employees
 Dottorato industriale/Industrial PhD
 Altra tipologia/Other typology

Tutor/Supervisor
Prof. Roberta Benini/Dr. Annamaria Bevivino

Affiliazione/Affiliation
Dipartimento di DAFNE - Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali, Università degli Studi della TUSCIA/
Dipartimento Sostenibilità, circolarità e adattamento al cambiamento climatico dei Sistemi Produttivi e
Territoriali Divisione Sistemi Agroalimentari Sostenibili, ENEA (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile), Roma (Italia)

Co-tutor
Dr. Luciana Di Gregorio
Affiliazione/Affiliation
Dipartimento Sostenibilità, circolarità e adattamento al cambiamento climatico dei Sistemi Produttivi e
Territoriali Divisione Sistemi Agroalimentari Sostenibili, ENEA (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile), Roma (Italia)

Attività di ricerca/Research activity

Sede prevalente dell'attività di ricerca/ Main place of research
ENEA (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile), Roma (Italia)

Breve descrizione dell'attività di ricerca/Short description of the research activity
The research activity focuses on the investigation of relationship between climate change, biodiversity, and food security and mitigation of climate change using organic fertilizers from food industry waste according to a circular bioeconomy approach. On one hand, it involves analysing and aligning data related to climate change (CC), biodiversity (BD), and food security (FS) with EU policies. On the other hand, it employs organic fertilizers derived from food industry residues within a circular bioeconomy framework. This approach aims to reduce waste, promote the reuse of by-products, and minimize the environmental impact of production activities.
In the first year of the Ph.D. program, the research will focus on connecting data with the CAP (Common Agricultural Policy), Green Deal, and other key European policies related to CC, BD, and FS, identifying the most suitable knowledge synthesis method(s) to best link data and knowledge with policy needs and predicted outcomes. By examining the most important European policy documents on climate change, biodiversity, and food security, the research aims to highlight the essential elements of regulations, directives, legislative proposals,



and communications. It analyses the gaps and connections with data to provide tools for improvement towards a sustainable transition resilient to climate change and biodiversity loss. Furthermore, with the aim to apply circular bioeconomy approaches to improve soil health across Europe, the research aims at mapping food processing residues at Italian level. This will serve as a foundation for understanding the current state of food processing residues, including production, recycling, and reuse technologies and practices, to establish a baseline scenario for future recycling potential. By-products of the food industry are valuable raw material, containing ingredients like nutrients, minerals, and trace elements. Impure fractions often end up as fertilisers. Selected residue streams could be used as soil improvers as organic matter rich soil amendments (e.g., digestate after anaerobic digestion), with their characterization being carried out in accordance with standard procedures and considering international certifications. The research activity will be focused on molecular analysis of raw waste and end products of different (soil improvers) to evaluate the ability of environmental technologies to inactivate relevant biological hazards through analysis and monitoring in raw wastes and end products (soil improvers) of intrinsic indicator microorganisms. Due to the difference in matrix composition (different soil improvers/raw wastes), the DNA extraction will be tested and optimized, to have a reliable yield in terms of quantity and quality of DNA extracted. These preliminary activities will permit to define some Standard Operational Procedures (SOPs) to extract microbial DNA from these matrices. In the second year, the research will focus on metagenomic shotgun sequencing and bioinformatic analysis of representative samples of wastes and end products to determine the occurrence of some hazards, i.e., the presence of microbial pathogens (intrinsic indicators) and antibiotic resistance genes that could be spread into the soil. Also, phytotoxicity bioassays (seed germination tests) will be performed to evaluate environmental risks and potential toxicity of soil improvers before they are applied to agricultural soils. In the third year of the PhD program, the research will evaluate the stability and biosafety of the soil improvers by the analysis of the products following soil incubations in mesocosms under different conditions of temperature and moisture to define the correct method to maintain stabilised formulations. The identification of driving factors governing soil health will permit to determine a set of standardised effective soil indicators, adaptable to different soils and environments.

Pubblicazioni scientifiche/Scientific publications (Indicare tutte le informazioni bibliografiche dei lavori pubblicati e sottomessi/Indicate all references of published and submitted papers)	Culturomics- and metagenomics-based insights into the soil microbiome preservation and application for sustainable agriculture Elisa Clagnan, Manuela Costanzo, Andrea Visca, Luciana Di Gregorio, Silvia Tabacchioni, Eleonora Colantoni, Filippo Sevi, Federico Sbarra, Arianna Bindo , Lorenzo Nolfi , Rosaria Alessandra Magarelli, Mario Trupo, Alfredo Ambrico, Annamaria Bevivino Accepted: <i>Frontiers</i> Microbial bioindicators for monitoring the impact of emerging contaminants on soil health in the European framework Andrea Visca, Luciana Di Gregorio, Manuela Costanzo, Elisa Clagnan, Lorenzo Nolfi , Annamaria Bevivino Under review: <i>Applied Soil Ecology</i>
Comunicazioni a congressi/Conferences communications (Specificare se comunicazioni poster o comunicazioni orali/Specify if poster or oral communications)	Poster “The role of microbiological indicators for soil quality and health: A perspective for sustainable development and land management” Presso “Cortona Prokaryotes 2024” Lorenzo Nolfi [†] , Arianna Bindo [†] , Luciana Di Gregorio, Manuela Costanzo, Ioannis



	<p>Manikas, Ansa Palojärvi and Annamaria Bevivino Presentazione orale “The Role of Soil Microbiological Indicators in Enhancing Agricultural Sustainability and Climate Resilience” Presso “<i>Reorienting Agri-Food Chains to Hinder Climate Change and Food Security Threats</i>”, presso l'Istituto Agronomico Mediterraneo di Chania, CIHEAM MAI. Chania, Grecia <u>Lorenzo Nolfi</u>, Luciana Di Gregorio, Manuela Costanzo, Arianna Bindo, Ansa Palojärvi, Ioannis Manikas, and Annamaria Bevivino Co-autore “Soil Health and Agri-Food System Sustainability from a microbiology perspective: A Data-Driven Approach for Agricultural Policy and Practice” presso ECCO XLII Meeting “Microbe & Microbiome Management for a Better Planet” <u>Lorenzo Nolfi</u>[†], Arianna Bindo[†], Luciana Di Gregorio, Manuela Costanzo, Roberta Bernini, Giovanna Cristina Varese, Silvia Tabacchioni, Ansa Palojärvi, Ioannis Manikas and <u>Annamaria Bevivino</u></p>		
Brevetti/Patents (Specificare/Specify)			
Altre tipologie di pubblicazioni/Other publications (Specificare/Specify)			
Attività formative/Training activities (Elencare tutte le principali attività svolte e, per ciascuna di esse, indicare i dati richiesti/List the main activities and for each specify of them the data)			
	Titolo/Title	Località/Location	Data/Date
Frequenza di corsi/Partecipation in courses	<ol style="list-style-type: none">1. “EU project design and management” Dott. Massimo Romanelli2. “Genetics and physiology of field of relevant crop species and climate changes” Prof.ssa Ljiljana Kuzmanović3. “Sostanze organiche naturali di interesse applicativo” Dott. Andrea Fochetti	<ol style="list-style-type: none">1. DAFNE (Unitus)2. DAFNE (Unitus)3. DAFNE (Unitus)	<ol style="list-style-type: none">1. 16 aprile 2024 – 20 maggio 20242. 22 aprile 2024 – 24 aprile 20243. 8 aprile 2024- 19 aprile 2024



	4. "Meccanismi di difesa delle piante" Prof.ssa Carla Caruso 5. "Practical aspects of measurements and statistical data analysis" Prof. Luca Rossini	4. DAFNE (Unitus) 5. DANFE (Unitus)	4. 8 maggio 2024- 16 maggio 2024 5. 27 maggio 2024- 20 maggio 2024
--	---	--	---



Partecipazione a seminari/ Participation in seminars	1. "Point-of-care tools for plant pathogens detection" Dott.ssa Sara Francesconi	DAFNE (Unitus)	1. 16 febbraio 2024
	2. "The Smart-Breed project: Innovative molecular technologies for the adaptation of vegetable species to climate change through precision breeding" Dott.ssa Giovanna Frugis	DAFNE (Unitus)	2. 23 febbraio 2024
	3. "The role of metabolomics and exposomics in food safety, food quality, and human health: promises and pitfalls" Dott. Luca Narduzzi	DAFNE (Unitus)	3. 1 marzo 2024
	4. "The design, construction, and care of urban green areas" Dott. Gianluca Burchi	DAFNE (Unitus)	4. 8 marzo 2024
	5. "Precision agriculture and site-specific N fertilization management for sustainability" Dott.ssa Federica Carucci	DAFNE (Unitus)	5. 15 marzo 2024
	6. "Livestock systems under the climate change scenario" Dott. Andrea Vitali	DAFNE (Unitus)	6. 22 marzo 2024
	7. "LCA and ecolabelling: a guide to environmental certification in the agro-livestock sector" Dott. Giampiero Grossi	DAFNE (Unitus)	7. 29 marzo 2024
	8. "Insight the olive fruit from enzymatic activities to chemical-physical properties of extra virgin olive oil" Dott.ssa Katia Liburdi	DAFNE (Unitus)	8. 3 aprile 2024
	9. "Current rules on GMOs: why should genome-edited plants be regulated?" Dott. Cristian Silvestri	DAFNE (Unitus)	9. 12 aprile 2024
	10. "Digital transition of farms: an analysis of the economic convenience to adopt innovative	DAFNE (Unitus)	10. 19 aprile 2024




	technologies” Dott. Davide Dell'Unto 11. “Approaches of “systems biology” applied to functional genomics of plants” Dott.ssa Giovanna Frugis 12. “Unlocking the secrets of agricultural crops using -omics approach to understand the genotype-phenotype connection in the era of climate change” Dott. Salvatore Esposito	DAFNE (Unitus) DAFNE (Unitus)	11. 24 aprile 2024 12. 30 aprile 2024
Partecipazione a convegni, workshop, scuole/Participation in workshop, schools	<ol style="list-style-type: none">1. Taxonomic Approaches for Identification of Prokaryotes2. Isolation, Cultivation, Preservation and Characterization of Bacteria, Fungi, Viruses	<ol style="list-style-type: none">1. Project SUS-MIRRI.it UNIVR2. Project SUS-MIRRI.it ENEA	<ol style="list-style-type: none">1. 19 Aprile 20242. 27-28 novembre 2023
Stage in Italia e/o all'estero/Internship in Italy and/or abroad (Indicare la località e descrivere brevemente il tipo di attività svolta/Indicate the location and describe briefly the activity carried out)			
Altre attività formative/Further educational activities (Indicare la località e descrivere brevemente il tipo di attività svolta/Indicate the location and describe briefly the activity carried out)			
Attività di didattica integrativa/Teaching activity (Elencare tutte le attività svolte e, per ognuna, indicare i dati richiesti/List all activities and specify for each of them the data)			
Attività di tutoraggio e didattico-integrative/Tutorship activities	Titolo/Title	Località/Location	Data/Date



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DELLA
TUSCIA

DIPARTIMENTO
DI SCIENZE AGRARIE
E FORESTALI

Seminari in corsi di laurea/Seminars in master degrees (Indicare il titolo, la località, la data/Specify the title, the location and the date)			
Data/Date	17/10/2024		
Firma Dottorando/Signature PhD student			
Firma Tutor/Signature Supervisor			



<p style="text-align: center;">Dottorato di Ricerca in Scienze delle Produzioni Vegetali e Animali PhD Programme in Plant and Animal Science Codice del Corso di Dottorato/PhD code: DOT1335834 Coordinatore/Coordinator: Prof. Roberta BERNINI</p>
<p style="text-align: center;">Scheda delle attività svolte/Form activities carried out</p>
<p>Informazioni generali/General information</p>
<p>Ciclo/Cycle XXXIX Ciclo</p>
<p>Dottorando/PhD student Elisabetta Bizzarri</p>
<p>Posizione/Position <input checked="" type="checkbox"/> Con borsa di studio/With scholarship <input type="checkbox"/> Senza borsa di studio/Without scholarship <input type="checkbox"/> Riservata a dipendenti di enti di ricerca/Reserved for research center employees <input type="checkbox"/> Dottorato industriale/Industrial PhD <input type="checkbox"/> Altra tipologia/Other typology</p>
<p>Tutor/Supervisor Prof.ssa Carla Caruso Affiliazione/Affiliation Dipartimento di Scienze Ecologiche e Biologiche (DEB)</p>
<p>Co-tutor Dott.ssa Laura Bertini, Dott.ssa Silvia Proietti Affiliazione/Affiliation Dipartimento di Scienze Ecologiche e Biologiche (DEB)</p>
<p>Attività di ricerca/Research activity</p>
<p>Sede prevalente dell'attività di ricerca/Main place of research Laboratorio di Biochimica e Biologia Molecolare Vegetale, Dipartimento di Scienze Ecologiche e Biologiche (DEB)</p>
<p>Breve descrizione dell'attività di ricerca/Short description of the research activity (Max 5000 caratteri, inclusi gli spazi/Max 5000 characters, included spaces) In natura, le piante sono esposte a diversi microrganismi con i quali interagiscono in modo complesso. Mentre i patogeni microbici hanno un effetto dannoso sulla salute delle piante, molti microbi e comunità microbiche possono avere effetti benefici sul loro ospite vegetale. Tali effetti benefici comprendono una maggiore resa e crescita delle colture, una maggiore efficienza fotosintetica, un maggiore assorbimento di nutrienti e acqua e una maggiore resistenza agli stress (a)biotici. Lo scopo principale di questo progetto è quello di condurre un'analisi approfondita delle interazioni tra piante e microrganismi per comprendere il ruolo dei microrganismi nella fitness e nella difesa contro gli stress abiotici nelle piante di pomodoro (<i>Solanum lycopersicum</i> L.). Gli obiettivi (O) più importanti da raggiungere sono: - O1. Identificazione di nuovi microbi benefici (BM) per la resistenza e/o la resilienza delle piante a condizioni di stress. - O2. Svelare le vie di trasduzione del segnale coinvolte nell'interazione delle piante di pomodoro con il BM in condizioni di stress abiotico. - O3. Identificazione delle proteine coinvolte nell'interazione tra BM e piante di pomodoro in condizioni di stress abiotico. Poiché gli stress abiotici sono devastanti per molte specie di interesse agricolo, tra cui il pomodoro, i risultati ottenuti potranno essere utili per ridurre i danni causati dagli stress ambientali e migliorare le pratiche agricole.</p>



Pubblicazioni scientifiche/Scientific publications (Indicare tutte le informazioni bibliografiche dei lavori pubblicati e sottomessi/Indicate all references of published and submitted papers)	
Comunicazioni a congressi/Conferences communications (Specificare se comunicazioni poster o comunicazioni orali/Specify if poster or oral communications)	<p>- De Palma M., Docimo T., Cirillo V., Bizzarri E., Giliberti R., Proietti S., Maggio A., Caruso C., Bertini L*. Fungi from extreme environments as a potential tool for ecofriendly agricultural solutions. 48th FEBS Congress, Milano, 29 June – 3 July 2024. (*Abstract selezionato per comunicazione orale).</p> <p>- Mussano P., Forgia M., Daghino S., Bizzarri E., Caruso C., Bertini L., Turina M. Genome characterization of new mycoviruses from <i>C. quitensis</i>-associated fungi in Antarctica. 8th National Congress of the Italian Society for Virology, Bologna, 7-9 July 2024. (Abstract selezionato per poster, PO140).</p> <p>- Bizzarri E*, Giliberti R., Balmas V., Oufensou S., Porqueddu G., Turina M., Pagnoni S., Gobbi E., Caruso C., Bertini L. Trichoderma-plant interaction: a mycoviruses issue. 8th National Congress of the Italian Society for Virology, Bologna, 7-9 July 2024. (*Abstract selezionato per presentazione orale OC33 e poster PO131).</p> <p>- Giliberti R., Bizzarri E., Proietti S., Caruso C., Bertini L*. Frosty resilience: unveiling the silent battle of Antarctic plants in response to extreme environmental challenges. 11th SCAR – Open Science Conference & Biennial Meetings, 19-23 August 2024 Pucón-Punta Arenas – CHILE. (*Abstract selezionato per presentazione orale, 1052)</p>
Brevetti/Patents (Specificare/Specify)	
Altre tipologie di pubblicazioni/Other publications (Specificare/Specify)	
Attività formative/Training activities (Elencare tutte le principali attività svolte e, per ciascuna di esse, indicare i dati richiesti/List the main activities and for each specify of them the data)	



Frequenza di corsi/Partecipation in courses	Titolo/Title	Località/Location	Data/Date
Dott. Andrea Fochetti	Sostanze organiche naturali di interesse applicativo	Online	Aprile 2024
Dott. Massimo Romanelli	EU project design and management	Presenza DAFNE	Aprile/Maggio 2024
Dott.ssa Ljiljana Kuzmanović	Genetics and physiology of yield of relevant crop species and climate changes	Online	Aprile 2024
Prof.ssa Carla Caruso	Meccanismi di difesa delle piante	Presenza DAFNE	Maggio 2024
Dott. Luca Rossini	Practical aspects of measurements and statistical data analysis	Online	Maggio 2024
Dott.ssa Ilaria Benucci	Metodologie avanzate applicate ai processi di trasformazione alimentare	Presenza DAFNE	Giugno 2024
Partecipazione a seminari/ Partecipation in seminars	Titolo/Title	Località/Location	Data/Date
	"Point-of-care tools for plant pathogens detection." Dott.ssa Sara Francesconi	Online	16/02/2024
	"The Smart-Breed project: Innovative molecular technologies for the adaptation of vegetable species to climate change through precision breeding" Dott.ssa Giovanna Frugis	Online	23/02/2024
	"The role of metabolomics and exposomics in food safety, food quality, and human health: promises and pitfalls". Dott. Luca Narduzzi	Online	01/03/2024
	"The design, construction, and care of	Online	08/03/2024



	urban green areas". Dott. Gianluca Burchi		
	"Precision agriculture and site-specific N fertilization management for sustainability". Dott.ssa Federica Carucci	Online	15/03/2024
	"Livestock systems under the climate change scenario". Dott. Andrea Vitali	Online	22/03/2024
	"LCA and ecolabelling: a guide to environmental certification in the agro-livestock sector". Dott. Giampiero Grossi	Online	29/03/2024
	"Insight the olive fruit from enzymatic activities to chemical-physical properties of extra virgin olive oil". Dott.ssa Katia Liburdi	Online	03/04/2024
	"Current rules on GMOs: why should genome-edited plants be regulated?" Dott. Christian Silvestri	Online	12/04/2024
	"Digital transition of farms: an analysis of the economic convenience to adopt innovative technologies" Dott. Davide dell'Unto	Online	19/04/2024
	"Approaches of "systems biology" applied to functional genomics of plants". Dott.ssa Giovanna Frugis	Online	24/04/2024
	"Unlocking the secrets of agricultural crops using -omics approach to understand the genotype-phenotype connection in the era of climate change". Dott. Salvatore Esposito	Online	30/04/2024
Partecipazione a convegni, workshop, scuole/Participation in workshop, schools			



Stage in Italia e/o all'estero/Internship in Italy and/or abroad (Indicare la località e descrivere brevemente il tipo di attività svolta/Indicate the location and describe briefly the activity carried out)			
Altre attività formative/Further educational activities (Indicare la località e descrivere brevemente il tipo di attività svolta/Indicate the location and describe briefly the activity carried out)			
Attività di didattica integrativa/Teaching activity (Elencare tutte le attività svolte e, per ognuna, indicare i dati richiesti/List all activities and specify for each of them the data)			
Attività di tutoraggio e didattico-integrative/Tutorship activities	Titolo/Title	Località/Location	Data/Date
Esercitatore	Metodologie Biochimiche	DEB	Marzo-maggio 2024
Esercitatore	Biochimica Cellulare e Tecniche Biomolecolari	DEB	Ottobre-novembre 2023
Seminari in corsi di laurea/Seminars in master degrees (Indicare il titolo, la località, la data/Specify the title, the location and the date)			
Data/Date 16/10/2024			
Firma Dottorando/Signature PhD student		Elisabetta Bizzarri 16.10.2024 13:50:18 GMT+01:00	
Firma Tutor/Signature Supervisor			carla caruso 16.10.2024 15:36:25 GMT+02:00



Dottorato di Ricerca in Scienze delle Produzioni Vegetali e Animali
PhD Programme in Plant and Animal Science
Codice del Corso di Dottorato/PhD code: DOT1335834
Coordinatore/Coordinator: Prof. Roberta BERNINI

Scheda delle attività svolte/Form activities carried out

Informazioni generali/General information

Ciclo/Cycle XXXIX

Dottorando/PhD student Pedro Girotti

Posizione/Position

Con borsa di studio/With scholarship

Senza borsa di studio/Without scholarship

Riservata a dipendenti di enti di ricerca/Reserved for research center employees

Dottorato industriale/Industrial PhD

Altra tipologia/Other typology

Tutor/Supervisor

Umberto Bernabucci Riccardo

Affiliazione/Affiliation

Università degli Studi della Tuscia di Viterbo

Co-tutor

Primi

Affiliazione/Affiliation

Università degli Studi della Tuscia di Viterbo

Attività di ricerca/Research activity

Sede prevalente dell'attività di ricerca/Main place of research

Università degli Studi della Tuscia di Viterbo

Breve descrizione dell'attività di ricerca/Short description of the research activity

(Max 5000 caratteri, inclusi gli spazi/Max 5000 characters, included spaces)

Intelligenza artificiale (AI):

Nonostante le fototrappole siano strumenti altamente standardizzati per il monitoraggio della fauna selvatica e permettano il conteggio degli animali sia di giorno che di notte, in qualsiasi condizione meteorologica e in contesti ambientali dove l'osservazione diretta risulterebbe estremamente difficoltosa, esistono due problemi principali:

1. Le immagini e i video registrati vengono attualmente classificati e contati manualmente, un processo che richiede un notevole dispendio di tempo e risorse;
2. I risultati, a causa di questo ritardo, spesso risultano obsoleti nel momento in cui raggiungono i ricercatori, i tecnici o gli agricoltori che necessitano di informazioni aggiornate per prendere decisioni tempestive.

