



**uniss**  
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SASSARI



# II CONVEGNO **AISSA #UNDER40**

**>> Sassari, 1-2 luglio 2021 <<**

**BOOK OF ABSTRACT**

*Impaginazione grafica a cura di:*  
Ideografica - Cell. 349 700 2156  
info@ideografica.it | www.ideografica.it

## INDICE

**Comitato Scientifico** pag. 11

**Comitato Organizzatore** pag. 12

**Programma** pag. 13

### Comunicazioni orali - Sessione I -

**#C1** Soil degradation and wood extraction operations: comparing skidding and forwarding **pag. 16**

**#C2** Increase of the soil organic carbon and of the pedogenetic horizons thickness after the establishment of a chestnut grove for timber production in a clearcut abandoned chestnut forest **pag. 18**

**#C3** Mapping pre-and post-harvest features for precise orchard management and storage sustainability in Abbé Fétel pears **pag. 20**

**#C4** Water and carbon fluxes in an apple orchard during heat waves occurrence **pag. 22**

**#C5** Emission abatement systems in pig barns. Environmental impact evaluation with the Life Cycle Assessment approach **pag. 24**

### Comunicazioni orali - Sessione II -

**#C6** The contribution of the European network NUTRIMAN to the sustainability of agricultural systems and to sustainable crop protection **pag. 26**

**#C7** Agriculture and insect pollinators, no longer a choice but a need **pag. 28**

**#C8** Could forest and agricultural systems be the main drivers in land grabbing in Africa? **pag. 30**

**#C9** Above ground biomass estimation from UAV high resolution RGB images and LiDAR data in a pine forest in South Italy **pag. 31**

**#C10** Smart Farming Technologies and digital divide: determinant factors for an equal and sustainable digital transition at farm level **pag. 33**

**#C11** Differences in the endophytic microbiome stability of the Xylella fastidiosa-resistant olive cultivar **pag. 35**

**#C12** Improving Grapevine Water Stress Resilience by Spray Induced Gene Silencing (Sigs) Approach On a Glutathione Transferase Gene **pag. 37**

**#C13** Insects and sustainability: valorization of agro-industrial by-products for *Tenebrio molitor* breeding (\*) **pag. 39**

**#C14** Effectiveness of different biochars and compost as substrates for tomato and basil growth and impact on monoterpenes leaves content **pag. 41**

**#C15** Comparison of soil nitrogen cycle microorganisms in conventional and organic agro-ecosystems **pag. 43**

## - Poster -

**#P1** Estimation of Probable Maximum Precipitation 24-h, over Euro-Mediterranean Region Using Observed and Model Based Precipitation Data Series **pag. 45**

**#P2** Study of soil quality and sustainability and food safety in urban vegetable gardens of Naples **pag. 47**

**#P3** Restricting dairy sheep access time to pasture in spring: the effects on dry matter intake and milk productivity **pag. 49**

**#P4** Environmental and agronomic factors that influence trunk infusion in poplar plantation **pag. 51**

**#P5** Consumer's preferences for pasta made with Italian wheat **pag. 53**

**#P6** Production of beneficial microbes of the genus *Trichoderma* with improved properties **pag. 55**

**#P7** Insights on molecular diversity of a collection of Sardinian landraces of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) **pag. 57**

**#P8** Increase water and nitrogen use efficiency through innovative management practices: case study on maize **pag. 59**

**#P9** Effect of salt stress on physiological aspects of local climbing bean genotypes **pag. 61**

**#P10** A new application for irrigation management in maize **pag. 63**

**#P11** SOIL BANK project: soil as capital to invest in **pag. 65**

**#P12** Effect of water management and nitrogen fertilization dose on carnaroli rice yield and quality **pag. 67**

- #P13** Evaluation of diversity for morpho-phenological and metabolic composition in a collection of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Sardinian landraces **pag. 69**
- #P14** Organic wastes: a substrate for valuable molecules production in solid state fermentation **pag. 71**
- #P15** Precision phenotyping and genome-wide association mapping of seminal root system architecture in barley **pag. 73**
- #P16** Evaluation of different varieties and fungicides for the integrated management of bread and durum wheat diseases in Umbria, central Italy **pag. 75**
- #P17** Intercropped grain legumes to exploit phosphorus for a sustainable intensification of Mediterranean cereal cropping systems. **pag. 77**
- #P18** Validating a crop evapotranspiration model using a weighing lysimeter for open field horticultural crops **pag. 79**
- #P19** Stimulatory effect of phosphate-solubilizing streptomycetes *roseocinereus* on barley plant growth, biomass P availability and P soil content **pag. 81**
- #P20** Estimating the economic impacts of irrigation water scarcity. A case study in Lombardy region **pag. 83**
- #P21** A new natural biostimulant and reduced doses of Imazalil are effective in controlling post-harvest green mold of citrus fruits **pag. 85**
- #P22** Characterization of different FHB causal agents: fitness, virulence and effect of infection timing on infection process. **pag. 87**
- #P23** Heart rot caused by *Alternaria* on pomegranate fruit in southern Italy **pag. 89**
- #P24** Root rot caused by *Phytophthora bilobang* an emerging disease of *Olea europaea* in Italy **pag. 91**
- #P25** Forage system valorization to reduce the environmental impacts of the dairy farm **pag. 93**
- #P26** Agronomic evaluation of different hemp varieties for greenhouse cultivation (*Cannabis sativa* L.) **pag. 95**
- #P27** Evaluation of different barley varieties and fungicides for the integrated control of net blotch **pag. 97**

**#P28** UAV-based thermal, RGB imaging and gene expression analysis allowed detection of Fusarium head blight and gave new insights into the physiological responses to the disease in durum wheat **pag. 99**

**#P28** UAV-based thermal, RGB imaging and gene expression analysis allowed detection of Fusarium head blight and gave new insights into the physiological responses to the disease in durum wheat **pag. 99**

**#P29** First steps on exploiting the synergist properties of chitosan and gallic acid to manage main Italian fungal and bacterial plant diseases: innovative employment of natural compounds and nano-technologies **pag. 101**

**#P30** Resistance Inducers and Phospite Alternatives are Open-field Sustainable Strategies to Control Downy Mildew in Grapevine **pag. 103**

**#P31** Water irrigation management Mediterranean area: traditional and new technologies on vineyards. **pag. 105**

**#P32** Green infrastructures for a sustainable agriculture: preliminary results of a doctoral research **pag. 107**

**#P33** A green method to recover phytochemicals from spent coffee grounds. **pag. 109**

**#P34** Effect of salt stress and glutamic acid exogenous application on lettuce (*Lactuca sativa* L. var. Longifolia) **pag. 111**

**#P35** Emission intensity related to the milk production of dairy farm representative of two forage systems widespread in the North of Italy **pag. 113**

**#P36** Accuracy evaluation of alternative precipitation data sources at basin scale **pag. 115**

**#P37** Behavioral aspects of participation in crop insurance programs **pag. 117**

**#P38** Aetiology of emerging diseases of blueberry and investigation of germplasm as a base for sustainable management **pag. 119**

**#P39** *Paulownia fortunei* x *elongata* in Emilia-Romagna: plant productivity, timber characteristics and impact on carbon stocks **pag. 121**

- #P40** Developing ecofriendly solutions to protect tomato plants from grey mold disease by targeted modifications of the natural lipopeptaibol Trichogin GA IV from *Trichoderma longibrachiatum*  
**pag. 123**
- #P41** Life Cycle Assessment of alternative water managements for rice cultivation  
**pag. 125**
- #P42** Using Unmanned Ground Vehicles in Agriculture: State of the art  
**pag. 127**
- #P43** Morphological characterization and composition of essential oils of *Pompia* selection, a citrus typical of Sardinia  
**pag. 129**
- #P44** PAL enzymatic activity (phenylalanine ammonium lyase) in pigmented and white myrtle (*Myrtus communis* L.) cultivars  
**pag. 131**
- #P45** Evaluation of yields and environmental impacts mitigation potentials of digestate on black cabbage  
**pag. 133**
- #P46** Sustainability of biodiesel production from *Ricinus communis* cultivated on marginal lands and soils contaminated by PTEs  
**pag. 135**
- #P47** NPBTs for sustainable viticulture management to biotic and abiotic stress  
**pag. 137**
- #P48** The hidden world within plants: metatranscriptomics unveils the complexity of wood microbiomes in grapevine  
**pag. 139**
- #P49** Integrated multiple approaches to map effects of anthroposequence trends on soil erosion, landslide stability, and SOC stocks  
**pag. 141**
- #P50** Precision Agriculture System to limit the impact on the environment, on health and on air quality of grape production.  
**pag. 143**
- #P51** Innovation and sustainability of the Forest-Wood supply chain: circular bioeconomy of wood and enhancement of forests in central and southern Italy  
**pag. 145**
- #P52** Actinomycetes come to rescue of viticulture sustainability  
**pag. 147**
- #P53** Crop yield in organic and conventional arable cropping systems: results over the last 29 years in the Montepaldi long-term experiment (MoLTE)  
**pag. 149**

- #P54** Evaluation of the susceptibility of olive cultivars to Colletotrichum species **pag. 151**
- #P55** Exploring the potential of Smart Farming Technologies and data-driven management solutions for sustainable agriculture **pag. 153**
- #P56** Tractor equipped with an external electric generator combined with electric powered Sprayer and Mulcher performances evaluation **pag. 155**
- #P57** Sustainable management of powdery and downy mildews on grapevine with environment friendly products **pag. 157**
- #P58** Efficient irrigation management as a tool to optimize fruit quality in Abbé Fetél pear **pag. 159**
- #P59** Analysis of the performance of a Counterweight Multiplier for agricultural tractors **pag. 161**
- #P60** Nitrogen deposition effects on soil properties, microbial abundance, and litter decomposition across three shrublands Ecosystems from the Mediterranean basin **pag. 163**
- #P61** Effectiveness of two different Bacillus thuringiensis kurstaki bioinsecticides against Lymantria dispar in Sardinia **pag. 165**
- #P62** FOR[m]AGE, BEES & FRUITS: bee-fruit synergies with forage farming systems in rainfed Mediterranean environment **pag. 167**
- #P63** Planning dairy farm efficiency at territorial scale to improve environmental performance of dairy sectors **pag. 169**
- #P64** A numerical simulation method to calculate the solar radiation inside photovoltaic greenhouses **pag. 171**
- #P65** Productive matrix as a strategy for the territorial project of Siero (Asturias) **pag. 173**
- #P66** Analysis of the perception of ecosystem and social services produced by sheep farming in Sardinia. **pag. 174**
- #P67** Susceptibility of Culex pipiens to entomopathogenic Brevibacillus and Pseudomonas species **pag. 176**
- #P68** The eradication of pine processionary moth from Sardinia (Italy): preliminary results and future purposes **pag. 178**
- #P69** Conversion of an apple orchard: yield and quality **pag. 180**

- #P70** Antimicrobial activity of different plant extracts obtained through supercritical CO<sub>2</sub> respect to olive tree plant pathogens  
**pag. 182**
- #P71** Use of microparticles of chitosan hydrochloride, starch and cellulose nanocrystals, for the reduction of copper salts in the control of tomato bacterial spot  
**pag. 184**
- #P72** Resilience and resistance in different maritime pine provenances in Sardinia  
**pag. 186**
- #P73** Ecological footprint and packaging costs in the life cycle of wine on tap: the case of Falanghina PGI  
**pag. 187**
- #P74** Naturally occurring inhibitors of vegetative growth and deoxynivalenol biosynthesis in *Fusarium culmorum*: molecular docking studies and in vitro and in planta activity  
**pag. 189**
- #P75** A root-growth promoting collagen-based protein hydrolysate boosts recovery after Fe deficiency  
**pag. 191**
- #P76** RNAi targeting a grapevine candidate gene of susceptibility to *Plasmopara viticola* as an alternative pathogen control strategy  
**pag. 193**
- #P77** Assessment of changes of rhizospheric soil microbial community after application of wastewater from hydrothermal liquefaction of food waste  
**pag. 195**
- #P78** A Living Lab for the sustainable management of groundwater resources in coastal nitrate vulnerable zones  
**pag. 197**
- #P79** Rapeseed water limited yield gap under Mediterranean conditions  
**pag. 199**
- #P80** Analysis of the phenomena of marginalization in the Mandrolisai-Gennargentu and hypothesis of agronomic valorization of those areas in Sardinia  
**pag. 201**
- #P81** BEST-WR: a new BEST algorithm for the hydraulic characterization of non-water-repellent and water-repellent soils  
**pag. 203**
- #P82** Burr medic seed production in Sardinia  
**pag. 205**
- #P83** Forage systems for the production of organic maternized sheep's milk for the Chinese market  
**pag. 207**
- #P84** Effects of mowing and air warming on plant diversity in multi-species grasslands: a meta-analytical approach  
**pag. 209**



## II CONVEGNO AISSA #UNDER40

>> Sassari, 1-2 luglio 2021 <<

**#P85** Assessment of Adaptive Multi-paddock Grazing Under Mediterranean Agrosilvopastoral Systems **pag. 211**

**#P86** Use of municipal solid waste compost and different plant species in assisted phytostabilization programs **pag. 213**

**#P87** Livestock farming against climate change problems posed by soil degradation in the Emilian Apennines **pag. 215**

**#P88** Relationship between energy balance, fatty acid profile and dietary carbohydrate source in dairy sheep **pag. 217**

**Patrocinii e sponsor**

**pag. 219**

## COMITATO SCIENTIFICO

Rosalia Filippini (UNIMI) – AGR/01  
Antonio Pulina (UNISS) – AGR/02  
Carmelo Maucieri (UNIPD) – AGR/02  
Mauro Lo Cascio (UNISS) – AGR/03  
Andrea Ertani (UNITO) – AGR/04  
Carlo Nicoletto (UNIPD) – AGR/04  
Matteo Vizzarri (JRC) – AGR/05  
Mauro Maesano (UNITUS) – AGR/05  
Matteo Dell'Acqua (SSSUP) – AGR/07  
Daniela Vanella (UNICT) – AGR/08  
Michele Mattetti (UNIBO) – AGR/09  
Davide Rassati (UNIPD) – AGR/11  
Massimo Pugliese (UNITO) – AGR/12  
Antonio Caporale (UNINA) – AGR/13  
Antonio Ganga (UNISS) – AGR/14  
Alice Cappucci (UNIFI) – AGR/19  
Marco Birolo (UNIPD) – AGR/20



## COMITATO ORGANIZZATORE

### **Convenor**

Bruno Scanu, bscanu@uniss.it

### **Membri**

Alberto Cesarani

Marco Cossu

Stefania Diquattro

Maria Grazia Farbo

Antonio Ganga

Vittoria Giannini

Antonello Ledda

Mauro Lo Cascio

Mondina Lunesu

Roberto Mannu

Laura Mula

Ilenia Murgia

Safa Oufensou

Irene Piredda

Antonio Pulina

Michela Pusceddu

Maria Teresa Tiloca

Giuseppe Todde

## PROGRAMMA

### GIOVEDÌ 1 LUGLIO 2021

- 14:00 Iscrizione e Registrazione dei partecipanti
- 15:00 Presentazione del II convegno AISSA#under40 e saluti istituzionali  
 Dott. Bruno Scanu – *Presidente Comitato Organizzatore, Università degli Studi di Sassari*  
 Prof. Gavino Mariotti – *Rettore Università degli Studi di Sassari*  
 Prof. Giuseppe Pulina – *Prorettore alla Ricerca, Università degli Studi di Sassari*  
 Prof. Pier Paolo Roggero – *Dir. Dipartimento Agraria, Università degli Studi di Sassari*  
 Prof. Massimo Tagliavini – *Presidente AISSA, Università degli Studi di Bolzano*

### 15:45 – 18:00 Sessione I – Sostenibilità dei sistemi agro-forestali

Chairperson: Dott. Carlo Nicoletto – *Università degli Studi di Padova*

- 15:45 **Keynote: Dott. Jacopo Bacenetti** – *Università degli Studi di Milano*  
*Applicazione del Life Cycle Assessment alle filiere agro-alimentari.*
- 16:15 **Mastrolonardo G.**, Marra E., Neri F., Laschi A., Foderi C., Marchi E.  
*Operazioni di estrazione del legno e degrado del suolo: confronto tra skidding e forwarding.*
- 16:30 **De Feudis M.**, Falsone G., Vianello G., Antisari L.V.  
*Incremento del carbonio organico del suolo e della profondità degli orizzonti dopo il taglio raso di un castagneto abbandonato e l'impianto di un castagneto da legno.*

### 16:45 – 17:15 Coffee break

- 17:15 **Bonora A.**, Franceschini C., Manfrini L., Corelli Grappadelli L.  
*Mappatura delle caratteristiche pre e post-raccolta del frutteto per gestire con precisione e sostenibilità la conservazione nelle pere Abate Fétel.*
- 17:30 **Zanotelli D.**, Montagnani L., Andreotti C., Tagliavini M.  
*Effetto delle ondate di calore sui flussi di acqua e carbonio di un meleto.*
- 17:45 Coppola G., Conti C., **Costantini M.**, Bacenetti J., Guarino M.  
*Sistemi di abbattimento delle emissioni nelle porcilaie: che benefici per l'ambiente.*

### 18:00 – 19:00 Sessione dei Poster

Chairperson: Dott. Antonio Pulina e Dott.ssa Safa Oufensou – *Uniss*

### 19:00 Cocktail di benvenuto

### 21:00 Cena sociale

### VENERDÌ 2 LUGLIO 2021

### 09:00 – 10:45 Sessione II – Progettualità scientifica

Chairperson: Dott. Carmelo Maucieri – *Università degli Studi di Padova*

- 09:00 **Keynote: Dott.ssa Silvia Baralla** – *MIPAAF, Ufficio DISR 4 Ricerca e sperimentazione Ricerca, Sviluppo e Innovazione: da Horizon 2020 a Horizon Europe.*
- 09:30 **Pugliese M.**, Trucco F., Someus E., Gullino M.L.  
*Il contributo della rete Europea NUTRIMAN alla sostenibilità dei sistemi agricoli ed alla protezione sostenibile delle piante.*

- 09:45 Barisan L., Bolzonella C., Boatto V., Ranzani G., **Bugin G.**, Zanella A.  
*Agricoltura e insetti impollinatori, non più una scelta ma una necessità.*
- 10:00 Pecoraro S., **Tulone A.**  
*Possono i sistemi forestali ed agrari essere i principali drivers nell'accaparramento della terra in Africa?*
- 10:00 **Maesano M.**, Santopuoli G., Moresi F.V., Matteucci G., Scarascia Mugnozza G.  
*Quantificazione della biomassa forestale tramite l'uso di immagini RGB acquisiti da una piattaforma UAV.*
- 10:30 **Giua C.**, Camanzi L., Malorgio G.  
*Tecnologie Smart Farming e digital divide: fattori determinanti per un'equa e sostenibile transizione digitale delle aziende agricole.*

## 10:45 – 11:15 Coffee break

## 11:15 – 13:00 Sessione III – Comunicare la ricerca scientifica

Chairperson: Dott.ssa Vittoria Giannini – Uniss

- 11:15 **Keynote: Dott. Andrea Barzagli** – Compagnia delle Foreste  
*Comunicare in campo agro-forestale e ambientale: 10 suggerimenti per farlo al meglio.*
- 11:45 **Vergine M.**, De Bellis L., Luvisi A.  
*Differenze nella stabilità del microbioma endofitico in cultivar di olivo resistenti a Xylella fastidiosa.*
- 12:00 Guaschino M., Nerva L., Pagliarani C., Giudice G., Gaiotti F., Lovisolò C., **Chitarra W.**  
*Miglioramento della resilienza allo stress idrico in vite con un approccio di spray induced gene silencing (sigs) di un gene codificante una glutatione transferasi.*
- 12:15 **Pirino C.**, Floris I., Fadda L., Mura A., Arrizza S., Serra G.  
*Insetti ed ecosostenibilità: valorizzazione di sottoprodotti dell'agroindustria per l'allevamento del Tenebrio molitor.*
- 12:30 Nocentini M., **Mastrolonardo G.**, Certini G., Lenzi A., Michelozzi M., Cencetti G.  
*Efficacia di biochars e compost ottenuti da differenti matrici di scarto come substrati per la crescita di piante di pomodoro e basilico e impatto sul contenuto di monoterpeni delle foglie.*
- 12:45 **Raimondi G.**, Tolomio M., Squartini A., Stevanato P., Concheri G., Maucieri C., Borin M.  
*Comparazione di popolazioni microbiche legate al ciclo dell'azoto in agro-ecosistemi biologici e convenzionali.*

## 13:00 – 14:30 Light lunch

## 14:30 – 15:30 Sessione dei Poster

Chairperson: Dott. Antonello Ledda e Dott.ssa Ilenia Murgia – Uniss

## 15:30 – 16:30 Sessione "Publish or perish"

Chairperson: Dott.ssa Laura Saggio – Giornalista Terra e vita

Intervengono:

Prof. Pier Paolo Roggero – Università degli Studi di Sassari

Prof. Matteo Garbelotto – University of California

Prof. Fabio Bartolini – Università degli Studi di Ferrara

Prof. Pietro Pulina – Università degli Studi di Sassari

Prof. Quirico Migheli – Università degli Studi di Sassari

**16:30 – 17:00** Coffee break

**17:00 – 18:00** Tavola rotonda: "Sostenibilità dei sistemi agrari e forestali"

Chairperson: Dott.ssa Laura Saggio – *Giornalista Terra e vita*

Intervengono:

Dott.ssa Stefania Diquattro – *Università degli Studi di Sassari*

Prof. Domenico Ronga – *Università degli Studi di Salerno*

Dott.ssa Chiara Cevoli – *Università degli Studi di Bologna*

Dott. Matteo Vizzarri – *European Commission, Joint Research Centre*

Dott. Salvatore Mastrangelo – *Università degli Studi di Palermo*

**18:00** Chiusura lavori e presentazione III edizione AISSA#under40

## Comunicazioni orali - Sessione I -

### **#C1 Soil degradation and wood extraction operations: comparing skidding and forwarding**

Giovanni Mastrolonardo\*, Elena Marra, Francesco Neri, Andrea Laschi, Cristiano Foderi, Enrico Marchi

*Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali, Università di Firenze.*

\*Corresponding author: [giovanni.mastrolonardo@unifi.it](mailto:giovanni.mastrolonardo@unifi.it)

Forest harvesting operations may have a significant impact on soil physical properties. The soil disturbance extent and severity during wood extraction operations are mainly related to soil condition and harvesting system. Impacts mainly consist of soil compaction, displacement and rut formation. Several papers investigated the soil damages caused by logging operations in the short-term period, far less information is available on the impact evolution in the medium- to long-term, thus highlighting the needs of further investigations on this topic.

This study investigates the effects of wood skidding and forwarding on soil degradation on three sites located in Central Italy. In particular, we considered the evolution of the impacts of forestry machinery on soil in the medium and long term, *i.e.* six months, one year and three years after forest operations. Changes in porosity, bulk density, shear and penetration resistances were investigated on two plots for each wood extraction system adopted (skidding and forwarding). The analysis was conducted using traditional methods (cone penetrometer, steel cylinder and vane test) for evaluating soil damages caused by a loaded forwarder and skidder. The impact on forest regeneration was also investigated.

Overall, it was possible to assess that the restoring time of extraction tracks is related to the previous soil compaction level. Skidder did not negatively affect natural regeneration as much as forwarder machines did, while the impact of this latter was lower on sandy soils.

In conclusion, the effects on soil of forest machines are still present after a long-term period, thus suggesting that the use of previous tracks must be encouraged to avoid the extension of soil disturbance.

## **Operazioni di estrazione del legno e degrado del suolo: confronto tra skidding e forwarding**

Le operazioni di taglio ed esbosco in foresta possono avere un impatto significativo sulle proprietà fisiche del suolo. L'entità e la gravità del disturbo del suolo durante queste operazioni sono principalmente legate alle condizioni del suolo e al sistema di esbosco. Gli impatti consistono principalmente nella compattazione del suolo e nella formazione di solchi. Diversi studi hanno indagato i danni al suolo causati dalle operazioni di esbosco nel breve periodo, mentre sono disponibili molte meno informazioni sull'evoluzione dell'impatto nel medio-lungo termine, evidenziando così la necessità di ulteriori indagini su questo argomento.

Lo studio presentato analizza gli effetti di due sistemi di esbosco, skidding e forwarding, sulle condizioni del suolo in tre foreste dell'Italia centrale nel medio e lungo termine, ovvero sei mesi, un anno e tre anni dopo le operazioni forestali. In particolare, sono state analizzate le variazioni di porosità, densità apparente, resistenza al taglio e penetrazione del suolo ed è stato anche studiato l'impatto sulla rigenerazione forestale.

Complessivamente è stato possibile valutare che il tempo di ripristino dei tracciati dei macchinari è correlato al precedente livello di compattazione del suolo. Lo skidder non ha influenzato negativamente la rigenerazione naturale tanto quanto il forwarder, mentre l'impatto di quest'ultimo è stato inferiore sui terreni sabbiosi.

In conclusione, gli effetti sul suolo delle macchine forestali permangono anche dopo diversi anni, suggerendo quindi che l'utilizzo di tracciati precedenti dovrebbe essere incoraggiato per evitare l'estensione del disturbo del suolo.

## ***#C2 Increase of the soil organic carbon and of the pedogenetic horizons thickness after the establishment of a chestnut grove for timber production in a clearcut abandoned chestnut forest***

Mauro De Feudis<sup>1\*</sup>, Gloria Falsone<sup>1</sup>, Gilmo Vianello<sup>2</sup>, Livia Vittori Antisari<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari, Alma Mater Studiorum, Università di Bologna<sup>2</sup>, Italia.

Accademia Nazionale di Agricoltura, Italia.

\*Corresponding author: [mauro.defeudis2@unibo.it](mailto:mauro.defeudis2@unibo.it)

In forest ecosystems, the clearcutting practices modify the soil physical properties, as well as the stock (OCstock), forms and dynamics of soil organic carbon (SOC). The present study aimed to investigate the effect of reforestation on both the pedogenetic horizons development and the forms and stabilization processes of SOC of a clearcut forest area. To reach this aim, the A1/A and A2/AB pedogenetic horizons were sampled in a chestnut grove for timber production after 1, 5 and 16 years its establishment in a clearcut abandoned chestnut forest located within the experimental chestnut field in Granaglione, Italy. For each pedogenetic horizon, the thickness, the soil bulk density and the concentrations of SOC, fulvic acids, humic acids and humin were measured. Then, the humification index, the humification rate and the OCstock were calculated. Our findings highlighted that the SOC content decreased overtime in both considered pedogenetic horizons likely due to its dilution resulting from the deepening of the organic material. In fact, the overtime increase of the pedogenetic horizons thickness would indicate how reforestation prevents soil erosion. The reduced soil erosion would avoid the loss of organic material and would allow its deepening with consequent positive effects on the forest ecosystem. The deepening of SOC makes soil an effective carbon sink. Moreover, our results would indicate how reforestation, besides promoting the OCstock, increased SOC stability. Indeed, we observed an increase of the stabilized organic carbon forms and, therefore, an increase of the humification index and a decrease of humification rate. Overall, the present study demonstrated that reforestation through the establishment of a chestnut grove for timber production would promote the deepening of *solum* and the SOC accumulation.

### ***Incremento del carbonio organico del suolo e dello spessore degli orizzonti pedogenetici dopo il taglio raso di un castagneto abbandonato e l'impianto di un castagneto da legno***

Negli ecosistemi forestali, la pratica del taglio raso altera sia le proprietà fisiche che lo stock (OCstock), le forme e le dinamiche del carbonio organico del suolo (SOC). Lo scopo del presente lavoro è stato quello di valutare l'effetto della riforestazione di un'area che ha subito il taglio raso sullo sviluppo degli orizzonti pedogenetici e sul contenuto, forme e processi di stabilizzazione del SOC. Per tale obiettivo, gli orizzonti A1/A e A2/AB sono stati campionati 1, 5 e 16 anni dopo il taglio raso di un castagneto abbandonato, ubicato nel castagneto sperimentale di Granaglione e convertito a castagneto per la produzione di legno. Per ogni orizzonte pedogenetico è stato misurato lo spessore, la densità apparente, il contenuto di SOC e delle sue forme (acidi umici e fulvici e umina), per calcolare l'indice e il tasso di umificazione e lo OCstock. I risultati hanno evidenziato che per entrambi gli orizzonti pedogenetici il contenuto di SOC si riduce nel tempo probabilmente dovuto a un effetto diluizione causato dal trasporto in profondità del materiale organico. Infatti, gli orizzonti hanno mostrato un incremento del loro spessore che indicherebbe come la riforestazione riduca i fenomeni erosivi. La ridotta erosione, quindi, non permetterebbe più la perdita di materiale ricco in carbonio organico, ma il suo trasporto in profondità con molteplici effetti positivi sull'ecosistema forestale. Tale processo rende il sistema suolo un attivo immagazzinatore di carbonio. Inoltre, i dati ottenuti indicherebbero come la riforestazione, oltre a incrementare lo OCstock, promuove la sua stabilità. Infatti, i dati dimostrano un incremento sostanziale della frazione organica più stabile e conseguente incremento dell'indice di umificazione e decremento del tasso di umificazione. Complessivamente, tale lavoro dimostra come, dopo un taglio raso, la riforestazione, anche attraverso una gestione dedicata alla produzione di legno, favorirebbe l'approfondimento del *solum* e l'accumulo di sostanza organica stabile.

## **#C3 Mapping pre-and post-harvest features for precise orchard management and storage sustainability in Abbé Fétel pears**

Alessandro Bonora<sup>1</sup>, Cristiano Franceschini, Luigi Manfrini and Luca Corelli Grappadelli

*Department of Agricultural and Food Sciences, University of Bologna, Italy.*

*\*Corresponding author: [a.bonora@unibo.it](mailto:a.bonora@unibo.it)*

Precision orchard management strives to raise the sustainability of fruit growing. The relationships between pre- and post-harvest fruit attributes have not been anchored to spatio/temporal variability in pear orchards to date. Physiological traits of trees were assessed during the growing season, while pear quality and superficial scald (SS) index were evaluated at harvest and after 4 months of cold storage (regular atmosphere) during two consecutive seasons (2019 and 2020) in four producers from the Emilia-Romagna region, Italy. Fruit samples were collected from groups of three adjacent trees and the position of the central tree was recorded by GPS. Variograms, with imposed distances, and maps were created. High spatial variability of the SS index was observed in all orchards. The general patterns of spatial variation in three producers in both years suggested that changes in yield and fruit ripening had important effects on SS occurrence after shelf-life. Several quality characteristics, including fruit flesh firmness, index of absorbance difference and dry matter content were negatively correlated with SS index. On the other hand, crop load and trunk cross-sectional area are generally positively linked to SS. Nevertheless, temporal variability was reported over the two years of the project. This information could potentially be used to forecast the harvest date precisely and to store Abbé Fétel batches in different cold rooms, depending on their origin inside the field, with the purpose of ensuring the best fruit quality for the final consumers. However, further research is needed to jointly analyse data for management unit delineation to help growers to interpret stochastic variability of SS and to improve models for post-harvest supply chain.

### ***Mappatura delle caratteristiche pre e post-raccolta del frutteto per gestire con precisione e sostenibilità la conservazione nelle pere Abate Fétel***

Gestire un frutteto con precisione significa migliorare la sostenibilità della filiera della frutta. Le relazioni spazio-temporali tra le caratteristiche fisiologiche pre-eraccolta delle piante e la performance post-raccolta delle pere Abate Fétel non sono ancora completamente caratterizzate fino ad oggi. Informazioni sulla fisiologia degli alberi sono state raccolte durante la stagione produttiva mentre la qualità della frutta e l'indice di riscaldamento superficiale (RS) sono stati valutati alla raccolta e dopo 4 mesi di conservazione in atmosfera regolare per due stagioni consecutive (2019 e 2020) in quattro frutteti tra le province di Modena, Ferrara e Ravenna. I campioni sono stati raccolti da gruppi di tre piante adiacenti e la posizione dell'albero centrale è stata georeferenziata tramite GPS. Successivamente, imponendo distanze note, sono stati generati i variogrammi e mappe di densità per i fattori considerati. Si è registrata un'elevata variabilità spaziale del RS in tutti i frutteti. Le interpolazioni grafiche di tre produttori in entrambi gli anni hanno evidenziato che la produzione e la maturazione dei frutti in raccolta hanno effetti sulla presenza di RS dopo la conservazione. Alcune caratteristiche, tra cui la durezza della polpa, l'indice di differenza di assorbanza e il contenuto di sostanza secca si sono rivelate correlate negativamente con il RS. Al contrario, il carico produttivo e la sezione trasversale del tronco si sono dimostrati generalmente fattori che inducono il RS. Tuttavia, si è osservata una elevata variabilità tra i due anni del progetto. Queste informazioni potrebbero essere utilizzate per prevedere con precisione la data di raccolta e conservare i lotti di Abate Fétel in diverse celle frigorifere, a seconda della loro origine all'interno del frutteto, per garantire ai consumatori frutta di qualità, evitando l'uso di prodotti per la conservazione. In futuro, saranno necessarie ulteriori ricerche per definire le unità di gestione per aiutare i coltivatori a interpretare la variabilità stocastica del RS e migliorare i modelli di organizzazione della filiera post-raccolta.

## **#C4 Water and carbon fluxes in an apple orchard during heat waves occurrence**

D. Zanotelli<sup>1</sup>, L. Montagnani<sup>1,2</sup>, C. Andreotti<sup>1</sup> and M. Tagliavini<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Science and Technology, Free University of Bolzano-Bozen.

<sup>2</sup>Forest Service, Autonomous Province of Bolzano-Bozen.

\*Corresponding author: [damiano.zanotelli@unibz.it](mailto:damiano.zanotelli@unibz.it)

Prolonged hot periods known as heatwaves (HW) are among the extreme events currently increasing in frequency and intensity due to climate change. Several studies analysed their impact on un-managed terrestrial ecosystems, while little is known about the change they provoke in the carbon and water fluxes of irrigated agroecosystems. This study analysis 6 years of continuous eddy covariance measurements (2013-2018) in an apple orchard located in South Tyrol, with the aim to assess the impact of the HWs (at least 3 consecutive days of unusually high maximum temperature for the period) on the gross primary production (GPP), net ecosystem exchange (NEE), and actual evapotranspiration (ETa) fluxes. Out of the 13 HWs that emerged from the temperature data analysis, five occurred in 2015, which together with 2013 was the hottest year in the considered period. In these two years, GPP and NEE pattern indicated a small but significant reduction in the assimilation capacity of the orchard with increasing T<sub>max</sub>, which was not present in the remaining years. The ETa, instead, increased at increasing T<sub>max</sub> across the 25-35 °C range of summer T<sub>max</sub> values, with an average rate of 0.17 mm day<sup>-1</sup>°C<sup>-1</sup>; such increase, however, was less pronounced, although still significant, in the upper range of T<sub>max</sub> values, that typically occur during HWs. Additionally, during 9 out of the 13 HWs, ETa values were among the 5% highest ever recorded in summer. Although HWs differed in length and magnitude, ETa generally increased during HWs by approximately 9% with respect to the week before. No similar consistent patterns were observed for GPP and NEE, which supports the hypothesis that the C assimilation ability at plant and ecosystems level in an apple orchard is little or not affected by heat waves with T<sub>max</sub> lower than 37°C, providing that soil water is not a limiting factor.

## ***Effetto delle ondate di calore sui flussi di acqua e carbonio di un meieto***

Le ondate di calore (Heatwaves - HW) rientrano tra gli eventi estremi destinati ad aumentare di frequenza e intensità nel prossimo futuro a causa dei cambiamenti climatici. Diversi studi riportano gli effetti delle HW su ecosistemi terrestri non gestiti, mentre poco esplorate sono le conseguenze che esse provocano negli agroecosistemi. Questo studio analizza 6 anni (2013-2018) di misure eddy-covariance continue, in un meieto situato in Alto Adige, con l'obiettivo di valutare l'impatto delle HW (almeno 3 giorni consecutivi di temperatura massima insolitamente alta per il periodo) sui flussi di produzione primaria lorda (GPP), scambio netto dell'ecosistema (NEE) ed evapotraspirazione (ETa). Delle 13 HW emerse dai dati di temperatura, cinque sono avvenute nel 2015, che insieme al 2013, è stato l'anno più caldo del periodo considerato. I pattern di GPP ed NEE in questi due anni hanno indicato una piccola ma significativa riduzione della capacità di assimilazione del frutteto con l'aumento della Tmax, non confermata negli anni rimanenti. In estate, con valori di Tmax compresi tra 25 e 35 °C, ETa aumenta all'aumentare della Tmax, con un tasso medio di 0,17 mm giorno<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup>; tale aumento, è tuttavia meno pronunciato, ancorché significativo, ai valori maggiori di Tmax, che tipicamente si verificano durante le HW. Durante 9 delle 13 HW, inoltre, i valori di ETa rientrano tra il 5% più alto mai registrato in estate. Nonostante le HW differissero per lunghezza ed intensità di Tmax, l'ETa generalmente aumenta durante le HW di circa il 9% rispetto alla settimana precedente. Non sono stati osservati andamenti altrettanto uniformi per GPP e NEE, il che supporta l'ipotesi che la capacità di assimilazione del C del meieto sia poco o per nulla influenzata dalle ondate di calore con Tmax inferiore a 37 °C, a condizione che l'acqua del suolo non sia un fattore limitante.

***#C5 Emission abatement systems in pig barns. Environmental impact evaluation with the Life Cycle Assessment approach***

Giuseppe Coppola, Cecilia Conti, Michele Costantini\*, Jacopo Bacenetti, Marcella Guarino

*Dipartimento di Scienze e Politiche Ambientali, Università degli Studi di Milano.*

\*Corresponding author: [michele.costantini@unimi.it](mailto:michele.costantini@unimi.it)

Livestock activities are responsible for remarkable environmental impacts. Ammonia (NH<sub>3</sub>) is the most common air pollutant in pig farms, affecting animals and workers' health, and causing damages to ecosystems. Hence, there is a need to reduce NH<sub>3</sub> emissions. Many mitigation strategies can be applied to limit gaseous emissions, such as the application of air treatment technologies.

In this study, carried out during the APPROACH project ("Sistemi filtranti per la riduzione di polveri, odori e ammoniaca e per migliorare il benessere di animali e operatori all'interno delle porcilaie"), the environmental impact of a typical Italian pig farm, adopting a wet acid scrubber to abate NH<sub>3</sub> emissions, was evaluated using the Life Cycle Assessment approach. One kg of live weight (LW) was selected as Functional Unit. Two scenarios were considered.

The baseline scenario (BS) represents the situation as it is, while the alternative scenario (AS) a wet scrubber prototype (with 70% ammonia removal efficiency) was adopted.

For 8 of the 12 evaluated impact categories, AS shows the highest environmental impact, due to the scrubber construction and maintenance. However, it was the best for those impact categories most affected by NH<sub>3</sub>. Observed reduction ranged from 10% (for terrestrial acidification, TA, and terrestrial eutrophication, TE) to 0.4% (for marine eutrophication, ME). The climate change impact was 3.55 kg CO<sub>2</sub> eq kg<sup>-1</sup> LW and 3.65 kg CO<sub>2</sub> eq kg<sup>-1</sup> LW for BS and AS, respectively. For almost all impact categories, the consumable materials for wet scrubber operation represented around 85% of the total impact of the scrubber. The results of the sensitivity analysis showed that variation in NH<sub>3</sub> removal efficiency had the greatest effect on particulate matter formation, TA, and TE. The achieved results provide a first quantitative indication of the environmental benefits that can be achieved using wet acid scrubber in naturally ventilated pig facilities.

***Sistemi di abbattimento delle emissioni nelle porcilaie.  
Valutazione ambientale con analisi del ciclo di vita***

L'attività zootecnica è responsabile anche di impatti negativi sull'ambiente. L'emissione di gas climalteranti è l'aspetto più noto ma, tuttavia, non vanno trascurati anche gli effetti legati all'emissione nell'ambiente di composti come l'ammoniaca, gli ossidi di azoto, i nitrati e i fosfati. Per il settore suinicolo, le emissioni di ammoniaca sono dannose non solo perché, una volta emesso in atmosfera questo composto è un precursore delle polveri sottili, ma anche perché, all'interno delle porcilaie, elevati livelli di  $\text{NH}_3$  e polveri possono creare problemi respiratori agli animali, ridurre il loro benessere e, in generale, influenzare negativamente l'efficienza del sistema.

Il progetto APPROACh "Sistemi filtranti per la riduzione di polveri, odori e ammoniaca e per migliorare il benessere di animali e operatori all'interno delle porcilaie" ha l'obiettivo di testare sistemi di abbattimento che, installati all'interno degli allevamenti, siano in grado di monitorare in continuo e, se necessario, abbattere le concentrazioni di  $\text{NH}_3$ . Sono stati analizzati due scenari: base (BS), rappresentante la situazione attuale; e Alternativo (AS), in cui è in funzione il prototipo di wet acid scrubber che produce una riduzione del 70% delle emissioni di ammoniaca nel corso della stabulazione.

L'unità funzionale selezionata è 1 kg di peso vivo mentre i confini del sistema considerano tutti i processi fino al cancello aziendale (approccio "from cradle to farm gate") escludendo quindi macellazione degli animali e distribuzione della carne. Dodici impatti ambientali sono stati valutati. La riduzione dell'impatto è variata dal 10% per acidificazione ed eutrofizzazione terrestre fino al 0,4% per l'eutrofizzazione marina. Viceversa, per il riscaldamento globale si ha un aumento dell'impatto legato alla presenza dello scrubber (3,55 kg  $\text{CO}_2$  eq  $\text{kg}^{-1}$  e 3,65 kg  $\text{CO}_2$  eq  $\text{kg}^{-1}$  per BS e AS, rispettivamente). Il consumo di acido e di elettricità sono responsabili di circa l'85% dell'impatto legato al funzionamento dello scrubber.

## - Sessione II -

### ***#C6 The contribution of the European network NUTRIMAN to the sustainability of agricultural systems and to sustainable crop protection***

Massimo Pugliese<sup>1,2\*</sup>, Federico Trucco<sup>1</sup>, Edward Someus<sup>3</sup>, Maria Lodovica Gulino<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Centro di Competenza per l'Innovazione in Campo Agro-ambientale (AGROINNOVA), Università degli Studi di Torino.*

<sup>2</sup>*Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari (DiSAFA) - Università degli Studi di Torino.*

<sup>3</sup>*R-BioPhosphate Ltd., Ungheria.*

\*Corresponding author: [massimo.pugliese@unito.it](mailto:massimo.pugliese@unito.it)

NUTRIMAN ([www.nutriman.net](http://www.nutriman.net)) is a thematic network that aims to disseminate information to farms regarding the technological and practical possibilities of recovering nitrogen and phosphorus from waste and waste matrices for the production of bio-based fertilizers such as compost, digestate, biochar, struvite and ashes. The dissemination function of the project is very relevant, considering that the new EU Regulation on fertilizers (Reg. EC 1009/2019) will reach full implementation in 2022. Before that deadline, farmers need to know, in order to apply them in a proper way, the main products from the circular economy available on the market. As part of the project, an online platform has been developed. Available in 8 languages and open access, the platform allows users to search for products and technologies based on their identification number, keywords, Member State where it is available, technological readiness level and type of agriculture system and crop where the product is suitable to be applied. In addition, several demonstration trials have been carried out using the products catalogued on the platform, transferring practical knowledge to the farmers. Some of the results obtained in the trials carried out in Italy are presented, with special focus on the suppressive effects of the tested fertilizers, deriving from circular economy processes, against plant pathogens.

### ***Il contributo della rete Europea NUTRIMAN alla sostenibilità dei sistemi agricoli ed alla protezione sostenibile delle piante***

NUTRIMAN ([www.nutriman.net](http://www.nutriman.net)) è una rete tematica che mira a diffondere alle aziende agricole informazioni relative alle possibilità tecnologiche ed applicative di recupero di azoto e fosforo da rifiuti e matrici di scarto per la produzione di fertilizzanti quali compost, digestato, biochar, struvite e ceneri. La funzione divulgativa del progetto assume particolare importanza considerando che la nuova normativa UE sui fertilizzanti (Reg. CE 1009/2019) raggiungerà la piena attuazione nel 2022, anno entro il quale gli agricoltori dovranno conoscere, per poterli utilizzare in maniera consapevole, i principali prodotti provenienti da economia circolare disponibili sul mercato. Nell'ambito del progetto è stata messa a punto una piattaforma online, disponibile in 8 lingue e ad accesso libero, che consente di focalizzare la ricerca di prodotti e tecnologie in base al numero identificativo, a parole chiave, alla nazione di appartenenza, al livello di sviluppo tecnologico ed al tipo di sistema produttivo e coltura adatti all'utilizzo del prodotto. Inoltre sono state avviate numerose prove dimostrative, utilizzando i prodotti catalogati sulla piattaforma con l'obiettivo di farli meglio conoscere ai futuri utilizzatori finali. Vengono presentati alcuni dei risultati ottenuti nell'ambito delle prove condotte in Italia, con particolare attenzione agli effetti sul contenimento di patogeni vegetali da parte di fertilizzanti provenienti da processi di economia circolare.

## ***#C7 Agriculture and insect pollinators, no longer a choice but a need***

Luigino Barisan\*, Cristian Bolzonella, Vasco Boatto, Giulia Ranzani, Giuseppe Bugin, Augusto Zanella

*Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali, Università di Padova*

\*Corresponding author: [luigino.barisan@unipd.it](mailto:luigino.barisan@unipd.it)

Pollinating insects are in decline in both numbers and biodiversity. The reduction is not limited to developed countries such as Europe and North America but corresponds to a global scale phenomenon. Considering only bees, 40% of the species is at risk of extinction.

The Common Agricultural Policy (PAC) promotes sustainable agriculture and the reduction of the use of insecticides and fungicides, favoring the activity of pollinating insects. However, the results that this policy has achieved with respect to entomophilic pollination are not yet known. The reduction of pollinating insects has effects on the quality and quantity of agricultural production and on the functioning of ecosystems in general.

An insufficient presence of pollinating insects leads to a lower fruit setting, a greater quantity of deformed fruit and the production of fruits with a lower degree of conservation because they are less dense on the plants. All these aspects have a direct impact on the price and therefore on the gross saleable farm production.

Because of having a more entomophilic flora, Mediterranean countries are more affected by the decline of pollinators than continental and Nordic countries.

In this work, using a cluster analysis, the entomophilic pollination dependency indexes of crops in the various European countries were compared in the periods of the last two (2007-2013) and (2014-2021) PACs. This analysis highlights a differentiated effect by type of agriculture (Mediterranean, continental, Nordic) and would suggest taking this dependency index into account in the next planning law, to build a resilient agro-ecosystems.

## ***Agricoltura e insetti impollinatori, non più una scelta ma una necessità***

Gli insetti impollinatori sono in declino sia come numero sia come biodiversità. La riduzione non è limitata ai paesi sviluppati quali Europa e Nord America, ma corrisponde a un fenomeno di scala globale. Considerando solo le api, il 40% delle specie è a rischio di estinzione.

La Politica Agricola Comunitaria (PAC) promuove un'agricoltura sostenibile e la riduzione dell'impiego di insetticidi e fungicidi, favorendo l'attività degli insetti pronubi. Non si conoscono però ancora i risultati che tale politica ha ottenuto nei confronti dell'attività di impollinazione entomofila.

La riduzione degli insetti impollinatori ha effetti sulle qualità e quantità delle produzioni agricole e in generale sul funzionamento degli ecosistemi.

Un'insufficiente presenza di insetti pronubi porta ad una minore allegagione dei frutti, a una maggiore quantità di frutti deformati e alla produzione di frutti con un minor grado di conservazione perché meno densi sulle piante. Tutti questi aspetti incidono direttamente sul prezzo e quindi sulla produzione lorda vendibile delle aziende agricole.

Avendo una flora più entomofila, i paesi mediterranei risentono maggiormente del declino dei pronubi rispetto ai paesi continentali e nordici.

Nel presente lavoro, utilizzando una cluster analysis si sono messi a confronto gli indici di dipendenza dall'impollinazione entomofila delle colture nei diversi paesi europei, nei periodi delle due ultime PACs (2007- 2013 e 2014-2021). Tale analisi evidenzia un effetto differenziato per tipologia di agricoltura (mediterranea, continentale, nordica) (descrivere brevemente le differenze osservate in modo da fornire qualche risultato. Eventualmente ridurre l'introduzione per dare più spazio ai risultati) e consiglierebbe di tenere conto di tale indice di dipendenza nella prossima legge di programmazione, al fine di costruire un agroecosistema resiliente.

## ***#C8 Could forest and agricultural systems be the main drivers in land grabbing in Africa?***

Antonio Tulone<sup>1\*</sup>, Simone Pecoraro<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Dipartimento Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali, Università degli Studi di Palermo* [antonio.tulone@unipa.it](mailto:antonio.tulone@unipa.it)

<sup>2</sup> *Università degli Studi di Palermo*

\*Corresponding author: [luigino.barisan@unipd.it](mailto:luigino.barisan@unipd.it)

Land grabbing is a phenomenon that has spread widely since the last twenty years and which sees rich and developed countries as main purchasers of vast areas, also cultivated, in developing countries. Through an econometric model that takes into consideration the areas affected by the land grabbing in the African continent and destined for the food sector, the research aims to understand the main factors that affect land grabbing in Africa by foreign investors and to evaluate how forest and agricultural systems have affected this phenomenon. The results show how the presence of forests and uncontaminated areas and the greater presence of land suitable for the production of cereals are among the main factors that drive investor countries to acquire land for the cultivation of food crops destined to supply foreign markets. In light of the numerous environmental, social and economic implications of the phenomenon, the study provides, on the one hand, interesting managerial implications for entrepreneurs in the sector and, on the other hand, useful policy indications for governments and political decision-makers.

## ***Possono i sistemi forestali ed agrari essere i principali drivers della terra in Africa?***

Il *land grabbing*, o accaparramento della terra, è un fenomeno che si è ampiamente diffuso a partire dall'ultimo ventennio e che vede come protagonisti i Paesi ricchi e sviluppati, quali principali acquirenti di vastissime aree, anche coltivate, nei Paesi in via di sviluppo. Attraverso l'elaborazione di un modello econometrico che prende in considerazione le superfici soggette a *land grabbing* nel continente africano e destinate al settore *food*, la ricerca si pone come obiettivo di comprendere i principali fattori che influiscono sull'accaparramento della terra in Africa da parte degli investitori esteri e di valutare come i sistemi forestali e agrari abbiano influenzato tale fenomeno. I risultati mostrano come la presenza di foreste ed aree incontaminate e la maggiore presenza di terreni vocati alla produzione di cereali siano tra i principali fattori che orientano i Paesi investitori ad acquisire terreni per la coltivazione di colture alimentari destinate ad approvvigionare i mercati esteri. Alla luce dei numerosi risvolti sul piano ambientale, sociale ed economico del fenomeno, lo studio fornisce, da un lato, interessanti implicazioni manageriali per gli imprenditori del settore e utili indicazioni politiche per i Governi e i decisori politici.

## **#C9 Above ground biomass estimation from UAV high resolution RGB images and LiDAR data in a pine forest in South Italy**

Maesano M<sup>1</sup>, Santopuoli G<sup>2</sup>, Moresi FV<sup>1</sup>, Matteucci G<sup>3</sup>, Scarascia Mugnozza G<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Dipartimento per la Innovazione nei sistemi Biologici, Agroalimentari e Forestali - DI-BAF - Università degli Studi della Toscana.*

<sup>2</sup>*Dipartimento Agricoltura, Ambiente e Alimenti - Università degli Studi del Molise.*

<sup>3</sup>*Istituto per i Sistemi Agricoli e Forestali del Mediterraneo ISAFOM - Consiglio Nazionale delle Ricerche CNR.*

\*Corresponding author: [m.maesano@unitus.it](mailto:m.maesano@unitus.it)

Knowledge of forest biomass is an essential parameter for managing the forest in a sustainable way. The forest biomass data availability and reliability are necessary for forestry and forest planning, but also for the carbon market and to support the local economy in the mountain and inner areas and its quantification still presents a challenge from local to a global level. For this, the use of remote sensing techniques with Unmanned Aerial Vehicle (UAV) platforms can be an excellent trade-off between resolution, scale, and frequency data of Above Ground Biomass (AGB) estimation. In this study, we evaluate the combined use of RGB images from UAV, LiDAR data and ground truth to estimate AGB through the Random Forest (RF) algorithm compared to typical Stepwise Linear regression Model (StepLM) in a forested watershed in South Italy. The output was the accurate maps of AGB for each model. RF model has shown better accuracy than the StepLM model, the R<sup>2</sup> increased from 0.81 to 0.86, and the RMSE and MAE values decreased 45.5 to 31.7 Mg ha<sup>-1</sup> and from 34.2 to 22.1 Mg ha<sup>-1</sup> respectively. The presented research considered a low-cost forest AGB estimation method where a commercial fixed-wing drone was used equipped with an RGB camera combined the canopy information derived by LiDAR and validated by field data. This study demonstrated that by increasing the computing power with a machine learning algorithm, readily available images can be used to obtain good results, as demonstrated by the accuracy of the Random Forest above biomass estimation model.