Per risolvere queste criticità, grazie all'implementazione di algoritmi di Intelligenza Artificiale (AI) basati su Machine Learning (ML) e reti neurali profonde (Deep Learning), è stato sviluppato un sistema in grado di riconoscere automaticamente le classi di età del cinghiale: Adult, Juvenile e Piglet.



Per l'addestramento dell'algoritmo, è stato inizialmente utilizzato un dataset di 1.550 immagini, che è stato ampliato fino a 3.728 immagini grazie all'applicazione di tecniche di data augmentation. Sono state testate diverse tecniche di preprocessing e data augmentation per migliorare la qualità dei dati e la capacità di generalizzazione del modello. La combinazione più efficace ha portato a un'accuratezza del 93% nella classificazione della classe Adult, dell'87% per la classe Juvenile e dell'87% per la classe Piglet.

Questi risultati confermano l'efficacia dell'automatizzazione nel riconoscimento delle classi di età, offrendo una solida base per future applicazioni nel conteggio degli individui. Infatti, i test condotti nell'anno in corso si sono rivelati promettenti, suggerendo ulteriori possibilità di sviluppo e implementazione

Oltre allo sviluppo di un sistema di riconoscimento automatico delle classi di età dei cinghiali basato su AI, è stato avviato uno studio pilota volto a testare l'applicazione del Machine Learning (ML) nel campo della bioacustica per il conteggio delle specie di uccelli. Nello specifico, viene utilizzato BirdNET, un modello di ML sviluppato per il riconoscimento automatico dei canti degli uccelli, basato su reti neurali profonde. BirdNET è progettato per identificare una vasta gamma di specie ornitiche attraverso l'analisi dei vocalizzi, consentendo il monitoraggio acustico della biodiversità.

Nell'ambito dello studio, sono stati installati quattro registratori **SongMeter4** in due isole Pontine, Ponza e Ventotene. In ciascuna area, un registratore è stato posizionato vicino alle reti di cattura, presso le stazioni di inanellamento ISPRA, per confrontare i dati acustici con quelli ottenuti dalla cattura fisica degli uccelli, mentre il secondo registratore è stato collocato in una zona di controllo distante oltre 300 metri dalle reti, per valutare eventuali differenze nei dati raccolti in contesti non influenzati dalle attività di cattura.

L'obiettivo è testare la capacità dell'algoritmo BirdNET di riconoscere automaticamente le specie ornitiche presenti, senza necessità di intervento umano diretto. Se l'algoritmo dovesse dimostrarsi efficace, questo sistema potrebbe rappresentare un passo importante verso il monitoraggio automatizzato delle popolazioni di uccelli, riducendo significativamente il tempo e le risorse necessarie per la raccolta e l'analisi dei dati acustici

Dispositivi VHF/GPS: I sistemi di radiotelemetria ad altissima frequenza (VHF) sono considerati il metodo standard per monitorare i movimenti e determinare l'uso dello spazio degli animali selvatici. Questa tecnica prevede l'applicazione di un trasmettitore VHF sull'animale, seguito dal rilevamento della sua posizione da parte di uno o più operatori sul campo, dotati di ricevitori e antenne direzionali Yagi. Sebbene questa tecnologia sia relativamente economica, il suo impiego comporta un notevole dispendio di risorse umane ed economiche per ottenere set di dati sufficientemente consistenti.

Recentemente, dopo aver completato i monitoraggi pre e post-riproduttivi della coturnice appenninica (*Alectoris graeca*) nel Parco Nazionale dei Monti Sibillini, sono stati individuati i gruppi familiari e sono state installate 4 gabbie di cattura nel territorio del comune di Visso e Norcia. Queste gabbie permetteranno di applicare zainetti GPS sugli individui catturati, fornendo così un'opportunità unica per studiare l'uso dell'habitat e lo spazio occupato dalla specie, contribuendo a una migliore comprensione del loro comportamento spaziale. L'utilizzo dei dispositivi GPS rappresenta una soluzione significativamente meno costosa e meno laboriosa rispetto alla radiotelemetria VHF, che richiede la presenza continua di operatori sul campo per il rilevamento delle posizioni. Al contrario, i GPS consentono il monitoraggio remoto e la raccolta automatica dei dati, riducendo così sia il tempo necessario che il personale coinvolto nel tracciamento degli animali. Questo approccio fornisce un quadro più dettagliato e continuo del loro comportamento nello spazio, facilitando la gestione e la conservazione della specie.



<p>Publicazioni scientifiche/Scientific publications (Indicare tutte le informazioni bibliografiche dei lavori pubblicati e sottomessi/Indicate all references of published and submitted papers)</p>	<p>R. Primi, P. Viola, P. Girotti, P. P. Danieli, B. Ronchi, R. Spina, Performance evaluation of a prototype for the defence against wolf attacks on livestock animals, Acta IMEKO, vol. 13 (2024) no. 1, pp. 1-7. DOI: 10.21014/acta_imeko.v13i1.1650.</p> <p>Precision Livestock Farming: an overview on the application in extensive systems. Gloria Bernabucci, Chiara Evangelista, Pedro Girotti, Paolo Viola, Raffaello Spina, Bruno Ronchi, Umberto Bernabucci, Loredana Basiricò Luca Turini, Alberto Mantino, Marcello Mele, Riccardo Primi. Submission ID 249902507.</p>
<p>Comunicazioni a congressi/Conferences communications (Specificare se comunicazioni poster o comunicazioni orali/Specify if poster or oral communications)</p>	<p>Primi R., Ortenzi L., Viola P., Vitali A., Tiberi C., Ronchi B., Spina R., D'Agostino D., Girotti P., 2024. A step change towards 'precision' wildlife control through automatic wild boar age classification. 1st workshop on wildlife fertility control, York (United Kingdom), June 17-18, 2024. Poster</p> <p>Primi R., Girotti P., Viola P., Piscopo N., Esposito L., Danieli P. P., Ronchi B., Ortenzi L., 2024. Automatic Wild Boar Age Classification Using Yolov8 With Optimized Pre-Processing And Data Augmentation. "IEEE 2024 International Workshop on Measurements and Applications in Veterinary and Animal Science – MeAVeAS Torino 22 – 24 Aprile 2024</p> <p>Primi R., Girotti P., Viola P., Zaccaroni M., Spada F., Ronchi B., Ortenzi L., 2024. Advancing precision extensive livestock farming through AI-based species recognition from camera trap recordings.</p>




	<p>The 75th EAAP Annual Meeting” Firenze 1 - 5 Settembre 2024.</p> <p>Girotti P., Viola P., Primi R., 2023. Investigating the wintering Eurasian Woodcock (<i>Scolopax rusticola</i>) dynamics in Central Italy. 4th International Conference on Agriculture and Life sciences (ICOALS 4), Tirana (Albania), November 1-3, 2023. Oral communications</p> <p>Girotti P., Viola P., Primi R., Spina R., 2023. Camera trapping monitoring for managing ungulate populations in Central Italy's beech forest. 4th International Conference on Agriculture and Life sciences (ICOALS 4), Tirana (Albania), November 1-3, 2023. Oral communications</p>		
Brevetti/Patents (Specificare/Specify)			
Altre tipologie di pubblicazioni/Other publications (Specificare/Specify)			
Attività formative/Training activities (Elencare tutte le principali attività svolte e, per ciascuna di esse, indicare i dati richiesti/List the main activities and for each specify of them the data)			
Frequenza di corsi/Partecipation in courses	Titolo/Title	Località/Location	Data/Date
Partecipazione a seminari/ Partecipation in seminars	Point-of-care tools for plant pathogens detection	online	16/02/2024
	The Smart-Breed project: Innovative molecular technologies for the adaptation of vegetable species to climate change through precision breeding	Online	23/02/2024
	The role of metabolomics and exposomics in food safety, food quality, and human health: promises and pitfalls	Online	01/03/2024



	The design, construction, and care of urban green areas	Online	08/03/2024
	Precision agriculture and site-specific N fertilization management for sustainability	online	15/03/2024
	Livestock systems under the climate change scenario	Online	22/03/2024
	LCA and ecolabelling: a guide to environmental certification in the agro-livestock sector	Online	29/03/2024
	Insight the olive fruit from enzymatic activities to chemical-physical properties of extra virgin olive oil	Online	03/04/2024
	Current rules on GMOs: why should genome-edited plants be regulated?	Online	12/04/2024
	Digital transition of farms: an analysis of the economic convenience to adopt innovative technologies	Online	19/04/2024
	Approaches of "systems biology" applied to functional genomics of plants	Online	24/04/2024
	Unlocking the secrets of agricultural crops using -omics approach to understand the genotype-phenotype connection in the era of climate change	Online	30/04/2024
Partecipazione a convegni, workshop, scuole/Partecipation in workshop, schools	4th International Conference on Agriculture and Life sciences (ICOALS 4)	Tirana (Albania)	01-03 novembre 2023
	Winter school " <i>Applications of machine learning to marine and terrestrial monitoring, as well as livestock farming</i> "	Monterotondo (RM) - CREA	12 – 16 febbraio 2024
Stage in Italia e/o all'estero/Internship in Italy and/or abroad (Indicare la località e descrivere brevemente il tipo di attività svolta/Indicate the location and describe briefly the activity carried out)			
Altre attività formative/Further educational activities (Indicare la località e descrivere brevemente il tipo di attività svolta/Indicate the location and	"Statistical learning and deep learning: dalla teoria alla pratica (ASPA)" - Tecniche di analisi della regressione, alberi	Bari	11 - 14 giugno 2024.



describe briefly the activity carried out)	decisionali, algebra lineare e calcolo.		
	Corso di analisi statistica di base per le scienze zootecniche (ASPA)	Pisa	01-05 luglio 2024
Attività di didattica integrativa/Teaching activity (Elencare tutte le attività svolte e, per ognuna, indicare i dati richiesti/List all activities and specify for each of them the data)			
Attività di tutoraggio e didattico-integrative/Tutorship activities	Titolo/Title	Località/Locatio n	Data/Date
Seminari in corsi di laurea/Seminars in master degrees (Indicare il titolo, la località, la data/Specify the title, the location and the date)			
Data/Date 16/10/2024			
Firma Dottorando/Signature PhD student			
Firma Tutor/Signature Supervisor			

Umberto
Bernabucci
18.10.2024
14:35:54
GMT+02:00





Dottorato di Ricerca in Scienze delle Produzioni Vegetali e Animali
PhD Programme in Plant and Animal Science
Codice del Corso di Dottorato/PhD code: DOT1335834
Coordinatore/Coordinator: Prof. Roberta BERNINI

Scheda delle attività svolte/Form activities carried out

Informazioni generali/General information

Ciclo/Cycle **XXIX**

Dottorando/PhD student **Perelli Giorgia**

Posizione/Position

- Con borsa di studio/With scholarship
 Senza borsa di studio/Without scholarship
 Riservata a dipendenti di enti di ricerca/Reserved for research center employees
 Dottorato industriale/Industrial PhD
 Altra tipologia/Other typology

Tutor/Supervisor **Roberta Bernini**

Affiliazione/Affiliation **Università degli Studi della Tuscia - DAFNE**

Co-tutor **Mariateresa Cardarelli**

Affiliazione/Affiliation **Università degli Studi della Tuscia - DAFNE**

Attività di ricerca/Research activity

Sede prevalente dell'attività di ricerca/Main place of research

Laboratorio di Chimica organica e delle sostanze naturali, DAFNE

Breve descrizione dell'attività di ricerca/Short description of the research activity

(Max 5000 caratteri, inclusi gli spazi/Max 5000 characters, included spaces)

Il presente progetto è focalizzato sulla valorizzazione del cardo (*Cynara cardunculus* L.) e dell'olivo (*Olea europaea* L.) come specie vegetali dell'area del Mediterraneo da cui ottenere estratti fenolici di interesse applicativo, utilizzando metodologie sostenibili.

Per quanto riguarda il cardo, il piano di lavoro progettuale prevede la coltivazione con metodi sostenibili, introducendo fertilizzanti organici anche ottenuti dal recupero di biomasse di scarto dell'industria agro-alimentare. Sarà valutata la biomassa prodotta (foglie e gambi) rispetto ai trattamenti applicati, misurando peso fresco e secco in stufa a temperatura controllata. Lo step successivo prevede la produzione di estratti, di cui verrà determinata la composizione qualitativa e quantitativa dei principali metaboliti secondari a struttura fenolica utilizzando la spettrofotometria UV-Vis e le tecniche analitiche avanzate, quali, la cromatografia liquida (HPLC) e la Risonanza Magnetica Nucleare (NMR). Le correlazioni tra le condizioni di coltivazione utilizzate e il contenuto di composti fenolici bioattivi consentirà di selezionare il trattamento fertilizzante applicato più idoneo.

Per quanto riguarda l'olivo, in un'ottica di sostenibilità ed economia circolare, il progetto si propone di utilizzare le foglie ottenute in fase di potatura delle piante e nei frantoi prima della produzione dell'EVOO. Dopo aver individuato le aziende agricole a produzione biologica certificata nell'ambito del territorio laziale, sarà possibile ottenere la materia vegetale di scarto da utilizzare per la produzione di estratti. Successivamente saranno selezionate le tecniche sostenibili di estrazione in modo da ottimizzare il contenuto di Oleuropeina che sarà caratterizzata e quantificata tramite HPLC e NMR.

Gli estratti ottenuti dalle matrici vegetali selezionate saranno sottoposti a saggi di attività biologica *in vitro*, con particolare riferimento all'attività antiossidante e/o antimicrobica. Dei campioni che risulteranno più interessanti



<p>potranno essere valutate le metodologie di incapsulamento al fine di stabilizzare i componenti bioattivi. Analogamente, potranno essere condotte delle modifiche strutturali sulle molecole più abbondanti per modificarne le proprietà chimico-fisiche.</p>			
<p>Publicazioni scientifiche/Scientific publications (Indicare tutte le informazioni bibliografiche dei lavori pubblicati e sottomessi/Indicate all references of published and submitted papers)</p>	<p>Perelli, G., Cardarelli, M., Bernini, R., Lucarini, M., & Durazzo, A. (2024) Mediterranean plants-based dietary supplements: focus on classification and coding. Natural Product Research (Submitted)</p>		
<p>Comunicazioni a congressi/Conferences communications (Specificare se comunicazioni poster o comunicazioni orali/Specify if poster or oral communications)</p>			
<p>Brevetti/Patents (Specificare/Specify)</p>			
<p>Altre tipologie di pubblicazioni/Other publications (Specificare/Specify)</p>			
<p>Attività formative/Training activities (Elencare tutte le principali attività svolte e, per ciascuna di esse, indicare i dati richiesti/List the main activities and for each specify of them the data)</p>			
<p>Frequenza di corsi/Partecipation in courses</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Genetics and physiology of yield of relevant crop species and climate changes 2. EU project design and management 3. Practical aspects of measurement and statistical data analysis 4. Meccanismi di difesa delle piante 5. Sostanze organiche naturali di interesse applicativo 6. NMR Spectroscopy for the Characterization of small organic molecules 	<p>Viterbo, Università degli studi della Tuscia, Dipartimento di scienze Agrarie ed Ambientali (DAFNE).</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 22-24/04/24 2. 16-30/04/24 14/05/24 3. 28-30/05/24 4. 8-16/05/24 5. 8-19/04/24 6. 14-26/06/24
<p>Partecipazione a seminari/ Partecipation in seminars</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Plant-of-care tools for plant pathogens detection – Dott.ssa Sara Francesconi 	<p>Viterbo, Università degli studi della Tuscia, Dipartimento di scienze Agrarie ed</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 16/02/24 2. 23/02/24 3. 01/03/24 4. 08/03/24 5. 15/03/24



	<p>2.The Smart-Breed project: Innovative molecular technologies for the adaptation of vegetable species to climate change through precision breeding – Dott.ssa Giovanna Frugis</p> <p>3.The role of metabolomics and exposomics in food safety, quality, and human health promises and pitfalls – Dott. Luca Narduzzi</p> <p>4.The design, construction, and care of urban green areas – Dott. Gianluca Burchi</p> <p>5.Precision agriculture and site-specific N fertilization management for sustainability – Dott.ssa Federica Carucci</p> <p>6.Livestock systems under the climate changes scenario – Prof. Andrea Vitali</p> <p>7.LCA and ecolabelling: a guide to environmental certification in agro-livestock sector – Prof. Giampiero Grossi</p> <p>8.Insight the olive fruit from enzymatic activities to chemical-physical properties of extra virgin olive oil -Prof.ssa Katia Liburdi</p> <p>9.Current rules on GMOs: why should genome- edited plants be regulated? – Prof. Cristian Silvestri</p> <p>10.Digital transition of farms: an analysis of the economic convenience</p>	<p>Ambientali (DAFNE).</p>	<p>6. 22/03/24 7. 03/04/24 8. 05/04/24 9. 12/04/24 10. 19/04/24 11. 24/04/24 12. 30/04/24</p>
--	--	--------------------------------	---



	<p>to adopt innovative technologies – Prof. Davide dell’Unto</p> <p>11.Approaches of “system biology” applied to functional genomics of plants – Dott.ssa Giovanna Frugis</p> <p>12.Unlocking the secrets of agricultural crops using – omics approach to understand the genotype-phenotype connection in the era of climate change – Dott. Salvatore Esposito</p>		
<p>Partecipazione a convegni, workshop, scuole/Partecipation in workshop, schools</p>	<p>1.Workshop “L’approccio metabolomico targeted e untargeted mediante le analisi in pettrometria di massa”</p> <p>2. Giornata di studio sul progetto di Ricerca: “Valorizzazione della qualità e delle proprietà nutraceutico funzionali dell’olio extra-vergine di oliva di Sonnino (SonninoNutraOil)</p>	<p>1.CREA Alimenti e Nutrizione di Roma</p> <p>2.Istituto di Istruzione Superiore San Benedetto – Einaudi- Mattei (Latina)</p>	<p>1.05/12/23</p> <p>2.3/10/24</p>
<p>Stage in Italia e/o all’estero/Internship in Italy and/or abroad (Indicare la località e descrivere brevemente il tipo di attività svolta/Indicate the location and describe briefly the activity carried out)</p>			
<p>Altre attività formative/Further educational activities (Indicare la località e descrivere brevemente il tipo di attività svolta/Indicate the location and describe briefly the activity carried out)</p>	<p>Ospitalità presso CREA-AN per lavoro sulla Banca dati Italiana Integratori alimentari da etichetta</p>	<p>CREA- AN Roma</p>	<p>1/04/24-30/09/24</p>
<p>Attività di didattica integrativa/Teaching activity</p>			



(Elencare tutte le attività svolte e, per ognuna, indicare i dati richiesti/List all activities and specify for each of them the data)

Attività di tutoraggio e didattico-integrative/Tutorship activities	Titolo/Title	Località/Location	Data/Date
Seminari in corsi di laurea/Seminars in master degrees (Indicare il titolo, la località, la data/Specify the title, the location and the date)			

Data/Date 16/10/2024

Firma Dottorando/Signature PhD student

Firma Tutor/Signature Supervisor
Prof.ssa Roberta Bernini

co-Tutor/ co-Supervisor
Prof.ssa Maria Teresa Cardarelli



Viterbo 10/10/24

OGGETTO: Comunicazione per il passaggio di anno della Dottoranda Upanshi Sharma – XXXIX ciclo

Si comunica che il 18 ottobre, data di presentazione delle attività dei dottorandi del XXXIX ciclo per il passaggio al secondo anno, la dottoranda Upanshi Sharma sarà coinvolta nella partecipazione al convegno “MS Food day 2024” della Divisione Spettrometri di massa (<https://www.spettrometriadimassa.it/Congressi/8MS-FoodDay/>).