## ***Quantificazione della biomassa forestale tramite l'uso di immagini RGB acquisiti da una piattaforma UAV***

La conoscenza della biomassa forestale, e soprattutto dell'Above Ground Biomass (AGB) è un parametro essenziale per l'applicazione dei principi di gestione forestale sostenibile. La disponibilità dei dati di biomassa forestale è necessaria per la definizione di linee operative per la silvicoltura e la pianificazione forestale, ma anche per il mercato del carbonio e per sostenere l'economia locale nelle aree interne. La quantificazione dell'AGB rappresenta ancora oggi una sfida. In tale contesto, l'uso di tecniche di telerilevamento con piattaforme Unmanned Aerial Vehicle (UAV) può essere un ottimo compromesso tra risoluzione, scala e dati di frequenza per la stima dell'AGB. In questo studio valutiamo l'uso combinato di immagini RGB da UAV, dati LiDAR e verità a terra per la stima dell'AGB attraverso l'algoritmo Random Forest (RF) e stepwise regression (StepIm) in un bacino boscato nel Sud Italia. I risultati ottenuti sono stati due mappe accurate di AGB per ciascun modello, nel quale il modello RF ha mostrato una precisione migliore rispetto al modello StepIm, infatti l' $R^2$  è aumentato da 0,81 a 0,94 e i valori RMSE e MAE sono diminuiti da 59,9 a 34,4  $m^3 ha^{-1}$  e da 45 a 28  $m^3 ha^{-1}$  rispettivamente. La ricerca presentata ha considerato un metodo di stima dell'AGB a basso costo, in cui è stato utilizzato un drone commerciale ad ala fissa dotato di telecamera RGB, combinata con dati da LiDAR e convalidate con verità a terra. Questo studio ha dimostrato che aumentando la potenza di calcolo con algoritmi di apprendimento automatico, è possibile utilizzare immagini facilmente reperibili e disponibili per ottenere buoni risultati, come dimostrato dall'accuratezza del modello di stima della AGB tramite RF.

## ***#C10 Smart Farming Technologies and digital divide: determinant factors for an equal and sustainable digital transition at farm level***

Carlo Giua<sup>\*</sup>, Luca Camanzi, Giulio Malorgio

*Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agroalimentari, Alma Mater Studiorum University of Bologna.*

<sup>\*</sup>Corresponding author: [carlo.giua3@unibo.it](mailto:carlo.giua3@unibo.it)

Smart Farming Technologies (SFT) are smart devices part of a cyber-physical system able to improve farm management. Compared to previous digital technologies' functionalities, SFT generates a multitude of data that once combined can be used not only on- farm - to reduce agricultural inputs and improve efficiency and efficacy of production - but across the entire supply chain. Despite these expected great potentialities, recent studies highlighted how important differences in rates of digital technologies' adoption can already be seen according to farm, farmers' characteristics and, more widely, even at country-levels. In fact, the lack of homogeneity among users' resources and competences hinder an equal diffusion of digital technologies and thus their social sustainability.

The aim of this study is to investigate the adoption of SFT and the existence of a possible digital divide among adopters and non-adopters. Firstly, the analysis of SFT's adoption determinants is carried out, considering main typologies of factors identified by previous literature, namely individual aspects of users, farms and their organizational conditions. Secondly, farmers' attitudes towards SFT are additionally considered to investigate main discriminant variables between adopters and non-adopters. A logit model, followed by factor and cluster analysis are used to investigate SFT adoption and factors behind a possible digital divide. Results show that farmers' characteristics (age and education) do not affect adoption decisions, which mainly rely on dimension variables and individual intention to use. Nonetheless, when clusters analysis' results are observed, important differences among adopters and non-adopters seem to rely not only on farms' characteristics (land use size and annual turnover) but also on technologies' performance expectancy and social influence exerted on farmers. Findings reveal what factors need to be considered to guarantee an equal and inclusive agricultural digitalization and, at the same time, suggest great potentialities for farms in terms of enhanced production efficiency and environmental sustainability.

## ***Tecnologie Smart Farming e digital divide: fattori determinanti per una equa e sostenibile transizione digitale delle aziende agricole***

Le tecnologie Smart Farming (SFT) sono un insieme di dispositivi intelligenti parte di un sistema cyber-fisico in grado di migliorare la gestione dell'azienda agricola. Rispetto alle funzionalità delle precedenti tecnologie digitali, le SFT generano una moltitudine di dati che, una volta combinati, possono essere utilizzati non solo in azienda, per ridurre gli input agricoli e migliorare l'efficienza e l'efficacia della produzione, ma lungo l'intera filiera agroalimentare. Nonostante queste grandi potenzialità attese, studi recenti hanno evidenziato come si possano già notare importanti differenze nei tassi di adozione delle tecnologie digitali in base all'azienda agricola, alle caratteristiche degli agricoltori e, più in generale, anche a livello nazionale. La mancanza di omogeneità tra le risorse e le competenze degli utenti, infatti, ostacola un'eguale diffusione delle tecnologie digitali e quindi la loro sostenibilità sociale.

Lo scopo di questo studio è indagare l'adozione di SFT e l'esistenza di un possibile divario digitale (*digital divide*) tra adottanti e non adottanti. In primo luogo, viene effettuata l'analisi dei determinanti di adozione di SFT, considerando le principali tipologie di fattori individuati dalla letteratura precedente, ovvero le caratteristiche degli utenti, delle aziende agricole e di alcune delle loro condizioni organizzative. In secondo luogo, si considerano le attitudini degli agricoltori nei confronti delle SFT per indagare sulle principali variabili discriminanti tra adottanti e non adottanti. Un modello logit, seguito da factor e cluster analysis, vengono utilizzati per indagare rispettivamente l'adozione di SFT e i fattori alla base di un possibile divario digitale.

I risultati mostrano che le caratteristiche degli agricoltori (età e istruzione) non influenzano la decisione di adozione, che si basa principalmente sulle variabili dimensionali e sull'intenzione individuale d'uso. Tuttavia, quando si osservano i risultati dell'analisi dei cluster, le importanti differenze tra gli adottanti e i non adottanti sembrano dipendere non solo dalle caratteristiche delle aziende agricole (dimensioni delle aziende in ettari e fatturato annuo) ma anche dalle aspettative di rendimento delle tecnologie e dall'influenza sociale esercitata sugli agricoltori. I risultati rivelano quali fattori è necessario considerare per garantire una digitalizzazione agricola equa e inclusiva e, allo stesso tempo, suggeriscono grandi potenzialità per le aziende agricole in termini di maggiore efficienza produttiva e sostenibilità ambientale.

## - Sessione III -

**#C11 Differences in the endophytic microbiome stability of the *Xylella fastidiosa*-resistant olive cultivar**

Marzia Vergine\*, Luigi De Bellis, Andrea Luvisi

Department of Biological and Environmental Sciences and Technologies, University of Salento.

\*Corresponding author: [marzia.vergine@unisalento.it](mailto:marzia.vergine@unisalento.it)

*Xylella fastidiosa* is a phytopathogen that colonizes more than 550 plant species, including perennial crops of major economic importance. The pathogen invades the xylem, causing the vessels' occlusion with subsequent limitation of the lymphatic flow and inducing the foliage's gradual drying.

Since 2013, *Xf* subsp. *pauca* caused the Olive Quick Decline Syndrome (OQDS) in Salento (Puglia). The most widespread olive cultivars in the Salento region, "Cellina di Nardò" and Ogliarola di Lecce, showed high sensitivity to the pathogen. At the same time, a notable resistance was observed in the less common *cultivar* "Leccino". Similarly to the gut microbiome in humans, the maintenance of a healthy microbiota with greater diversity and the presence of *cultivar*-specific microorganisms could play a central role in the activation of the resistance mechanism in the plant. Therefore, to understand the response of the microbiota to *Xf* infection, the native endophytic component associated with healthy and infected trees of the *cv* "Leccino" (*Xf*-resistant) was characterized and compared with the *cv* "Cellina di Nardò" *Xf*-susceptible. The microbiota of olive tree samples with evident resistance characteristics was also examined within the olive germplasm of Salento and compared with as many susceptible *cv* samples.

The first results obtained from the metabarcoding analyses of 16S rRNA (bacteria) and ITS2 (fungi) in olive branches and leaves led first insights into microbial endophytes' potential role in protecting the host from disease development. "Cellina di Nardò" showed severe dysbiosis after *Xf* infection, while "Leccino" (both infected and healthy) does not result in significant alteration due to infection.

Furthermore, data from the genetic characterization of olive samples reinforce the hypothesis that there is a high degree of correlation between each cultivar and its own microbiota. This clue was further confirmed by unique microorganisms that might confer specific resistance to the pathogen.

## ***Differenze nella stabilità del microbioma endofitico in cultivar di olivo resistenti a Xylella fastidiosa***

*Xylella fastidiosa* è un fitopatogeno che colonizza più di 550 specie vegetali, comprese colture perenni di grande importanza economica. Il patogeno invade lo xilema, provocando l'occlusione dei vasi con successiva limitazione del flusso linfatico ed inducendo il graduale disseccamento della chioma.

Dal 2013 *Xf* subsp. *pauca* provoca nel Salento (Puglia) la Sindrome del declino rapido dell'olivo (OQDS). Le *cultivar* più diffuse nell'area, "Cellina di Nardò" e "Ogliarola di Lecce", hanno mostrato elevata sensibilità al patogeno, mentre una notevole resistenza è stata osservata in *cultivar* meno comuni come "Leccino". Analogamente al microbioma intestinale umano, il mantenimento di un microbiota sano con una maggiore diversità, così come la presenza di microrganismi *cultivar*-specifici, potrebbe avere nella pianta un ruolo centrale nell'attivazione di meccanismi di resistenza. Perciò, al fine di comprendere la risposta del microbiota all'infezione di *Xf*, è stata caratterizzata la componente endofitica nativa associata ad alberi sani e infetti della *cv* "Leccino" (*Xf*-resistente) e confrontata con la *cv* "Cellina di Nardò" *Xf*-suscettibile. È stato, inoltre, esaminato, all'interno del germoplasma olivicolo del Salento, il microbiota di accessioni con evidenti caratteri di resistenza, e confrontato con altrettanti campioni di *cv* suscettibili.

I primi risultati ottenuti dall'analisi di metabarcoding del 16S rRNA e (batteri) ITS2 (funghi) in rami e foglie di olivo hanno permesso di supportare le prime intuizioni sul potenziale ruolo degli endofiti microbici nella protezione dell'ospite allo sviluppo della malattia. "Cellina di Nardò" ha mostrato una grave disbiosi dopo infezione da *Xf*, mentre "Leccino" (infetto e sano) non ha subito alterazioni significative. Inoltre, a seguito di caratterizzazione genetica delle accessioni, è stata avvalorata l'ipotesi che possa esistere un microbiota *cultivar*-specifico e che la presenza di microrganismi caratteristici possa determinare resistenza al patogeno.

Tali batteri benefici potrebbero risultare di estremo interesse per mantenere, tramite inoculo, l'omeostasi del sistema pianta riducendo il rischio di nuove infezioni.

## #C12 Improving Grapevine Water Stress Resilience by Spray Induced Gene Silencing (SIGs) Approach On a Glutathione Transferase Gene

Micol Guaschino<sup>1,3</sup>, Luca Nerva<sup>1,2</sup>, Chiara Pagliarani<sup>2</sup>, Gaetano Giudice<sup>1</sup>, Federica Gaiotti<sup>1</sup>, Claudio Lovisolo<sup>3</sup>, Walter Chitarra<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup>Research Centre for Viticulture and Enology, Council for Agricultural Research and Economics (CREA-VE).

<sup>2</sup>Institute for Sustainable Plant Protection, National Research Council (IPSP-CNR).

<sup>3</sup>Dept. of Agricultural, Forest and Food Sciences (DISAFA), University of Torino.

\*Corresponding author: [walter.chitarra@crea.gov.it](mailto:walter.chitarra@crea.gov.it)

Water is one of the major factors limiting the productivity of agricultural ecosystems. Due to the ongoing climate change, drought events are predicted to become more frequent and severe. In this context, the emerging SIGS technique could represent a useful strategy to improve crop adaptability and fitness by elucidating mechanisms involved in stress resilience responses. SIGS is based on the high-pressure application of double stranded RNAs (dsRNAs) directly on leaf surface. In this study, we produced dsRNAs targeting a specific grapevine endogenous gene sequence *in vitro*, putatively involved in drought stress tolerance responses. Previous studies demonstrated that the downregulation of a glutathione S-transferase (*GST*) gene in *Arabidopsis* mutants increases endogenous abscisic acid (ABA) levels and triggers the plant antioxidant system, improving drought resilience of primed plants. We focused our survey on a putative *VvGST* gene inhibited by drought stress in grapevine, and we evaluated the plant ecophysiological and molecular behaviour of potted vines of 'Chardonnay' after high pressure spraying the leaves (dsGST). Leaf gas exchange, leaf water potential ( $\psi_{\text{Leaf}}$ ), and expression of stress-related and silencing machinery-related genes were monitored in dsGST and dsGFP (the latter used as negative control of the technique) plants either submitted or not to water deprivation. Interestingly, the dsGST-treated plants revealed increased resilience to severe water deficit conditions, as attested by the ecophysiological measurements. Molecular analysis through RT-qPCR assay of stress- and ABA-related genes confirmed the priming effect of the treatment. Biochemical analysis through HPLC-DAD of ABA levels and resveratrol (considered as antioxidant marker) in leaves have also been analysed. Results showed how SIGS approach can be considered as a powerful technique to improve crop stress resilience or functional genomic studies in grapevine.

## Miglioramento della Resilienza allo Stress Idrico in Vite con un Approccio Di Spray Induced Gene Silencing (Sigs) di un Gene Codificante una Glutathione Transferasi

Nel contesto di cambiamento climatico l'acqua è uno dei maggiori fattori limitanti della produttività in agricoltura. Frequenza e severità degli episodi di siccità saranno sempre più frequenti come conseguenza dei cambiamenti climatici in atto. In questo contesto la tecnica SIGS potrebbe rappresentare un'applicazione biotecnologica e sostenibile utile a migliorare l'adattabilità delle colture ed approfondire i meccanismi coinvolti nella resistenza a stress abiotici. In questo studio, i dsRNA sono stati prodotti *in vitro* utilizzando come target una sequenza endogena di vite putativamente coinvolta nei meccanismi di tolleranza allo stress idrico. Studi condotti precedentemente hanno dimostrato che la down-regolazione di un gene codificante per una glutathione S-transferasi (*GST*) in mutanti di *Arabidopsis* ha causato un incremento di acido abscissico (ABA) endogeno stimolando il sistema anti-ossidante della pianta, migliorando la resilienza allo stress idrico nelle piante trattate.

Questo studio è incentrato su un gene putativamente codificante la *GST* in vite, valutando gli effetti del trattamento SIGS con dsGST, dal punto di vista ecofisiologico e molecolare su piante di 'Chardonnay' in vaso. Gli scambi gassosi, il potenziale idrico fogliare ( $\psi_{\text{Leaf}}$ ), l'espressione dei geni associati alla percezione dello stress abiotico e del macchinario di silenziamento sono stati monitorati sia nel trattamento con dsGST che dsGFP (quest'ultimi utilizzati come controllo negativo della tecnica) in piante sia sottoposte a stress idrico che in condizioni irrigue normali.

Le piante trattate con dsGST hanno rivelato un'aumentata resilienza alle condizioni di stress idrico severo come confermato dalle misurazioni ecofisiologiche. Le analisi molecolari attraverso RT-qPCR dei geni coinvolti nella segnalazione dello stress e nell'omeostasi dell'ABA confermano il *priming* nelle piante trattate con dsGST. Il quantitativo di ABA endogeno e di resveratrolo sono stati analizzati tramite HPLC-DAD. I risultati mostrano come la tecnica dello SIGS possa essere considerata promettente da un punto di vista sia applicativo che per approcci di genomica funzionale.

### **#C13 Insects and sustainability: valorization of agro-industrial by-products for *Tenebrio molitor* breeding (\*)**

Pirino C.<sup>1\*</sup>, Floris I.<sup>1</sup>, Fadda L.<sup>2</sup>, Mura A.<sup>1</sup>, Arrizza S.<sup>2</sup>, Serra G.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Agricultural Sciences, University of Sassari.

<sup>2</sup>CNR – Institute of BioEconomy (IBE) Sassari.

\*Corresponding author: [cpirino@uniss.it](mailto:cpirino@uniss.it)

The growing demand for alternative protein sources is encouraging the mass breeding of some species of insects to be used for food and feed production, particularly thanks to some important advantages of breeding insects: a very good feed conversion index, reduced land use, low water consumption and low greenhouse gas emissions.

The mealworm *Tenebrio molitor* represents one of the main candidate for the production of food and feed, since it allows to valorize by-products and waste from the agro-industrial chain by converting them into food matrices with a high nutritional value (flour with a high protein and fat content).

In our study, the larval development of *T. molitor* fed with different Sardinian agro-industry by-products (wheat middlings, wheat bran, rice bran, brewers' spent grains, tomato peels and seeds, grape marc, thistle cake, hemp cake and rusk crump remains) was evaluated. In addition, larval mortality and average larval weight until 50% pupation, and larval development duration (average number of days until pupation) were also evaluated.

The results obtained evidenced three different groups of substrates: a first group, including wheat middlings, wheat bran and hemp cake, showed the best performance in terms of development speed, larval weight and low mortality; the second one (brewer's spent grains and tomato pomace) produced intermediate values while the remaining substrates were the less performing. These preliminary results are promising and suggest further research for the valorisation of agro-industry by-products, e.g. through the definition of their mixtures more suitable as substrates for *T. molitor* breeding, in order to maximise the production of larval biomass and obtain alternative protein and lipid matrices to be used for the production of food and feed.

***Insetti ed ecosostenibilità: valorizzazione di sottoprodotti dell'agroindustria per l'allevamento del *Tenebrio molitor* (\*)***

La crescente richiesta di fonti alimentari proteiche alternative sta spingendo verso l'allevamento massivo di alcune specie di insetti da impiegare per la produzione di alimenti e mangimi. Ciò è dovuto ai numerosi vantaggi derivanti dall'allevamento degli insetti, anche in termini di sostenibilità: un basso indice di conversione, un ridotto uso del suolo, bassi consumi di acqua e basse emissioni di gas serra.

Tra i principali candidati per questo scopo, la camola della farina (*Tenebrio molitor* L.) permette di valorizzare sottoprodotti e scarti della filiera agro-industriale convertendoli in matrici alimentari ad elevato valore nutrizionale (farine ad alto tenore di proteine e grassi).

Nel nostro studio è stato valutato lo sviluppo larvale di *T. molitor* alimentato con diversi sottoprodotti dell'agroindustria sarda: farinaccio di frumento, crusca di frumento, farinaccio di riso, trebbie di birra, buccia e semi di pomodoro, vinacce, pannello di cardo, pannello di canapa e talloni di fette biscottate. La mortalità ed il peso medio delle larve sono stati valutati sino al raggiungimento del 50% dello stadio di impupamento. Lo sviluppo larvale, la sua durata (numero medio di giorni necessari per raggiungere lo stadio di pupa) e la mortalità sono risultati influenzati dalla composizione nutrizionale dei diversi substrati, evidenziando tre distinti gruppi per quanto riguarda le performance: un primo gruppo, composto da farinaccio di frumento, crusca di frumento e pannello di canapa ha mostrato le migliori prestazioni in termini di velocità di sviluppo, peso delle larve e mortalità; il secondo, composto da trebbie di birra e pomodoro ha presentato caratteristiche intermedie mentre i restanti substrati sono risultati i meno performanti.

Questi risultati preliminari sono promettenti e lasciano intravedere ulteriori sviluppi della ricerca per la valorizzazione di sottoprodotti dell'agroindustria, ad esempio attraverso la definizione di miscele degli stessi più adatte all'allevamento di *T. molitor*, al fine di massimizzare la produzione di biomassa larvale e ottenere matrici proteiche e lipidiche alternative da impiegare per la produzione di alimenti e mangimi.

(\*) Lavoro realizzato con finanziamento POR FESR Sardegna 2014-2020, Azione 1.2.2 - Progetto: Bugs&Fish4SQ e parzialmente dal progetto PON R&I 2014-2020 COMETA

### **#C14 Effectiveness of different biochars and compost as substrates for tomato and basil growth and impact on monoterpenes leaves content**

Marco Nocentini<sup>1,2</sup>, Giovanni Mastrolonardo<sup>1</sup>, Heicke Knicker<sup>2</sup>, Anna Lenzi<sup>1</sup>  
Marco Michelozzi<sup>3</sup>, Gabriele Cencetti<sup>3</sup>, Giacomo Certini<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari Ambientali e Forestali, Università degli Studi di Firenze*

<sup>2</sup>*Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla, (IRNAS-CSIC), Seville, 41012, Spain*

<sup>3</sup>*Istituto di Bioscienze e Biorisorse (IBBR), area di ricerca Consiglio Nazionale delle Ricerche, Sede di Firenze*

\*Corresponding Author: [marconoce@gmail.com](mailto:marconoce@gmail.com)

Carbonized organic matter like biochar, that can be produced from organic waste by pyrolysis, represents a possible sustainable substitute for peat in substrates for nursery plants. Peatlands are very fragile ecosystems and new materials for potting substrates are highly required, indeed. However, the impact of biochar application in soilless substrates and how it can affect plants growth and quality of the production is still little investigated.

In this study we tested the potential of selected biochars from different waste materials (rice husks, chitin from shrimp' shells, gardening peat, green waste of tomato plants and pruning of urban trees) and a composted biochar, as a peat substitute.

Different substitution rates, 100, 60, 50, 30 and 25 % were tested on basil and tomato seedlings in a nursery trial, evaluating both growing and quality parameters of the plants. The results showed that, with the exception of biochar from chitin, all the tested biochars showed too high pH and EC values for being optimal growing media. High substitution rates of biochar and compost even resulted in seedlings death after a few days from transplantation. Best plant growth parameters were obtained with commercial peat. Peat substitution with both biochars and compost negatively affected color parameters of basil leaves and their total content of aromatic compounds, too. Overall, our results would not support the massive use of alternative media such as charred materials or composted wastes as a valid strategy to reduce the use of peat in potting substrates.

## ***Efficacia di biochars e compost ottenuti da differenti matrici di scarto come substrati per la crescita di piante di pomodoro e basilico e impatto sul contenuto di monoterpeni delle foglie***

Matrici organiche pirolizzate come il biochar, anche prodotti da rifiuti organici, rappresentano un'alternativa sostenibile all'uso della torba nei substrati per piante da vivaio, essendo le torbiere ecosistemi molto fragili. Tuttavia, l'impatto dell'applicazione del biochar nei substrati di crescita diversi dal suolo e il modo in cui questo può influenzare la crescita delle piante e la qualità della produzione è ancora poco studiato. In questo studio abbiamo quindi testato il potenziale di diversi biochars selezionati da vari materiali di scarto (lolla di riso, chitina da gusci di gamberetti, torba da giardinaggio, scarti verdi di piante di pomodoro e potatura di alberi urbani) e un biochar compostato, come sostituti della torba. Abbiamo testato diverse percentuali di sostituzione, 100, 60, 50, 30 e 25% su piantine di basilico e pomodoro in una prova in vivaio, valutando i parametri di crescita e di qualità delle piante. I risultati hanno mostrato che, ad eccezione del biochar ottenuto dalla chitina, tutti i biochars testati hanno mostrato valori di pH e EC troppo alti per un terreno di coltura ottimale. Alti tassi di sostituzione di biochar e compost hanno persino provocato la morte delle piantine dopo pochi giorni dal trapianto. I migliori parametri di crescita delle piante sono stati ottenuti con la torba commerciale. La sostituzione di quest'ultima con biochar e compost ha anche influenzato negativamente i parametri cromatici delle foglie di basilico e il contenuto totale di composti aromatici. Nel complesso, i nostri risultati non supportano l'uso massiccio di mezzi alternativi come i materiali carbonizzati o i rifiuti compostati come valida strategia per ridurre l'uso della torba nei substrati per piante da vivaio.

### **#C15 Comparison of soil nitrogen cycle microorganisms in conventional and organic agro-ecosystems**

Giorgia Raimondi\*, Massimo Tolomio, Andrea Squartini, Piergiorgio Stevanato, Giuseppe Concheri, Carmelo Maucieri, Maurizio Borin

*Department of Agronomy, Food, Natural Resources, Animals and Environment – DAF-NAE, University of Padua, Agripolis Campus, Viale dell'Università 16, Legnaro (PD).*

\*Corresponding author: [giorgia.raimondi.1@phd.unipd.it](mailto:giorgia.raimondi.1@phd.unipd.it)

The research of new efficient bioindicators for the comparison of conventional and biological agricultural systems is of increasing interest in the scientific community, worldwide. In this context, the determination of soil microbiota abundance is suggested as a valuable option as a biological indicator.

The objective of this study is to compare N-related soil microbiota communities [nitrifying microorganisms Archea amoA (AOA), amoA Bacterial (AOB) and nosZ gene encoding the catalytic subunit of N<sub>2</sub>O reductase (*nosZ*)], in 3 conventional (C) and in 3 organic (O) managed fields located at the University of Padova experimental farm. The comparison between the 2 farming systems was performed collecting soil samples (0-20cm) during four samples campaigns (2002, 2008, 2017 e 2019) after the harvest of wheat (W), maize (M) and soybean (S) crops. The microbial abundance was measured as ln of gene copies number per gram of soil (lngen<sub>es</sub> g soil<sup>-1</sup>).