La dottoranda presenterà al convegno un poster sulle sue attività di dottorato e tale evento rappresenta un'importante opportunità per la sua ricerca e sviluppo professionale. Inoltre, ha già pagato le quote di partecipazione alla conferenza e prenotato i voli per raggiungere il luogo del convegno.

Si richiede pertanto di modificare le modalità di presentazione o la data di discussione.

Cordiali saluti.

Il tutor, Prof. Luca Santi

I co-tutor esterni, Dr.ssa Olivia Demurtas,

Dr. Gianfranco Diretto

Sede

Via San Camillo de Lellis snc 01100 Viterbo

Direzione: 0761 357581 Amministrazione: 0761 357438 Fax 0761 357434

dafne@pec.unitus.it

www.dafne.unitus.it

Rettorato

Via Santa Maria in Gradi, 4 01100 Viterbo

P. Iva 00575560560 C.F. 80029030568

Tel. 0761 3571 | protocollo@pec.unitus.it

www.unitus.it



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DELLA
TUSCIA

DIPARTIMENTO
DI SCIENZE AGRARIE
E FORESTALI

Sede

Via San Camillo de Lellis snc 01100 Viterbo

Direzione: 0761 357581 Amministrazione: 0761 357438 Fax 0761 357434

dafne@pec.unitus.it

www.dafne.unitus.it

Rettorato

Via Santa Maria in Gradi, 4 01100 Viterbo

P. Iva 00575560560 C.F. 80029030568

Tel. 0761 3571 | protocollo@pec.unitus.it

www.unitus.it



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DELLA
TUSCIA

**DIPARTIMENTO
DI SCIENZE AGRARIE
E FORESTALI**

Title:

Food Quality and Safety of Tomato and Other Species of Agronomic Interest in the Mediterranean Basin

PhD Candidate:

Upanshi Sharma

PhD Cycle:

Cycle 39

Supervisors:

Tutor: Prof. Luca Santi

Co-tutors: Dr. Olivia Demurtas, Dr. Gianfranco Diretto

Main Research Location:

Biotechnologies Division, ENEA

Italian National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development

Casaccia Research Centre

Santa Maria di Galeria, 00123 Rome, Italy

Table of Contents

1. Introduction

- 1.1 Background
- 1.2 Objective

2. Materials and Methods

- 2.1 LC-PDA-HRMS Analysis
- 2.2 Polar and Non-Polar Compound Analysis

3. Results

Metabolite Profiling of Raw Materials:

- 3.1 Zucchini (Italy vs. Slovenia)
- 3.2 Tomatoes (Italy, Slovenia, Tunisia)
- 3.3 Dates (Tunisia vs. Morocco)
- 3.4 Carobs (Morocco)
- 3.5 Argan oil

- 3.6 Almonds (Morocco)

Metabolite Profiling of final products:

- 3.7 Amlou

- 3.8 Tomato chips

4. Conclusion

5. Reference

1. Introduction

1.1 Background

Despite the mediterranean diet's well-documented benefits, mediterranean countries are seeing significant nutritional changes that are compromising public health. It is necessary to modernize food production processes, preserve the nutritious value of local foods, and simplify supply chains from farm to fork [1]. The project PROMEDLIFE [2], aims to increase adherence to the mediterranean diet (MD) by encouraging the adoption of a healthy eating lifestyle while decreasing the environmental and economic impact of food production and processing. We characterized selected raw material and newly developed food products using a metabolomic approach to define nutritional, quality and sensory values while emphasizing nutritional and bioactive compounds. We also exploited new agronomical technologies of soil-less culture for saffron production from corms of various origins

1.2 Objective of the Research:

The main goal of this research is to evaluate the quality and safety of tomatoes and other important species from the Mediterranean region, focusing on how suitable they are as nutritious food products. Using advanced techniques like Liquid Chromatography-Photodiode Array-High-Resolution Mass Spectrometry (LC-PDA-HRMS), the study aims to identify and measure different nutrients and compounds in these materials, such as tomatoes, zucchini, carobs, almonds, argan oil, and dates, to find the varieties with the best nutritional value.

In details, the main objectives of the PhD project are:

1. Identify and quantify both polar and non-polar compounds in selected raw materials, such as tomatoes, zucchini, carobs, almonds, argan oil, and dates, sourced from different regions within the Mediterranean basin.
2. Evaluate the nutritional profiles of these raw materials to determine regional variations and identify varieties with superior nutrient content.
3. Develop and analyse products derived from these raw materials, such as amlou and tomato chips, to assess nutrient retention and verify their potential as healthy Mediterranean-inspired snacks.
4. Contribute to the broader understanding of food quality and safety by analyzing additional snack options like date bars, date syrups, and vegetable chips, supporting the promotion of a Mediterranean lifestyle through scientifically-backed, nutrient-rich food options.

Through this research, we aim to promote healthier dietary habits and enhance food quality by highlighting the benefits of Mediterranean-compatible ingredients

2. Materials and Methods

2.1 LC-PDA-HRMS Analysis

The semipolar and non-polar metabolites content of interest were characterized by liquid chromatography coupled to high resolution mass spectrometry (LC-HRMS) of the raw materials. For metabolites identification, in-house databases based on the authentic standards, MS/MS data and extensive literature research were used.

The following semipolar (Table 1) and non-polar (Table 2) databases were built and use to analyse samples.

Table 1. Semi-polar metabolites database

metabolic class	metabolite	formula	monoisotopic	M-H	M+H
Flavonoid (IS)	formononetin	C ₁₆ H ₁₂ O ₄	268.073559	267.0663	269.0808
Aminoacid	Isoleucine	C ₆ H ₁₃ NO ₂	131.094629	130.0874	132.1019
Aminoacid	Leucine	C ₆ H ₁₃ NO ₂	131.094629	130.0874	132.1019
Aminoacid	Lysine	C ₆ H ₁₄ N ₂ O ₂	146.105528	145.0983	147.1128
Aminoacid	Methionine	C ₅ H ₁₁ NO ₂ S	149.051049	148.0438	150.0583
Aminoacid	Phenylalanine	C ₉ H ₁₁ NO ₂	165.078979	164.0717	166.0863
Aminoacid	Threonine	C ₄ H ₉ NO ₃	119.058243	118.051	120.0655
Aminoacid	Tryptophan	C ₁₁ H ₁₂ N ₂ O ₂	204.089878	203.0826	205.0972
Aminoacid	Arginine	C ₆ H ₁₄ N ₄ O ₂	174.111676	173.1044	175.119
Aminoacid	Asparagine	C ₄ H ₈ N ₂ O ₃	132.053492	131.0462	133.0608
Aminoacid	Aspartic acid	C ₄ H ₇ NO ₄	133.037508	132.0302	134.0448
Aminoacid	Cysteine	C ₃ H ₇ NO ₂ S	121.019748	120.0125	122.027
Aminoacid	Glutamic Acid	C ₅ H ₉ NO ₄	147.053158	146.0459	148.0604
Aminoacid	Glutamine	C ₅ H ₁₀ N ₂ O ₃	146.069142	145.0619	147.0764
Aminoacid	Histidine	C ₆ H ₉ N ₃ O ₂	155.069477	154.0622	156.0768
Aminoacid	Homocysteine	C ₄ H ₉ NO ₂ S	135.035399	134.0281	136.0427
Aminoacid	Homoserine	C ₄ H ₉ NO ₃	119.058243	118.051	120.0655
Aminoacid	L-Ornithine	C ₅ H ₁₂ N ₂ O ₂	132.089878	131.0826	133.0972
Aminoacid	5-oxoproline	C ₅ H ₇ NO ₃	129.042593	128.0353	130.0499
Aminoacid	Proline	C ₅ H ₉ NO ₂	115.063329	114.0561	116.0706
Aminoacid	Tyrosine	C ₉ H ₁₁ NO ₃	181.073893	180.0666	182.0812
Aminoacid	Valine	C ₅ H ₁₁ NO ₂	117.078979	116.0717	118.0863
Aminoacid	Serine	C ₃ H ₇ NO ₃	105.042593	104.0353	106.0499
Aminoacid	Glycine	C ₂ H ₅ NO ₂	75.032028	74.02475	76.0393
Aminoacid	Cystathionine	C ₇ H ₁₄ N ₂ O ₄ S	222.067427	221.0602	223.0747
Aminoacid	Norleucine	C ₆ H ₁₃ NO ₂	131.094629	130.0874	132.1019
Aminoacid	Norvaline	C ₅ H ₁₁ NO ₂	117.078979	116.0717	118.0863
Aminoacid	Alanine	C ₃ H ₇ NO ₂	89.047678	88.0404	90.05495
Sugar	D-Arabinose	C ₅ H ₁₀ O ₅	150.052826	149.0456	151.0601

Sugar	D-(-)-Erythrose	C4H8O4	120.042259	119.035	121.0495
Sugar	D-Fructose	C6H12O6	180.063388	179.0561	181.0707
Sugar	D-fructose 6-phosphate	C6H13O9P	260.02972	259.0224	261.037
Sugar	D-(+)-Fucose	C6H12O5	164.068466	163.0612	165.0757
Sugar	D-Galactose	C6H12O6	180.063385	179.0561	181.0707
Sugar	D-galacturonic acid	C6H10O7	194.04265	193.0354	195.0499
Sugar	D-Glucose	C6H12O6	180.063385	179.0561	181.0707
Sugar	D-Glucose 6-phosphate	C6H12O9P	260.02972	259.0224	261.037
Sugar	iso-Erythritol	C4H10O4	122.05791	121.0506	123.0652
Sugar	Isomaltose	C12H22O11	342.116211	341.1089	343.1235
Sugar	D-(+)-Raffinose	C19H44O21	504.16904	503.1618	505.1763
Sugar	D-Ribose	C5H10O5	150.052826	149.0456	151.0601
Sugar	Sucrose	C12H22O11	342.116211	341.1089	343.1235
Vitamin	Ascorbic acid	C6H8O6	176.032089	175.0248	177.0394
Vitamin	Biotin (Vitamin B7)	C10H16N2O3S	244.088165	243.0809	245.0954
Vitamin	Folic Acid	C19H19N7O6	441.139679	440.1324	442.147
Vitamin	Nicotinamide	C6H6N2O	122.047997	121.0407	123.0553
Vitamin	Nicotinic Acid (niacin)	C6H5NO2	123.031998	122.0247	124.0393
Vitamin	pantothenic acid	C9H17NO5	219.11067	218.1034	220.1179
Vitamin	pantothenic acid hexose	C15H27NO10	381.1635	380.1562	382.1708
Vitamin	pyridoxamine	C8H12N2O2	168.08987	167.0826	169.0971
Vitamin	pyridoxine	C8H11NO3	169.0739	168.0666	170.0812
Vitamin	(-)-Riboflavin	C17H20N4O6	376.138275	375.131	377.1456
Vitamin	Thiamine	C12H17N4OS+	265.112159	264.1049	266.1194
organic acid	Fumaric Acid	C4H4O4	116.010956	115.0037	117.0182
organic acid	Glutaric acid	C5H8O4	132.04225	131.035	133.0495
organic acid	a-Ketoglutaric acid	C5H6O5	146.02153	145.0143	147.0288
organic acid	Maleic Acid	C4H4O4	116.010956	115.0037	117.0182
organic acid	D-Malic acid	C4H6O5	134.08744	133.0802	135.0947
organic acid	Malonic Acid	C3H4O4	104.011002	103.0037	105.0183
organic acid	Oxaloacetic acid	C4H4O5	132.00588	130.9986	133.0132
organic acid	6-phosphogluconic acid	C6H10Na3O10P	342.080671	341.0734	343.0879
organic acid	6-phosphogluconic acid	C3H7O7P	185.99294	184.9857	187.0002
organic acid	Succinic Acid	C4H6O4	118.026611	117.0193	119.0339
organic acid	D-Tartaric-Acid	C4H6O6	150.01643	149.0092	151.0237
phenolic acid	Salicylic acid	C7H6O3	138.031693	137.0244	139.039
phenolic acid	Cinnamic acid	C9H8O2	148.0524	147.0451	149.0597
phenolic acid	3,4-Dimethoxycinnamic acid	C11H12O4	208.073563	207.0663	209.0808
phenolic acid	cinnamic aldehyde	C9H8O	132.057515	131.0502	133.0648
phenolic acid	Quinic Acid	C7H12O6	192.063385	191.0561	193.0707
phenolic acid	Benzoic Acid	C7H6O2	122.037003	121.0297	123.0443
phenolic acid	p-Hydroxybenzoic acid	C7H6O3	138.031693	137.0244	139.039
phenolic acid	3,4-Dihydroxybenzoic acid (Protocatechuic acid)	C7H6O4	154.02661	153.0193	155.0339
phenolic acid	2,5-Dihydroxybenzoic acid (Gentisic acid)	C7H6O4	154.026609	153.0193	155.0339

phenolic acid	4-aminobenzoic acid	C7H7NO2	137.048004	136.0407	138.0553
phenolic acid	hydroxybenzoic acid hexose	C13H16O8	300.0845	299.0772	301.0918
phenolic acid	Caffeic acid	C9H8O4	180.042252	179.035	181.0495
phenolic acid	Caffeic acid-hexose (7 isomers)	C15H18O9	342.0951	341.0878	343.1024
phenolic acid	3-caffeoylquinic acid (chlorogenic acid)	C16H18O9	354.095093	353.0878	355.1024
phenolic acid	4-caffeoylquinic acid	C16H18O10	355.095093	354.0878	355.1024
phenolic acid	5-caffeoylquinic acid	C16H18O11	355.095093	354.0878	355.1024
phenolic acid	tricafeoyl quinic acid	C34H30O15	678.15847	677.1512	679.1657
phenolic acid	dicafeoylquinic acid (3 isomers)	C25H24O12	516.126776	515.1195	517.1341
phenolic acid	p-Coumaric acid (Hydroxycinnamic acid)	C9H8O3	164.047348	163.0401	165.0546
phenolic acid	Coumaric acid-hexose (3 isomers)	C15H18O8	326.100168	325.0929	327.1074
phenolic acid	Coumaroylquinic acid	C16H18O8	338.1002	337.0929	339.108
phenolic acid	daphnetin (7,8-Dihydroxycoumarin)	C9H6O4	178.026609	177.0193	179.0339
phenolic acid	Ferulic acid	C10H10O4	194.057907	193.0506	195.0652
phenolic acid	Ferulic acid hexose (2 isomers)	C16H20O9	356.1107	355.1034	357.118
phenolic acid	Feruloylquinic acid	C17H20O9	368.110732	367.1035	369.118
phenolic acid	feruloyl tyramine	C18H19NO4	313.131408	312.1241	314.1387
phenolic acid	Gallic acid	C7H6O5	170.022003	169.0147	171.0293
phenolic acid	Shikimic Acid	C7H10O5	174.052826	173.0456	175.0601
phenolic acid	Sinapic acid	C11H12O5	224.068466	223.0612	
phenolic acid	Sinapic acid hexose	C17H21O10	386.1214	385.1141	387.1287
phenolic acid	Vanillic acid	C6H8O4	168.042252	167.035	169.0495
phenolic acid	Homovanillic acid hexose	C15H20O9	344.1107	343.1034	345.118
Amine	3-Hydroxytyramine (Dopamine)	C8H11NO2	153.078979	152.0717	154.0863
Amine	(-)-Norepinephrine	C8H11NO3	169.073898	168.0666	170.0812
Amine	O-Phosphorylethanolamine	C2H8NO4P	141.018997	140.0117	142.0263
Amine	Putrescine (1,4-Diaminobutan)	C4H12N2	88.100044	87.09277	89.10732
Amine	N-feruloylputrescine	C14H20N2O3	264.147393	263.1401	265.1547
Amine	Spermidine	C7H19N3	145.157898	144.1506	146.1652
Amine	Spermine	C10H26N4	202.215744	201.2085	203.223
Amine	Tyramine	C8H11NO	137.084061	136.0768	138.0913
Amine	Feruloyl tyramine	C18H19NO4	313.1314	312.1241	314.1387
Phenylpropanoid	Apigenin	C15H10O5	270.052826	269.0456	271.0601
Phenylpropanoid	apigenin 6,8-digalactoside	C27H30O15	594.15847	593.1512	595.1657
Phenylpropanoid	Vitexin (Apigenin 8-C-glucoside)	C21H20O1	432.105647	431.0984	433.1129
Phenylpropanoid	Catechin	C15H14O6	290.079041	289.0718	291.0863
Phenylpropanoid	Epicatechin	C15H14O6	290.079038	289.0718	291.0863
Phenylpropanoid	Epigallocatechin	C15H14O7	306.073953	305.0667	307.0812

Phenylpropanoid	Gallocatechin	C15H14O7	306.073953	305.0667	307.0812
Phenylpropanoid	Catechin gallate	C22H18O10	442.089997	441.0827	443.0973
Phenylpropanoid	Epigallocatechin gallate	C22H18O11	458.084911	457.0776	459.0922
Phenylpropanoid	Cyanidin	C15H11O6+	287.055563	286.0483	288.0628
Phenylpropanoid	Cyanidin 3-O-rutinoside	C27H31O15+	595.166295	594.159	596.1736
Phenylpropanoid	Cyanidin 3-O-Galactoside	C21H21O11+	449.108386	448.1011	450.1157
Phenylpropanoid	Delphinidin	C15H11O7+	303.04993	302.0427	304.0572
Phenylpropanoid	leucodelphinidin	C15H14O8	322.068867	321.0616	323.0761
Phenylpropanoid	Delphinidin-3-O-rutinoside-5-O-glucoside	C33H41O21+	773.214033	772.2068	774.2213
Phenylpropanoid	Delphinidin-3-O-(p-coumaroyl) rutinoside-5-O-glucoside	C42H47O23+	919.250813	918.2435	920.2581
Phenylpropanoid	Delphinidin-3-O-(caffeoyl)-rutinoside-5-O-glucoside	C42H47O24+	935.2452	934.2379	936.2525
Phenylpropanoid	Kaempferol	C15H10O6	286.047729	285.0405	287.055
Phenylpropanoid	Kaempferol-3-O-rutinoside	C27H30O15	594.15847	593.1512	595.1657
Phenylpropanoid	Kaempferol-3-7-di-O-glucoside	C27H30O16	610.153385	609.1461	611.1607
Phenylpropanoid	Kaempferol 7-O-glucoside	C21H20O11	448.100561	447.0933	449.1078
Phenylpropanoid	Kaempferol 3-O-glucoside (astragalin)	C21H20O12	448.100561	447.0933	449.1078
Phenylpropanoid	Kaempferol-3-O-rutinoside-7-O-glucoside	C33H40O20	756.21129	755.204	757.2186
Phenylpropanoid	dihydrokaempferol	C15H12O6	288.063388	287.0561	289.0707
Phenylpropanoid	Kaempferol 3-rhamnoside (Kaempferin)	C21H20O10	432.105647	431.0984	433.1129
Phenylpropanoid	Kaempferol 3,7,4'-triglucoside	C33H40O21	772.206208	771.1989	773.2135
Phenylpropanoid	Kaempferol-3-O-galactoside (Trifolin)	C21H20O11	448.100561	447.0933	449.1078
Phenylpropanoid	kaempferol manoylglycoside	C24H22O14	534.100955	533.0937	535.1082
Phenylpropanoid	kaempferol rutinoside	C27H30O15	594.15847	593.1512	595.1657
Phenylpropanoid	Luteolin	C15H10O6	286.047729	285.0405	287.055
Phenylpropanoid	Malvidin	C17H15O7+	331.081778	330.0745	332.0891
Phenylpropanoid	Malvidin-3-O-(p-coumaroyl)-rutinoside-5-O-glucoside	C44H51O23+	947.282113	946.2748	948.2894
Phenylpropanoid	Malvidin-3-(caffeoyl)-rutinoside-5-O-glucoside	C44H51O24	963.2765	962.2692	964.2838
Phenylpropanoid	Malvidin-3-O-Glucoside (Oenin)	C23H25O12+	493.134601	492.1273	494.1419
Phenylpropanoid	Malvidin-3-O-rutinoside-5-O-glucoside	C35H45O21+	801.245333	800.2381	802.2526
Phenylpropanoid	Naringenin	C15H12O5	272.068473	271.0612	273.0757
Phenylpropanoid	dihydronaringenin (phloretin)	C15H14O5	274.084124	273.0768	275.0914
Phenylpropanoid	dihydronaringenin chalcone	C15H14O6	274.084124	273.0768	275.0914