The results demonstrated that agricultural managements significantly influenced the AOA and the nosZ abundance. The AOA presented median values significantly higher in the organic fields, OW (10.3 lngen<sub>es</sub> g soil<sup>-1</sup>), OM (9.8 lngen<sub>es</sub> g soil<sup>-1</sup>) e OS (9.2 lngen<sub>es</sub> g soil<sup>-1</sup>) compared to 2 (CM1, CM2) of the 3 conventional fields. The nosZ abundance was significantly higher in the biological fields OW (8.1 lngen<sub>es</sub> g soil<sup>-1</sup>) and OM (7.4 lngen<sub>es</sub> g soil<sup>-1</sup>) compared to all the others, suggesting a possible "crops effect" besides the agricultural management. The AOB abundance results are positively correlated (p<0.05) with P values (mg kg<sup>-1</sup>) up to 30 mg P kg<sup>-1</sup>, when it reaches a plateau.

This study showed that different agricultural managements are likely to influence the soil nitrifiers and denitrifiers microorganisms able to both positively affect crop N uptake and reduce N<sub>2</sub>O emissions.

## ***Comparazione di popolazioni microbiche legate al ciclo dell'azoto in agro-ecosistemi biologici e convenzionali***

La ricerca di nuovi ed efficienti bioindicatori per la comparazione di sistemi agricoli convenzionali e biologici è di crescente interesse nella comunità scientifica internazionale. In questo contesto la determinazione dell'abbondanza microbica del suolo viene suggerita come valido indicatore biologico. L'obiettivo del presente studio è quello di comparare comunità microbiche legate al ciclo dell'azoto [microrganismi nitrificanti Archea amoA (AOA), amoA Batterico (AOB) e il gene nosZ codificante della sub-unità N<sub>2</sub>O reductasi (nosZ)], in 3 appezzamenti gestiti con agricoltura convenzionale (C) e 3 gestiti in biologico (O) presso l'azienda sperimentale "L. Toniolo" dell'Università di Padova. La comparazione è stata effettuata prelevando campioni di suolo (0-20 cm) in tutti gli appezzamenti con quattro campagne di monitoraggio (2002, 2008, 2017 e 2019) dopo la raccolta di frumento (W), mais (M) e soia (S). L'abbondanza microbica è stata misurata come ln del numero di copie geniche per grammo di suolo (ln<sub>geni g suolo<sup>-1</sup></sub>).

I risultati hanno mostrato che la gestione ha influenzato significativamente solo le comunità microbiche degli AOA e nosZ. Gli AOA hanno mostrato valori mediani significativamente più alti in tutti i campi gestiti in biologico, OW (10.3 ln<sub>geni g suolo<sup>-1</sup></sub>), OM (9.8 ln<sub>geni g suolo<sup>-1</sup></sub>) e OS (9.2 ln<sub>geni g suolo<sup>-1</sup></sub>) rispetto a 2 (CM1, CM2) dei 3 campi convenzionali. L'abbondanza dei nosZ è risultata significativamente più alta nei due campi biologici OW (8.1 ln<sub>geni g suolo<sup>-1</sup></sub>) e OM (7.4 ln<sub>geni g suolo<sup>-1</sup></sub>) rispetto a tutti gli altri, suggerendo un possibile effetto coltura oltre al sistema di gestione. L'abbondanza di AOB è risultata positivamente correlata ( $p < 0.05$ ) ai valori di P (mg kg<sup>-1</sup>) fino al raggiungimento di un plateau intorno ai 30 mg P kg<sup>-1</sup>. Quanto riportato suggerisce un possibile effetto delle due gestioni agronomiche sui microrganismi nitrificanti e denitrificanti, con potenziale effetto positivo sia per l'assorbimento di N da parte delle colture sia per la riduzione delle emissioni di N<sub>2</sub>O.

**- Poster -*****#P1 Estimation of Probable Maximum Precipitation 24-h, over Euro-Mediterranean Region Using Observed and Model Based Precipitation Data Series***

Ali Didevarasl<sup>1,2\*</sup>, Antonio Trabucco<sup>1,2</sup>, Donatella Emma Ignazia Spano<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Department of Agriculture, University of Sassari, Italy.*

<sup>2</sup>*AFES Division, Euro-Mediterranean Center on Climate Changes, Italy.*

\*Corresponding author: [a.didevarasl@studenti.uniss.it](mailto:a.didevarasl@studenti.uniss.it)

Probable Maximum Precipitation (PMP) is defined as the greatest depth of precipitation for a given duration meteorologically possible in a particular area. PMP estimation is necessary to calculate Probable Maximum Flood (PMF), whose outputs are indeed useful to consider planning at basin scale for different purposes, including flood control, infrastructure design, reservoir and water resources management for different critical Mediterranean sectors (Agriculture, Domestic, etc.).

In this study, we aim to estimate PMP values over Euro-Mediterranean area through a statistical approach defined via the Hershfield and Desa (revised Hershfield) methods. We compared results generated from observed daily rainfall (E-OBS gridded dataset, 0.25° resolution) against those generated from rainfall based on several Global Circulation Models (Hadgem, IPSL, MIROC5 and GFDL) downscaled (0.5° resolution) and bias-corrected.

E-OBS values showed the lowest statistical dispersion compared to the modeled rainfall hindcast projections. According to zonal statistics over 622 Euro-Mediterranean regions and validation over E-OBS rainfall, we found GFDL modelling results could be the most significant representative of observed rainfall for yearly maximum rainfall 24h values. Modelling results of maximum rainfall showed the highest coefficient of variation (40-150%) and standard deviation (15-36 mm) mostly over the more arid areas (i.e. Southern Euro-Mediterranean, North of Africa and Eastern Mediterranean). Validation of modelled against value observed explained that areas where modelling bias is greater are also slightly responsive to simulate the outlier rainfall values. Moreover, estimated PMP values aggregated into watersheds upstream the main Mediterranean dams demonstrate climate risks of heavy rainfall at present, mostly over some parts of Italy, Southern France, Spain, Switzerland, Slovakia, and Portugal. Moreover, for the future period, PMP spatial pattern will see the largest intensification in some watersheds, mostly over southern Spain and Sardinia Island as well.

## ***Stima delle Precipitazioni Massime Probabili (PMP) sulle 24 ore nella regione euromediterranea utilizzando serie di dati sulle precipitazioni osservate e basate su modelli***

La Precipitazione Massima Probabile (PMP) è definita come la massima quantità di precipitazione meteorologicamente possibile in una particolare area per una data durata. La stima del PMP è necessaria per calcolare livelli di inondazione massima plausibili (i.e. Probabile e Maximum Flood, PMF), i cui output sono effettivamente utili per considerare la pianificazione a scala di bacino per diversi scopi, tra cui il controllo delle inondazioni, la progettazione delle infrastrutture, gestione degli invasi, etc.).

In questo studio, ci proponiamo di stimare i valori di PMP nell'area euro-mediterranea attraverso un approccio statistico definito tramite i metodi Hershfield e Desa (Hershfield rivisto). Abbiamo confrontato i risultati generati dalle precipitazioni giornaliere osservate (set di dati a griglia E-OBS, con risoluzione 0,25°) con quelli generati dalle precipitazioni sulla base di diversi modelli di circolazione globale (Hadgem, IPSL, MIROC5 e GFDL) con aumento della risoluzione (0,5°) e correzione del bias.

I valori di E-OBS hanno mostrato la dispersione statistica più bassa rispetto alle proiezioni sul periodo storico delle precipitazioni simulate. Secondo le statistiche zonali su 622 regioni euro-mediterranee, validate con dati di precipitazioni E-OBS, abbiamo riscontrato che i risultati del modello GFDL potrebbero essere più accurate nel rappresentare valori di precipitazioni massime annuali nelle 24 ore. I risultati delle precipitazioni massime simulate hanno mostrato il più alto coefficiente di variazione (40-150%) e deviazione standard (15-36 mm) principalmente nelle aree più aride (ad es. Euro-Mediterraneo meridionale, Nord Africa e Mediterraneo orientale). La validazione del dato di modello rispetto a quello osservato ha dimostrato che le aree in cui il bias di modello è maggiore, sono anche poco idonee nel simulare correttamente valori anomali delle precipitazioni. I valori di PMP stimati aggregati dimostrano attualmente i rischi climatici di forti piogge, principalmente in alcune parti dell'Italia, della Francia meridionale, della Spagna, della Svizzera, della Slovacchia e del Portogallo. Inoltre, per il periodo futuro, la stima spaziale PMP vedrà la maggiore intensificazione in alcuni bacini idrografici, soprattutto nella Spagna meridionale e anche in Sardegna.

## #P2 Study of soil quality and sustainability and food safety in urban vegetable gardens of Naples

Antonio G. Caporale<sup>1\*</sup>, Marina Ceruso<sup>2</sup>, Luigi Ruggiero<sup>1</sup>, Paola Adamo<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> *Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Napoli Federico II, Portici, Napoli*

<sup>2</sup> *Dipartimento di Medicina Veterinaria e Produzioni Animali, Università degli Studi di Napoli Federico II, Napoli*

<sup>3</sup> *Centro di Ricerca Interdipartimentale sulla "Earth Critical Zone" per il supporto alla Gestione del Paesaggio e dell'Agroambiente (CRISP), Università degli Studi di Napoli Federico II, Portici, Napoli*

\*Corresponding author: [ag.caporale@unina.it](mailto:ag.caporale@unina.it)

Sustainable management of urban soil is crucial to enhance its ecosystem functions and services and to produce safe and quality food in urban environments. Although urban agriculture is a reality in Naples, it is still lacking a scientific-based approach aiming to: i) characterise pedo-climatic properties, ii) apply site-specific sustainable management practices, iii) enhance urban food quality; iv) address potential contaminants or pathogenic microorganisms threatening food safety. UrbanSoilGreening\* project aims to overcome this lack of knowledge developing an operative methodology for sustainable management and protection of urban soil. Several green spaces in the metropolitan area of Naples - potentially exploitable for agricultural purposes - were selected on the basis of geographical distribution and proximity to potential sources of contamination. An ongoing characterisation of soil sampled in these areas aims to assess physicochemical properties, chemical and biological fertility and possible contamination by potentially toxic elements (PTEs) and hydrocarbons. The cultivation of uncontaminated green spaces with food plant species suitable for local urban horticulture in this spring-summer season is preserving the soil from anthropic degradation and developing sustainable management practices, such as organic farming, synergistic techniques, on-site production of high-quality compost to recycle vegetable waste and promote the circular economy, etc. Food quality will be evaluated by morphological and chemical parameters and spectroscopic characterisation. The possible presence of PTEs and pathogenic microorganisms (i.e., *Listeria* and *Salmonella* spp.) in food products will be evaluated to establish their chemical and microbiological safety. Guidelines for the sustainable management of urban green spaces will be disseminated to main stakeholders in educational and scientific events.

\* *Multidisciplinary study to improve the sustainability of urban soil, to protect its ecosystem functions and services, and to enhance the safety and quality of food from urban agriculture (FRA-202009291319)*. Programma per il Finanziamento della Ricerca di Ateneo UniNA, call 2020, line A.

## ***Studio della qualità e sostenibilità del suolo e della sicurezza alimentare negli orti urbani di Napoli***

Una gestione sostenibile del suolo urbano è fondamentale per migliorare le sue funzioni e servizi ecosistemici e per produrre cibo salubre e di qualità in ambiente urbano. Sebbene l'agricoltura urbana sia già diffusa a Napoli, manca ancora un approccio scientifico che miri a: i) caratterizzare le proprietà pedo-climatiche, ii) applicare pratiche di coltivazione sostenibili sito-specifiche, iii) migliorare la qualità del cibo urbano; iv) ricercare potenziali contaminanti o microrganismi patogeni che minacciano la sicurezza alimentare. Il progetto UrbanSoilGreening\* mira a stimolare questa conoscenza sviluppando una metodologia operativa per la gestione sostenibile e la protezione del suolo urbano. Alcuni spazi verdi dell'area metropolitana di Napoli - potenzialmente utilizzabili per fini agricoli - sono stati selezionati in base alla loro distribuzione geografica e alla vicinanza a potenziali fonti di contaminazione. È in corso una caratterizzazione del suolo di queste aree che consenta di valutarne le proprietà fisico-chimiche, la fertilità chimica e biologica e la possibile contaminazione da elementi potenzialmente tossici (EPT) ed idrocarburi. La coltivazione delle aree verdi non contaminate, in questa stagione primaverile-estiva con specie vegetali adatte all'orticoltura urbana locale, sta preservando il suolo dal degrado antropico attraverso l'implementazione di pratiche di gestione sostenibile, quali agricoltura biologica, tecniche sinergiche, produzione di compost di alta qualità in loco che consenta di riciclare i rifiuti vegetali e promuovere l'economia circolare, ecc. La qualità degli alimenti sarà valutata mediante parametri chimici e morfologici e caratterizzazioni spettroscopiche. La possibile presenza di EPT e microrganismi patogeni (ad esempio, *Listeria* e *Salmonella* spp.) nei prodotti alimentari sarà valutata per stabilirne la sicurezza chimica e microbiologica. Linee guida per la gestione sostenibile degli spazi verdi urbani saranno diffuse ai principali fruitori in eventi educativi e scientifici.

*\* Studio multidisciplinare per promuovere la sostenibilità del suolo urbano, per proteggere le sue funzioni e servizi ecosistemici, e per migliorare la sicurezza e la qualità dei prodotti da agricoltura urbana (FRA-202009291319). Programma per il Finanziamento della Ricerca di Ateneo UniNA, anno 2020, linea A.*

### **#P3 Restricting dairy sheep access time to pasture in spring: the effects on dry matter intake and milk productivity**

Alice Cappucci<sup>1</sup>, Alberto Mantino<sup>2\*</sup>, Francesco Anneschini<sup>2</sup>, Iride Volpi<sup>2</sup>, Enrico Bonari<sup>2</sup>, Marcello Mele<sup>1,3</sup>, Giorgio Ragolini<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Istituto di scienze della Vita, Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa, Italy.*

<sup>2</sup>*Centro di ricerche agro-ambientali "Enrico Avanzi", Università of Pisa, Italy.*

<sup>3</sup>*Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa, Italy.*

<sup>4</sup>*Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali-Produzione, Territorio, Agroenergia, Università degli Studi di Milano, Italy.*

\*Corresponding author: [a.mantino@santannapisa.it](mailto:a.mantino@santannapisa.it)

World consumption of animal products will increase in the next years, thus sustainable livestock systems are required to reduce environmental impacts linked to animal husbandry. In the Mediterranean, semi-extensive mixed farming systems are predominant in the inland landscape, and they guarantee the maintenance of several agroecosystem services in marginal and rural areas. Rationed and rotational grazing were proposed as efficient agroecological practices for sustainable intensification of mixed crop-livestock farming systems. In semi-extensive dairy sheep farms milking performance strongly affects farm sustainability and it is regulated by the interaction between pasture (allowance and species composition) and grazing animals.

The aim of this study was to assess the effect of restricting pasture access time under rotational grazing management on daily herbage intake and milk productivity of Sarda ewes. The trial was conducted in a real dairy sheep farm located in Manciano, in the south of Tuscany, Italy. The experimental field covered 1.9 ha and it was located in a uniform terrain with an average slope of 8% and North-West orientation. The treatment was the duration of the access time to pasture, with the following levels: two hours (2H) per day, from 10:00 to 12:00 Central European Time (CET) and four hours (4H) per day, from 10:00 to 14:00 CET. The entire farm flock of 145 mature dairy Sarda ewes was allotted into two homogenous groups (2H = 73 and 4H = 72). Data on pasture biomass and quality, herbage intake and milk productivity were collected in 2018 from April 4<sup>st</sup> to May 5<sup>th</sup>. The rotational grazing schedule was conducted allowing an abundant pasture allowance and exploiting high nutritive value herbage. Results showed that restricted access time (2H) did not reduce daily herbage intake and milking performance of dairy ewes under rotational grazing management on a mixture annual pasture in spring.

## ***Limitare la durata del pascolamento di ovini da latte in primavera: effetti sull'ingestione di sostanza secca al pascolo e produttività del latte***

Nelle aree interne e marginali del Mediterraneo, i sistemi agro-zootecnici semi-estensivi sono uno strumento fondamentale di gestione del territorio e garantiscono il mantenimento di numerosi servizi agro-ecosistemici. Il pascolamento razionato e rotazionale è stato proposto come pratica agro-ecologica per l'intensificazione sostenibile dei sistemi zootecnici che si basano sullo sfruttamento della risorsa pascoliva. Negli ovini da latte, la produzione del latte per capo ha un effetto determinante sulla sostenibilità degli allevamenti e la loro produttività è regolata dall'interazione tra pascolo (abbondanza di biomassa e composizione in specie) e animale.

L'obiettivo del presente studio era valutare l'effetto della riduzione della durata del pascolamento sull'ingestione giornaliera al pascolo e sulla produzione di latte in pecore di razza Sarda gestite tramite la tecnica del pascolamento rotazionale. La sperimentazione è stata condotta all'interno di un'azienda agricola situata nel comune di Manciano, Grosseto. Il campo sperimentale aveva una superficie di circa 1,9 ha. L'intero gruppo di 145 pecore da latte mature è stato suddiviso in due gruppi omogenei (2H = 73 e 4H = 72). La prova prevedeva il confronto dei due gruppi di animali, i quali avevano accesso al pascolo con durata differente, con i seguenti intervalli giornalieri: due ore (2H) al giorno, dalle 10:00 alle 12:00 Central European Time (CET) e quattro ore (4H) al giorno, da 10:00 alle 14:00 CET. I dati sulla biomassa e qualità del pascolo, l'assunzione di sostanza secca, e la produzione del latte sono stati raccolti dal 4 aprile al 5 maggio 2018. La gestione dei turni di pascolamento è stata condotta consentendo una costante e ottimale presenza di biomassa verde ad alto valore nutritivo. I risultati hanno mostrato che ridurre la durata del pascolo (2H) non ha avuto un effetto negativo sull'ingestione giornaliera di sostanza secca al pascolo, e sulla produttività del latte in pecore di razza Sarda.

## **#P4 Environmental and agronomic factors that influence trunk infusion in poplar plantation**

Alberto Barco\*, Maurizio Borin

*Department of Agronomy, Food, Natural Resources, Animals and Environment, University of Padova, Italy.*

\*Corresponding author: [albertobarco92@gmail.com](mailto:albertobarco92@gmail.com)

Recently, trunk injection has been proposed as an eco-sustainable method to control pathogens and insects competition in woody crops. In this context the identification of the environmental and agronomic factors which influence trunk injection should be carefully studied. For this purpose, a study was carried out in a private farm located in Loreggia, Veneto Region, North-East Italy (Lat. 45°35'N, Long. 11°56'E), between April and August 2017. In a six year's old I-214 clone poplar plantation, 4 different agronomic treatments were tested, 4 times replicated (C: control without irrigation and fertilization, W: drip irrigation, 60 mm week<sup>-1</sup>, F: foliar fertilization on May, 21<sup>st</sup>, 2017 with 2.5 kg N ha<sup>-1</sup>, WF: drip irrigation, 60 mm week<sup>-1</sup> + foliar fertilization 2.5 kg N ha<sup>-1</sup>). Demineralized water trunk infusions at atmospheric pressure were provided at 120 cm plants height, through the Bite® tool (Blade for Infusion in Trees), and infusion speed was measured for each studied treatment.

During the entire experimental period, the infusion speed followed a specific phenological trend with a significant decrease from the sprouting phase (median value 4.7 mL minute<sup>-1</sup>) to the complete vegetative development (median value 1.0 mL minute<sup>-1</sup>). In addition, the infusion speed was significantly correlated with soil and air temperatures (R=+0.37 and +0.33, respectively), global radiation (R=+0.32), and wind speed (R=+0.58), whereas not significant regressions were detected with soil moisture and air humidity. In the whole growing season, the significantly highest infusion speed values were measured under WF treatment (average value 2.05 ± 0.14 mL minute<sup>-1</sup>) whereas the significantly lowest ones for C treatment (average value 0.75 ± 0.06 mL minute<sup>-1</sup>).

The preliminary results indicate that the environmental factors and poplar agronomic management had a significant influence on trunk infusion speed. Further investigations are necessarily considering more than a single growing season and extending the analysis to other woody species.

### ***Influenza dei fattori agronomici ed ambientali nell'infusione endoterapica in pioppo***

Recentemente, l'endoterapia è stata proposta come un metodo ecosostenibile per il controllo di insetti e patogeni dannosi alle piante da legno. Si rende però necessario conoscere le condizioni agronomiche ed ambientali che meglio favoriscono l'esecuzione degli interventi endoterapici. A questo proposito, è stato condotto uno studio in un'azienda agricola privata sita a Loreggia (Veneto), nel periodo compreso tra Aprile e Agosto 2017. In una piantagione di pioppo (clone I-214) piantumata da 6 anni sono stati confrontati quattro differenti trattamenti, ognuno replicato 4 volte: C: controllo non irrigato e non fertilizzato, W: irrigazione a goccia con 60mm settimana<sup>-1</sup>, F: fertilizzazione fogliare con 2.5 kg N ha<sup>-1</sup>, WF: irrigazione a goccia con 60mm settimana<sup>-1</sup> e fertilizzazione fogliare con 2.5 kg N ha<sup>-1</sup>. L'infusione endoterapica di acqua demineralizzata è stata eseguita nel fusto delle piante a 120 cm da terra, utilizzando Bite® (Blade for Infusion in Trees) e per ognuna delle tesi oggetto di studio, è stata misurata la velocità di infusione.

Durante la stagione vegetativa la velocità di infusione registrava un progressivo decremento, passando da valori medi di 4.7 mL minuto<sup>-1</sup> (alla ripresa vegetativa) a 1.0 mL minuto<sup>-1</sup> (in pieno sviluppo vegetativo). In aggiunta, la velocità di infusione era correlata con le temperature del suolo ( $R=+0.37$ ) e dell'aria ( $R=+0.33$ ), la radiazione globale ( $R=+0.32$ ) e la velocità del vento ( $R=+0.58$ ), mentre nessuna correlazione significativa veniva registrata con l'umidità del suolo e dell'aria. Nella media del periodo di studio, la velocità di infusione più elevata è stata riscontrata nella tesi WF (valore medio  $2.05 \pm 0.14$  mL minuto<sup>-1</sup>), mentre i valori più bassi nella tesi di controllo ( $0.75 \pm 0.06$  mL minuto<sup>-1</sup>).

I risultati ottenuti, seppur preliminari, mostrano un'influenza significativa della tecnica agronomica e dei fattori ambientali nell'intervento endoterapico. I dati ottenuti dovranno però essere confermati, estendendo lo studio ad altre specie legnose in più stagioni di crescita vegetativa.

**#P5 Consumer's preferences for pasta made with Italian wheat**

Andrea Dominici, Fabio Boncinelli, Federico Bondioni, Enrico Marone

*Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari Ambientali e Forestali (DA-GRI), Università degli Studi di Firenze, Italy.*

\*Corresponding Author: [andrea.dominici@unifi.it](mailto:andrea.dominici@unifi.it)

The pasta supply chain has a central role in the Italian agri-food sector due to its economic and cultural value. However, the national production of wheat, due to structural and competitive problems, does not answer to the needs of the pasta industry, which therefore imports raw materials.

The issues of the agricultural sector (fragmentation of supply, foreign competition) lead to low market power of producers compared to the pasta makers. Some policies have been promoted to overcome these critical issues, such as regulations on food labelling. In particular, in Italy in 2017 was introduced on the pasta label the mandatory indication of durum wheat origin. This policy, aimed to balance the economic relations along the supply chain and supporting the economic sustainability of farmers, was positively received by producers. However, it was criticized by pasta makers, supposing prices increase and consequently a decrease in purchases.

This research aims to investigate the consumers' preference towards this policy, namely the mandatory indication of the claim "Country of wheat cultivation: Italy" on pasta. We address this aim by means of a discrete choice experiment (DCE) on a sample of 602 Italian pasta consumers. A Random Parameter Logit was performed for estimating consumer preferences. Moreover, a Latent Class Model was implemented for detecting heterogeneity of consumers.

The results of the experiment show that the Italian origin of the wheat is highly appreciated by consumers. For 75% of the respondents Italian origin represents the preferred attribute, for which consumers show higher Willingness To Pay (WTP). In conclusion, this policy appears to be effective in giving greater market power to farmers. Furthermore, potential higher costs incurred by pasta makers can be at least partially covered by this WTP.

## *Preferenze del consumatore per la pasta prodotta con grano italiano*

La filiera della pasta di semola di grano duro riveste una particolare importanza all'interno del comparto agroalimentare italiano per il suo valore economico e culturale. Tuttavia, la produzione nazionale di frumento, a causa di problemi strutturali e competitivi, non risponde alle necessità dell'industria della pasta, che per questo si affida ai mercati d'importazione.

Le criticità del settore agricolo (frammentazione dell'offerta, competizione estera) comportano un basso potere contrattuale dei produttori rispetto all'industria di trasformazione. Politiche di intervento sono state promosse per superare queste criticità, come le normative relative alla etichettatura degli alimenti. In particolare, nel 2017 in Italia è stato inserito l'obbligo di indicazione di origine del grano duro sull'etichetta della pasta. Tale politica, tesa a riequilibrare i rapporti economici fra gli attori della filiera e favorire la sostenibilità economica dei cerealicoltori, è stata accolta positivamente dai produttori. Tuttavia, essa è stata criticata dai produttori di pasta, ipotizzando un aumento dei prezzi e una conseguente diminuzione degli acquisti.

Il presente lavoro intende testare l'apprezzamento dei consumatori per questo tipo di politica, ovvero l'indicazione "Origine del grano duro: Italia" sull'etichetta della pasta. A questo fine, è stato condotto un Discrete Choice Experiment (DCE) su un campione di 602 consumatori italiani. Le informazioni raccolte con il DCE sono state elaborate utilizzando un modello Random Parameters Logit. Inoltre, il campione è stato analizzato con un Latent Class Model al fine di investigare l'eterogeneità nelle preferenze.

I risultati dell'esperimento mostrano che l'origine italiana del grano è molto apprezzata dal consumatore. Per il 75% dei rispondenti essa rappresenta la caratteristica preferita, per la quale essi mostrano maggiore disponibilità a pagare (DAP). In conclusione, tale politica sembra essere efficace nel dare maggiore potere di mercato ai cerealicoltori. Inoltre, i maggiori eventuali costi sostenuti dai pastai possono essere compensati almeno parzialmente da tale DAP.

## #P6 Production of beneficial microbes of the genus *Trichoderma* with improved properties

A. Pironti<sup>1</sup>, R. Marra<sup>1</sup>, A. Staropoli<sup>1,2</sup>, G. Manganiello<sup>1</sup>, N. Lombardi<sup>1</sup>, F. Vinale<sup>1,2</sup>, S.L. Woo<sup>2,3</sup>, M. Lorito<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Department of Agricultural Sciences, University of Naples Federico II, Italy.

<sup>2</sup>National Research Council, Institute for Sustainable Plant Protection, Italy.

<sup>3</sup>Department of Pharmacy, University of Naples Federico II, Italy.

Corresponding Author: [angela.pironti@unina.it](mailto:angela.pironti@unina.it)

Many *Trichoderma* spp. promote plant growth and control phytopathogens using different mechanisms of action (e.g. direct antagonism, competition, antibiosis). The search for new efficient biocontrol agents is possible using genetic manipulation techniques, such as transformation, mutagenesis or protoplast fusion (PF). In this work we used PF to produce intrageneric *Trichoderma* hybrids showing improved properties compared to parental strains in terms of biocontrol ability, production of bioactive metabolites and/or promotion of plant growth. The progeny obtained from two PFs was screened by using an innovative approach based on the evaluation of biocontrol activity against pathogenic fungi (*Rhizoctonia solani*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium graminearum*) and promotion of plant growth. Eight hybrids were isolated from the rhizosphere of tomato plants inoculated with the fusant mixture *T. harzianum* strain M10 + *T. virens* strain GV41 and showing no disease symptoms caused by *R. solani*. Selected hybrids showed plant growth promotion activity (e.g. increased root length) and were further characterized by metabolomic analyses. In co-culture experiments with the fungal pathogen *F. graminearum* on maize, the *Trichoderma* hybrid named A3 reduced the pathogen growth and the production of the mycotoxin deoxynivalenol (DON) as observed by GC-MS. Moreover, 4 hybrids obtained by PF between *T. harzianum* strain T22 and *T. asperellum* strain KVg06 inhibited *in vitro* the growth of *B. cinerea*. LC-MS Q-TOF analysis revealed that numerous metabolites produced in liquid culture by *Trichoderma* hybrids were in common with their parental strains, but also that several hybrids secreted compounds (e.g. the volatile 6-pentyl alpha pyrone, 6PP) not found in parental strain cultures. Further characterization of fungal hybrids is in progress. Our results may offer novel opportunities to develop improved beneficial microbes to be used as plant protection products or plant biostimulants.

## ***Produzione di microrganismi benefici del genere *Trichoderma* dalle caratteristiche migliorate***

Molte specie del genere *Trichoderma* sono note per la loro attività di promozione della crescita (PGP) e di controllo dei fitopatogeni mediante meccanismi d'azione differenti (antagonismo diretto, competizione, antibiosi). Studi recenti sono rivolti alla ricerca di nuovi agenti di biocontrollo più efficienti tramite l'utilizzo di tecniche di manipolazione genetica come la trasformazione, mutagenesi o la fusione di protoplasti (PF).

Lo scopo di questo lavoro è stato quello di utilizzare la PF per produrre ibridi intragenici di *Trichoderma* con caratteristiche migliori rispetto ai ceppi parentali, selezionandoli in base a specifiche proprietà benefiche quali: attività di biocontrollo, produzione di metaboliti secondari e/o PGP. La progenie ottenuta da due PF è stata valutata mediante l'attività di biocontrollo contro fitopatogeni (*Rhizoctonia solani*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium graminearum*) e sulla PGP. Otto ibridi sono stati isolati dalla rizosfera di piante di pomodoro inoculate con la miscela di fusione *T. harzianum* ceppo M10 + *T. virens* ceppo GV41 e che non mostravano sintomi di malattia causati da *R. solani*. Per l'attività di PGP sono stati selezionati altri ibridi (ad es. aumento della lunghezza delle radici) e sono stati caratterizzati con analisi metabolomiche. In esperimenti di co-cultura con il *F. graminearum* su mais, l'ibrido di *Trichoderma* chiamato A3 ha ridotto la crescita del patogeno e la produzione della micotossina deossivalenolo (DON) come osservato da analisi GC-MS. Inoltre, 4 ibridi ottenuti da PF tra *T. harzianum* ceppo T22 e *T. asperellum* ceppo KV906 hanno inibito *in vitro* la crescita di *B. cinerea*. L'analisi LC-MS Q-TOF ha mostrato la presenza in coltura liquida di numerosi metaboliti in comune tra ceppi ibridi e loro parentali, ma anche di altri composti differenti come ad esempio 6-pentil alfa pirone, 6PP. I risultati ottenuti possono offrire nuove opportunità per lo sviluppo di microrganismi benefici migliorati da utilizzare come prodotti fitosanitari o biostimolanti.

## #P7 Insights on molecular diversity of a collection of Sardinian landraces of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.)

Abramo Pischedda<sup>1</sup>, Chiara Maria Posadinu<sup>1</sup>, Antonella Sirigu<sup>2</sup>, Anna Barbara Pisanu<sup>2</sup>, Francesco Chessa<sup>2</sup>, Giovanna Attene<sup>1,3</sup>, Monica Rodriguez<sup>1,3</sup>.

<sup>1</sup>Department of Agriculture, University of Sassari, Via De Nicola, 07100 Sassari (Italy)

<sup>2</sup>AGRIS Sardegna, Italy.

<sup>3</sup>Centro Interdipartimentale per la Conservazione e Valorizzazione della Biodiversità Vegetale, University of Sassari, Italy.

Corresponding author: [apischedda1@uniss.it](mailto:apischedda1@uniss.it)

Beans (*Phaseolus spp.*) represent the most important legumes for global food consumption and safety, also because they constitute a relevant source of proteins and macronutrients. In particular, the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is the most economically important among the five species of the genus that have been domesticated.

The study of the processes that plants have achieved to overcome the difficulties related to new environmental conditions, allows to understand crop adaptation to the agro-system. In this context, to investigate the mechanisms of plant adaptation it is useful to have a deeper understanding of the phenotypic and genetic diversity at the bases of the species under investigation. Accordingly, the aim of this study is to investigate the phenotypic differences within a population of 127 Sardinian *landraces* (i.e. local varieties of cultivated species) and one commercial variety of common bean.

A deep phenotypic characterization of the collection has been conducted using: 1) a set of morpho-phenological descriptors based on the guidelines of the Bioversity International (former IPGRI) and 2) a digital phenotyping on the seeds through the use of Tomato Analyzer software.

The results of the statistical analyses showed a good level of phenotypic diversity of the collection and evidenced some peculiarities, suggesting that among these materials some individuals might be useful in future breeding programs or to promote their conservation, direct trading and/or consumption. The present results will be used in a joint association analysis with genomic data that are currently under investigation in the present collection.

## ***Studio della diversità molecolare di una collezione di landraces sarde di fagiolo comune (*Phaseolus vulgaris* L.).***

I fagioli (*Phaseolus spp.*) rappresentano i legumi più importanti per il consumo e la sicurezza alimentare globale, anche perché essi rappresentano una fonte rilevante di proteine e macronutrienti. In particolare, il fagiolo comune (*Phaseolus vulgaris* L.) è il più economicamente importante tra le cinque specie di questo genere che sono state domesticate.

Lo studio dei processi che le piante hanno adottato per superare le difficoltà legate alle nuove condizioni ambientali, permettono di capire la genetica del processo di adattamento delle colture all'agrosistema. In questo contesto, per indagare i meccanismi dell'adattamento delle piante è utile avere una più profonda comprensione sia della diversità fenotipica che di quella genetica alla base delle specie sotto esame. Infatti, l'obiettivo di questo studio è quello di investigare ed evidenziare le differenze fenotipiche tra una popolazione di 127 *landraces* sarde (cioè varietà locali di specie coltivate) e una varietà commerciale di fagiolo comune.

È stata condotta una profonda caratterizzazione fenotipica sulle piante della collezione utilizzando: 1) un set di descrittori basati sulle linee guida della Biodiversity International (ex IPGRI) e 2) una fenotipizzazione digitale sui semi attraverso l'utilizzo del software Tomato Analyzer.

I risultati delle analisi statistiche hanno mostrato un buon livello di diversità fenotipica della collezione evidenziando alcune peculiarità e suggerendo che alcuni individui potrebbero essere utili nei programmi futuri di miglioramento genetico o per promuovere la loro conservazione, il commercio e/o il consumo diretto. I presenti risultati saranno utilizzati per un'analisi di associazione con i dati genomici che sono attualmente in fase di elaborazione nella stessa collezione.

## **#P8 Increase water and nitrogen use efficiency through innovative management practices: case study on maize**

Arianna Toffanin<sup>1\*</sup>, George Vellidis<sup>2</sup>, Maurizio Borin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Department of Agronomy, Food, Natural resources, Animals and Environment – DAF-NAE, University of Padova, Italy.*

<sup>2</sup>*Department of Crop and Soil Sciences, University of Georgia, USA.*

\*corresponding author: [arianna.toffanin@unipd.it](mailto:arianna.toffanin@unipd.it)

Maize (*Zea mays* L.) is the world's most productive crop in terms of yield; however, it relies on several inputs, with two of the most important being water and nitrogen (N) fertilizer. Efficient use of irrigation water and N is important to minimize agricultural contribution to environmental pollution and optimize profits for maize producers.

A combination of three fertilization and three irrigation strategies were compared in a replicated plot study designed to evaluate management strategies with the potential to improve water use efficiency (WUE) and nitrogen use efficiency (NUE) in the southeastern Coastal Plain of the USA, in Georgia. The fertilization strategies differed for the rate and timing of fertigation side-dress application. The three irrigation strategies tested were (i) the traditional checkbook method, (ii) the University of Georgia Smart Sensor Array (UGA SSA), and (iii) the SmartIrrigation Corn App, based on a simplified water balance.

Average grain yield did not differ between treatments. The results suggested that both water and N recommendations currently used in Georgia overestimate maize requirements. Scheduling irrigation using the SmartIrrigation Corn App and UGA SSA saved up to 57% of water compared to the checkbook method. The Corn App has the advantage not to require any sensor installation in the field. NUE was increased applying lower total N rates fractionated through fertigation over a longer period within the growing season.

Overall, the tested practices improved water and nitrogen use efficiency and should be included in the recommendations for producers.

### **Acknowledgements:**

Thanks to the United States Department of Agriculture National Institute of Food and Agriculture (USDA NIFA) for providing the financial support for this research, part of the FACETS project. Thanks to my major professors dr. George Vellidis, and the other committee members dr. Maurizio Borin, dr. Miguel Cabrera and dr. Brenda Ortiz.

## *Aumentare l'efficienza di acqua e azoto attraverso pratiche innovative di gestione: caso studio su mais*

Il mais (*Zea mays* L.) è la coltura agraria più produttiva in termini di resa ed è molto esigente in acqua e azoto (N). Al contempo, l'uso efficiente dell'acqua di irrigazione e del fertilizzante azotato è fondamentale per minimizzare l'impatto sull'ambiente e massimizzare i profitti per i produttori.

La combinazione di tre strategie di fertilizzazione e tre strategie di irrigazione in mais sono state confrontate in una prova di campo effettuata per valutare il loro potenziale incremento nell'efficienza d'uso dell'acqua (WUE) e N (NUE) nell'area sud-orientale della Pianura Costiera dell'Atlantico negli Stati Uniti d'America, in Georgia.

I trattamenti di fertilizzazione differivano per la dose applicata e i momenti di applicazione in copertura attraverso la fertirrigazione. I tre sistemi irrigui testati erano: (i) il metodo tradizionale a calendario, (ii) il sistema UGA SSA, basato su dati tensiometrici raccolti in tempo reale da sensori installati in campo, e (iii) la SmartIrrigation Corn App, un'applicazione per smartphone basata su un bilancio idrico semplificato.

Non sono emerse differenze significative di resa in granello tra i trattamenti. I risultati hanno mostrato che i metodi tradizionali di fertilizzazione e irrigazione attualmente raccomandati in Georgia sovrastimano il fabbisogno del mais. L'uso di SmartIrrigation Corn App e UGA SSA ha portato a risparmiare fino al 57% di acqua d'irrigazione rispetto al sistema tradizionale. Tra le due, Corn App ha il vantaggio di non richiedere l'installazione di sensori in campo. L'efficienza delle fertilizzazioni è stata invece aumentata riducendo la dose totale di N e frazionandola in un periodo più lungo durante la stagione.

Nel complesso, le pratiche di gestione testate hanno portato a un generale aumento di efficienza degli input e dovrebbero essere incluse tra le raccomandazioni per i produttori.

### **Ringraziamenti**

Ringrazio l'Istituto Nazionale per l'Alimentazione e l'Agricoltura del Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti (NIFA USDA) per aver finanziato questa ricerca, parte del progetto FACETS. Ringrazio il mio relatore prof. George Velidis e i componenti della mia commissione di laurea prof. Maurizio Borin, prof. Miguel Cabrera e prof.ssa Brenda Ortiz.

## **#P9 Effect of salt stress on physiological aspects of local climbing bean genotypes**

Carlo Nicoletto\*, Aline Carolina Galvao, Silvia Locatelli, Paolo Sambo

*Dipartimento di Agronomia Alimenti Risorse naturali Animali e Ambiente (DAFNAE), Università di Padova, Italia.*

Corresponding Author [carlo.nicoletto@unipd.it](mailto:carlo.nicoletto@unipd.it)

Global warming is strongly affecting the agricultural sector with radical changes to the land used for crops among which we can list: the loss of organic matter and the salinization of the land. In this experiment, the responses of 7 local varieties of climbing bean (*Phaseolus vulgaris* L.) to different intensities of salt stress were compared. The genetic material was found in the Veneto Region using local varieties to identify those resistant, able to be included in organic cultivation and cultivated in marginal areas. The test was carried out in pots inside a greenhouse tunnel considering 4 levels of salinity (T<sub>0</sub>- 0.5 dS cm<sup>-1</sup>, T<sub>1</sub>- 1 dS cm<sup>-1</sup>, T<sub>2</sub> - 2 dS cm<sup>-1</sup> and T<sub>3</sub> - 2.5 dS cm<sup>-1</sup>) and 7 genotypes according to a randomized block experimental scheme. During the crop cycle, the SPAD index was detected, and destructive surveys were carried out in order to assess the effect of salinity on the dry matter content of the plant. Furthermore, the water consumption of the crop and the percentage of leachate were evaluated. From a qualitative point of view, the plants were also evaluated for their total antioxidant capacity, the content of total phenols and pigments. The results obtained confirmed that the increase in salinity causes functional imbalances in the basic metabolism of the plant, interfering with transpiration, water absorption and photosynthesis. The analysis carried out in the laboratory has shown that in T<sub>1</sub> the plants have increased the antioxidant capacity to cope with the stress condition. From T<sub>1</sub> onwards, salinity began to irreversibly compromise the concentration of polyphenols and pigments. In T<sub>3</sub> most of the strains went to death in the final stages of the test. From the experiment, the variety D turns out to be the most tolerant.

### ***Effetto dello stress salino su aspetti fisiologici di genotipi locali di fagiolo rampicante***

Il riscaldamento globale sta fortemente condizionando il settore agricolo con cambiamenti radicali ai terreni utilizzati per le coltivazioni, tra i quali si possono elencare: la perdita di sostanza organica e la salinizzazione. In questo esperimento sono state confrontate le risposte di 7 varietà locali di fagiolo rampicante (*Phaseolus vulgaris* L.) a differenti intensità di stress salino. Il materiale genetico è stato reperito nella Regione Veneto utilizzando varietà locali per identificare quelle resistenti ed in grado di essere inserite anche in coltivazione biologica e sfruttare al meglio aree marginali di coltivazione. La prova è stata condotta in vaso all'interno di una serra tunnel considerando 4 livelli di salinità (T<sub>0</sub>- 0,5 dS cm<sup>-1</sup>, T<sub>1</sub>- 1 dS cm<sup>-1</sup>, T<sub>2</sub> - 2 dS cm<sup>-1</sup> e T<sub>3</sub> - 2,5 dS cm<sup>-1</sup>) e 7 genotipi secondo uno schema sperimentale a blocchi randomizzati. Nel corso del ciclo colturale è stato rilevato l'indice SPAD e sono stati effettuati rilievi distruttivi finalizzati a valutare l'effetto della salinità sul contenuto di sostanza secca della pianta. Inoltre è stato valutato il consumo idrico della coltura e le quote di percolato. Sotto il profilo qualitativo, le piante sono state valutate anche per la capacità antiossidante totale, il contenuto di fenoli totali e di pigmenti.

I risultati ottenuti hanno confermato che l'aumento della salinità causa scompensi funzionali nel metabolismo basilare della pianta, andando ad interferire con la traspirazione, assorbimento di acqua e la fotosintesi. Le analisi condotte in laboratorio hanno evidenziato che in T<sub>1</sub> le piante hanno aumentato la capacità antiossidante per far fronte alla condizione di stress. Da T<sub>1</sub> in poi, la salinità ha iniziato a compromettere in maniera irreversibile anche la concentrazione di polifenoli e di pigmenti. Con T<sub>3</sub> la maggior parte delle varietà sono andate incontro a morte nelle fasi finali della prova. Dall'esperimento, la varietà D risulta essere quella più tollerante.

**#P10 A new application for irrigation management in maize**

Arianna Toffanin<sup>1</sup>, Carmelo Maucieri<sup>1\*</sup>, Elisa dal Maso<sup>2</sup>, Maurizio Borin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Department of Agronomy, Food, Natural resources, Animals and Environment – DAF-NAE, University of Padova, Italy*

<sup>2</sup>*Piante Acqua Natura Srl, Padova, Italy*

\*corresponding author: [carmelo.maucieri@unipd.it](mailto:carmelo.maucieri@unipd.it)

In the Veneto Region, irrigated maize (*Zea mays* L.) covers about 9% of the agricultural land, equals to about 75,080 ha. Water requirements of maize usually exceed natural rainfall. Moreover, nowadays climate change is influencing seasonal weather patterns, making them highly unpredictable. The PSR project GIACAMI aims at evaluating water use efficiency of different irrigation systems and increasing irrigation efficiency through the implementation of new technologies. We are developing a smartphone application as a decision support system (DSS) to identify the best moment to trigger irrigation in maize. Although developed in different conditions, similar technologies led to notable water saving while maintaining high yields. The system is based on a simplified water balance, built according to the FAO method (paper-56) for maize hybrids of class 500 and 600. A primary version of the model was first tested during the growing season 2020 in three experimental sites located in the upper plain of the Padana valley. The performance of the model was compared with the traditional farm management. Data collected in 2020 were used to calibrate the model, which is currently being validated in the growing season 2021. The model was also incorporated into a beta version of an Android smartphone app that is being tested concurrently.

Strengths of this system are the user-friendly interface, the requirement of few simple inputs, and the notifications popping up when the best time for irrigation is approaching. Farmers can also connect it to their own weather station. Further activities will include the implementation of a model for early classes of maize, the development of the IOs version of the app, and the administration of a survey to catch the willingness of farmers to use the developed system.

**Acknowledgements:**

Project "Gestione Integrata di Acqua e Azoto con differenti Metodi Irrigui (GIACAMI)" DGR N. 736 DEL 28/05/2018, PSR Regione Veneto Misura 16.

## *Una nuova applicazione per la gestione dell'irrigazione del mais*

Circa il 9% della SAU totale della regione Veneto, corrispondente a 75.080 ha, è coltivato con mais (*Zea mays* L.) in irriguo. Il mais ha un elevato fabbisogno irriguo, in genere superiore alla piovosità naturale dei mesi estivi. Nell'attuale contesto di crescente imprevedibilità dell'andamento climatico stagionale dovuto ai cambiamenti climatici, il progetto PSR GIACAMI mira a valutare l'efficienza di diversi metodi irrigui e aumentare l'efficienza dell'irrigazione attraverso il supporto di nuove tecnologie. In questo contesto si sta sviluppando un'applicazione come sistema di supporto decisionale (DSS) per identificare il momento migliore in cui intervenire con l'irrigazione. Simili tecnologie, sviluppate e applicate in diversi contesti pedo-climatici, hanno portato a buoni risparmi di acqua irrigua senza riduzioni di resa. Il sistema è basato su un bilancio idrico semplificato, costruito parzialmente secondo il metodo FAO (paper-56) per mais di classe 500 e 600. Nella stagione 2020 si è testata una versione preliminare del bilancio in tre appezzamenti di tre aziende dell'alta pianura veneta in cui si sono confrontate le performance del bilancio idrico rispetto alla normale gestione aziendale. Il bilancio è stato calibrato con dati raccolti nel 2020 ed è attualmente incorporato in una versione beta dell'applicazione per smartphone Android che si sta validando durante la stagione in corso. Punti di forza dell'applicativo sono la semplicità dell'interfaccia, la richiesta di pochi input di facile reperibilità per l'agricoltore, la produzione di segnali di preavviso circa il momento d'intervento irriguo, e la possibilità di collegare l'applicazione alla propria capannina meteo aziendale. Ulteriori attività prevedono l'implementazione di un bilancio idrico per mais più precoci, lo sviluppo della versione IOs dell'applicazione e la somministrazione di un questionario agli agricoltori per valutare la propensione all'utilizzo del sistema sviluppato.

### **Ringraziamenti:**

Progetto "Gestione Integrata di Acqua e Azoto con differenti Metodi Irrigui (GIACAMI)" DGR N. 736 DEL 28/05/2018, PSR Regione Veneto Misura 16.

**#P11 SOIL BANK project: soil as capital to invest in**

Angelo Betto, Carmelo Maucieri\*, Giorgia Raimondi, Maurizio Borin, Giancarlo Renella

*Department of Agronomy, Food, Natural resources, Animals and Environment, University of Padova, Italy*

\*corresponding author: [carmelo.maucieri@unipd.it](mailto:carmelo.maucieri@unipd.it)

Soil is a finite resource and, while public awareness is rising, its conservation and the value of its ecological functionality is still often neglected in favor of other priorities. Soil properties can change according to the agronomic management and such changes can be used to assess the sustainability of agricultural systems both in the short and long term. Among the fundamental soil properties, the organic matter (SOM) content is a main factor regulating soil physical, chemical and biological fertility, and its quantitative and qualitative analysis is an integrated indicator of soil quality, ecological functionality, impact on the hydrological processes and potential productivity. Accumulation of SOM is a key storage function of stable carbon, mitigating the impact of the element on the atmosphere.

In this context, the SOIL BANK project aims to increase SOM content in soils of the Veneto region by developing an agronomic strategy including: organic fertilization, use of cover crop and microirrigation. The project results will provide private companies and public administrators with tools to plan medium and long-term soil and water management and will allow the valorization of ecosystem services provided by the soil as natural capital, increased through the accumulation of SOM. Field experimental activities started in 2020 and include a comparison of two organic matrices (compost vs digestate), two irrigation management (not irrigated vs microirrigation), and two cover crop (*Poaceae* only vs *Poaceae/Fabaceae/Brassicaceae*) in a field rotation of herbaceous crops. Because the use of cover crops implies direct and indirect costs (e.g. loss of a cash crop cycle), their effects and benefits must be maximized. Therefore, the project also includes the development of new synthetic cover crop genotypes (*Vicia villosa* L., *Lolium multiflorum* L., *Trifolium incarnatum* L.), characterized by high biomass yield, hence by a greater capacity in soil enrichment of SOM.

### **Progetto SOIL BANK: il terreno come capitale su cui investire**

Il suolo è una risorsa finita e, sebbene stia aumentando la consapevolezza di tale evidenza, la sua conservazione e funzionalità nell'ecosistema è ancora troppo spesso trascurata a favore di altri fattori produttivi. Il suolo è una risorsa le cui proprietà variano in base alla gestione agronomica e possono essere usate per valutare la sostenibilità produttiva di sistemi agricoli nel breve e lungo termine. Tra le proprietà fondamentali del suolo il contenuto di sostanza organica (SOM) è uno dei principali fattori di regolazione della sua fertilità fisica, chimica e biologica e la sua analisi quantitativa e qualitativa è un indicatore integrato della qualità del suolo, della sua funzionalità ecologica e idrologica e della potenzialità produttiva. L'accumulo di SOM rappresenta una fondamentale funzione di stoccaggio di carbonio stabile dall'atmosfera.

In tale contesto, il progetto SOIL BANK ha l'obiettivo di incrementare il contenuto di SOM nei suoli della Regione Veneto, tramite lo sviluppo di una strategia agronomica che includa: fertilizzazione organica, uso di colture di copertura (*cover crop*) e microirrigazione. I risultati del progetto offriranno ad aziende private e ad amministratori pubblici strumenti per pianificare una gestione a medio e lungo termine e permetteranno la valorizzazione dei servizi ecosistemici del suolo come capitale naturale attraverso l'incremento della SOM. Le attività sperimentali hanno avuto inizio nel 2020 e prevedono il confronto di due matrici organiche (compost vs. digestato), due gestioni irrigue (non irrigato vs microirrigazione) e due successioni di *cover crop* (*Poaceae* vs *Poaceae/Fabaceae/Brassicaceae*) in un avvicendamento di colture erbacee di pieno campo. L'utilizzo di *cover crop*, richiedendo un investimento in termini di costi diretti e indiretti (sostituzione di un ciclo colturale da reddito), presuppongono che il loro effetto e beneficio sia massimizzato. A tal fine il progetto include anche lo sviluppo di nuove varietà sintetiche di *cover crop* (*Vicia villosa* L., *Lolium multiflorum* L., *Trifolium incarnatum* L.), caratterizzate da elevata resa in biomassa e, quindi, da maggiore capacità di arricchire il suolo in SOM.

## **#P12 Effect of water management and nitrogen fertilization dose on carnaroli rice yield and quality**

Carmelo Maucieri\*, Michele Conte, Carlo Nicoletto

*Department of Agronomy, Food, Natural Resources, Animals and Environment – DAF-NAE, University of Padua, Italy.*

\*Corresponding author: [carmelo.maucieri@unipd.it](mailto:carmelo.maucieri@unipd.it)

A trial to verify if it is possible to save water and nitrogen (N) without yield losses for rice (*Oryza sativa* L. – carnaroli variety) has been carried out in 2019 on 16.5 ha at "La Fagiana" farm (45° 35' N, 12° 47' E). The experimental design was a split-plot with water management techniques as main factor: 1) flooded in the conventional manner from the day of sowing (16<sup>th</sup> May) (F); 2) flooded only 25 days after sowing (LF); 3) irrigated using surface drip lines supplying 638 mm (D); 4) irrigated using surface drip lines supplying 479 mm (LD)) and fertilization as secondary factor (90 and 120 kg N ha<sup>-1</sup>). The phenological development of rice was not influenced by treatments, whereas yield was significantly higher in the LF treatment (6.8 Mg ha<sup>-1</sup>) than other ones (5.7 Mg ha<sup>-1</sup>). Water savings were 74% in D (0.873 kg seed m<sup>-3</sup>) and 81% in LD (1.242 kg seed m<sup>-3</sup>) instead, as expected the lowest water use efficiency was obtained with L (0.226 kg seed m<sup>-3</sup>) and LF (0.273 kg seed m<sup>-3</sup>). No significant effects of fertilization and water management x fertilization interaction on rice yield have been found. The analysis of stickiness and consistency showed a higher percentage of amylose in the rice produced with drip irrigation than the flooding technique, giving more creaminess in the preparation of the risotto. The comparative sensory analyzes did not show differences in qualitative terms among treatments. The obtained results, although further investigations are needed, suggest that the adoption of water saving techniques and N fertilization reduction in rice production have no effect in terms of both quantity and perceived quality. Therefore, it could be possible to increase the rice cultivated surface without the costs necessary to create channeling and embankment to build new conventional rice fields.