Phenylpropanoid	phloretin hexose	C21H24O11	452.131862	451.1246	453.1391
Phenylpropanoid	Naringenin-7-O-glucoside (prunin)	C21H22O10	434.121297	433.114	435.1286
Phenylpropanoid	Naringin	C27H32O14	580.179206	579.1719	581.1865
Phenylpropanoid	Pelargonidin	C15H11O5+	271.06009	270.0528	272.0674
Phenylpropanoid	Quercetin	C15H10O7	302.042653	301.0354	303.0499
Phenylpropanoid	Quercetin-3-O-glucoside-7-O-rhamnoside	C27H30O16	610.153385	609.1461	611.1607
Phenylpropanoid	Quercetin 3-O-rhanosylgalactoside	C27H30O16	610.153385	609.1461	611.1607
Phenylpropanoid	Quercetin-3-O-glucoside	C21H20O12	464.095476	463.0882	465.1028
Phenylpropanoid	Quercetin-7-O-glucoside	C21H20O12	464.095476	463.0882	465.1028
Phenylpropanoid	quercetin 3,7 -diglucoside	C27H30O17	626.1483	625.141	627.1556
Phenylpropanoid	quercetin 3-O-rutinoside (rutin)	C27H30O16	610.153385	609.1461	611.1607
Phenylpropanoid	quercetin 3-O-rutinoside-7-O-glucoside	C33H40O21	772.206208	771.1989	773.2135
Phenylpropanoid	Quercetin-3-galactoside (Hyperin)	C21H20O12	464.095476	463.0882	465.1028
Phenylpropanoid	Dihydroquercetin (Taxifolin)	C15H12O7	304.058303	303.051	305.0656
Phenylpropanoid	Myricetin	C15H10O8	318.037567	317.0303	319.0448
Phenylpropanoid	Myricetin-3-O-β-D-glucopyranoside	C21H20O13	480.090391	479.0831	481.0977
Phenylpropanoid	Dihydromyricetin (Ampelopsin)	C15H12O8	320.053217	319.0459	321.0605
Phenylpropanoid	Isorhamnetin	C16H12O7	316.058303	315.051	317.0656
Phenylpropanoid	Prunetin	C16H12O5	284.068473	283.0612	285.0757
Phenylpropanoid	3,7,4'-Trihydroxyflavanone (Garbanzol)	C15H12O5	272.068473	271.0612	273.0757
Phenylpropanoid	Morin	C15H10O7	302.042653	301.0354	303.0499

Table 2. Non-polar metabolites database

Name	Chemical formula	Monoisotopic Mass	M+H	M-H
Fatty acids				
Eicosanoic acid (Arachidic Acid)	C20H40O2	312.302826	313.3101	312.3028
Arachidonic Acid	C20H32O2	304.240234	305.2475	304.2402
Behenic Acid	C22H44O2	340.334137	341.3414	340.3341
octanoic acid (Capric Acid)	C10H20O2	172.146332	173.1536	172.1463
hexanoic acid (Caproic Acid)	C6H12O2	116.083733	117.091	116.0837
Caprylic Acid (OCTANOIC ACID)	C8H16O2	144.1150055	145.1223	144.115
11c-Eicosenoic Acid	C20H38O2	310.28717	311.2944	310.2872

Erucic Acid (DOCOSENOIC ACID)	C22H42O2	338.318481	339.3258	338.3185
Heneicosanoic Acid	C21H42O2	326.318481	327.3258	326.3185
HEPTANOIC ACID	C7H14O2	130.09938	131.1067	130.0994
(+/-)- α -Lipoic Acid	C8H14O2S2	206.043518	207.0508	206.0435
Lauric Acid	C12H24O2	200.177628	201.1849	200.1776
Linoleic Acid	C18H32O2	280.240234	281.2475	280.2402
Linolenic Acid	C18H30O2	278.224579	279.2319	278.2246
MARGARIC ACID (HEPTADECANOIC ACID)	C17H34O2	270.25589	271.2632	270.2559
Myristic Acid	C14H28O2	228.208923	229.2162	228.2089
Myristoleic Acid	C14H26O2	226.193283	227.2006	226.1933
Nervonic Acid	C24H46O2	366.349792	367.3571	366.3498
NONADECANOIC ACID	C19H38O2	298.28717	299.2944	298.2872
NONANOIC ACID	C9H18O2	158.13068	159.138	158.1307
Oleic Acid	C18H34O2	282.25589	283.2632	282.2559
Palmitic Acid	C16H32O2	256.2399902	257.2473	256.24
Palmitoleic Acid	C16H30O2	254.224579	255.2319	254.2246
PENTADECANOIC ACID	C15H30O2	242.22458	243.2319	242.2246
Stearic Acid	C18H36O2	284.271515	285.2788	284.2715
TRICOSANOIC ACID	C23H46O2	354.34979	355.3571	354.3498
TRIDECANOIC	C13H26O2	214.19328	215.2006	214.1933
undecanoic acid	C11H22O2	186.16199	187.1693	186.162
Sterols				
Schottenol	C29H50O	414.386166214	415.3934	414.3862
Cholesterol	C27H46O	386.3548661	387.3621	386.3549
Spinasterol	C29H48O	412.3705162	413.3778	412.3705
Campesterol	C28H48O	400.370516150	401.3778	400.3705
D-7 avenasterol	C29H48O	412.3705162	413.3778	412.3705
Tocopherols				
α -tocopherol P	C29H50O2	430.3810808	431.3884	430.3811
β -tocopherol	C28H48O2	416.3654308	417.3727	416.3654
γ -tocopherol	C28H48O2	416.3654308	417.3727	416.3654
δ -tocopherol	C27H46O2	402.3497807	403.3571	402.3498
Glycerols				
oleoyl_glycerol	C21H40O4	356.2922	357.2995	356.2922
2-palmitoylglycerol	C19H38O4	330.2778	331.2851	330.2778
2-stearoylglycerol	C21H42O4	358.3084	359.3157	358.3084
linoleyl_palmitoyl_glycerol	C37H66O5	586.4875	587.4948	586.4875
Dilinoleoyl-glycerol	C39H68O5	616.5031	617.5104	616.5031
myristoyl_linoleoyl_glycerol	C35H62O5	562.4562	563.4635	562.4562
Linoleyl_glycerol	C21H38O4	354.2765	355.2838	354.2765
Quinone				

Ubiquinone-10	C59H90O4	863.6549	864.6622	863.6549
---------------	----------	----------	----------	----------

For each raw material we analysed three biological replicates. The analysis of semi-polar and non polar metabolites was performed by LC-PDA-HRMS (Q-Exactive quadrupole Orbitrap mass spectrometry system, Thermo Fisher Scientific, coupled to an LC system equipped with a photodiode array detector, Dionex).

For semi-polar analysis: 10 mg of dried (lyophilized) pulverized material were resuspended in 750 μ L of 75% MeOH-0,1% Formic Acid, spiked with 0.5 μ g/ml Formononetin (internal standard) ,vortexed and shaken at 25°C in a shaker for 30'. Samples were centrifuged at 20 minutes at 20,000g and 500 μ L of supernatant passed to HPLC filter tubes (PVDF, 0.22 μ m). HPLC separation was performed by injecting 5 μ L of sample on a C18 Luna reverse-phase column (100 x 2.1mm, 2.5mm, Phenomenex). The mobile phases used were water +0.1% (v/v) formic acid (A) and acetonitrile +0.1% (v/v) formic acid (B) at a total flow rate of 250 μ L/min. The separation was developed using 5% B for 0.5 min, followed by a 24-min linear gradient to 75% B. The ionization was performed in a heated electrospray ionization source with nitrogen used as sheath and auxiliary gas, set to 40 and 10 units, respectively. The vaporizer temperature and the capillary temperature were set to 250°C, the discharge current was set to 5mA, the spray voltage at 3.5 kV in positive mode and 2.8 kV in negative mode, auxiliary gas heater temperature 330°C and S-lens radio frequency level was set at 50. The acquisition was performed in the mass range 110/1650 m/z both in positive and in negative ion mode with the following parameters: resolution, 70,000; microscan, 1; automatic gain control target, 1e6; and maximum injection time, 50 msec. Ultraviolet-visible detection was continuous from 220 to 700nm. All solvents used were LC-MS grade (Merck Millipore). The ion peak areas were normalized to the ion peak area of the internal standard (formononetin; fold internal standard).

For non-polar analysis: 5 mg of dried (lyophilized) pulverized material were resuspended in 250 μ L methanol (HPLC grade), vortexed and shaken for 10' in Mixer Mill 300. One ml of chloroform spiked (with 50 mg/l α -tocopherol acetate as internal standard) was added and samples were vortexed and shaken for 15' in Mixer Mill 300. Then 250 μ L of 50 mM Tris buffer (pH 7.5, containing 1M NaCl) were added, Vortexed for 10'' and centrifuged (10 minutes at 14,000 rpm at 4°C). Chloroform hypophase was collected , dried in Speed Vacuum and dissolved in 100 μ L (or suitable amount) of HPLC grade ethyl acetate. After centrifugation (10 minutes at 14,000 rpm at 4°C), 70 μ L of extract were transferred to HPLC tube. HPLC separation was performed by injecting 5 μ L of sample in a carotenoid C30 column (100 x 3 mm², 3 μ m particle size, YMC, Dinslaken, Germany), at 25 °C. The mobile phases used were Solvent A: methanol, Solvent B: 20% water: 80% methanol: 0.2% ammonium acetate and Solvent C: tert-butyl methyl ether (methyl ter-butyl ether, MTBE). Elution system was A,

MeOH; B, MeOH/water (4:1 v/v) with 0.2% ammonium acetate; and C, tert-Butyl methyl ether (C), and gradient was 0 to 1.2 min 95% A, 5% B; 3.5 min 80% A, 5% B; 6.8 min 30% A, 5% B, 65% C; 16 min 95%, 5%. Injection volume was 10 μ L, chromatographic flux after equilibration was 0.8 ml/min and the total run time 18 min. PDA data were recorded in the 200–700 nm range. Carotenoids were measured based on their absorption spectra as detected by the PDA, integrated at their individual λ max and normalized to DL- α -tocopherol acetate (Sigma-Aldrich, Cat. No. T3376-5G) at 285 nm.

3. Results

Metabolite Profiling of Raw Materials:

3.1 Zucchini (Italy vs. Slovenia)

The analysis of the amino acid and vitamin content in different zucchini varieties revealed significant variations between the samples from Italy (ZE) and Slovenia (ZJ). The Italian zucchini variety (ZE) demonstrated a higher concentration of essential amino acids, including L-ornithine, Glutamic acid, Asparagine, Tyramine and Tyrosine compared to the Slovenian varieties (Fig. 1). Additionally, the levels of important vitamins such as nicotinamide and thiamine were notably higher in the ZE variety

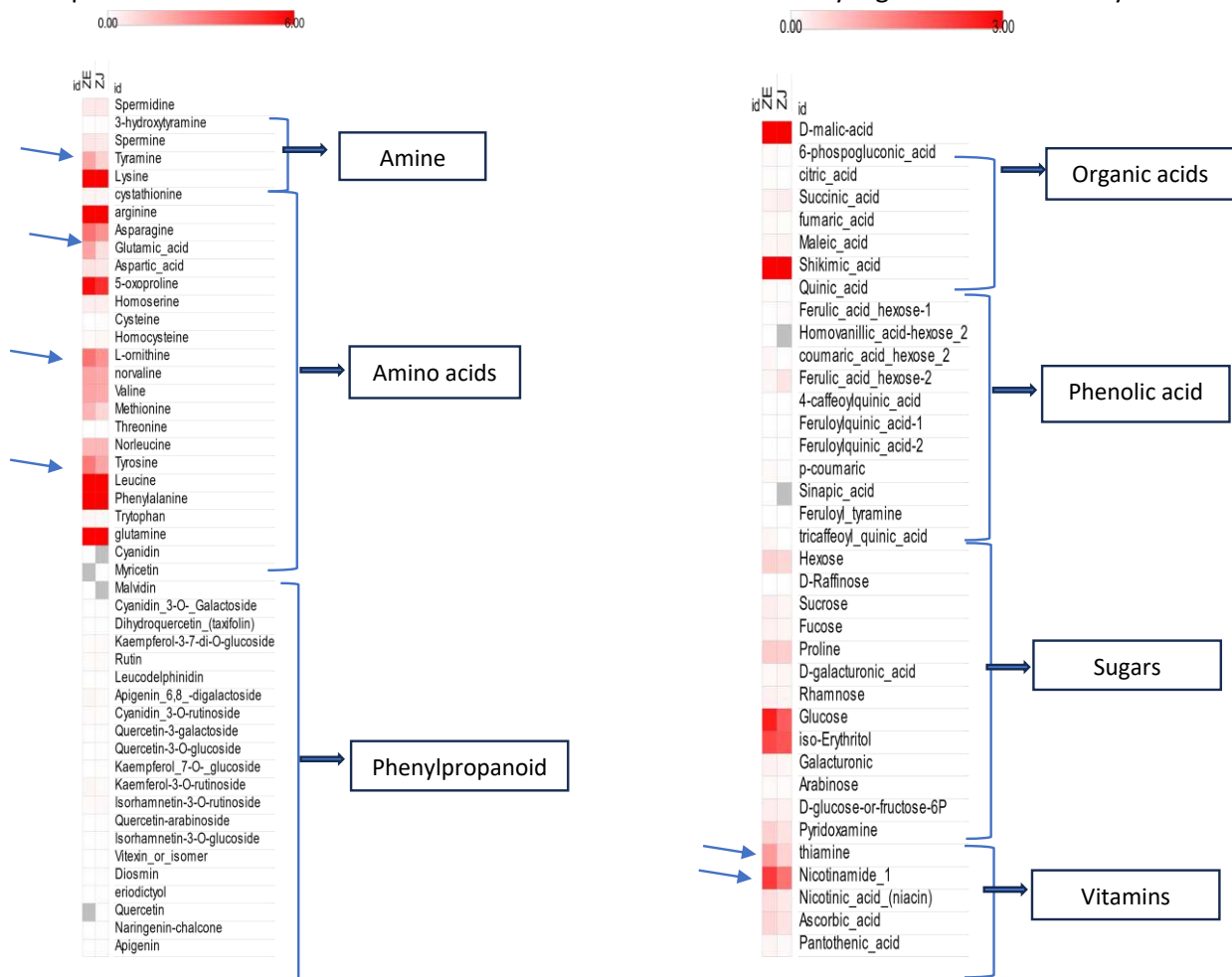


Fig 1. Metabolite profile of zucchini

3.2 Tomatoes (Italy, Slovenia, Tunisia)

In this research, we analyzed various tomato varieties from different regions of the Mediterranean basin to assess their nutritional profiles (Fig. 2). The varieties from Tunisia included Mondial tomato (abbreviated as TR), Long tomato (TLR), and Cerise tomato (TCR). From Italy, the study covered several types: Piccadilly cherry tomatoes (TCP), standard cherry tomatoes (TCH), red tomatoes (TRED), and yellow cherry tomatoes (TYCT). Additionally, we analyzed a general tomato variety from Slovenia (TJ). Each variety was evaluated for its unique composition, allowing us to compare their nutrient content.

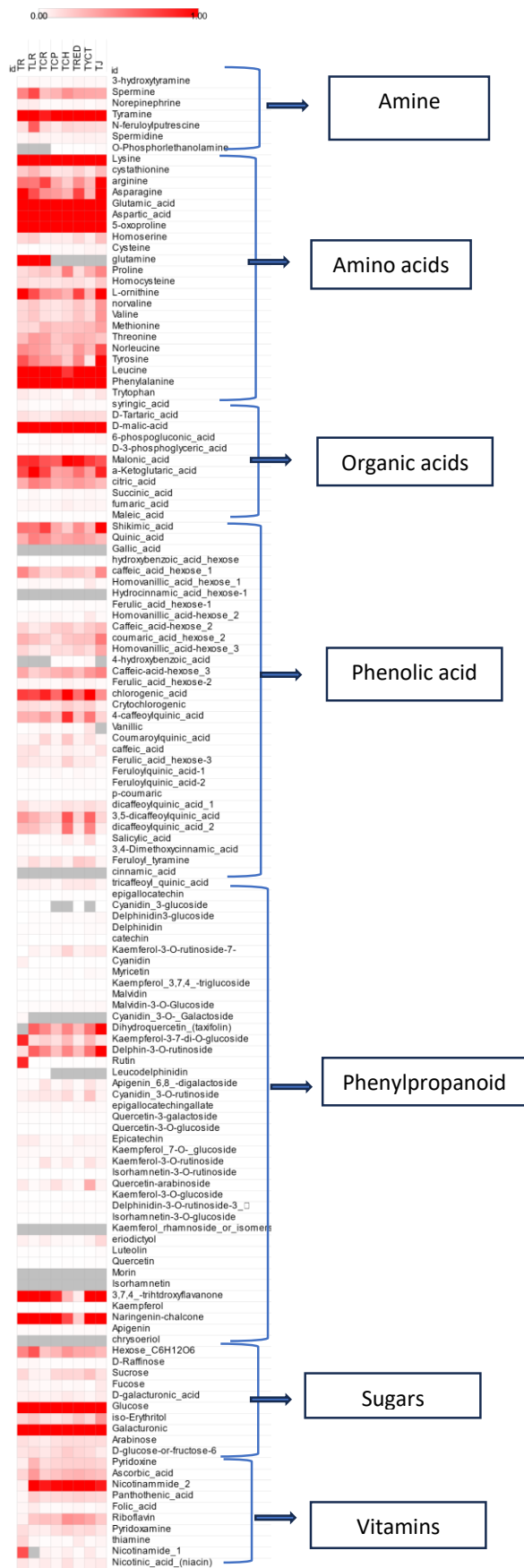


Fig 2. Metabolite profile of tomatoes

3.3 Dates (Tunisia vs. Morocco)

In this research, we also analyzed several date varieties from Tunisia and Morocco, focusing on their nutrient profiles to understand their suitability as healthy food options (Fig. 3). The Tunisian date varieties included **Kenta (DKE)**, **Kentichi (DKEN)**, and **Deglet Nour (DNO)**, with Deglet Nour being particularly high in the amino acid arginine. Meanwhile, Moroccan varieties included **Alig (DAL)**, **Aziza (DAZ)**, **Boifeggous (DBO)**, and **Majhoul (DMA)**.

Key findings showed that the Aziza variety (DAZ) contained lower levels of the amine spermine and had less sugar compared to the other varieties, making it potentially suitable for low-sugar diets. Deglet Nour (DNO), on the other hand, was rich in arginine. Additionally, the Kentichi (DKEN) and Majhoul (DMA) varieties stood out for their high vitamin content, making them valuable sources of nutrients within a Mediterranean-inspired diet. This analysis allowed us to compare these varieties' nutritional profiles, highlighting their unique health benefits

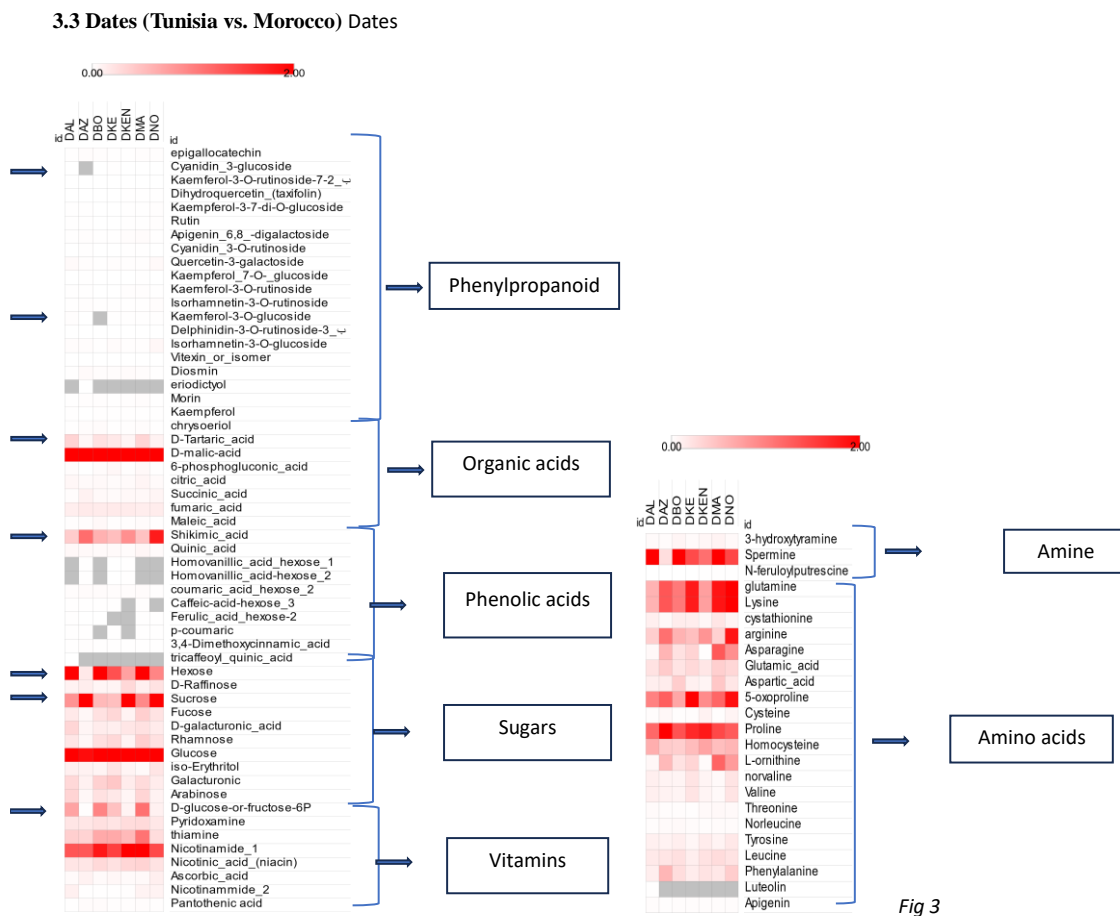


Fig 3. Metabolite profile of dates

3.4 Carobs (Morocco)

In this research, we also examined different varieties of carobs from Morocco to assess their nutritional profiles (Fig 4). The carob varieties included **Oujda (CO)**, **Fes Meknes (CF)**, and **Beni Mallal (CB)**. Each variety displayed distinct characteristics in terms of amino acids and phenolic compounds. Notably, the Fes Meknes variety (CF) contained lower levels of the amino acid 5-oxoproline compared to the others.

Additionally, variations were observed in phenylpropanoids such as kaempferol and cyanidin, as well as amino acids like phenylalanine across the varieties. All three varieties, however, showed high sugar content, suggesting their potential as natural sweeteners.

Below is the heat map which indicates the metabolic profiling of the carobs from different regions

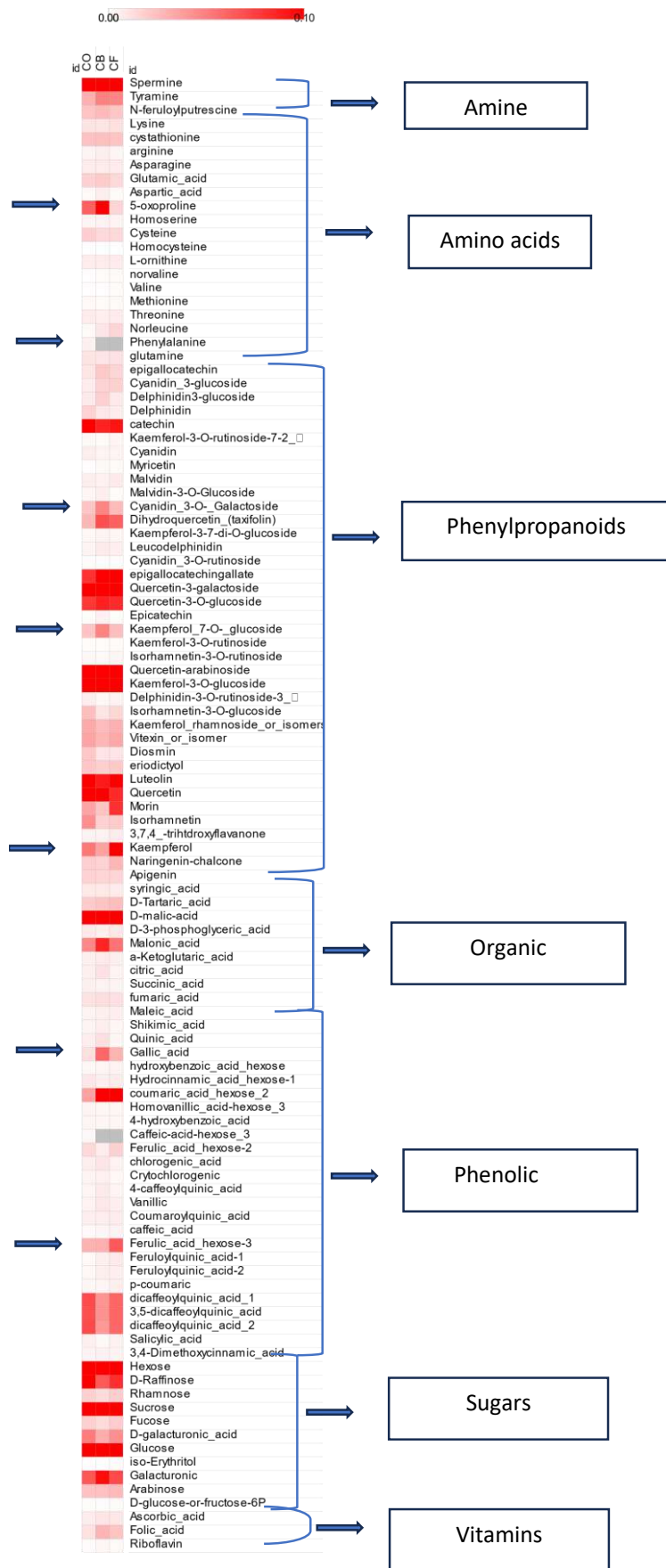


Fig 4. Metabolite profile of carobs

3.5 Argan oil (Morocco)

(Fig 5), shows that argan oil contains essential fatty acids, glycerols, ubiquinone, sterols, and both saturated and unsaturated fats, making it suitable not only for cosmetics but also for consumption.

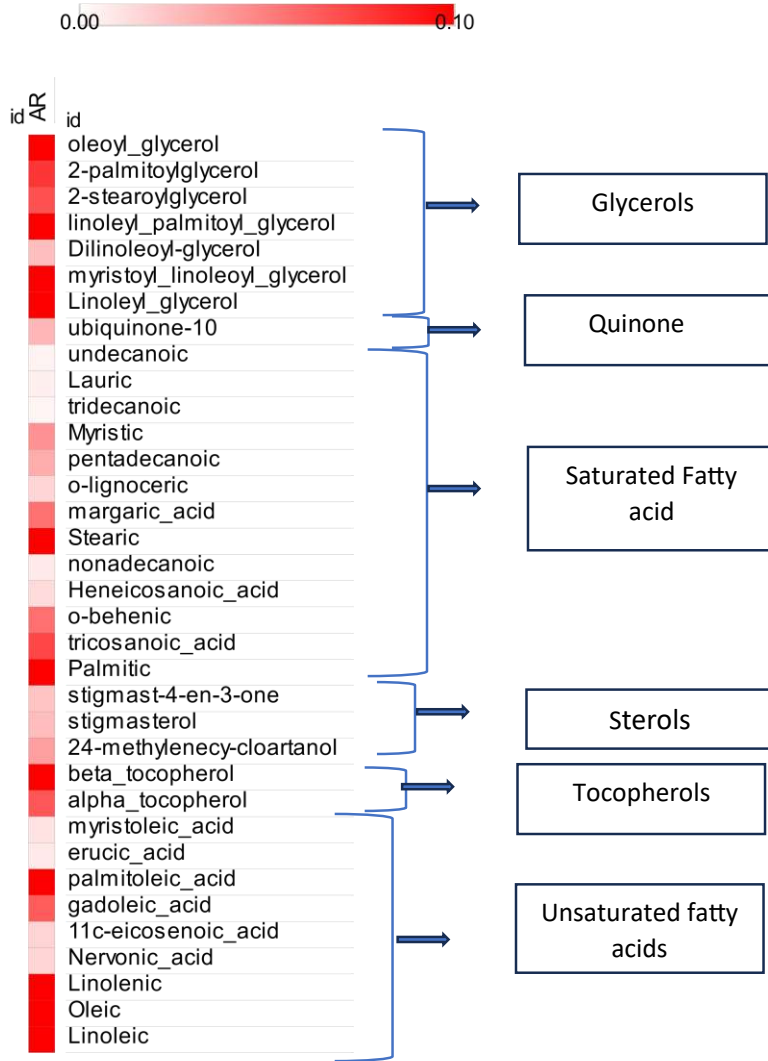


Fig 5. Metabolite profile of argan oil

3.6 Almonds (Tunisia and Morocco)

In (Fig 6), we can see that the AIF (Marcona), AIFE (Fournat), and AIM (Ferradyel) almond varieties exhibit higher levels of saturated fatty acids compared to the AAM (Atlas) variety. All varieties demonstrate a rich composition of unsaturated fatty acids, with the AIM variety showing a particularly high presence of alpha-tocopherol

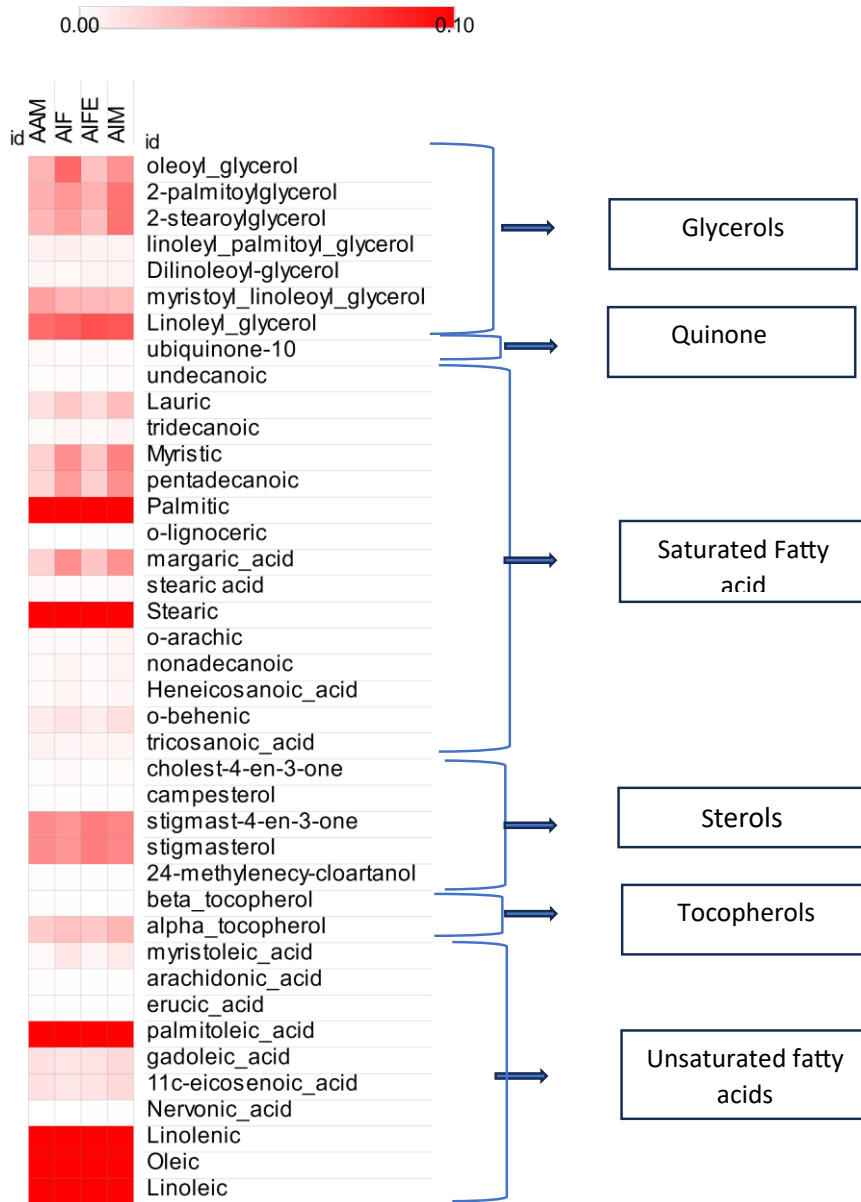


Fig 6. Metabolite profile of almonds

Metabolite Profiling of Final products:

3.7 Amlou

Amlou is a traditional Moroccan spread made from roasted almonds, argan oil, and honey. The semi-polar metabolites found in amlou are detailed in (Fig 7). It has a high presence of amino acids such as 5-oxoproline, cysteine, and threonine; amines like spermine; organic acids like D-malic acid; and vitamins such as nicotinamide, making it a nutritious option for consumption.

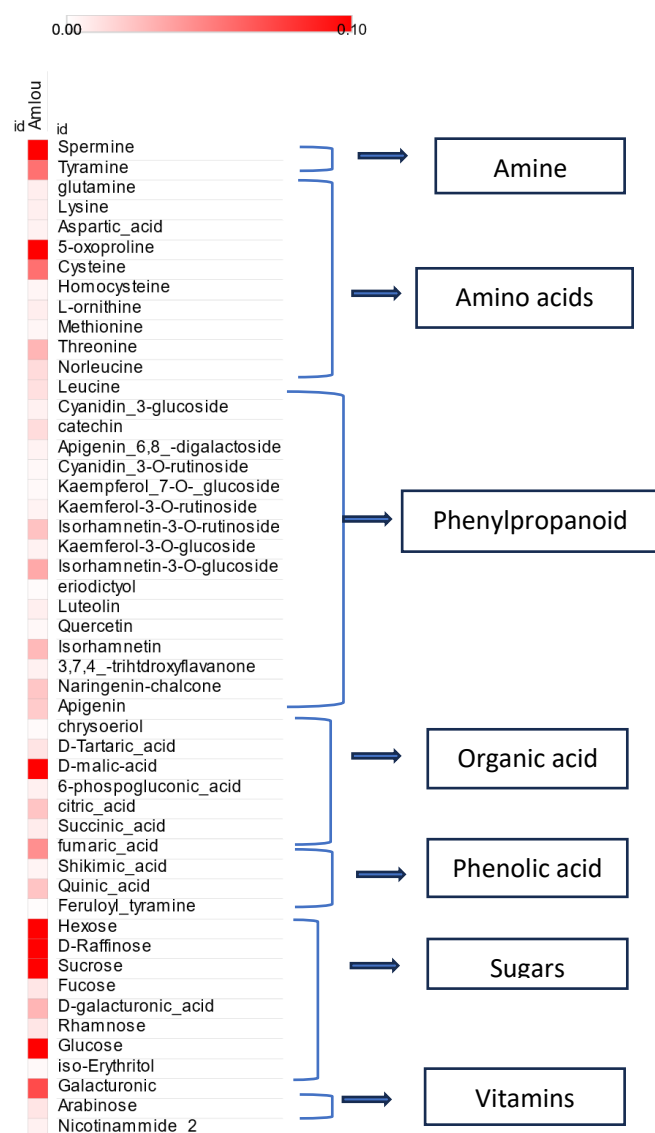


Fig 7. Metabolite profile of amlou

3.8 Tomato chips

In *Fig 8*, we can see that tomato chips retain important metabolites, including vitamins like ascorbic acid, phenolic compounds such as chlorogenic acid, and organic acids like citric acid and D-malic acid, which are preserved in high amounts.

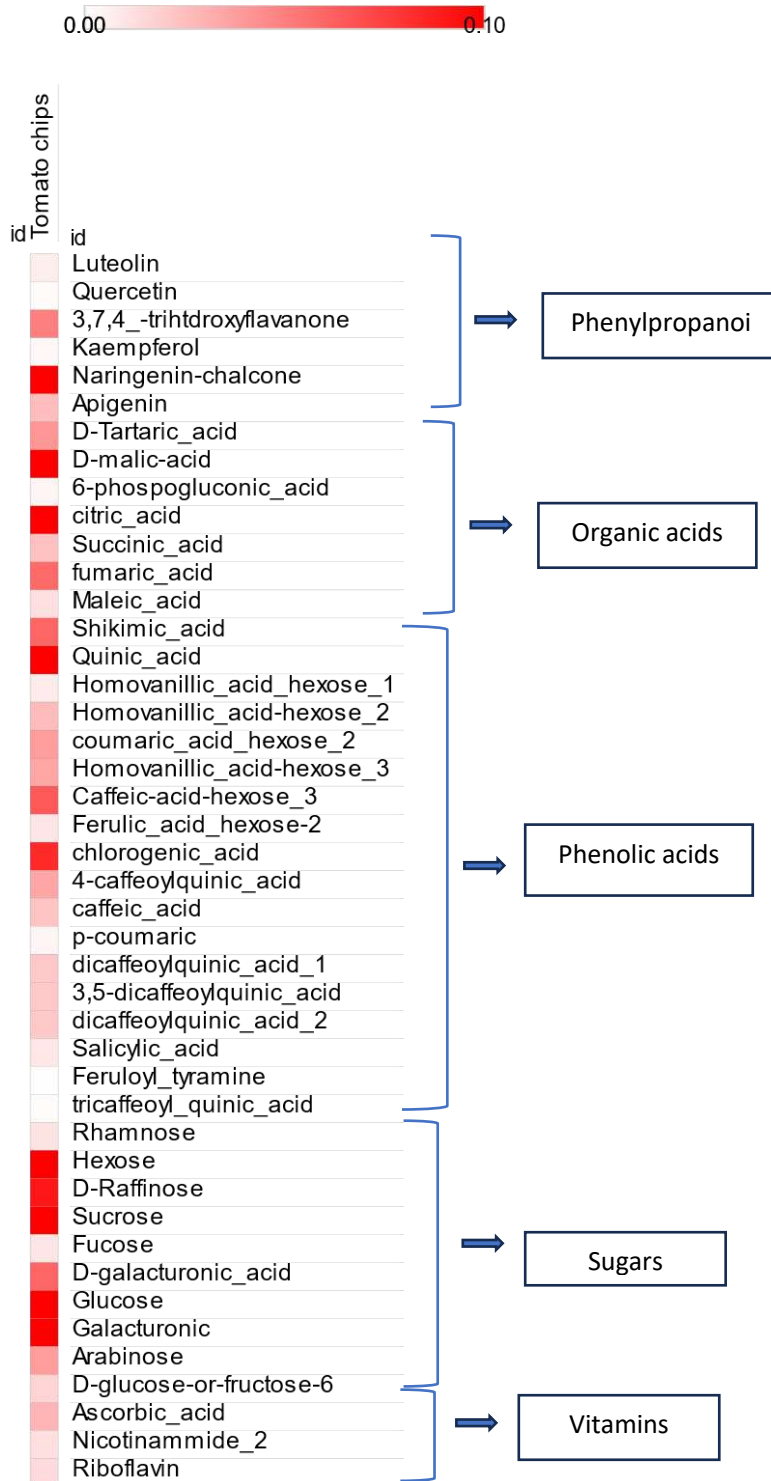


Figure 8 Metabolic profiling of tomato chips

4. Conclusion

This research aimed to evaluate the quality and safety of tomatoes and other agronomically significant species from the Mediterranean basin, focusing on their potential as nutrient-dense food products. Through advanced metabolite profiling using Liquid Chromatography-Photodiode Array-High-Resolution Mass Spectrometry (LC-PDA-HRMS), we conducted targeted analysis on both polar and non-polar compounds in various raw materials and products, providing insights into their nutritional profiles.

Our analysis of different tomato varieties from Tunisia, Italy, and Slovenia revealed regional variations in nutrient content, with certain varieties showing superior levels of amino acids, vitamins, and other essential metabolites. Similarly, the study of date varieties from Tunisia and Morocco highlighted differences in amino acid and sugar content, with some varieties being particularly rich in specific nutrients like arginine and vitamins, making them ideal candidates for Mediterranean-inspired snack products such as date bars and date syrups.

Carob varieties from Morocco demonstrated unique compositions, including varied levels of amino acids and phenolic compounds like kaempferol and cyanidin. Despite these differences, all carob varieties exhibited high sugar content, underscoring their potential use as natural sweeteners. The traditional Moroccan spread, amlou, made from almonds and argan oil, emerged as a nutrient-rich product, preserving essential fatty acids, vitamins, and other beneficial compounds.