### ***Effetto della gestione irrigua e della dose di azoto sulla resa e la qualità del riso carnaroli***

Una sperimentazione sulla possibilità di risparmiare acqua e azoto (N) nella produzione di riso (*Oryza sativa* L. - varietà carnaroli) è stata condotta presso l'azienda agricola "La Fagiana" (45 ° 35 'N, 12 ° 47' E) su una superficie di 16,5 ha. Fattore principale allo studio era la tecnica di gestione dell'acqua: 1) terreno allagato in modo convenzionale dal giorno della semina (16 maggio) (F); 2) terreno allagato solo 25 giorni dopo la semina (LF); 3) microirrigazione con 638 mm (D); 4) microirrigazione con 479 mm (LD)). Fattore secondario era la fertilizzazione (90 vs. 120 kg N ha<sup>-1</sup>). Lo sviluppo fenologico del riso non è stato influenzato dai trattamenti mentre la resa è stata significativamente maggiore nel trattamento LF (6,8 Mg ha<sup>-1</sup>) rispetto agli altri trattamenti (5,7 Mg ha<sup>-1</sup>). Il risparmio idrico è stato del 74% in D (0,873 kg di granella m<sup>-3</sup>) e dell'81% in LD (1,242 kg di granella m<sup>-3</sup>); come previsto la minore efficienza di utilizzo dell'acqua è stata ottenuta in L (0,226 kg di granella m<sup>-3</sup>) e LF (0,273 kg granella m<sup>-3</sup>). Nessun effetto significativo sulla resa è stato mostrato dalla fertilizzazione e dall'interazione dei fattori allo studio. L'analisi di collosità e consistenza ha evidenziato una percentuale di amilosio nel riso prodotto con l'irrigazione a goccia maggiore di quello prodotto impiegando la sommersione, conferendo maggiore cremosità nella preparazione del risotto. Le analisi sensoriali comparative non hanno mostrato differenze qualitative tra i trattamenti. Sebbene ulteriori sperimentazioni siano necessarie, i risultati suggeriscono che l'adozione della microirrigazione e la riduzione della concimazione azotata nella produzione di riso non hanno alcun effetto sia in termini di quantità che di qualità. Di conseguenza, potrebbe essere possibile aumentare l'area coltivata a riso senza i costi per la costruzione di canali e argini necessari per la realizzazione di nuove risaie convenzionali.

### **#P13 Evaluation of diversity for morpho-phenological and metabolic composition in a collection of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Sardinian landraces**

Chiara M. Posadinu<sup>1</sup>, Monica Rodriguez<sup>1</sup>, Alessandro Scintu<sup>2</sup>, Julia Vrebalov<sup>3</sup>, Teo L. Courtney<sup>3</sup>, Felix M. Rivas<sup>4</sup>, Saleh Alseekh<sup>4</sup>, Alisdair Fernie<sup>4</sup>, Jim J. Giovannoni<sup>3</sup>, Giovanna Attene<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Department of Agriculture, University of Sassari, Italy.*

<sup>2</sup>*Società Agricola F.lli Scintu, Italy.*

<sup>3</sup>*Boyce Thompson Institute (BTI) for Plant Research, USA.*

<sup>4</sup>*Max Planck Institute of Molecular Plant Physiology, Germany.*

\*Corresponding author: [cmposadinu@uniss.it](mailto:cmposadinu@uniss.it)

The characterization and preservation of plant genetic resources (e.g. landraces) is a crucial task of the scientific community with the aim to preserve them from the risk of a progressive genetic erosion and to enhance their peculiarities. The conservation of the landraces is widely accepted, and it will be of significant importance to enhance the performance of some of the most productive crops in the world and to boost sustainable agriculture and environmental protection.

In the present study, developed in the context of a PON project (Programma Operativo Nazionale) which promotes the collaboration between local companies and University, a collection of tomato Sardinian landraces has been characterized and evaluated under greenhouse conditions, with the aim to assess the diversity of the collection for morpho-phenological and quality traits. Twelve Sardinian landraces and three modern varieties were grown during an autumn-winter season for two years in a greenhouse of the partner farm in Oristano (Sardinia, Italy). Here, the collection was characterized through morpho-phenological and agronomic descriptors and the response of these local varieties to modern horticultural conditions was also evaluated. In parallel, the diversity of landraces for the metabolites content (e.g. carotenoids) was assessed.

The results allowed to understand the answer of the local tomato varieties to greenhouse cultivation during the autumn/winter season, identify the genotypes mostly adapted to modern horticultural conditions and investigate the levels of metabolic diversity among genotypes. All together, these results evidenced the importance to maintain this germplasm, exploit it as a genetic resource in future genomics studies and breeding programs, and promote its use by valorizing its peculiarities.

## *Valutazione della diversità morfo-fenologica e metabolica di una collezione di landrace sarde di pomodoro (*Solanum lycopersicum* L.)*

La caratterizzazione e la conservazione delle risorse genetiche vegetali (ad esempio *landrace*) è un compito cruciale della comunità scientifica, la quale ha tra gli obiettivi la loro preservazione dal rischio di una progressiva erosione genetica e la valorizzazione delle loro peculiarità. La conservazione delle *landrace* è ampiamente accettata e sarà di significativa importanza per aumentare le prestazioni di alcune delle colture più produttive del mondo e per incentivare l'agricoltura sostenibile e la protezione ambientale.

In questo studio, sviluppato nel contesto di un progetto PON (Programma Operativo Nazionale) il quale promuove la collaborazione tra aziende locali e l'Università, una collezione di *landrace* sarde di pomodoro è stata caratterizzata e valutata in serra, con l'obiettivo di stimare la diversità della collezione per caratteristiche morfo-fenologiche e qualitative.

Dodici *landrace* sarde e tre varietà commerciali sono state coltivate durante la stagione autunnale-invernale per due anni in una serra dell'azienda partner, ad Oristano (Sardegna, Italia). Qui, la collezione è stata caratterizzata attraverso descrittori morfo-fenologici e agronomici ed è stata valutata sia la risposta di queste varietà locali alle moderne tecniche orticole di coltivazione che la diversità delle *landrace* per il contenuto di metaboliti (ad esempio carotenoidi).

I risultati ottenuti hanno permesso di capire la risposta delle varietà locali di pomodoro alla coltivazione in serra durante la stagione autunno/inverno, identificare i genotipi più adatti alle moderne tecniche colturali impiegate e indagare il livello di diversità per il contenuto dei metaboliti tra i genotipi. Questi risultati hanno evidenziato l'importanza di conservare questo materiale, di sfruttarlo come risorsa genetica sia in futuri studi di genomica e programmi di miglioramento genetico che promuoverne l'utilizzo per la valorizzazione delle sue peculiarità.

## #P14 Organic wastes: a substrate for valuable molecules production in solid state fermentation

Daniela Bulgari<sup>1</sup>, Carlotta Alias<sup>1,2</sup>, Salvatore Savino<sup>3</sup>, Giovanni Ribaudò<sup>3</sup>, Alessandra Gianoncelli<sup>3</sup>, Eugenio Monti<sup>3</sup>, Emanuela Gobbi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Piattaforma di Microbiologia Agroalimentare ed Ambientale (Pi.Mi.A.A.), Dipartimento di Medicina Molecolare e Traslazionale, Università di Brescia, Italia.*

<sup>2</sup>*B+LabNet - Laboratorio per l'Ambiente, la Salute e la Sostenibilità, Università di Brescia, Italia*

<sup>3</sup>*Unità di Biotecnologie, Dipartimento di Medicina Molecolare e Traslazionale, Università di Brescia, Italia.*

*Piattaforma di Proteomica, Dipartimento di Medicina Molecolare e Traslazionale, Università di Brescia, Italia.*

\*Corresponding uthor: [daniela.bulgari@unibs.it](mailto:daniela.bulgari@unibs.it)

Organic wastes are an increasingly pressing issue that should be addressed in the near future. Food waste production is estimated around 90 million tonnes per year in Europe, with an estimated cost of 143 billion euros and a global warming impact. In the circular economy perspective, in which waste should not only be considered as "rubbish", but as a source of materials for new production cycles, a combined recycling of different wastes is presented by a new solid-state fermentation (SSF) process to obtain some useful bio-products such as organic acid and enzymes. Urban food waste and scraps from trimming, in different types and combinations, were used as a substrate for bio-products production by SSF of strains of *Aspergillus niger* and *Penicillium* sp.. All the tested fungi are able to grow actively on the selected wastes without any nutrient supplements. The crude aqueous extracts obtained from SSF of different fungi showed a strong decrease in pH, to values considerably lower than those of the control. Interestingly, ESI-MS analysis revealed the presence of the citric acid peak (191.16) only in the SSF extract, confirming the ability of *A. niger* to produce citric acid on organic waste. In addition, an esterase activity was found both in *Aspergillus* and *Penicillium* species and it seems to be influenced by substrate composition. The SDS-PAGE analysis of the crude extracts revealed the presence of several bands of different molecular weights. In detail, the major number of bands was found in the crude extract of *A. niger* at an early stage of fermentation. Future studies will be carried out to better characterize organic acid and enzyme secreted during SSF.

## ***Rifiuti organici: un substrato adatto alla produzione di molecole mediante fermentazione su substrato solido***

Lo smaltimento e il riciclo dei rifiuti organici sono un argomento di grande interesse nell'ottica dell'economia circolare. La produzione di rifiuti alimentari è valutata intorno ai 90 milioni di tonnellate all'anno in Europa, con un costo stimato di 143 miliardi di euro e un forte impatto sul riscaldamento globale. Con l'obiettivo di rendere un comune scarto una risorsa per la produzione di enzimi e acidi organici, è stato messo a punto un protocollo di fermentazione su substrato solido (SSF) basato sull'utilizzo di diverse tipologie di scarti alimentari e di verde urbano in differenti combinazioni. Alcuni ceppi di *Aspergillus niger* e *Penicillium* sp. sono stati inoculati su differenti substrati mostrando un'attiva crescita pochi giorni dopo l'inoculazione. Tutti gli estratti acquosi ottenuti dalla fermentazioni sono risultati più acidi dei controlli, evidenziando la produzione di acidi organici ad opera dei funghi. L'analisi ESI-MS ha evidenziato la presenza, solo nel campione derivante da SSF, di un picco principale corrispondente all'acido citrico (191.16), confermando la capacità di *A. niger* di produrre acido citrico su rifiuti organici senza l'aggiunta di nutrienti. Inoltre, nel medesimo estratto acquoso è stata riscontrata attività esterasica sia in *Aspergillus che in Penicillium*. Tale attività sembra essere influenzata dalla composizione del substrato SSF. Infine, l'analisi SDS-PAGE ha rivelato la presenza di numerose bande a differente peso molecolare, soprattutto negli estratti acquosi ottenuti dalla prime fasi della fermentazione operata da *Aspergillus niger*. Ulteriori studi verranno condotti al fine di caratterizzare gli acidi organici e gli enzimi prodotti in SSF.

### ***#P15 Precision phenotyping and genome-wide association mapping of seminal root system architecture in barley***

Davide Fois, Maria L. Murgia, Diego Cossu, Giovanna Attene and Domenico Rau\*

*Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Sassari, Italy.*

\*Corresponding author: [dmrau@uniss.it](mailto:dmrau@uniss.it)

Root system architecture influences plant anchorage and determines the ability of plants to extract water and nutrients from the soil. In cereal species, seminal roots have a role in the adaptation to water deficit conditions due to their early development. Moreover, it has been shown that seminal root characteristics are associated with those of the root system of adult plants.

The aim of this analysis was to study the genetic basis of root system architecture of barley (*Hordeum vulgare* L.) seedlings. A quantitative analysis was conducted by precision phenotyping based on two-dimensional image analysis of seminal roots. A total of 653 seedlings images were collected to describe a collection of 152 accessions of cultivated barley. The collection included commercial varieties for grain and malt production (six rowed, two-rowed, winter, spring, and intermediate types) as well as RILs (Recombinant Inbred Lines) obtained by the breeding activity of the Department of Agriculture of UNISS. Images were analyzed using the 2D Root reader software, measuring the following traits: number of seminal roots, total length of the root system, average length of seminal roots, total and average length of primary axes, within-plant variation of seminal root length, root maximum depth, number of secondary axes, total and average length of secondary axes. Furthermore, the collection of accessions was genotyped by 50k Illumina Infinium iSelect genotyping array and a Genome-Wide Association Study (GWAS) was performed to find associations between Single Nucleotide Polymorphisms (SNPs) and the root traits. Several QTLs (Quantitative Trait loci) were detected. Among these, one on chromosome 4H for root depth and one on chromosome 1H for the within-plant variation of seminal root length are rather promising. In perspective, future research will allow the identification of the genes underlying the detected QTLs and to evaluate their impact on barley performance grown under Mediterranean climatic conditions.

### ***Fenotipizzazione di precisione e mappatura per associazione a livello genomico dell'architettura del sistema radicale seminale in orzo***

L'architettura dell'apparato radicale determina la forza con cui le piante sono ancorate al suolo e influenza la loro capacità di estrarre acqua e nutrienti. Nelle specie cerealicole, le radici seminali hanno un ruolo nell'adattamento alle condizioni di deficit idrico grazie al loro sviluppo precoce. Inoltre, è stato dimostrato che le caratteristiche delle radici seminali sono correlate a quelle del sistema radicale delle piante adulte. L'obiettivo di questo lavoro è stato di studiare le basi genetiche dell'architettura del sistema radicale in plantule di orzo (*Hordeum vulgare L.*). A tal fine è stata eseguita una fenotipizzazione di precisione basata sull'analisi di immagini bidimensionali delle radici seminali. In totale sono state analizzate 653 immagini di plantule di orzo per descrivere una collezione di 152 accessioni. Questa comprendeva varietà commerciali per la produzione di granella per uso zootecnico, per la produzione di malto, tipi distici, polistici, tipi ad *habitus* invernale, primaverile ed intermedio e anche RIL (*Recombinant Inbred Lines*) ottenute dall'attività di *breeding* del Dipartimento di Agraria dell'UNISS. Le immagini sono state analizzate utilizzando il software Root reader 2D, rilevando i seguenti caratteri: numero di radici seminali, lunghezza totale dell'apparato radicale, lunghezza media delle radici seminali, lunghezza totale e media degli assi primari, variabilità entro pianta della lunghezza delle radici seminali, profondità massima raggiunta dalle radici, numero di assi secondari, lunghezza totale e media degli assi secondari. Inoltre, la collezione di accessioni è stata genotipizzata mediante il metodo *50k Illumina Infinium iSelect genotyping array* ed è stato quindi eseguito un *Genome-Wide Association Study* (GWAS) per identificare associazioni tra polimorfismi a singolo nucleotide (SNPs) e le caratteristiche delle radici. Sono stati rilevati diversi QTL (Quantitative Trait loci). Tra questi, uno sul cromosoma 4H per la profondità delle radici e uno sul cromosoma 1H per la variabilità entro pianta della lunghezza delle radici seminali sono risultati piuttosto interessanti. In prospettiva, le ricerche future permetteranno di valutare l'impatto delle regioni genomiche identificate sulle *performance* produttive dell'orzo nelle condizioni del Clima Mediterraneo.

### **#P16 Evaluation of different varieties and fungicides for the integrated management of bread and durum wheat diseases in Umbria, central Italy**

Balducci E., Tini F., Ricci G., Orfei M., Ceccarelli L., Consalvi M.V., Luchetti D., Guiducci M., Beccari G., Covarelli L.\*

*Department of Agricultural, Food and Environmental Sciences, University of Perugia, Italy.*

\*Corresponding author: [lorenzo.covarelli@unipg.it](mailto:lorenzo.covarelli@unipg.it)

Integrated disease management plays a crucial role in obtaining safe and sustainable wheat productions. For this purpose, a two-year (2018/19 and 2019/20) field trial was carried out to evaluate seven bread and eight durum wheat recently developed and commercially interesting varieties as well as the efficacy of the most recent wheat fungicides (including different modes of action: quinone-oxidoreductase inhibitors, QoI; succinate dehydrogenase inhibitors, SDHI; demethylation inhibitors, DMI) towards fungal diseases. The experiment was designed in randomized blocks and was carried out at the experimental station FIELDLAB of Papiano (Perugia, Umbria, Central Italy). Fungicide's treatments were performed at the fully extended flag leaf (BBCH39) and full anthesis (BBCH65) growth stages. The tested wheat varieties were monitored across their entire crop cycle and the incidence of different fungal diseases was visually assessed under natural inoculum pressure. With regard to *Fusarium* Head Blight (FHB), an artificial inoculation with a highly virulent *Fusarium culmorum* deoxynivalenol (DON)-producer strain was performed in each variety at the full anthesis stage (BBCH65). Parameters such as grain yield (t/ha), protein content (%) and hectolitre weight (kg/hL) were determined and DON accumulation ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) in the grains was quantified by the ELISA method. In the two experimental years,

characterized by very different climatic conditions, significant differences among wheat varieties were observed in terms of grains production, disease symptoms and DON accumulation. All fungicides reduced FHB index and DON levels compared with the inoculated controls and, in 2019, they significantly increased the yield of some of the wheat varieties. In addition, fungicide treatments showed a high efficacy in controlling all the observed foliar fungal diseases. The obtained results highlight that the combination of an accurate varietal choice and the rational use of fungicides play a key role in the sustainable management of wheat fungal diseases and of mycotoxin contaminations.

## ***Valutazione di differenti varietà e fungicidi per la gestione integrata delle avversità di frumento tenero e duro in Umbria nell'Italia centrale.***

La gestione integrata delle avversità delle piante occupa un ruolo cruciale nell'ottenimento di produzioni sane e sostenibili. A questo proposito, è stata condotta una sperimentazione di campo biennale (2018/19 e 2019/20) per valutare sette varietà di frumento tenero e otto varietà di frumento duro, sviluppate recentemente e commercialmente rilevanti, così come l'efficacia di recenti fungicidi del frumento (inibitori del chinone della catena respiratoria, QoI; inibitori della succinato deidrogenasi, SDHI; inibitori della demetilazione, DMI). La sperimentazione ha avuto luogo presso il FIELDLAB di Papiano (Perugia, Umbria). I trattamenti fungicidi sono stati applicati in epoche differenti corrispondenti allo stadio di foglia bandiera completamente estesa (BBCH39) e alla fase di piena antesi (BBCH65). Le varietà sperimentate sono state monitorate durante l'intero ciclo colturale e l'incidenza delle differenti malattie fungine è stata valutata visivamente in condizioni d'inoculo naturale. Per quanto riguarda la fusariosi della spiga, è stata effettuata una inoculazione artificiale allo stadio fenologico di piena antesi con un ceppo altamente virulento di *Fusarium culmorum* produttore di deossinivalenolo (DON). Sono stati determinati parametri come produzione di granella (t/ha), contenuto proteico (%), peso ettolitrico (kg/hL) e accumulo di DON ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) nelle cariossidi. Nei due anni di sperimentazione, ciascuno caratterizzato da condizioni climatiche diverse, sono state rilevate differenze significative tra le quindici varietà di frumento nella produzione di granella, nei sintomi osservati in campo e nell'accumulo di DON. I fungicidi hanno ridotto i livelli di fusariosi e di DON rispetto ai testimoni inoculati e, nel 2019, hanno incrementato significativamente la produzione di granella. In entrambe le annate, i trattamenti hanno mostrato un'elevata efficacia nel contenimento delle fitopatie fogliari osservate. I risultati ottenuti evidenziano come la combinazione di una accurata scelta varietale e un razionale impiego dei fungicidi svolga un ruolo chiave nella gestione sostenibile delle malattie fungine del frumento e della contaminazione della granella da micotossine.

***#P17 Intercropped grain legumes to exploit phosphorus for a sustainable intensification of Mediterranean cereal cropping systems.***

Emilio Lo Presti

*Dipartimento di Agraria, Università Mediterranea di Reggio Calabria, Italia*

Corresponding author: [emilio.lopresti@unirc.it](mailto:emilio.lopresti@unirc.it)

The study investigates the ability of three grain legumes (lupin, pea and faba bean) to facilitate phosphorus uptake of intercropped durum wheat. More in detail the following main objectives were pursued: i) verify the ability of the three grain legumes to mobilize phosphorus through their specific root exudation (phosphatase and organic acids); ii) assess whether an increase in legume mass roots may influence phosphorus mobilization in the intercropping system; iii) describe any changes in soil bacterial community linked to legume root activity. To realize these specific objectives legumes and wheat were grown in pots on controlled climatic conditions as sole crop (SC) and in intercropping (IC). The effects of different P availability in soil wheat/legume sowing ratio (1:1 and 1:2) were tested in two separate experiments. In a third experiment, bacterial community structure of the rhizosphere was studied at four P availability levels.

Compared to sole crop wheat P uptake and dry matter were generally higher in intercrop and that facilitation was more evident at lower P soil availability. At 1:1 sowing ratio, wheat/pea intercropping was more effective to mobilise phosphorus from the soil, producing a noticeable benefit for wheat in this mixture in terms of phosphorus uptake and growth. Whereas at 1:2 a detrimental effect occurred in wheat intercropped with pea but lupin and faba bean were more efficient in this intercropping. The results are partially supported by the production of exudates (carboxylates and phosphatase activity) found in soil. Our results support the hypothesis that legumes can shape the bacterial community structure selecting the most favourable taxa in P limited condition. These taxa were also found in the legume-intermingled rhizosphere of intercropped wheat with an indirect effect on P uptake that could occur when a high uptake was not associated with a high production of exudates.

***La consociazione con leguminose da granella per lo sfruttamento del fosforo nella intensificazione sostenibile dei sistemi cerealicoli mediterranei.***

Questa ricerca studia la capacità di tre leguminose da granella (lupino, pisello e fava) di facilitare l'assorbimento del fosforo in grano duro ad esse consociato. Più in dettaglio sono stati perseguiti i seguenti obiettivi: i) verificare la capacità delle tre leguminose da granella di mobilitare il fosforo attraverso la loro essudazione radicale (fosfatasi e acidi organici); ii) valutare se un aumento della massa radicale delle leguminose possa influenzare la disponibilità del fosforo all'interno della consociazione; iii) descrivere eventuali cambiamenti nella comunità batterica del suolo legati all'attività radicale delle leguminose. Per realizzare questi obiettivi le tre leguminose e il frumento duro sono stati coltivati in contenitori in coltura pura (SC) e in consociazione (IC), in condizioni climatiche controllate. In due esperimenti sono stati studiati gli effetti della variazione del fosforo disponibile nel suolo e del rapporto di semina tra il frumento e le leguminose (1:1 e 1:2). Successivamente, la struttura della comunità batterica della rizosfera è stata studiata in quattro condizioni diverse di disponibilità di P.

L'assorbimento del fosforo e la sostanza secca sono stati generalmente più elevati nel frumento consociato rispetto al puro, con valori maggiori a bassa disponibilità di fosforo. Con un rapporto di semina 1:1, la consociazione più efficace nella mobilitazione del fosforo è stata grano/pisello, con maggiore assorbimento e crescita nel frumento. Con il rapporto di 1:2, invece, il frumento è stato penalizzato dalla consociazione col pisello, mentre si è avvantaggiato di quella con lupino e fava. Questi risultati possono essere parzialmente spiegati dalla essudazione rilevata. Questa ricerca conferma l'ipotesi che le leguminose possano selezionare la comunità batterica favorendo taxa utili in condizioni di bassa disponibilità di fosforo. La presenza di questi taxa anche nella rizosfera del frumento, intimamente connessa a quella della leguminosa, potrebbe spiegare l'effetto positivo della consociazione riscontrato in assenza di elevata essudazione.

## **#P18 Validating a crop evapotranspiration model using a weighing lysimeter for open field horticultural crops**

Enrico Naselli<sup>1</sup>, Juan Miguel Ramirez-Cuesta<sup>2</sup>, Jose Salvador Rubio-Asensio<sup>2</sup>, Diego Intrigliolo<sup>3</sup>, Antonio Carlo Barbera<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Department of Agriculture, Food and Environment (Di3A), University of Catania, Italy.

<sup>2</sup>Centro de Edafología y Biología Aplicada del Seguro Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CEBAS-CSIC), Spain.

<sup>3</sup>Centro de Investigación sobre Desertificación Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC-UV-GV), Spain.

Corresponding author: [enriconaselli@gmail.com](mailto:enriconaselli@gmail.com).

Irrigation is an essential practice for maintaining an adequate agricultural production especially in arid and semi-arid environments where water scarcity prevails. Under this scenario, an accurate determination for crop water requirements, i.e., crop evapotranspiration (ET<sub>c</sub>), is crucial to improve water productivity. However, the numerous factors influencing ET<sub>c</sub> make its estimation complex in some situations. The great advances in computer science in the last decades resulted in the development of models to predict ET<sub>c</sub>. The main objectives of the present study were to validate two ET<sub>c</sub> estimation models: The Irrigation Advisor (IA) and the FAO56 in an open field endive (*Chicorium endive* L.) cultivation, using a weighing lysimeter for crop coefficients (K<sub>cb</sub>) calculation based on the site-specific ET<sub>c</sub> measurements.

Thus, the K<sub>cb</sub> values derived from lysimetric measurement were 0.47 for initial stage and 1.11 for middle and final stages of crop growth.

The K<sub>cb</sub> estimations provided by IA and FAO56 have shown underestimations of 28 and 43%, respectively, when compared with the lysimeter values. Such underestimations were assumed to be mainly due to the omission, by both models, of the water vapour condensation phenomenon. In this regard, the incorporation of vapour condensation, measured from the lysimeter, into IA reducing the K<sub>cb</sub> underestimation down to 7% compared to that calculated in the field (lysimeter), as well as allowed to update and adjust the FAO56's K<sub>cb</sub> evidencing the importance of the condensation process in the study site.