Additionally, products derived from tomatoes, such as tomato chips made from micro-texturized tomatoes, retained key nutrients and highlighted the benefits of careful processing in maintaining nutritional value. The findings confirm the role of metabolite profiling in identifying nutritionally rich varieties and support the development of healthier snack options that align with the Mediterranean diet.

In conclusion, this research underscores the value of advanced analytical techniques in assessing food quality and nutrient retention. By understanding the distinct nutritional profiles of these Mediterranean-compatible raw materials, we contribute to the promotion of healthier dietary choices, offering nutrient-dense products such as amlou and tomato chips. These insights also provide a foundation for future research on food quality, safety, and the creation of additional healthy snack options inspired by Mediterranean dietary principles.

5. References

1. Boto JM, Rocha A, Migueis V, Meireles M, Neto B. Sustainability Dimensions of the Mediterranean Diet: A Systematic Review of the Indicators Used and Its Results. *Adv Nutr.* 2022; 13(5):2015-2038.
2. <https://promedlifeproject.eu/>



Dottorato di Ricerca in Scienze delle Produzioni Vegetali e Animali PhD Programme in Plant and Animal Science Codice del Corso di Dottorato/PhD code: DOT1335834 Coordinatore/Coordinator: Prof. Roberta BERNINI	
Scheda delle attività svolte/Form activities carried out	
Informazioni generali/General information	
Ciclo/Cycle	39
Dottorando/PhD student	Upanshi Sharma
Posizione/Position	<input type="checkbox"/> Con borsa di studio/With scholarship ✓ <input type="checkbox"/> Senza borsa di studio/Without scholarship <input type="checkbox"/> Riservata a dipendenti di enti di ricerca/Reserved for research center employees <input type="checkbox"/> Dottorato industriale/Industrial PhD <input type="checkbox"/> Altra tipologia/Other typology
Tutor/Supervisor	Luca Santi Affiliazione/Affiliation Plant and Pharmaceutical Biotechnology, Department of Agriculture and Forestry Sciences (DAFNE), University of Tuscia, Via San Camillo de Lellis snc, 01100 Viterbo, Italy
Co-tutor	Olivia Demurtas, Gianfranco Diretto Affiliazione/Affiliation Biotechnologies Division, ENEA, Italian National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development, Casaccia Research Centre, Santa Maria di Galeria, 00123 Rome, Italy.
Attività di ricerca/Research activity	
Sede prevalente dell'attività di ricerca/Main place of research Biotechnologies Division, ENEA, Italian National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development, Casaccia Research Centre, Santa Maria di Galeria, 00123 Rome, Italy.	
Breve descrizione dell'attività di ricerca/Short description of the research activity (Max 5000 caratteri, inclusi gli spazi/Max 5000 characters, included spaces)	
The PhD project "Food Quality and Safety of Tomato and Other Species of Agronomic Interest in the Mediterranean Basin" is mainly focused on the characterization of metabolite content of different food crops and foods typical of the Mediterranean basin. In this first year, we employed LC-PDA-HRMS using a Q-Exactive mass spectrometer, followed by targeted analysis, to investigate the metabolite profiles of raw materials selected within a PRIMA funded project named PROMEDLIFE (https://promedlifeproject.eu/). The study included a detailed examination of both semipolar and non-polar metabolites in these raw materials, that will be used to formulate new healthy snacks, with the goal of promoting adherence to the Mediterranean diet. By analyzing different varieties from various regions, we evaluated their quality and	



identified those with superior nutritional profiles, assessing their suitability as healthy snack options. This research was conducted as part of the Promedlife project.

In details we analyzed the following raw materials:

- **Zucchini (Italy vs. Slovenia):** Italian zucchini contained higher concentrations of amino acids such as L-ornithine, glutamic acid, asparagine, tyramine, and tyrosine. It also showed higher levels of vitamins like nicotinamide and thiamine compared to zucchini from Slovenia, highlighting regional differences in nutritional profiles.
- **Carobs:** We compared different carob varieties from three regions in Morocco, examining their nutritional components to support the development of nutrient-dense snack options.
- **Almonds and Argan Oil:** Four Moroccan varieties and one argan oil Moroccan sample Both almonds were analyzed. Both almonds and argan oil were analyzed for their non-polar compounds, including tocopherols, sterols, glycerols, and fatty acids. Almonds were also analyzed for their semi-polar metabolites content. Differences between almond varieties were found and interesting metabolites were characterized in argan oil.
- **Dates (Tunisia vs. Morocco):** Different date varieties from both Countries were analyzed, revealing significant quality differences. Certain varieties were particularly rich in nicotinamide and thiamine, making them ideal for developing nutrient-dense snack products.
- **Tomatoes (Italy, Slovenia, Tunisia):** We analyzed different tomato varieties from Italy, Slovenia, and Tunisia, comparing their nutritional profiles. We conducted targeted analysis of both semipolar and non-polar metabolites in these raw materials, identifying and quantifying valuable nutrients that contribute to the health benefits associated with tomatoes.

We also examined both semipolar and non-polar metabolites in the final products developed within the project from the selected raw materials:

- **Amlou:** Made from almonds and argan oil, amlou is a nutrient-rich spread that retained essential metabolites from both raw materials. This traditional product aligns with the Mediterranean diet and offers numerous health benefits due to its rich profile of fatty acids, vitamins, and other essential compounds. The analysis confirmed that the preparation process preserves the nutritional integrity of the almonds and argan oil, making amlou an ideal addition to a nutrient-dense Mediterranean diet.
- **Tomato Chips:** Micro-texturized tomatoes were used in the production of tomato chips, helping to preserve key metabolites like vitamins, organic acids, and amino acids, while enhancing their texture and nutritional content, resulting in a flavourful, Mediterranean-inspired healthful snack option with enhanced texture.



Pubblicazioni scientifiche/Scientific publications (Indicare tutte le informazioni bibliografiche dei lavori pubblicati e sottomessi/Indicate all references of published and submitted papers)			
Comunicazioni a congressi/Conferences communications (Specificare se comunicazioni poster o comunicazioni orali/Specify if poster or oral communications)		Sharma u. "Metabolomic characterization of raw materials and novel food products for the promotion of Mediterranean lifestyle and healthy diet" MS Food day 2024, Brindisi 16-18 October. POSTER	
Brevetti/Patents (Specificare/Specify)			
Altre tipologie di pubblicazioni/Other publications (Specificare/Specify)			
Attività formative/Training activities (Elencare tutte le principali attività svolte e, per ciascuna di esse, indicare i dati richiesti/List the main activities and for each specify of them the data)			
Frequenza di corsi/Partecipation in courses	Titolo/Title	Località/Location	Data/Date
	Meccanismi di difesa delle piante Prof.ssa Carla Caruso	online	8,9,15,16 May 2024
	Sostanze organiche naturali di interesse applicativo Dott. Andrea Fochetti	online	8,17,11,19 April 2024
	Genetics and physiology of yield of relevant crop species and climate change, Dott.ssa Kuzmanovic	online	22,23,24 April 2024



	EU project design and management Dott. Massimo Romanelli	online	16,30 April & 14,20 May
	Practical aspects of measurements and statistical data analysis Dott. Luca Rossini	online	27,28,29,30 May 2024
	Metodologie avanzate applicate ai processi di trasformazione alimentare Dott. Ilaria Benucci	online	10, 12, June, 2024
Partecipazione a seminari/ Participation in seminars	Point-of-care tools for plant pathogens detection	online	2/16/2024
	The Smart-Breed project: Innovative molecular technologies for the adaptation of vegetable species to climate change through precision breeding	online	2/23/2024
	The role of metabolomics and exposomics in food safety, food quality, and human health:	online	3/1/2024



	promises and pitfalls		
	Precision agriculture and site-specific N fertilization management for sustainability	online	3/15/2024
	Livestock systems under the climate change scenario	online	3/22/2024
	LCA and ecolabelling: a guide to environmental certification in the agro-livestock sector	online	3/29/2024
	Insight the olive fruit from enzymatic activities to chemical-physical properties of extra virgin olive oil	online	4/3/2024
	Current rules on GMOs: why should genome-edited plants be regulated?	online	4/12/2024
	Digital transition of farms: an analysis of the economic convenience to adopt innovative technologies	online	4/19/2024
	Approaches of "systems	online	4/24/2024



	biology” applied to functional genomics of plants		
	Unlocking the secrets of agricultural crops using - omics approach to understand the genotype- phenotype	online	4/30/2024
Partecipazione a convegni, workshop, scuole/Partecipation in workshop, schools			
Stage in Italia e/o all'estero/Internship in Italy and/or abroad (Indicare la località e descrivere brevemente il tipo di attività svolta/Indicate the location and describe briefly the activity carried out)			
Altre attività formative/Further educational activities (Indicare la località e descrivere brevemente il tipo di attività svolta/Indicate the location and describe briefly the activity carried out)			
Attività di didattica integrativa/Teaching activity (Elencare tutte le attività svolte e, per ognuna, indicare i dati richiesti/List all activities and specify for each of them the data)			
Attività di tutoraggio e didattico- integrative/Tutorship activities	Titolo/Title	Località/Location	Data/Date
Seminari in corsi di laurea/Seminars in master degrees (Indicare il titolo, la località, la data/Specify the title, the location and the date)			
Data/Date 15/10/2024			
Firma Dottorando/Signature PhD student <i>upanski</i>			
Firma Tutor/Signature Supervisor			
Luca Santi <i>Luca Santi</i>			



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DELLA
TUSCIA

DIPARTIMENTO
DI SCIENZE AGRARIE
E FORESTALI

Olivia Demurtas *Olivia Costantina Demurtas*

Gianfranco Diretto *GD*



Dottorato di Ricerca in Scienze delle Produzioni Vegetali e Animali
PhD Programme in Plant and Animal Science
Codice del Corso di Dottorato/PhD code: DOT1335834
Coordinatore/Coordinator: Prof. Roberta BERNINI

Scheda delle attività svolte/Form activities carried out

Informazioni generali/General information

Ciclo/Cycle
XXXIX

Dottorando/PhD student
Marco Costantini

Posizione/Position
 Con borsa di studio/With scholarship
 Senza borsa di studio/Without scholarship
 Riservata a dipendenti di enti di ricerca/Reserved for research center employees
 Dottorato industriale/Industrial PhD
 Altra tipologia/Other typology

Tutor/Supervisor
Prof.ssa Roberta Benini

Affiliazione/Affiliation
Dipartimento di DAFNE - Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali, Università degli Studi della TUSCIA/
Dipartimento di Sostenibilità, Divisione Biotecnologie e Agroindustria, ENEA (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile), Roma (Italia)

Co-tutor
Dott. Marcello Donini
Affiliazione/Affiliation
Dipartimento di Sostenibilità, Divisione Biotecnologie e Agroindustria, ENEA (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile), Roma (Italia)

Attività di ricerca/Research activity

Sede prevalente dell'attività di ricerca/ Main place of research
ENEA (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile), Roma (Italia)

Breve descrizione dell'attività di ricerca/Short description of the research activity
Il progetto di dottorato è parte del progetto europeo REPRODIVAC, finalizzato allo sviluppo di nuovi dispositivi diagnostici e formulazioni vaccinali innovative per monitorare e contrastare la diffusione di 4 principali malattie infettive riproduttive animali: la febbre Q (*Coxiella burnetii*), la brucellosi suina (*Brucella suis*), la clamidiosi ovina (*Chlamydia abortus*) e la Sindrome Respiratoria e Riproduttiva Suina (PRRS virus).

Nel corso del primo anno di dottorato l'attività di ricerca si è focalizzata sulla produzione in piante di *N. benthamiana* dell'anticorpo monoclonale anti-Nipah virus mAb-A2 e della proteina di fusione "VDcon-FcP" per *Chlamydia abortus*.

mAb-A2 (Nipah virus)

L'anticorpo monoclonale mAb-A2 è una IgG isolata e caratterizzata dal gruppo di ricerca partner europeo con sede al The Pirbright Institute (Woking, UK). Il mAb-A2 è un anticorpo diretto contro la glicoproteina G (NiV-sG) di un virus suino, chiamato Nipah virus (NiV), che verrà in futuro utilizzato come controllo negativo non correlato per testare in vivo gli anticorpi specifici per il PRRS virus, patogeno causativo della Sindrome Respiratoria e Riproduttiva Suina (PRRS) nei suini e su cui parte del progetto REPRODIVAC è focalizzato. Il mAb A2 è stato prodotto sia in linee di piante wild-type di *N.*



benthamiana, ma anche in linee mutanti, chiamate DXT/FT, attraverso cui è possibile ottenere proteine eterologhe con un profilo di glicosilazione simile a quello tipico delle cellule di mammifero, consentendo di aggirare i problemi di compatibilità e/o immunogenicità in caso di somministrazione di prodotti biofarmaceutici derivanti da piante. Il mAb A2 è stato caratterizzato sia strutturalmente, mediante analisi Western blot e Size-exclusion chromatography con le quali ne è stata confermata l'integrità strutturale; sia funzionalmente, mediante test ELISA indiretto e test di neutralizzazione pseudovirale, attraverso cui è stata dimostrata l'affinità di legame per l'antigene (NiV-sG) e il potere neutralizzante del mAb A2 prodotto in entrambe le linee di piante.

Nel corso del secondo anno di dottorato, il profilo di glicosilazione del mAb A2 verrà caratterizzato mediante MS/MS e verrà determinata la sua cinetica di legame nei confronti dell'antigene (NiV-sG) mediante analisi SPR. Infine, essendo il mAb A2 il primo anticorpo suino prodotto in pianta, verrà utilizzato per effettuare test in vivo direttamente su un campione di suini da allevamento per valutarne la farmacocinetica e il profilo di biosicurezza.

VDcon-FcP (*Chlamydia abortus*)

La proteina chimerica "VDcon-Fc" è stata ottenuta dalla fusione di un concatenamero costituito dagli ectodomini variabili (VD1, 2, 3 e 4) dell'antigene immunodominante MOMP di *C. abortus* con il dominio Fc di un'IgG di maiale; lo scopo di questa parte del progetto di ricerca è quello di ottenere un vaccino a subunità innovativo, nel quale il dominio Fc dell'IgG dovrebbe: i) fungere da sistema di delivery per trasportare più efficacemente i determinanti antigenici del patogeno (VDcon) sulla superficie delle APC e potenziare così la risposta immunitaria umorale; ii) facilitare il processo di purificazione del prodotto mediante cromatografia di affinità basata su proteina A sfruttando l'elevata affinità del dominio Fc per la proteina A.

Sebbene il vaccino sia destinato alle specie ovine, per ora il complesso antigenico VDcon è stato fuso al dominio Fc di un'IgG di maiale (FcP) per effettuare studi strutturali preliminari (Western blot, Size-exclusion chromatography) prima di utilizzare il dominio Fc di un'IgG di pecora (FcOv) come fusion partner di destinazione finale. Una volta ottenuta la proteina chimerica "VDcon-FcOv", la sua efficacia verrà quindi testata *in vivo*.

Publicazioni scientifiche/Scientific publications (Indicare tutte le informazioni bibliografiche dei lavori pubblicati e sottomessi/Indicate all references of published and submitted papers)	Ghelli, R., Brunetti, P., Marzi, D., Cecchetti, V., Costantini, M. , Lanzoni-Rossi, M., Scaglia Linhares, F., Costantino, P. and Cardarelli, M. (2023), The full-length Auxin Response Factor 8 isoform ARF8.1 controls pollen cell wall formation and directly regulates <i>TDF1</i> , <i>AMS</i> and <i>MS188</i> expression. <i>Plant J</i> , 113: 851-865. https://doi.org/10.1111/tpj.16089		
Comunicazioni a congressi/Conferences communications (Specificare se comunicazioni poster o comunicazioni orali/Specify if poster or oral communications)			
Brevetti/Patents (Specificare/Specify)			
Altre tipologie di pubblicazioni/Other publications (Specificare/Specify)			
Attività formative/Training activities (Elencare tutte le principali attività svolte e, per ciascuna di esse, indicare i dati richiesti/List the main activities and for each specify of them the data)			
	Titolo/Title	Località/Location	Data/Date
Frequenza di corsi/Participation in courses	1. "EU project design and management" Dott. Massimo Romanelli	1. DAFNE (Unitus)	1. 16 aprile 2024 – 20 maggio 2024



	<p>2. "Genetics and physiology of field of relevant crop species and climate changes" Prof.ssa Ljiljana Kuzmanović</p> <p>3. "Sostanze organiche naturali di interesse applicativo" Dott. Andrea Fochetti</p> <p>4. "Meccanismi di difesa delle piante" Prof.ssa Carla Caruso</p> <p>5. "Practical aspects of measurements and statistical data analysis" Prof. Luca Rossini</p>	<p>2. DAFNE (Unitus)</p> <p>3. DAFNE (Unitus)</p> <p>4. DAFNE (Unitus)</p> <p>5. DANFE (Unitus)</p>	<p>2. 22 aprile 2024 – 24 aprile 2024</p> <p>3. 8 aprile 2024- 19 aprile 2024</p> <p>4. 8 maggio 2024- 16 maggio 2024</p> <p>5. 27 maggio 2024- 20 maggio 2024</p>
<p>Partecipazione a seminari/ Participation in seminars</p>	<p>1. "Point-of-care tools for plant pathogens detection" Dott.ssa Sara Francesconi</p> <p>2. "The Smart-Breed project: Innovative molecular technologies for the adaptation of vegetable species to climate change through precision breeding" Dott.ssa Giovanna Frugis</p> <p>3. "The role of metabolomics and exposomics in food safety, food quality, and human health: promises and pitfalls" Dott. Luca Narduzzi</p> <p>4. "The design, construction, and care of urban green areas" Dott. Gianluca Burchi</p> <p>5. "Precision agriculture and site-specific N fertilization management for sustainability" Dott.ssa Federica Carucci</p> <p>6. "Livestock systems under the climate change</p>	<p>DAFNE (Unitus)</p> <p>DAFNE (Unitus)</p> <p>DAFNE (Unitus)</p> <p>DAFNE (Unitus)</p>	<p>1. 16 febbraio 2024</p> <p>2. 23 febbraio 2024</p> <p>3. 1 marzo 2024</p> <p>4. 8 marzo 2024</p> <p>5. 15 marzo 2024</p>



	<p>scenario” Dott. Andrea Vitali</p> <p>7. “LCA and ecolabelling: a guide to environmental certification in the agro-livestock sector” Dott. Giampiero Grossi</p> <p>8. “Insight the olive fruit from enzymatic activities to chemical-physical properties of extra virgin olive oil” Dott.ssa Katia Liburdi</p> <p>9. “Current rules on GMOs: why should genome-edited plants be regulated?” Dott. Cristian Silvestri</p> <p>10. “Digital transition of farms: an analysis of the economic convenience to adopt innovative technologies” Dott. Davide Dell'Unto</p> <p>11. “Approaches of “systems biology” applied to functional genomics of plants” Dott.ssa Giovanna Frugis</p> <p>12. “Unlocking the secrets of agricultural crops using -omics approach to understand the genotype-phenotype connection in the era of climate change” Dott. Salvatore Esposito</p>	<p>DAFNE (Unitus)</p> <p>DAFNE (Unitus)</p> <p>DAFNE (Unitus)</p> <p>DAFNE (Unitus)</p> <p>DAFNE (Unitus)</p> <p>DAFNE (Unitus)</p> <p>DAFNE (Unitus)</p>	<p>6. 22 marzo 2024</p> <p>7. 29 marzo 2024</p> <p>8. 3 aprile 2024</p> <p>9. 12 aprile 2024</p> <p>10. 19 aprile 2024</p> <p>11. 24 aprile 2024</p> <p>12. 30 aprile 2024</p>
Partecipazione a convegni, workshop, scuole/Participation in workshop, schools			
Stage in Italia e/o all'estero/Internship in Italy and/or abroad (Indicare la località e descrivere brevemente il tipo di attività svolta/Indicate the location and describe briefly the activity carried out)	Periodo di visiting per la caratterizzazione funzionale del mAb-A2 anti-Nipah virus prodotto in pianta	The Pirbright Institute (Woking, UK)	18/05/2024-25/05/2024
Altre attività formative/Further educational activities (Indicare la località e descrivere brevemente il tipo di attività)	<p>1. Training OPEN SPR (Nicoya)</p> <p>2. Corso formazione DLS (Malvern Panalytical)</p>	<p>1. ENEA Casaccia</p> <p>2. ENEA Casaccia</p>	<p>8-9.10.2024</p> <p>1.10.2024</p>



svolta/Indicate the location and describe briefly the activity carried out)			
Attività di didattica integrativa/Teaching activity (Elencare tutte le attività svolte e, per ognuna, indicare i dati richiesti/List all activities and specify for each of them the data)			
Attività di tutoraggio e didattico-integrative/Tutorship activities	Titolo/Title	Località/Location	Data/Date
Seminari in corsi di laurea/Seminars in master degrees (Indicare il titolo, la località, la data/Specify the title, the location and the date)			
Data/Date 17/10/2024			
Firma Dottorando/Signature PhD student		<i>Marco Costantini</i>	
Firma Tutor/Signature Supervisor			



Dottorato di Ricerca in Scienze delle Produzioni Vegetali e Animali
PhD Programme in Plant and Animal Science
Codice del Corso di Dottorato/PhD code: DOT1335834
Coordinatore/Coordinator: Prof. Roberta BERNINI

Scheda delle attività svolte/Form activities carried out

Informazioni generali/General information

Ciclo/Cycle

XXXIX

Dottorando/PhD student

Matteo Nava

Posizione/Position

Con borsa di studio/With scholarship

Senza borsa di studio/Without scholarship

Riservata a dipendenti di enti di ricerca/Reserved for research center employees

Dottorato industriale/Industrial PhD

Altra tipologia/Other typology

Tutor/Supervisor

Prof. Luca Santi

Affiliazione/Affiliation

DAFNE - Università degli Studi della Tuscia

Co-tutor

Dott. Gianfranco Diretto, Dott.ssa Olivia Demurtas

Affiliazione/Affiliation

ENEA (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile) - Casaccia

Attività di ricerca/Research activity

Sede prevalente dell'attività di ricerca/Main place of research

ENEA – Casaccia

Breve descrizione dell'attività di ricerca/Short description of the research activity

L'attività di ricerca proposta nel presente progetto di Dottorato prevede l'impiego di approcci omici per lo studio delle vie biosintetiche degli apocarotenoidi in specie vegetali.