These results highlight the necessity to improve the crop water requirement estimation models to account the site specificities. It will allow farmers to maximise irrigation efficiency by accurate recommendations, which will finally result in a reduction of the water volumes applied to the crops.

## **Validazione di un modello per l'evapotraspirazione colturale attraverso l'uso di un lisimetro a pesata per colture ortive da pieno campo**

L'irrigazione è una pratica agricola di supporto all'ottenimento di rese adeguate in ambienti aridi e semiaridi. Per una corretta gestione della risorsa idrica è necessario misurare i fabbisogni colturali attraverso la domanda evapotraspirativa dell'agroecosistema (ET<sub>o</sub>), la quale è condizionata da molteplici fattori. Negli ultimi anni, grazie ai rilevanti progressi in ambito informatico sono stati realizzati modelli matematici capaci di rappresentare quantitativamente il fenomeno. Questo studio si propone di validare due modelli utilizzati a livello mondiale per la stima dell'evapotraspirazione della coltura (ET<sub>c</sub>) Irrigation Advisor (IA); e FAO56, utilizzando un lisimetro a pesata. In una sperimentazione in pieno campo coltivando indivia (*Chicorium endive* L.) è stato possibile, aggiornare rettificandoli, con i valori di ET<sub>c</sub> specifici dell'ambiente di studio, i coefficienti colturali di base (K<sub>cb</sub>) presenti nel documento FAO56.

Confrontando i valori di K<sub>cb</sub> ottenuti utilizzando i modelli IA e FAO56 con quelli ricavati dalle misurazioni lisimetriche, si evince una sottostima rispettivamente del 28% e del 43 %, attribuibile all'omissione del fenomeno di condensazione del vapore acqueo da parte di entrambi i modelli considerati. Utilizzando il lisimetro quindi, è stato possibile ottenere i valori per integrare la condensazione come componente del modello IA, ottenendo una correzione della stima di K<sub>cb</sub> e riducendo del 7 % lo scarto con i valori ricavati dal lisimetro stesso.

Ottenendo valori di K<sub>cb</sub> pari a 0,47 per lo stadio iniziale, e di 1,11 per lo stadio fenologico medio e finale della coltura, è stato inoltre possibile correggere i valori del coefficiente tabulati nel documento FAO56 in relazione alle condizioni sito-specifiche dell'agroecosistema.

Questi risultati evidenziano la necessità di perfezionare i modelli destinati alla stima del fabbisogno idrico colturale tenendo conto delle specificità di ciascun ambiente di coltivazione, affinché agricoltori e tecnici possano disporre di informazioni precise per la gestione agronomica dell'irrigazione.

**#P19 Stimulatory effect of phosphate-solubilizing streptomycetes *roseocinereus* on barley plant growth, biomass P availability and P soil content**

Fatima Ezzahra Chouyia<sup>1,2\*</sup>, Nunzio Fiorentino<sup>2</sup>, Valeria Ventorino<sup>2</sup>, Olimpia Pepe<sup>2</sup>, Taoufiq Fechtali<sup>1</sup> and Massimo Fagnano<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Biologia, Facoltà di Scienze e Tecniche, Università Hassan II, Marocco.

<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze Agrarie, Università di Napoli Federico II, Italia.

Corresponding author: [Fatimaezzahra.chouyia@gmail.com](mailto:Fatimaezzahra.chouyia@gmail.com)

The use of Phosphate-solubilizing bacteria (PSB) as an inoculant able to increase phosphate (P) availability and plant growth is an attractive low-cost and eco-friendly alternative strategy to harmful chemical inputs. Therefore, the aim of this study was to isolate and characterize new putative PSB and evaluate its Plant growth promotion (PGP) attributes to be used as bio-inoculum for improving barley plant growth and increasing soil P bioavailability. Sixteen bacteria were isolated from Moroccan oat rhizosphere and were screened for their putative P-solubilization by semi-quantitative agar spot method. The two strains MS1B15 and MS1B13, identified by 16RNA gene sequencing as *Streptomyces roseocinereus* and *Streptomyces natalensis*, respectively, showed the maximum phosphate solubilization index (PSI = 1.75 and PSI = 1.63). The liquid assay demonstrated that *Streptomyces roseocinereus* MS1B15 had the highest solubilized P concentration (245.6 ± 11.8 mg/L) and showed multiple plant growth promotion activities as production of indole-3-acetic acid (IAA), siderophores, and 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) deaminase production, as well as exerted antimicrobial activity against soil/ plant pathogens as *Botrytis spp.*, *Phytophthora spp.*, and *Fusarium spp.* Under greenhouse conditions, barley plants inoculated with *S. roseocinereus* MS1B15 significantly increased shoot and ear length as well as available P in ears and leaves and P and N contents in the soil. Overall results showed that the selected strain *S. roseocinereus* MS1B15 could represent a potential candidate as biofertilizer to increase plant growth as well as P uptake.

## ***Effetto stimolante dello streptomyces roseocinereus solubilizzante del fosfato sulla crescita delle piante d'orzo, sulla disponibilità di P della biomassa, e sul contenuto di P nel suolo***

L'uso di batteri solubilizzanti fosfati (PSB) come inoculanti in grado di aumentare la disponibilità di fosfato (P) e la crescita delle piante è una strategia alternativa a basso costo ed ecologica agli input chimici nocivi. Pertanto, lo scopo di questo studio era quello di isolare e caratterizzare nuovi potenziali PSB e valutare la loro attività come promotori della crescita delle piante (PGP) e da utilizzare come bio-inoculo per migliorare la crescita delle piante di orzo e aumentare la bio-disponibilità di P del suolo. Sedici batteri sono stati isolati dalla rizosfera di avena marocchina e sono stati sottoposti a screening per la loro presunta solubilizzazione P mediante il metodo semiquantitativo dell'agar spot. I due ceppi MS1B15 e MS1B13, identificati dal sequenziamento del gene 16RNA come *Streptomyces roseocinereus* e *Streptomyces natalensis*, rispettivamente, hanno mostrato il massimo indice di solubilizzazione del fosfato (PSI = 1,75 e PSI = 1,63). La valutazione sul brodo ha dimostrato che *Streptomyces roseocinereus* MS1B15 aveva la più alta concentrazione di P solubilizzato (245,6 ± 11,8 mg/L) e ha mostrato molteplici attività di PGP come produzione di acido indolo-3-acetico (IAA), siderofori e 1-aminociclopropano-1-produzione di deaminasi di acido carbossilico (ACC), nonché attività antimicrobica esercitata contro patogeni del suolo/ piante come *Botrytis* spp., *Phytophthora* spp. e *Fusarium* spp. In condizioni di serra, le piante di orzo inoculate con *S. roseocinereus* MS1B15 hanno aumentato significativamente la lunghezza degli stelli e delle spighe, nonché la P disponibile nelle spighe e nelle foglie e il contenuto di P e N nel terreno. I risultati complessivi hanno mostrato che il ceppo selezionato *S. roseocinereus* MS1B15 potrebbe rappresentare un potenziale candidato come biofertilizzante per aumentare la crescita delle piante e l'assorbimento di P.

## **#P20 Estimating the economic impacts of irrigation water scarcity. A case study in Lombardy region**

Federica Monaco<sup>1</sup>, Enrico Weber<sup>2</sup>, Claudio Gandolfi<sup>1</sup>, Guido Sali<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, Università degli Studi di Milano, Milano.*

<sup>2</sup>*Dipartimento di Elettronica, Informazione e Bioingegneria, Politecnico di Milano, Milano*

\*Corresponding author: [federica.monaco@unimi.it](mailto:federica.monaco@unimi.it)

The increasing water demands from various sectors, the uncertain future hydrological regimes due to climate change, the interventions aimed at rational water consumption threaten the sustainability and durability of irrigated agriculture. Altogether, these conditions claim for an adaptation of management and agricultural practices at farm-level, to still ensure adequate productions and economic results.

In the future, a reduced water availability in agriculture could therefore significantly affect the economic performances of the agricultural system and the territory as a whole. Interventions targeted to a higher water use efficiency are capable to mitigate climate change effects; possible solutions are, thus, to be searched in production models that adequately manage water scarcity and maximize farmers' margins. This study addresses such issues in a case study area of Lombardy region, characterized by intensively cultivated agriculture that makes use of large irrigation water volumes. The analysis introduces an economic-territorial optimization model based on positive mathematical programming, as part of a broader decision support approach that also includes climate and hydrological models. Starting from FADN economic and structural data of farms in the study area, the model extends the analysis to the entire territory under investigation to estimate the economic impacts under different water availability scenarios. Preliminary results reveal that alternative irrigation methods should be preferred over different production patterns to reconcile economic sustainability and water availability constraints. These and other findings allow the formulation of multiple considerations about future water policies and support to farmers encouraging them to adopt more resilient solutions.

## ***Stima degli impatti economici di una ridotta disponibilità irrigua in agricoltura. Il caso della pianura lombarda***

Le crescenti domande idriche da parte dei vari settori produttivi, l'incertezza sui regimi idrologici futuri dovuta al cambiamento climatico, le azioni mirate a razionalizzare e contenere i consumi idrici mettono in discussione la sostenibilità e la durabilità nel tempo dei sistemi agricoli irrigui. L'insieme di queste condizioni implica un necessario adattamento delle strategie gestionali da parte degli agricoltori, per garantire le relative produzioni e mantenere adeguati risultati economici. Ridotte disponibilità idriche future per il settore agricolo potrebbero dunque incidere significativamente sul tessuto economico-produttivo aziendale e territoriale.

Si presuppone che gli interventi volti ad una maggiore efficienza d'uso della risorsa possano mitigare gli effetti dei cambiamenti climatici e le soluzioni possibili possano essere esplicitamente derivate individuando modelli produttivi che gestiscano adeguatamente o controbilancino la scarsità idrica e massimizzino il margine degli agricoltori. Nell'affrontare queste tematiche, il presente lavoro si concentra su un vasto areale della pianura irrigua lombarda caratterizzato da un'agricoltura intensiva ad alto consumo idrico. L'analisi presenta un modello economico territoriale di ottimizzazione basato sulla programmazione matematica positiva, come parte di un più ampio approccio di supporto decisionale che contempla anche modelli climatici ed idrologici. Partendo dai dati economici e strutturali delle aziende agricole localizzate nell'area di studio, così come rilevati dall'indagine RICA, il modello estende l'analisi all'intero territorio in esame per fornire una stima degli impatti economici in diversi scenari di disponibilità idrica.

I risultati preliminari evidenziano come le più vantaggiose possibilità di conciliare la sostenibilità economica della pratica agricola con il rispetto dei vincoli di disponibilità idrica siano da ricercarsi prevalentemente nell'adozione di metodi irrigui alternativi, piuttosto che in un diverso pattern produttivo. Queste ed altre risultanze consentono inoltre di formulare alcune considerazioni circa futuri indirizzi di politica idrica, nonché di sostegno agli agricoltori per incentivarli all'adozione di pratiche più compatibili con minori volumi a disposizione.

## **#P21 A new natural biostimulant and reduced doses of Imazalil are effective in controlling post-harvest green mold of citrus fruits**

Federico La Spada<sup>1</sup>, Mario Riolo<sup>1,2,3</sup>, Ermes Rovetto<sup>1</sup>, Maurizio Coniglione<sup>4</sup>, Antonella Pane<sup>1</sup>, Santa Olga Cacciola<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), Università degli Studi di Catania, Italy.

<sup>2</sup>Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria - Centro di ricerca per l'olivicoltura, agrumicoltura e frutticoltura - (CREA-OFA), Italia.

<sup>3</sup>Dipartimento di Agraria, Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria, Italia

<sup>4</sup>Decco Italia S.r.l., Italy.

\*Corresponding author: [federicolaspada@yahoo.it](mailto:federicolaspada@yahoo.it).

This study investigated the possibility to use a natural biostimulant in association with a reduced dose of a conventional fungicide to manage post-harvest green mold of citrus fruit caused by *Penicillium digitatum*. The natural biostimulant is a new formula based on seaweed (*Ascophyllum nodosum*) extract and plant (alfalfa and sugarcane) derivatives. The following aspects related to the application of the natural biostimulant both alone or in mixture with the fungicide imazalil sulphate at the half of standard dose were investigated: (i) the resistance to citrus green mold induced by post-harvest fruit treatments; (ii) the differential expression of resistance genes (-1,3- glucanase-, peroxidase- and PAL-encoding genes) in fruits; (iii) the *in vivo* post infectious activity in the control of citrus green mold. The residual concentration of the fungicide in the peel of citrus fruit treated with the mixture biostimulant/imazalil sulphate has been also evaluated.

Results of this study indicated that, when tested in combination with the fungicide, the natural biostimulant provided the best effectiveness in terms of both induction of resistance and post infectious antifungal activity. In particular, both pre- and post-infection treatments with the mixture statistically reduced the incidence and severity of green mold. The expression of defense related genes also indicates that the mixture was able to elicit a long-lasting resistance. Additionally, the residual concentration of imazalil in peel of fruits treated with mixture was far below the limit established by EU and, quite surprisingly, significantly lower than the residual concentration in fruits treated with the fungicide alone. This study provides new insight into the genetic mechanisms of disease resistance induction in citrus fruit treated with biostimulants. Moreover, it offers new perspectives for the improvement of postharvest management strategies of citrus green mold.

***Un nuovo biostimolante di origine naturale in combinazione con dosi ridotte di Imazalil controlla efficacemente il marciume verde degli agrumi in post raccolta***

Questo studio ha valutato la possibilità di impiegare un biostimolante naturale, un nuovo formulato sperimentale a base di estratto di alghe (*Ascophyllum nodosum*) e derivati vegetali (erba medica e canna da zucchero), in associazione con una dose ridotta di un fungicida convenzionale per la gestione del marciume verde post-raccolta degli agrumi da *Penicillium digitatum*.

I test condotti sono stati finalizzati a valutare le potenzialità del biostimolante naturale, sia da solo che in miscela con metà della dose standard di Imazalil solfato, in termini di: (i) resistenza indotta al marciume verde in conseguenza di trattamenti post-raccolta dei frutti; (ii) espressione differenziale dei geni di resistenza (geni codificanti per -1,3-glucanasi, perossidasi e PAL); (iii) efficacia post-infezionale nel controllo del marciume verde. È stato inoltre valutato il residuo di fungicida nella buccia degli agrumi trattati con la miscela biostimolante naturale/Imazalil solfato a metà della dose standard.

I risultati ottenuti hanno mostrato che, quando saggiato in combinazione con il fungicida, il biostimolante è in grado di fornire le migliori performance, sia in termini di induzione di resistenza che di attività antifungina post-infezionale. In particolare, sia i trattamenti pre- che post-infezione, hanno determinato una riduzione statisticamente significativa dell'incidenza e della gravità della malattia. L'analisi del profilo di espressione dei geni di difesa nei frutti di agrumi ha, inoltre,

evidenziato che la miscela in oggetto ha stimolato meccanismi di difesa a lungo termine. Inoltre, il residuo di Imazalil nella buccia dei frutti trattati con la miscela è risultato significativamente al di sotto del limite stabilito dall'UE e, inoltre, di molto inferiore al residuo presente nei frutti trattati con il solo fungicida. Questo studio fornisce nuove informazioni sui meccanismi genetici dell'induzione della resistenza alle malattie negli agrumi trattati con biostimolanti. Inoltre, offre nuove prospettive per il miglioramento delle strategie di gestione del marciume verde post raccolta degli agrumi.

**#P22 Characterization of different FHB causal agents: fitness, virulence and effect of infection timing on infection process.**

Linda Felici<sup>\*</sup>, Sara Francesconi, Giorgio Mariano Balestra

Department of Agriculture and Forest Sciences (DAFNE), University of Tuscia, Italy.

<sup>\*</sup>Corresponding Author: [felici@unitus.it](mailto:felici@unitus.it)

*Fusarium* head blight (FHB) is an important cereal disease, caused by different *Fusarium* strains. During the anthesis, plants are highly susceptible, but the infection process could vary with regard to the inoculum timing. The infection timing effect on severity is well known, while less data are available about its effect on the FHB incidence and incubation period. In this work, different FHB causal agents (*F. avenaceum*, *F. poae*, *F. graminearum*) were isolated, identified and characterized for their fitness parameters (conidial production and germination and growth at different temperatures) and for their virulence on durum wheat (*Triticum turgidum* subsp. *durum* cv. Marco Aurelio). Highly virulent known strain *F. graminearum* WT 3824 was used as positive control. Spikes were artificially inoculated at two different stages: beginning of anthesis (Zadoks stage 60-65) and at the end of anthesis (Zadoks stage 66-72). FHB severity, incidence and incubation period were evaluated from 3 to 21 day post infection. As a result, all strains showed low virulence compared to the control strain, but all of them caused the disease even with high incidence. *F. avenaceum* resulted in the most aggressive strain, even though its growth was the slowest *in vitro* conditions. The infection timing significantly influenced FHB severity and incubation period, for the entire greenhouse trial. Late infection timing led to a reduction of FHB severity and to a longer asymptomatic period. Late inoculated plants showed lower incidence than plants inoculated earlier, but this difference was not statistically significant. Future research is needed regarding the different susceptibility of wheat during anthesis and grain development. This could improve the reliability of the study about pathogen virulence, plant resistance and efficacy of control strategies.

### **Caratterizzazione di diversi agenti della fusariosi della spiga: fitness, virulenza ed effetto del momento di inoculo sul processo infettivo.**

La fusariosi della spiga è una malattia fungina che colpisce diverse colture cerealicole ed è causata da numerosi patogeni appartenenti al genere *Fusarium*. In antesi la suscettibilità all'infezione è maggiore, ma il processo infettivo può variare se l'infezione avviene in un momento diverso. L'effetto del momento dell'infezione sulla gravità della malattia è stato molto studiato, meno noto è il suo effetto sull'incidenza della malattia e sul periodo di incubazione. In questo studio, diversi agenti della fusariosi della spiga (*F. avenaceum*, *F. poae*, *F. graminearum*) sono stati isolati, identificati e caratterizzati per quanto riguarda i principali parametri di fitness (produzione e germinazione di conidi, crescita a diverse temperature) e per la loro virulenza su frumento duro (*Triticum turgidum* subsp. *durum* cv. Marco Aurelio). Il ceppo noto *Fusarium graminearum* WT 3824 è stato usato come controllo positivo. Le spighe sono state inoculate a due differenti fasi fenologiche: fase tra inizio e fine fioritura (Zadok Stage 60-65) e tra la fine della fioritura e l'inizio dell'ingrossamento della cariosside (Zadok Stage 66-72). La virulenza è stata valutata considerando da 3 a 21 giorni dall'infezione la gravità, l'incidenza e il periodo di incubazione. Tutti i ceppi isolati hanno dimostrato una minore gravità di attacco in confronto a *F. graminearum* WT 3824, mentre l'incidenza della malattia è risultata elevata. *F. avenaceum* è risultato più aggressivo rispetto a *F. graminearum* e *F. poae*, nonostante *in vitro* crescesse più lentamente. Il momento dell'inoculo ha influenzato significativamente la gravità della malattia (minore se l'inoculo è tardivo) e il periodo di incubazione (maggiore se l'inoculo è tardivo). L'incidenza è stata più contenuta nelle piante inoculate tardivamente, ma senza differenza significativa rispetto alle piante inoculate ad inizio fioritura. Una migliore conoscenza dei parametri che influenzano il processo infettivo può contribuire a migliorare le tecniche per studiare la virulenza dei patogeni, la resistenza del frumento e l'efficacia delle strategie di controllo.

## #P23 Heart rot caused by *Alternaria* on pomegranate fruit in southern Italy

Francesco Aloï<sup>1,4</sup>, Mario Riolo<sup>1,2,3</sup>, Rossana Parlascino<sup>1</sup>, Federico La Spada<sup>1</sup>, Simona Marianna Sanzani<sup>5</sup>, Annamaria Mincuzzi<sup>6</sup>, Antonio Ippolito<sup>6</sup>, Ilenia Sicilia-no<sup>7</sup>, Maria Lodovica Gullino<sup>7</sup>, Antonella Pane<sup>1</sup>, Santa Olga Cacciola<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente, University of Catania, Italy.

<sup>2</sup>Council for Agricultural Research and Economics - Research Centre for Olive, Citrus and Tree Fruit (CREA-OFA), Italy.

<sup>3</sup>Dipartimento di Agraria, University Mediterranea of Reggio Calabria, Italy.

<sup>4</sup>Department of Agricultural, Food and Forest Sciences, University of Palermo, Italy.

<sup>5</sup>CIHEAM Bari, Italy.

<sup>6</sup>Department of Soil, Plant, and Food Sciences, University of Bari Aldo Moro, Via Amendola 165/A, Italy.

<sup>7</sup>Agroinnova—Centre of Competence for the Innovation in the Agro-Environmental Sector,

University of Turin, Italy.

\* Corresponding author: [olgacacciola@unict.it](mailto:olgacacciola@unict.it)

In Italy, the commercial cultivation of pomegranate is rapidly expanding and has grown from around 130 ha in 2013 to 1234 ha in 2019. The most successful cultivar is Wonderful, originating from California and then introduced in Italy. Currently, a major constraint of pomegranate commercial production is constituted by heart rot, an emerging disease caused by *Alternaria* spp. and reported from California, India and several Mediterranean countries, including Cyprus, Greece, Egypt, Israel and Italy. According to the first report of the disease in Italy, its incidence in commercial orchards varies from 1 to 9% of fruits and it is also a serious postharvest problem. In fact, due to the difficulty in screening infected fruits on the basis of external symptoms, there are few chances to detect the presence of infected fruits, thus causing a serious value loss to the whole fruit stock. This study aimed at the molecular identification of *Alternaria* isolates obtained from pomegranate fruits with symptoms of heart rot in southern Italy. According to multigene phylogenetic analysis, including internal transcribed spacer (ITS), translation elongation factor 1- (EF-1), glyceraldehyde-3-phosphatedehydrogenase (GAPDH) and a SCAR marker (OPA10-2), the isolates recovered from symptomatic pomegranate fruit sampled in two major producing regions of southern Italy, Apulia and Sicily, were referred to *A. alternata* and *A. arborescens* species complex; the former being by far the prevalent species. In pathogenicity tests on pomegranate fruits, no difference was found between isolates of *A. alternata* and *A. arborescens* and among *A. alternata* isolates of different morphotypes. The diversity of *Alternaria* responsible for heart rot of pomegranate in southern Italy suggest this is a complex disease. Environmental factors and host plant susceptibility usually have a key role as disease determinants of this type of disease.

## ***Marciume del cuore causato da *Alternaria* sui frutti di melograno nel sud Italia***

In Italia, la coltura industriale del melograno è in rapida espansione ed è passata da circa 130 ha nel 2013 a 1234 ha nel 2019. La cultivar di maggior successo è la Wonderful, originaria della California e successivamente introdotta in Italia. Attualmente, la principale avversità nella produzione commerciale di melograno è il marciume del cuore (heart rot), una malattia emergente causata da *Alternaria* spp. e segnalata in California, India e diversi paesi del Mediterraneo, tra cui Cipro, Grecia, Egitto, Israele e Italia. Secondo il primo rapporto sulla malattia in Italia, la sua incidenza nei frutteti commerciali varia dall'1 al 9% e rappresenta un grave problema anche in post-raccolta. Infatti, a causa della difficoltà di individuare i frutti infetti sulla base dei sintomi esterni, è complicato rilevare la presenza della malattia, provocando così una grave perdita di valore dell'intero stock di produzione. Questo studio mirava all'identificazione molecolare di isolati di *Alternaria* ottenuti da frutti di melograno con sintomi di 'heart rot' nel sud Italia. Secondo l'analisi filogenetica multigenica, che ha incluso la regione interna del DNA ribosomiale (ITS), una porzione del gene del fattore 1 di allungamento della traduzione (*tef1*-) e della gliceraldeide-3-fosfato deidrogenasi (GPDH) e un marcatore SCAR (OPA 10-2), gli isolati ottenuti da frutti di melograno sintomatici campionati in due principali regioni produttrici dell'Italia meridionale, Puglia e Sicilia, sono stati riferiti ad *A. alternata* (principalmente) e al complesso di specie *A. arborescens*. Nei test di patogenicità sui frutti di melograno, non è stata trovata alcuna differenza tra gli isolati di *A. alternata* e *A. arborescens* e tra gli isolati di *A. alternata* di diversi morfotipi. Questi risultati suggeriscono che si tratta di una malattia complessa in cui fattori ambientali e la suscettibilità della pianta ospite hanno un ruolo chiave.

## #P24 Root rot caused by *Phytophthora bilorbang* an emerging disease of *Olea europaea* in Italy

Riolo Mario<sup>1,2,3</sup>, Aloï Francesco<sup>1,4</sup>, La Spada Federico<sup>1</sup>, Pane Antonella<sup>1</sup>, Franco Massimo<sup>1</sup>, Santilli Elena<sup>2</sup>, Cacciola Santa Olga<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente, University of Catania.

<sup>2</sup>Council for Agricultural Research and Economics - Research Centre for Olive, Citrus and Tree Fruit (CREA-OFA).

<sup>3</sup>Dipartimento di Agraria, University Mediterranea of Reggio Calabria.

<sup>4</sup>Department of Agricultural, Food and Forest Sciences, University of Palermo.

\*Corresponding author: [francesco.aloi@unipa.it](mailto:francesco.aloi@unipa.it)

Numerous recent studies highlighted the presence of exotic, invasive *Phytophthora* species in forest and agricultural ecosystems and their potential impact on these ecosystems. In the autumn 2019, in an experimental orchard in the municipality of Mirto Crosia, province of Cosenza, southern Italy, 40% of 10-years-old olive trees of the cv. Nera di Gonnos showed leaf chlorosis, defoliation and wilt associated with root rot. *Phytophthora bilorbang*, a polyphagous homothallic species in clade 6 with an optimum temperature of about 20°C and persistent, non-papillate sporangia, was found to be consistently associated with the disease. Isolates were identified by sequencing the ITS1-5.8S-ITS2 region of rDNA. Koch's postulates were fulfilled by artificial inoculations and reproduction of symptoms on healthy olive rooted cuttings. In Italy, this *Phytophthora* species was previously reported only as a root pathogen from plants of the Mediterranean maquis in Sardinia and to our knowledge this is the first report of *P. bilorbang* on olive worldwide. Considering the economic importance of olive in Italy and the high aggressiveness of *P. bilorbang*, this finding could represent an important threat to the olive industry. Root rot caused by *Phytophthora* species is an emerging disease in commercial olive orchards in Italy as a consequence of climatic changes and the introduction of irrigation.