La prima fase del progetto è stata incentrata sulla coltivazione di *Ditaxis heterantha*, una pianta endemica delle regioni aride del Messico, i cui semi presentano un endosperma di colore arancione brillante, dovuto alla presenza di due apocarotenoidi: la ditaxina e l'eterantina. La letteratura riporta anche un'attività antitumorale di queste molecole, purificate e testate su linee cellulari murine di linfoma L5178Y.

In una prima fase di ricerca, abbiamo quindi condotto un'analisi della bioattività degli estratti semipolari dell'endosperma di semi maturi di *Ditaxis* su diverse linee tumorali (MSTO: Mesothelioma Cell Line; MDA: Triple Negative Breast Cancer Cell Line; PC3: Prostatic adenocarcinoma Cell Line; H1299: Lung carcinoma cell line; MCF7A: Breast cancer cell line), riscontrando un'efficacia su tutte le linee analizzate. Sia gli estratti semipolari che quelli non polari di semi maturi (separati in endosperma e buccia) che di foglia sono stati poi sottoposti ad analisi di cromatografia liquida accoppiata a spettrometria di massa ad alta risoluzione (LC-HRMS) per condurre studi di metabolomica secondo approcci targeted e untargeted (bulk metabolomics) che hanno evidenziato la presenza di 4 isomeri principali della Ditaxina e 3 dell'eterantina principalmente presenti nell'endosperma



maturato. Inoltre, la ditaxina e l'eterantina sono state caratterizzate anche tramite analisi di metabolomica spaziale utilizzando la tecnologia di desorbimento per ionizzazione elettrospray con mobilità ionica e spettrometria di massa (DESI-IM-MS) che ha evidenziato la presenza di 3 isomeri della Ditaxina e 2 dell'eterantina distribuiti in modo uniforme in tutto l'endosperma maturo.

Simultaneamente, è stata effettuata un'analisi trascrittomica su endosperma e foglie, con lo scopo di realizzare, in primo luogo, un trascrittoma di riferimento per questa specie, non disponibile in letteratura; successivamente, e attraverso un'integrazione dei metabolomica e trascrittomica attraverso approcci di bioinformatica, si procederà con l'identificazione dei geni candidati per la biosintesi di questi apocarotenoidi mediante saggi di attività *in vitro* (*in bacterio*) e *in vivo* (*in planta*). Tutte le attività sopracitate sono in corso. Nel caso dei saggi *in vitro*, la trasformazione di specifici ceppi di *Escherichia coli*, come BL21(DE3) pGro7, consente di ottenere proteine ricombinanti con il corretto folding, da utilizzare in reazioni enzimatiche *in vitro*. In queste reazioni, l'enzima prodotto dal batterio, ottenuto dall'estratto proteico grezzo, viene unito al substrato metabolico da cui si ipotizza la produzione del metabolita di interesse.

Per i saggi di attività enzimatica *in vivo*, i geni candidati verranno clonati nel vettore pBI e successivamente utilizzati per trasformare cellule di Agrobatterio (ceppo C58C1). Queste cellule saranno impiegate per l'agroinfiltrazione di piante modello come *Nicotiana benthamiana*, che accumulano naturalmente molti carotenoidi che rappresentano i substrati di interesse, al fine di validare l'attività enzimatica.

Durante il primo anno di Dottorato, ho inoltre partecipato al progetto InnCoCells, un progetto Horizon 2020 iniziato nel 2021, e finalizzato allo sviluppo di nuovi ingredienti e prodotti cosmetici nel campo della skincare, che siano innovativi, sostenibili, eco-friendly, a partire da prodotti vegetali di varia origine (e.g. colture cellulari, piante cresciute secondo metodi di agricoltura 4.0, scarti di produzione). In particolare, ho eseguito analisi metabolomiche mediante LC-HRMS su estratti vegetali con elevata bioattività antiinfiammatoria e antiinvecchiamento, come *Kaempferia galanga* e *Zingiber zerumbet*, e mi sono occupato dell'isolamento e della purificazione di estratti di vinaccioli con attività antitumorale tramite HPLC preparativa. Infine, ho partecipato alla caratterizzazione metabolomica di pomodori cresciuti in diversi areali di coltivazione.

Publicazioni scientifiche/Scientific publications
(Indicare tutte le informazioni bibliografiche dei lavori pubblicati e sottomessi/Indicate all references of published and submitted papers)

D'Esposito, D.; Di Donato, A.; Puleo, S.; **Nava, M.**; Diretto, G.; Di Monaco, R.; Frusciante, L.; Ercolano, M.R. The Impact of Growing Area on the Expression of Fruit Traits Related to Sensory Perception in Two Tomato Cultivars. *Int. J. Mol. Sci.* **2024**, *25*, 9015.
<https://doi.org/10.3390/ijms25169015>



Comunicazioni a congressi/Conferences communications (Specificare se comunicazioni poster o comunicazioni orali/Specify if poster or oral communications)	Presentazione orale alla "III Reunión Nacional de Carotenoides y I Reunión Hispano-Portuguesa de Carotenoides" (5-6 settembre 2024, Albacete, ES): <i>Investigation of novel enzymes for Apocarotenoid Biosynthesis in "Azafran de bolita" (Ditaxis heterantha Zucc.)</i>		
Brevetti/Patents (Specificare/Specify)			
Altre tipologie di pubblicazioni/Other publications (Specificare/Specify)			
Attività formative/Training activities (Elencare tutte le principali attività svolte e, per ciascuna di esse, indicare i dati richiesti/List the main activities and for each specify of them the data)			
	Titolo/Title	Località/Location	Data/Date
Frequenza di corsi/Partecipation in courses	1. "EU project design and management" Dott. Massimo Romanelli	1. DAFNE (Unitus)	1. 16 aprile 2024 – 20 maggio 2024
	2. "Genetics and physiology of field of relevant crop species and climate changes" Prof.ssa Ljiljana Kuzmanović	2. DAFNE (Unitus)	2. 22-24 aprile 2024
	3. "Metodologie avanzate applicate ai processi di trasformazione alimentare" Prof.ssa Ilaria Benucci	3. DAFNE (Unitus)	3. 10-12 giugno 2024
	4. "Sostanze organiche naturali di interesse applicativo" Dott. Andrea Fochetti	4. DAFNE (Unitus)	4. 8-19 aprile 2024
	5. "Meccanismi di difesa delle piante" Prof.ssa Carla Caruso	5. DANFE (Unitus)	5. 8-16 maggio 2024
	6. "Practical aspects of measurements and statistical data analysis" Prof. Luca Rossini	6. DAFNE (Unitus)	6. 27-20 maggio 2024
	7. Corso su "Compound Discoverer"	7. Online tenuto da ThermoFisher	7. 8 maggio 2024



	8. Corso "CyclicIMS DesiXS, Imaging Workflow and Optimisation"	8. ENEA-CASACCIA	8. 22-25 Luglio 2024-
Partecipazione a seminari/ Participation in seminars	1." Point-of-care tools for plant pathogens detection" Dott.ssa Sara Francesconi 2. "The Smart-Breed project: Innovative molecular technologies for the adaptation of vegetable species to climate change through precision breeding" Dott.ssa Giovanna Frugis 3." The role of metabolomics and exposomics in food safety, food quality, and human health: promises and pitfalls" Dott. Luca Narduzzi 4." The design, construction, and care of urban green areas" Dott. Gianluca Burchi 5." Precision agriculture and site-specific N fertilization management for sustainability" Dott.ssa Federica Carucci 6. "Livestock systems under the climate change scenario" Dott. Andrea Vitali 7. "LCA and ecolabelling: a guide to environmental certification in the agro-livestock sector" Dott. Giampiero Grossi 8. "Insight the olive fruit from enzymatic activities to chemical-	1. DAFNE (Unitus) 2. DAFNE (Unitus) 3. DAFNE (Unitus) 4. DAFNE (Unitus) 5. DAFNE (Unitus) 6. DAFNE (Unitus) 7. DAFNE (Unitus) 8. DAFNE (Unitus)	1. 16 febbraio 2024 2. 23 febbraio 2024 3. 1 marzo 2024 4. 8 marzo 2024 5. 15 marzo 2024 6. 22 marzo 2024 7. 29 marzo 2024 8. 3 aprile 2024



	physical properties of extra virgin olive oil” Dott.ssa Katia Liburdi 9. “Current rules on GMOs: why should genome-edited plants be regulated?” Dott. Cristian Silvestri 10. “Digital transition of farms: an analysis of the economic convenience to adopt innovative technologies” Dott. Davide Dell’Unto 11. “Approaches of “systems biology” applied to functional genomics of plants” Dott.ssa Giovanna Frugis 12. “Unlocking the secrets of agricultural crops using -omics approach to understand the genotype-phenotype connection in the era of climate change” Dott. Salvatore Esposito 13. “Plant Metabolic Engineering: from pathway discovery to health-value enriched crops” Dottor Gianfranco Diretto 14. “Advanced characterization techniques and data mining strategies applied to food science” (Webinar)	9. DAFNE (Unitus) 10. DAFNE (Unitus) 11. DAFNE (Unitus) 12. DAFNE (Unitus) 13. Università degli studi “La Sapienza” 14. Università degli studi “La Sapienza”	9. 12 aprile 2024 10. 19 aprile 2024 11. 24 aprile 2024 12. 30 aprile 2024 13. 27 novembre 2023 14. 24 gennaio 2024
--	---	---	--



Partecipazione a convegni, workshop, scuole/Participation in workshop, schools	1. "Evoluzione del miglioramento genetico delle piante: dagli incroci alle modificazioni dirette dei genomi" Convegno in memoria del Prof. Luigi Maria Monti 2. European School of Metabolomics	1. Università degli studi "La Sapienza" 2. Granada (Spagna)	1. 12 Marzo 2024 2. 22-26 Aprile 2024
Stage in Italia e/o all'estero/Internship in Italy and/or abroad (Indicare la località e descrivere brevemente il tipo di attività svolta/Indicate the location and describe briefly the activity carried out)			
Altre attività formative/Further educational activities (Indicare la località e descrivere brevemente il tipo di attività svolta/Indicate the location and describe briefly the activity carried out)			
Attività di didattica integrativa/Teaching activity (Elencare tutte le attività svolte e, per ognuna, indicare i dati richiesti/List all activities and specify for each of them the data)			
Attività di tutoraggio e didattico-integrative/Tutorship activities	Titolo/Title	Località/Location	Data/Date
Seminari in corsi di laurea/Seminars in master degrees (Indicare il titolo, la località, la data/Specify the title, the location and the date)	1. Seminario per la winter school: "GREEN ECONOMY ACADEMY WINTER SCHOOL 2024 "URBAN AND SPACE FARMING INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR A MORE SUSTAINABLE AGRICULTURE": Applications of hydroponic culture for abiotic stress detection 2. Attività laboratoriali per la winter school "GREEN ECONOMY ACADEMY WINTER SCHOOL 2024 "URBAN AND SPACE FARMING INNOVATIVE	1. ENEA-CASACCIA 2. ENEA-CASACCIA	1. 7 Febbraio 2024 2. 7 Febbraio 2024



	<p>TECHNOLOGIES FOR A MORE SUSTAINABLE AGRICULTURE": "Laboratory activities: Hydroponic cultivation, controlled environment agriculture, Automation with Control and Management Systems, LED lights for plant cultivation and led light recipes, non- destructive analysis and morphometry, 3D printing for hydroponic system development and optimization). (C. Sandri, E. Fabene, M. Nava, L. Nardi)</p>		
<p>Data/Date 16 ottobre 2024</p>			
<p>Firma Dottorando/Signature PhD student <i>Mauro Walter</i></p>			
<p>Firma Tutor/Signature Supervisor <i>Luca Nardi</i></p>			

All'attenzione del coordinatore

del Dottorato di Ricerca in Scienze delle Produzioni Vegetali e Animali,

Prof. Roberta Bernini

Cara Roberta,

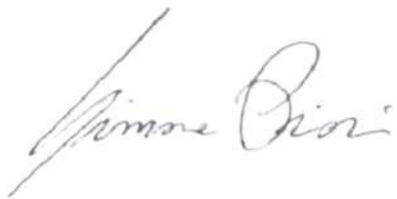
chiedo di giustificare il dottorando Leonardo Pace, del 39° ciclo, dalla discussione delle sue attività per l'ammissione al secondo anno di dottorato. In quella settimana, lo studente sarà con me al convegno internazionale "VI Global Workshop on Proximal Soil Sensing" a Ghent, in Belgio, in cui terrà anche una presentazione orale. Il giorno venerdì 18 ottobre, data prevista per la discussione del primo anno di dottorato, sarà in viaggio di ritorno, quindi impossibilitato a collegarsi online.

Chiedo quindi che si possa trovare una modalità alternativa di esame per il passaggio al secondo anno di dottorato.

Distinti saluti,

Il Tutor del dottorando Leonardo Pace,

Prof. Simone Priori

A handwritten signature in black ink, reading "Simone Priori". The signature is written in a cursive style with a long, sweeping underline that extends to the left.

Viterbo, 10/10/2024

Relazione delle attività svolte durante il primo anno di Dottorato di Ricerca

Dottorando/a: Leonardo Pace

Tutor: Simone Priori

Corso di dottorato: Scienze delle Produzioni Vegetali e Animali

Anno Accademico: 2023/2024

1. Introduzione

Durante il primo anno di dottorato, le attività hanno ruotato principalmente sull'acquisizione di strumenti teorici e metodologici, sviluppando quindi una revisione della letteratura e partecipando a diverse attività formative, utili ad acquisire conoscenze e competenze in materia. La ricerca si inserisce nel campo della Pedologia, con un focus particolare alla sensoristica prossimale e remota applicata in contesto agronomico. L'obiettivo principale del primo anno è stato quindi la ricerca bibliografica, accompagnato dall'avvio delle prime fasi sperimentali.

2. Attività di Ricerca

2.1 Revisione della letteratura

Nei primi mesi è stata condotta una revisione approfondita della letteratura sugli approcci più recenti riguardo la sensoristica pedologica in ambito agrario; si sono esaminati articoli pubblicati da esperti del settore in riviste scientifiche di alto impatto, con particolare attenzione alla sensoristica elettromagnetica (EMI) e alla spettrometria NIR. Questo ha permesso un primo approccio conoscitivo e uno studio del campo di azione da trattare nelle attività di ricerca futura. L'analisi sulla quale ci si è poi concentrati maggiormente, ha riguardato principalmente i costi necessari ad uno studio accurato della composizione dei terreni: attualmente infatti, l'affidabilità delle mappe riguardo la composizione dei terreni, è strettamente legata al numero di campioni da analizzare tramite analisi di laboratorio tradizionali; queste, se in numero alto, rischiano di non essere sostenibili economicamente da piccole medie imprese agricole, che possono contare su un budget molto spesso limitato. L'idea di base ha quindi spinto sulla necessità di fatto di limitare i costi derivati dalle analisi di laboratorio, mantenendo alta l'affidabilità delle mappe.

2.2 Sviluppo della metodologia di ricerca

La seconda fase del lavoro ha riguardato lo sviluppo della metodologia. Come primo approccio alla materia si è scelto di lavorare sull'accoppiamento di due sensori prossimali, che potessero fornire preziose informazioni sulla composizione dei suoli oggetto di indagine. Se da una parte, infatti, la sensoristica elettromagnetica (EMI) consente una prima analisi generale del suolo, con risultati legati a più parametri pedologici (rocciosità, umidità, tessitura, salinità), dall'altra la spettrometria NIR, basata sulle analisi spettrali di campioni puntuali di suolo, consente,

tramite l'utilizzo di tecniche di geostatistica, di creare dei modelli di predizione affidabili, risparmiando sui costi legati alle analisi di laboratorio tradizionali.

2.3 Progresso del progetto

La prima fase dei lavori vede lo studio del suolo tramite un sensore ad induzione elettromagnetica che misuri la conducibilità elettrica: essa risulta infatti correlata a diverse caratteristiche pedologiche del terreno come la porosità, la tessitura, l'umidità e la rocciosità, e può dare una prima indicazione sulla struttura del suolo e sulla sua composizione. Successivamente si interpretano i risultati ottenuti e si cerca di dare suddividere l'area in 2 o più unità tipologiche di suolo, con l'obiettivo di studiarne le differenze tramite profili, da cui verranno estratti dei campioni che passeranno sotto le tradizionali analisi di laboratorio.

La seconda fase rientra nella branca del Digital Soil Mapping (DSM) e vede l'utilizzo della sensoristica NIR FT-MEMS, basata sulla trasformata di Fourier, che consente di studiare lo spettro elettromagnetico dei campioni di suolo. Questo passaggio risulta molto importante, non solo perché non invasivo in termini meccanici, ma anche perché, non richiedendo preparazioni elaborate, è sicuramente vantaggioso in termini economici. L'elaborazione dei dati viene poi eseguita tramite programmi di geostatistica (R, TheUnscramblerX), creando dei modelli ed applicandoli, oltre che ai campioni locali, anche ad una libreria pedologica interna. Infine, si esegue l'interpolazione e la spazializzazione dei risultati, creando delle mappe e valutando la loro affidabilità in termini di errore prodotto.

Attualmente i risultati ottenuti sono in linea con quanto ci si aspettava, ma si conta di migliorare ulteriormente inserendo dati più precisi.

3. Attività Formative

3.1 Corsi e seminari frequentati

Nel corso del primo anno, ho partecipato a tutti i seminari e superato i seguenti corsi, approvati del collegio docenti:

- **Sostanze Organiche Naturali di Interesse Applicativo** – Prof. Andrea Fochetti;
- **Meccanismi di difesa delle piante** – Prof.ssa Carla Caruso;
- **Metodologie avanzate applicate ai processi di trasformazione alimentare** – Prof.ssa Ilaria Benucci;
- **Practical aspects of measurements and statistical data analysis** – Prof. Luca Rossini;
- **EU project design and management** – Prof. Massimo Romanelli.

3.2 Workshop e attività interdisciplinari

Nel mese di giugno, ho avuto l'occasione di partecipare alla "*Summer School: On Agriculture, Forest and Environmental Geodata Statistical Analysis, Modelling and Machine Learning [SAFEST]*", in cui ho avuto la possibilità di interfacciarmi con grandi esperti del settore

geostatistico e ti implementare le mie conoscenze personali e interdisciplinari con colleghi provenienti da diverse parti del mondo. La scuola aveva come obiettivo quello di analizzare le potenzialità della geostatistica, nonché di fornire delle basi per la sua applicazione in contesto ambientale e agrario.

Nel mese di agosto, inoltre, ho avuto la possibilità di avviare, insieme al mio gruppo di ricerca, vincitore del bando competitivo per piccoli progetti una collaborazione con il gruppo della Dr.ssa Ulrike Werban presso il “Department Monitoring & Exploration Technologies - Helmholtz Centre for Environmental Research - UFZ”. Questa collaborazione, dal titolo “*Mapping Soil Organic carbon and Nitrogen in forest soils with portable NIR spectroscopy*”, aveva come obiettivo quello di valutare le differenze tra tre diversi dispositivi spettrometrici (2 scanner NeoSpectra e un Neospectra PUK), con tre diverse metodologie di acquisizione degli spettri, per monitorare il carbonio organico del suolo e l'azoto totale, all'interno di alcuni suoli forestali. Questa esperienza ha sicuramente ampliato le mie potenzialità di analisi e di conoscenza, riguardo l'utilizzo di strumentazioni e di metodologie lavorative diverse.

Nel mese di settembre, ho avuto infine l'opportunità di svolgere un periodo di 3 giorni con diversi esperti del settore facenti parte la Società Italiana Pedologi (SIPe), in vista del “*Soil Judging Contest*” che si terrà ad Alicante a settembre 2025. Questa esperienza mi ha aiutato molto a conoscere e visionare da vicino diversi tipi di suoli, non presenti nel nostro territorio e di confrontarmi con diversi colleghi esperti del settore, nonché con le loro metodologie di lavoro.

In questi mesi ho avuto altresì modo di partecipare attivamente a progetti di ricerca in aziende locali:

- Az. Le Boncie (Gaiole in Chianti, Siena), in cui ho avuto modo di applicare la mia ricerca in contesto vinicolo e di visionare le differenze sia strutturali che gestionali di un territorio molto particolare e storico come quello del Chianti Classico;
- Az. Fontecalda (Castelnuovo dell'Abate, Siena), in cui ho approfondito ancora meglio i temi enologici e che mi ha portato a conoscere il territorio di Montalcino, eccellenza del territorio Toscano;
- Az. Azzeruolo (Poggio Nativo, Rieti), nella quale ho svolto le prime esperienze in territorio olivicolo e che mi hanno dato modo di conoscere le particolarità e le differenze dei suoli;
- Az. Voltone (Farnese, Viterbo), sede di un'importante azienda operante nel settore dell'olivicoltura, in cui ho collaborato con un gruppo di ricerca del dipartimento di Agraria dell'Università di Pisa a svolgere diversi procedimenti di analisi e di studio pedologico e idrologico.

3.3 Convegni

- Nel mese di maggio ho partecipato al convegno dal titolo “*Centennial Celebration and Congress of the International Union of Soil Sciences*” dove ho avuto l'opportunità di presentare in forma orale, il progetto sul quale sto lavorando. Questo evento è stato

fondamentale per confrontarmi con altri ricercatori internazionali nel campo della pedologia, nonché per ricevere suggerimenti che ho integrato nel mio progetto.

- Ho altresì preso parte, sempre tramite presentazione orale nel mese di giugno al convegno “AISSAunder#40”, in cui mi sono interfacciato con colleghi coetanei del mio stesso campo, con il quale ho condiviso il mio progetto di ricerca, confrontando le idee e i diversi punti di vista.
- Nel mese di ottobre, ho partecipato al Convegno GPSS svoltosi a Ghent (Belgio), inerente i temi del Proximal soil sensing in cui ho presentato oralmente il mio progetto di ricerca.

5. Attività di Disseminazione

5.1 Pubblicazioni

Durante il primo anno di dottorato, ho altresì collaborato alla scrittura di un articolo dal titolo “*Soil mapping of small fields with limited number of samples by coupling EMI and NIR Spectroscopy*”, che è attualmente in fase di revisione per la rivista Soil System.

6. Piano per il Secondo Anno


Nel secondo anno del mio dottorato, ho già in programma di:

- Svolgere un periodo di 3 mesi presso il dipartimento di agroecologia dell’Università di Aarhus (Viborg, Danimarca), dove prevedo di conoscere ed utilizzare diversi tipi di sensori adatti allo studio dei suoli e delle variabili pedologiche;
- Implementare le conoscenze riguardo i software informatici, fondamentali per le elaborazioni geostatistiche;
- Avviare un nuovo progetto di ricerca, con l’obiettivo di analizzare lo stock di carbonio dei suoli tramite spettrometria NIR, ed eventualmente con altre tecniche di sensoristica prossimale.

7. Conclusioni

In conclusione, il primo anno di dottorato ha posto solide basi per il mio progetto di ricerca. Ho raggiunto gli obiettivi prefissati, partecipato a diverse attività formative e avviato una fruttuosa collaborazione interdisciplinare con colleghi nazionali e internazionali, che mi hanno sicuramente aiutato ad avere un primo approccio con il mondo della ricerca. Sono fiducioso che nel secondo anno riuscirò a sviluppare ulteriormente il progetto e a ottenere risultati significativi.

Firma Dottorando


Firma Tutor




Dottorato di Ricerca in Scienze delle Produzioni Vegetali e Animali
PhD Programme in Plant and Animal Science
Codice del Corso di dottorato/PhD code: DOT1335834
Coordinatore/Coordinator: Prof. Roberta BERNINI

Piano di attività/Activity plan

Data/Date

Ciclo/Cycle XXXIX

Dottorando/PhD student PACE LEONARDO

Posizione/Position

- Con borsa di studio/With scholarship
 Senza borsa di studio/Without scholarship
 Riservata a dipendenti di enti di ricerca/Reserved for research center employees
 Dottorato industriale/Industrial PhD
 Altra tipologia/Other typology

Tutor/Supervisor

SIMONE PRIORI

Affiliazione/Affiliation

Università degli Studi della Tuscia

Co-Tutor

VALERIO CRISTOFORI

Affiliazione/Affiliation

Università degli Studi della Tuscia

Sede prevalente dell'attività di ricerca/ Main place of research

Università degli Studi della Tuscia

Titolo dell'attività di ricerca/Research title

Tecniche innovative di mappatura e monitoraggio dei suoli in olivicoltura e sistemi arborei da frutto

Breve descrizione dell'attività di ricerca/Short description of the research activity

(Max 10.000 caratteri, spazi inclusi/Max 10000 characters, included spaces)

Il presente progetto di ricerca ha l'obiettivo di acquisire maggiori conoscenze in merito all'utilizzo dei sensori remoti e prossimali, al fine di sviluppare modelli spaziali di cartografia del suolo, e di monitoraggio del sequestro di carbonio e della risposta vegetativa di alcune specie arboree, in ambito agronomico. Le metodologie d'indagine, si baseranno soprattutto sull'utilizzo dei sensori prossimali del suolo, sull'utilizzo di immagini satellitari multispettrali, per il monitoraggio della vegetazione, sull'utilizzo di software GIS e di geostatistica. In particolare, il programma nei tre anni comprende:

Primo anno:

1. Ricerca bibliografica e ottimizzazione dell'uso dei sensori prossimali (EMI e spettrometria NIR) per le cartografie di dettaglio dei suoli;
2. Test di Mappatura dei suoli in oliveti sperimentali nell'area della sabina;
3. Descrizione e campionamento di profili e trivellate di suolo in oliveti sperimentali selezionati;
4. Messa a punto di metodi di monitoraggio della risposta fisiologica degli oliveti, tramite immagini satellitari multispettrali.

Secondo anno:

1. Imparare l'utilizzo del linguaggio R per l'elaborazione dei dati spaziali del suolo, la geostatistica e l'elaborazione degli spettri NIR, anche tramite esperienza di formazione presso qualificati istituti di ricerca;



Ottimizzare le metodologie di delineazione di aree omogenee in oliveto, per la gestione differenziata dell'appezzamento;

Campionamento di suoli in oliveti e nocioleti selezionati per il monitoraggio del sequestro del carbonio;
Messa a punto di sensori per il monitoraggio dell'umidità del suolo.

Terzo anno:

1. Messa a punto di modelli di generalizzazione di dati in oliveti e nocioleti selezionati per cartografie di aree più vaste (es. Distretto agricolo). Verrà valutato l'utilizzo di strumenti come Google Earth Engine, ed imparate le basi di utilizzo;
2. Preparazione della tesi di dottorato.

Attività formative/Training activities

- Attività programmate dal collegio docenti;
- Attività di ricerca presso diverse aziende locali olivicole, vinicole e corilicole di Lazio e Toscana;
- Convegno: Centennial Celebration and Congress of the International Union of Soil Sciences 19-21 Maggio 2024;
- Pisa Summer School SAFEST 2-6 Giugno 2024;
- Convegno: AISSA#UNDER40 25-27 giugno 2024;
- Exchange week – SONIR, Tereno Harz 19-24 Agosto 2024;
- Convegno The Sixth Global Proximal Soil Sensing Workshop (GPSS) Ghent 14-19 Ottobre 2024

Firma (Tutor)/Signature (Supervisor)

Firma del Dottorando/Signature (PhD student)



Dottorato di Ricerca in Scienze delle Produzioni Vegetali e Animali
PhD Programme in Plant and Animal Science
Codice del Corso di Dottorato/PhD code: DOT1335834
Coordinatore/Coordinator: Prof. Roberta BERNINI

Scheda delle attività svolte/Form activities carried out

Informazioni generali/General information

Ciclo/Cycle 39°

Dottorando/PhD student **Drishti Sarkar**

Posizione/Position

Con borsa di studio/With scholarship

Senza borsa di studio/Without scholarship

Riservata a dipendenti di enti di ricerca/Reserved for research center employees

Dottorato industriale/Industrial PhD

Altra tipologia/Other typology

Tutor/Supervisor **Prof Nicola Lacetera**

Affiliazione/Affiliation DAFNE, University of Tuscia

Co-tutor **Prof Andrea Vitali**

Affiliazione/Affiliation DAFNE, University of Tuscia

Attività di ricerca/Research activity

Sede prevalente dell'attività di ricerca/Main place of research **Università della Tuscia**

Breve descrizione dell'attività di ricerca/Short description of the research activity

(Max 5000 caratteri, inclusi gli spazi/Max 5000 characters, included spaces)

In the first year of the PhD the following activities were carried out:

1. Sustainability Assessment of Livestock Grazing Systems

As part of my research, I conducted bibliographic study focused on the sustainability of livestock grazing systems. This study involved a thorough review of the literature on environmental, economic, and social sustainability factors related to both continuous and rotational grazing methods. I studied the long-term impacts of grazing on soil health, greenhouse gas emissions, biodiversity, and animal welfare, with an emphasis on how different management practices influence these factors.

The study provided valuable insights into the trade-offs between productivity and environmental sustainability in livestock systems, contributing to the framework for assessing grazing systems in my ongoing research. This bibliographic study will serve as the foundation for future field assessments and data analysis in my research project. Based on my Bibliographic study, I planned my research design.

2. Review Writing and Literature Analysis

I have written a comprehensive review paper on direct and indirect emissions from livestock systems, focusing on the measurement techniques and mitigation strategies for greenhouse gases, particularly methane (CH₄), carbon dioxide (CO₂) and nitrous oxide (N₂O). The review delves into various methods for monitoring



emissions, including advanced technologies such as respiratory chambers, sulfur hexafluoride (SF_6) tracer techniques, and Green Feed systems. It also covers the impacts of different livestock management practices on emission levels.

Currently, my draft is on processed for feedback and refinement. This review paper aims to contribute to the body of knowledge in the field by evaluating existing methodologies and offering insights into improving accuracy in emission measurement and reduction strategies in livestock systems.

3. Setup and Testing of CH_4 , CO_2 , and N_2O Gas Analyzers

As part of my research project, I undertook the setup and testing of gas analyzers from LI-COR Biosciences (USA) to measure key greenhouse gases: methane (CH_4), carbon dioxide (CO_2), and nitrous oxide (N_2O). The setup involved configuring the LI-7810 $\text{CH}_4/\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ Trace Gas Analyzer and integrating it with the LI-COR Smart Chamber system, enabling real-time flux calculations of greenhouse gases from the soil. This included understanding the optical feedback - cavity-enhanced absorption spectroscopy (OF-CEAS) technology employed by the gas analyzers. Additionally, I acquired and set up a new N_2O gas analyzer. After completing the installation, I performed laboratory trials to verify its performance and ensure it was ready for future field experiments.

I performed laboratory-based trials to ensure precise calibration and optimal functionality before deploying them for field measurements. Additionally, I learned to manage data efficiently by converting raw data formats like JSON into CSV for further processing in Excel, streamlining my analysis workflow. Two sensors setup enables comprehensive monitoring of CH_4 , CO_2 , and N_2O emissions from grazing systems will provide crucial data for the project's greenhouse gas assessments.

4. Preliminary Trials for Baseline Study of Emissions

In preparation for future pastoral planning, I conducted preliminary trials to establish baseline emission conditions for a new field. The process involved determining fixed sampling positions based on geographical coordinates, following a thorough field visit and assessment of the environmental conditions. After selecting appropriate points, I installed PVC collars at these locations to facilitate consistent gas flux measurements.

Using two sensors connected to a gas analyzer, I performed field trials to monitor and assess the baseline emissions of methane (CH_4), carbon dioxide (CO_2), and nitrous oxide (N_2O) from the soil. These initial measurements are crucial for understanding the emission dynamics in the field prior to implementing any grazing management strategies. The data collected from this baseline study will serve as a reference point for evaluating the impact of future pastoral interventions.

5. Use of Plate Meter for Pasture Management

I learned to use the EC-10 Plate Meter, developed by Jenquip (New Zealand), to measure pasture biomass, focusing on the relationship between plant height and dry matter (DM) availability. This tool utilizes compressed sward height to calculate the dry matter content of the pasture, which is crucial for managing grazing intensity and rotations fieldwork, I familiarized myself with the operation of the plate meter, including calibration, paddock readings, and data export using the Jenquip Pasture Management Software for analysis. These skills are critical for monitoring pasture growth, optimizing stocking rates, and making informed decisions for feed budgeting and grazing management in the project.

6. Preliminary Trials Soil Assessment for Emission Studies

As part of my research to understand the relationship between soil properties and greenhouse gas emissions, particularly focusing on carbon (C) and nitrogen (N) dynamics, I included the plan for doing a comprehensive soil assessment. This involved visiting the field to learn the practical process of soil collection. I learned to use Auger to collect soil samples from selected points, ensuring correct sampling technique and depth. Additionally,



I employed a soil cylinder to measure bulk density, which is critical for evaluating soil structure, trampling impact and its influence on gas emissions.

After the fieldwork, I learned about how to process the soil samples for analysis. This included drying, sieving, and preparing the samples for further examination of their physical and chemical properties. These skills will help me to analyze the connection between soil characteristics and emission rates, providing a foundation for future work on emission dynamics.

7. Acquisition of Python Skills for Advanced Statistical Analysis

I am learning Python script writing for data analysis and processing tasks, significantly improving workflow efficiency. I created correlation matrix maps with my raw data to visualize and understand the relationships between different variables, which provided a clearer picture of the interactions within the data.

I also learned time series analysis to track trends over time, using data from my trial measurements to gain insights into temporal changes. This was complemented by generating line plots to compare and analyze variations in different variables, making trends easily interpretable and improving the quality of data interpretation.

To further analyze complex data, I learned K-Means clustering techniques and 3D modeling, which allowed me to identify groupings within the data and visualize relationships in a three-dimensional space, enabling more sophisticated data insights.

8. Pastoral Planning for Grazing Management

We ordered 36 Sopravvissana sheep bred for our farm. After measuring the area of our farm field, I developed a comprehensive plan for implementing two grazing management strategies. This included the design of paddocks, ensuring optimal layout for rotational grazing. I also calculated animal distribution and stocking rates to determine the appropriate number of animals per paddock, ensuring sustainable grazing practices. Additionally, I planned the duration of grazing in each paddock and established a replication strategy to monitor the effects of grazing over time. These decisions were made to optimize both pasture utilization and animal health, and form the basis for future management applications on the farm.

9. Doctoral Courses and Training

I attended six doctoral courses, finished five exams, and attended eleven seminars, engaging with advanced topics and research discussions to further enhance my knowledge and skills.

10. Extra courses and seminar

To enhance my data analysis capabilities, I enrolled in one Alison course and two additional Python courses to strengthen my foundational knowledge. Additionally, I participated in seminars with my labmates, to learn about real-world data analysis, which helped deepen my understanding and ability to manipulate research data efficiently. Moreover, I watched seminar videos and study materials to deepen my understanding of the GreenFeed system, we set up new greenfeed one in our burn area, and another one in a commercial farm which will be crucial for analyzing direct methane emissions.



Pubblicazioni scientifiche/Scientific publications (Indicare tutte le informazioni bibliografiche dei lavori pubblicati e sottomessi/Indicate all references of published and submitted papers)			
Comunicazioni a congressi/Conferences communications (Specificare se comunicazioni poster o comunicazioni orali/Specify if poster or oral communications)			
Brevetti/Patents (Specificare/Specify)			
Altre tipologie di pubblicazioni/Other publications (Specificare/Specify)			
Attività formative/Training activities (Elencare tutte le principali attività svolte e, per ciascuna di esse, indicare i dati richiesti/List the main activities and for each specify of them the data)			
	Titolo/Title	Località/Location	Data/Date
Frequenza di corsi/Partecipation in courses	Meccanismi di difesa delle piante Prof.ssa Carla Caruso	Online	8,9,15,16 May 2024
	Sostanze organiche naturali di interesse applicativo Dott. Andrea Fochetti	Online	8,17,11,19 April 2024
	Genetics and physiology of yield of relevant crop species and climate change, Dott.ssa Kuzmanovic	Online	22,23,24 April 2024
	EU project design and management Dott. Massimo Romanelli	Online	16,30 April & 14,20 May
	Practical aspects of measurements and statistical data analysis Dott. Luca Rossini	Online	27,28,29,30 May 2024
Partecipazione a seminari/ Participation in seminars	Point-of-care tools for plant pathogens detection	Online	2/16/2024
	The Smart-Breed project: Innovative molecular technologies		



	for the adaptation of vegetable species to climate change through precision breeding	Online	2/23/2024
	The role of metabolomics and exposomics in food safety, food quality, and human health: promises and pitfalls	Online	3/1/2024
	Precision agriculture and site-specific N fertilization management for sustainability	Online	3/15/2024
	Livestock systems under the climate change scenario	Online	3/22/2024
	LCA and ecolabelling: a guide to environmental certification in the agro-livestock sector	Online	3/29/2024
	Insight the olive fruit from enzymatic activities to chemical-physical properties of extra virgin olive oil	Online	4/3/2024
	Current rules on GMOs: why should genome-edited plants be regulated?	Online	4/12/2024
	Digital transition of farms: an analysis of the economic convenience to adopt innovative technologies	Online	4/19/2024
	Approaches of "systems biology" applied to functional genomics of plants	Online	4/24/2024
	Unlocking the secrets of agricultural crops using -omics approach to understand the genotype-phenotype	Online	4/30/2024



	connection in the era of climate change		
Partecipazione a convegni, workshop, scuole/Partecipation in workshop, schools			
Stage in Italia e/o all'estero/Internship in Italy and/or abroad (Indicare la località e descrivere brevemente il tipo di attività svolta/Indicate the location and describe briefly the activity carried out)			
Altre attività formative/Further educational activities (Indicare la località e descrivere brevemente il tipo di attività svolta/Indicate the location and describe briefly the activity carried out)	Open Meeting: ICAR Feed & Gas working group Global Methan Genetics-Global Methane Hub	Online	21 May 2024
	GreenFeed Webinar Part 1 - Theories and Principles of Operation	Online (Recorded Version)	May, 2024
	GreenFeed Webinar Part 2 - Experimental Design and Applications	Online (Recorded Version)	May, 2024
	GreenFeed Webinar Part 3 - Statistical Approaches and Literature Review	Online (Recorded Version)	May 2024
	Programming for Everybody (Getting Started with Python)	Coursera (Online)	Ongoing
	Python for Data Science, AI & Development	Coursera (Online)	Ongoing
	Python for beginners	Alison (Online)	Ongoing
Attività di didattica integrativa/Teaching activity (Elencare tutte le attività svolte e, per ognuna, indicare i dati richiesti/List all activities and specify for each of them the data)			



Attività di tutoraggio e didattico-integrative/Tutorship activities	Titolo/Title	Località/Location	Data/Date
Seminari in corsi di laurea/Seminars in master degrees (Indicare il titolo, la località, la data/Specify the title, the location and the date)			
Data/Date 17 October, 2024			
Firma Dottorando/Signature PhD student	<i>Drishti Sankar</i> Lacetera		
Firma Tutor/Signature Supervisor	Nicola 16.10.2024 18:12:55 UTC		