## ***Marciume radicale causato da *Phytophthora bilorbang* una malattia emergente su *Olea europaea* in Italia***

Numerosi recenti studi hanno evidenziato la presenza di specie di *Phytophthora* esotiche e invasive negli ecosistemi forestali e agricoli e il loro potenziale impatto su questi ecosistemi. Nell'autunno 2019, in un oliveto sperimentale nel comune di Mirto Crosia, in provincia di Cosenza, Italia meridionale, il 40% delle piante di ulivo di età 10 anni della cv. Nera di Gonnos ha mostrato clorosi fogliare, defogliazione e avvizzimento associati al marciume radicale. *Phytophthora bilorbang*, specie ootallica polifaga appartenente al clade 6, con una temperatura ottimale di circa 20°C e strutture riproduttive, quali sporangi persistenti non papillati, è risultata essere costantemente associata alla malattia. Gli isolati sono stati identificati sequenziando la regione ITS1-5.8S-ITS2 del rDNA. I postulati di Koch sono stati soddisfatti attraverso inoculazioni artificiali e riproduzione dei sintomi su talee sane di olivo. In Italia, questa specie di *Phytophthora* era stata precedentemente segnalata solo come patogeno radicale da piante della macchia mediterranea in Sardegna e questa è la prima segnalazione di *P. bilorbang* sull'olivo nel mondo. Considerando l'importanza economica dell'olivo in Italia e l'elevata aggressività di *P. bilorbang*, questa scoperta potrebbe rappresentare una minaccia importante per l'industria olivicola. Il marciume radicale causato dalla specie *Phytophthora* è una malattia emergente negli oliveti commerciali in Italia in conseguenza dei cambiamenti climatici e dall'introduzione dell'irrigazione in tale coltura.

## **#P25 Forage system valorization to reduce the environmental impacts of the dairy farm**

Francesco Ferrero<sup>\*</sup>, Ernesto Tabacco, Giorgio Borreani

*Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari (DISAFA), Università degli Studi di Torino.*

<sup>\*</sup>Corresponding author: [francesco.ferrero@unito.it](mailto:francesco.ferrero@unito.it)

The recent intensification of the dairy sector determined a reduction of the number of farms, an increase in the number of cows per farm and an increase in the productivity of animals. To maintain the high production, it was necessary the intensification of the management systems, using high amounts of external inputs, that contribute to the emission of CO<sub>2</sub>. To meet the feed requirements of animals, the forage system was mainly based on the cultivation of corn silage for energy, supplemented with soybean meal for the protein. Soybean is mainly purchased from South America whose cultivation and export is characterized by high environmental impacts. Sustainable intensification is an important strategy to reduce environmental impacts, which can be achieved by improving milk production per cow and feed efficiency, as well as increasing net production of farm UAA. The organization and management of the forage system can play a key role in reducing the environmental impact of dairy farms. The goal is to organize the forage system in order to increase the self-production of energy and protein per unit of cultivated area while limiting the use of external inputs that increase the environmental impact of agricultural activity as a whole. The results coming from different dairy farms, analyzed and studied in recent years, have shown that the increase of the use of double crops, the enhancement of permanent meadows and forage legumes and the slurry valorization can contribute to the reduction of the purchase of external inputs. The adoption of new models of forage systems can help to reduce the environmental impacts as well as the economic sustainability of the dairy farm, achieving the goal of a sustainable intensification of the milk production.

## ***Riduzione degli impatti ambientali dell'azienda da latte attraverso la valorizzazione del sistema foraggero***

L'intensificazione del comparto latte italiano avvenuta negli ultimi decenni ha determinato la riduzione del numero di aziende, l'aumento del numero di animali per azienda e l'incremento della capacità produttiva degli animali. Per mantenere le elevate produzioni è stato necessario intensificare i sistemi di gestione della stalla e della campagna, utilizzando elevate quantità di input esterni, contribuendo all'emissione di CO<sub>2</sub> in atmosfera. Per soddisfare i fabbisogni alimentari della stalla il sistema foraggero è stato principalmente basato sulla coltivazione del mais da insilato per i fabbisogni energetici, affiancato da un'integrazione proteica basata su farina di estrazione di soia acquistata dal mercato internazionale la cui coltivazione ed esportazione è caratterizzata da un elevato impatto sull'ambiente. L'intensificazione sostenibile è un'importante strategia per ridurre gli impatti ambientali, che può essere ottenuta migliorando la produzione di latte per vacca e l'efficienza alimentare, nonché aumentando la produzione netta della SAU aziendale. A tal fine l'organizzazione e la gestione del sistema foraggero aziendale può svolgere un ruolo chiave nella riduzione dell'impatto ambientale delle aziende da latte. L'obiettivo è quello di organizzare il sistema foraggero aziendale al fine di incrementare l'auto-produzione di energia e di proteina per unità di superficie coltivata, limitando l'utilizzo di input produttivi che aumentano l'impatto ambientale dell'attività agricola nel suo complesso. Molte esperienze aziendali, analizzate e studiate negli ultimi anni, hanno mostrato come la valorizzazione di doppie colture, di prati avvicendati e leguminose foraggere, e la valorizzazione dei reflui aziendali contribuiscano alla riduzione dell'acquisto di input esterni. L'adozione di nuovi modelli di sistemi foraggeri può contribuire a ridurre gli impatti ambientali nonché i costi di produzione dell'azienda da latte conseguendo appieno l'obiettivo di un'intensificazione sostenibile della produzione di latte.

## #P26 Agronomic evaluation of different hemp varieties for greenhouse cultivation (*Cannabis sativa* L.)

Francesco Elia Florio\*, Gabriele Cola, Giacomo Cocetta, Antonio Ferrante

Department of Agricultural and Environmental Sciences - Production, Territory, Agroenergy, University of Milan.

\*Corresponding author: [francesco.florio@unimi.it](mailto:francesco.florio@unimi.it)

Hemp (*Cannabis sativa* L.) belongs to the *Cannabaceae* family. *C. sativa* is native to Central Asia, and nowadays it is cultivated worldwide. In the past hemp was mainly grown for the production of textile fiber. Moreover, the abundance of secondary metabolites, mainly psychotropic alkaloids and terpenes, has promoted their use as drugs since past times. Nowadays, hemp is used for the treatment of many human diseases such as chronic pain, epilepsy and mitigation of asthma attacks.

In addition, hemp is also consumed as a narcotic and its production on the Italian territory has been severely limited due to restrictive laws still under discussion.

Nowadays, there is a growing interest in this crop, supported by laws changes related to hemp-derived products, such as seed oil. Hemp seed contains 20-25% protein, 20-30% carbohydrates, 25-35% oil and 10-15% insoluble fiber and minerals. The oil is rich in highly polyunsaturated fatty acids and shows a 3:1 ratio of linoleic and linolenic acid, which makes it an excellent ingredient for food industries. This feature, together with the presence of  $\gamma$ -linolenic acid, has also promoted its application in cosmetics. The aim of this work was the development of a greenhouse hemp cultivation system during the extra-seasonal period. The plants were grown under supplemental lighting by using HPS (traditional) and LED lamps.

Six varieties were tested: Carmagnola, Carmagnola selezionata, Felina 32, Futura 75, Uso 31, and Santhica 27 aiming to identify the best performing genotypes.

During the experiment, plant growth rate, chlorophyll and flavonoids leaves content and chlorophyll fluorescence were measured. At the end of the growing cycle, the total biomass and seed yield were measured as well. Therefore, the seeds harvested were processed and a mechanical oil extraction was performed. The results show that plants grown under LED lamps have accumulated significantly higher biomass compared to the plants grown under HPS lamps. The results are also supported by the higher seed yield obtained from the LED growing system.

Finally, the best results in terms of adaptation and eco-physiological responses were observed for the varieties Carmagnola, Carmagnola selezionata and Felina 32.

### ***Valutazione agronomica di diverse varietà di canapa per la coltivazione in serra (Cannabis sativa L.)***

La canapa (*Cannabis sativa* L.) è una specie vegetale del genere *Cannabis* appartenente alla famiglia delle *Cannabaceae*, originaria dell'Asia Centrale, oggi presente in tutto il mondo.

Nel passato, la canapa è stata coltivata principalmente per la produzione di fibra tessile. Più recentemente, la presenza di metaboliti secondari, principalmente alcaloidi psicotropi, ne hanno promosso l'uso a fine medico e ricreativo. La sua produzione sul territorio italiano si è protratta fino alla metà XX secolo, arrestandosi quasi completamente a causa di leggi restrittive ancora oggi oggetto di controversie. L'interesse per questa coltura è recentemente aumentato in seguito a modifiche legislative e all'interesse per i prodotti derivati dalla canapa, come l'olio da seme. Il seme di canapa contiene il 20–25% di proteine, il 20–30% di carboidrati, il 25–35% di olio e il 10–15% di fibre insolubili e una ricca gamma di minerali. L'olio ottenuto, altamente polinsaturo, presenta un rapporto 3:1 dei due acidi grassi polinsaturi essenziali (acido linoleico e linolenico) che lo rendono ottimo per l'utilizzo nel settore alimentare. Questa caratteristica, insieme alla presenza di acido -linolenico, ne ha promosso il recente utilizzo nel settore cosmetico. L'obiettivo del presente lavoro è stata la messa a punto di un sistema di coltivazione di canapa in serra durante il periodo extra stagionale. Le piante sono state allevate con l'ausilio di illuminazione supplementare con lampade HPS (tradizionali) e LED. Sono state testate sei varietà: Carmagnola, Carmagnola selezionata, Felina 32, Futura 75, Uso 31, e Santhica 27. Su base settimanale, nelle due diverse condizioni d'allevamento sono stati misurati: la crescita delle piante, l'efficienza d'uso della radiazione ed il contenuto in clorofilla e flavonoidi nelle foglie. Al termine della prova sono stati misurati la biomassa totale e la resa in semi. I semi sono stati successivamente sottoposti al processo di estrazione degli oli. Le piante coltivate con l'utilizzo di lampade LED hanno mostrato un accumulo di biomassa e una produzione di seme nettamente superiore rispetto a quelle cresciute con illuminazione HPS. I risultati migliori in termini di adattamento e di risposte eco-fisiologiche sono stati osservati nelle varietà Carmagnola, Carmagnola selezionata e Felina 32.

## **#P27 Evaluation of different barley varieties and fungicides for the integrated control of net blotch**

Francesco Tini, Giovanni Beccari, Emilio Balducci, Maria Vittoria Consalvi, Maurizio Orfei, Luca Ceccarelli, Daniele Luchetti, Lorenzo Covarelli\*

*Department of Agricultural, Food and Environmental Sciences, University of Perugia*

\*Corresponding author: [lorenzo.covarelli@unipg.it](mailto:lorenzo.covarelli@unipg.it)

Net form of net blotch, caused by *Pyrenophora teres* f. *teres*, is one of the most important foliar diseases of barley in Italy. A two-year field experiment (2018/2019 and 2019/2020) was carried out at the experimental station "FIELDLAB" of the University of Perugia to evaluate six different barley varieties, including six-row and two-row varieties for feed and malt production, as well as the efficacy of several recently developed fungicides towards net blotch under natural inoculum pressure. The selected fungicides were commercial mixtures of chemical compounds with different modes of action: succinate dehydrogenase inhibitors (SDHIs), demethylation inhibitors (DMIs) and quinone-oxidoreductase inhibitors (QoIs). Fungicides were applied following the doses recommended on the commercial formulation labels when flag leaves were fully extended (BBCH39). Net blotch symptoms (net form) on barley leaves were visually assessed about one month after fungicide application. After the harvest, grain production (t/ha) was also determined. Finally, pathogen biomass accumulation in the grains was quantified by qPCR. Symptom scoring revealed statistically significant differences among barley varieties on net blotch susceptibility. Although climatic conditions were very different in the two experimental years, all tested fungicides showed a very high efficacy in controlling the disease. Differences in grain production were related both to barley varieties, fungicide treatments and climatic conditions. Finally, pathogen biomass was found only in the grains of the malting barley varieties, whereas it was absent in the other varieties. *P. teres* f. *teres* biomass accumulation in harvested grains showed a positive correlation with net blotch symptoms observed on leaves. These results show the importance of varietal choice and of the correct use of fungicides in the integrated management of barley.

### ***Valutazione di diverse varietà e di differenti fungicidi nella gestione integrata della maculatura reticolare dell'orzo***

La maculatura reticolare, causata da *Pyrenophora teres f. teres*, è una delle più importanti malattie fogliari dell'orzo in Italia. Presso la stazione sperimentale "FIELDLAB" dell'Università di Perugia, è stato condotto un esperimento biennale (2018/2019 e 2019/2020) per valutare sei diverse varietà di orzo, sia polistiche che distiche, comunemente utilizzate per l'alimentazione animale e per la produzione di malto, così come l'efficacia, in condizioni di pressione naturale di inoculo fungino, di diversi fungicidi recentemente sviluppati. I fungicidi selezionati erano miscele di composti chimici con diverse modalità di azione: inibitori della succinato deidrogenasi (SDHI), inibitori della demetilazione (DMI) e inibitori del chinone della catena respiratoria (QoI). I fungicidi sono stati applicati, seguendo le dosi raccomandate sulle etichette del prodotto commerciale, quando le foglie bandiera erano completamente estese (BBCH39). I sintomi della maculatura reticolare presenti sulle foglie sono stati valutati visivamente circa un mese dopo l'applicazione dei fungicidi. Dopo la raccolta è stata determinata la produzione totale di granella (t/ha). Infine, la biomassa fungina del patogeno nella granella è stata quantificata mediante real-time qPCR. La valutazione dei sintomi ascrivibili alla maculatura reticolata ha rivelato differenze statisticamente significative tra le diverse varietà. Sebbene le condizioni climatiche siano state diverse nei due anni sperimentali, tutti i fungicidi saggiati hanno mostrato un'efficacia molto elevata nel controllo della malattia. Le differenze di produzione finale erano legate alla varietà di orzo, ai trattamenti fungicidi effettuati e alle condizioni climatiche. Inoltre, la biomassa del patogeno è stata riscontrata solo nella granella delle varietà di orzo da malto, mentre era assente nelle varietà ad uso zootecnico. Infine, la biomassa del fungo nella granella ha mostrato una correlazione positiva con i sintomi osservati sulle foglie. Questi risultati evidenziano l'importanza della scelta varietale e del corretto uso dei fungicidi nelle strategie di controllo integrato delle malattie dell'orzo.

**#P28 UAV-based thermal, RGB imaging and gene expression analysis allowed detection of Fusarium head blight and gave new insights into the physiological responses to the disease in durum wheat**

Sara Francesconi<sup>1</sup>, Mauro Maesano<sup>2</sup>, Antoine Harfouche<sup>2</sup>, Giorgio M. Balestra<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali (DAFNE), Università degli Studi della Tuscia.

<sup>2</sup>Dipartimento per l'Innovazione nei Sistemi Biologici, Agroalimentari e Forestali (DIBAF), Università degli Studi della Tuscia.

\*Corresponding author: [francesconi.s@unitus.it](mailto:francesconi.s@unitus.it)

Wheat is one of the world's most economically important cereal crops. Fusarium head blight (FHB) disease is considered a major threat to durum (*Triticum turgidum* subsp. *durum* (Desfontaines) Husnache) and bread wheat (*T. aestivum* L.) and is mainly managed by the application of fungicides at anthesis. However, fungicides are applied when FHB symptoms are clearly visible and the spikes are almost entirely bleached, by when it is too late to control FHB disease. For this reason, farmers often react by performing repeated fungicide treatments that cause a waste of money and pose significant risks to the environment and non-target organisms. We used unmanned aerial vehicle (UAV)-based thermal infrared (TIR) and red-green-blue (RGB) imaging for FHB detection in *T. turgidum* (cv. Marco Aurelio) under natural field conditions. TIR and RGB data coupled with ground-based measurements such as spike's temperature, photosynthetic efficiency and molecular identification of FHB pathogens, detected FHB at anthesis half-way. Moreover, in greenhouse experiments the transcripts of the key genes involved in stomatal closure were mostly up-regulated in *F. graminearum*-inoculated plants, demonstrating that the physiological mechanism behind the spike's temperature increase and photosynthetic efficiency decrease could be attributed to the closure of the guard cells in response to *F. graminearum*. In addition, preliminary analysis revealed that there is differential regulation of genes between drought-stressed and *F. graminearum*-inoculated plants, suggesting that there might be a possibility to discriminate between water stress and FHB infection. This study shows the potential of UAV-based TIR and RGB imaging for field phenotyping of wheat and other cereal crop species in response to environmental stresses. This is anticipated to have enormous promise for the detection of FHB disease and tremendous implications for optimizing the application of fungicides, since global food crop demand is to be met with minimal environmental impacts.

***Sensori termici e RGB associati ad un drone (UAV) e analisi di espressione genica permettono il rilevamento della Fusariosi della spiga e rivelano nuovi meccanismi nella fisiologia della malattia in frumento duro***

Il frumento è fra i cereali più economicamente importanti al mondo. La Fusariosi della spiga è fra le malattie più impattanti per il frumento duro (*Triticum turgidum* subsp. *durum* (Desfontaines) Husnache) e tenero (*T. aestivum* L.) ed è controllata tramite l'applicazione di fungicidi in antesi. Tuttavia, i fungicidi sono applicati quando i sintomi sono visibili e le spighe sono quasi completamente ingiallite, quando è ormai tardi per controllare la malattia. Perciò, gli agricoltori spesso eseguono trattamenti ripetuti, causa di un ingente perdita economica e ponendo rischi significativi per l'ambiente e gli organismi non-target. Abbiamo impiegato dei sensori termici (TIR) e nel visibile (RGB) associati ad un drone (UAV) per rilevare la Fusariosi in *T. turgidum* (cv. Marco Aurelio) in condizioni naturali. I sensori termico ed RGB associati a misurazioni a terra, come la temperatura della spiga, l'efficienza fotosintetica e l'identificazione molecolare dei patogeni, ha rilevato la Fusariosi nella fase di pre-antesi. Inoltre, in esperimenti condotti in serra, i trascritti dei geni chiave coinvolti nella chiusura stomatica erano sovra-espressi nelle piante inoculate con *F. graminearum*, dimostrando che il meccanismo fisiologico responsabile dell'aumento della temperatura della spiga e della diminuzione dell'efficienza fotosintetica può essere attribuito alla chiusura degli stomi in risposta all'inoculo. Inoltre, analisi preliminari hanno rivelato che c'è una differente regolazione dei geni tra le piante sottoposte a stress idrico e le piante inoculate con *F. graminearum*, suggerendo che potrebbe esserci la possibilità di discriminare tra stress idrico e Fusariosi. Questo studio dimostra le potenzialità dei sensori termici e RGB associati ad un drone per la fenotipizzazione in campo del frumento e di altre specie in risposta a diversi stress. Ciò risulta promettente per il rilevamento della Fusariosi con implicazioni per l'ottimizzazione dell'applicazione dei fungicidi, dal momento che la domanda globale di cibo deve essere sostenuta con un minimo impatto ambientale.

**#P29 First steps on exploiting the synergist properties of chitosan and gallic acid to manage main Italian fungal and bacterial plant diseases: innovative employment of natural compounds and nanotechnologies**

Sara Francesconi, Veronica di Lorenzo, Daniele Schiavi, Giorgio M. Balestra

Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali (DAFNE), Università degli Studi della Tuscia.

\*Corresponding author: [francesconi.s@unitus.it](mailto:francesconi.s@unitus.it)

*Fusarium graminearum* (Fg) and *F. culmorum* (Fc), main causal agents of Fusarium head blight and crown rot, are among the most dangerous wheat diseases. *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* (Psa), *P. syringae* pv. *tomato* (Pst) and *P. savastanoi* pv. *savastanoi* (Psav), causal agents of bacterial canker of kiwifruit, tomato bacterial speck, and olive knot, cause enormous yield losses. Such plant diseases are mainly managed by the preventive application of triazoles and strobilurins based fungicides (Fg and Fc) or application of cupric salts (Psa, Pst, Psav). However, such compounds accumulate in soil and water, posing an effective risk for the environment. For such reasons, they must be replaced by consequently usage of innovative and eco-sustainable formulations, such as natural derived compounds with antimicrobial properties, and employment of nanotechnologies to optimize their functions by functionalize them with plant-derived nano-carriers (cellulose nanocrystals and starch). The aim of the research was to identify natural compounds with antimicrobial properties against Fg, Fc, Psa, Pst and Psav. *In vitro* experiments demonstrated that the synergistic effect of chitosan and gallic acid at 0.05% inhibited the growth and development of Fg, Fc, Psa, Pst and Psav from 60% to 100%. Moreover, following the principles of circular economy, such active compounds will be functionalized with cellulose nanocrystals and starch extracted from the waste biomass of the wheat milling process, to optimize the release, uptake and systemic diffusion into the plant. Such nanocomposites will have a double function on the main Italian crops (wheat, kiwifruit, tomato, olive): protection against Fg, Fc, Psa, Pst, Psav and biostimulant of the systemic acquired resistance.

**Primi passi nell'impiego sinergico di chitosano ed acido gallico per gestire le principali fitopatie fungine e batteriche italiane: utilizzo innovativo di composti naturali e nanotecnologie**

*Fusarium graminearum* (Fg) e *F. culmorum* (Fc), principali agenti causali della Fusariosi della spiga e del marciume del colletto, sono fra i patogeni fungini più dannosi per il frumento. *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* (Psa), *P. syringae* pv. *tomato* (Pst) e *P. savastanoi* pv. *savastanoi* (Psav), agenti causali del cancro batterico dell'actinidia, della picchiettatura batterica del pomodoro, e della rogna dell'olivo, causano ingenti perdite economiche. Queste fitopatologie vengono controllate tramite applicazioni preventive di fungicidi a base di trizoli e strobilurine (Fg e Fc) o applicazioni di sali di rame (Psa, Pst, Psav). Tuttavia, tali principi attivi si accumulano nel suolo e nelle falde acquifere, ponendo un rischio significativo e spesso incerto per l'ambiente. Per tali ragioni, tali principi sono candidati alla sostituzione con conseguente impiego di formulazioni innovative ed ecosostenibili, quali l'impiego di sostanze di origine naturale con azione antimicrobica e l'utilizzo delle nanotecnologie per ottimizzare le funzioni delle molecole bioattive, grazie alla funzionalizzazione con *carriers* nanometrici di origine vegetale (nano-cristalli di cellulosa e amido). Lo scopo del presente lavoro è stato quello di identificare dei principi attivi di origine naturale con azione antimicrobica nei confronti di Fg, Fc, Psa, Pst e Psav. Esperimenti *in vitro* hanno dimostrato che l'azione sinergica del chitosano e dell'acido gallico ad una concentrazione dello 0.05% ha inibito la crescita e lo sviluppo di Fg, Fc, Psa, Pst e Psav dal 60% al 100%. Inoltre, in un'ottica di economia circolare, tali principi attivi verranno funzionalizzati con *carrier* di nano-cristalli di cellulosa e amido, estratti dagli scarti derivanti dalla molitura del frumento, al fine di ottimizzarne il rilascio, l'uptake e la diffusione sistemica nella pianta. Tali nanocompositi svolgeranno una duplice funzione nei confronti delle principali colture nazionali (frumento, actinidia, pomodoro, olivo): di protezione contro Fg, Fc, Psa, Pst, Psav e biostimolante delle risposte di difesa innate.

## **#P30 Resistance Inducers and Phospite Alternatives are Open-field Sustainable Strategies to Control Downy Mildew in Grapevine**

Gaetano Giudice<sup>1,2</sup>, Marco Sandrini<sup>1,3</sup>, Walter Chitarra<sup>1,4</sup>, Luca Nerva<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>*Centro di ricerca per la viticoltura e l'enologia, Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA-VE).*

<sup>2</sup>*Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali - Produzione, Territorio, Agroenergia (DI-SAA), Università degli Studi di Milano.*

<sup>3</sup>*Dipartimento di Scienze agroalimentari, ambientali e animali, Università di Udine.*

<sup>4</sup>*Istituto per la Protezione Sostenibile delle Piante, Consiglio Nazionale delle Ricerche (IPSP-CNR).*

\*Corresponding author: [gaetano.giudice@crea.gov.it](mailto:gaetano.giudice@crea.gov.it)

Agriculture sustainability is globally recognized as a priority, especially considering the ongoing climate change. Viticulture is among the cropping systems with the highest fungicide consumption and a growing attention in the last years has been focused on the development of alternatives that will be, at the same time, respectful of the environment and safer for consumers. Among others, a major issue is represented by the presence of phosphonic acid, an effective molecule against many pathogens, but with the drawbacks of residuals in fruits and wine. To address these issues, in the present study, alternative protocols for the control of downy mildew infection were compared to the standard protocol adopted by a commercial winery.

In the first protocol, several resistance inducers were used, composing a single formulation with Acibenzolar S-methyl, laminarin and disodium-phosphate, following the standard winery schedule of treatments. The second and third protocols followed the standard protocol but substituting phosphites with phosphorus pentoxide and *Eklonia maxima* extract, using a combination of two different dosages and application schedule. The results showed that downy mildew incidence and severity at veraison were significantly reduced in all the protocols compared to non-treated controls on both canopy and bunches. Stilbenes analysis and gene expression profiling revealed that differently from the other protocols, resistance inducers controlled downy mildew stimulating the accumulation of ROS and phenylpropanoids, similarly to what was observed in resistant varieties.

## ***Induttori di resistenza e alternative ai fosfiti sono strategie sostenibili per il controllo in pieno campo della peronospora nella vite***

La sostenibilità in agricoltura è globalmente riconosciuta come una priorità, specialmente considerando il cambiamento climatico in atto. La viticoltura è uno dei sistemi colturali a più alto consumo di fungicidi ed una crescente attenzione negli ultimi anni è stata posta sullo sviluppo di alternative che siano allo stesso tempo rispettose dell'ambiente e più sicure per i consumatori. Uno dei problemi maggiori è inoltre rappresentato dalla presenza di acido fosfonico, una molecola efficace contro molti patogeni ma con lo svantaggio di lasciare residui nei frutti e nel vino. Per affrontare queste problematiche, nel presente studio, dei protocolli alternativi per il controllo della peronospora nella vite, sono stati confrontati con un protocollo convenzionale, adottato da una cantina commerciale. Nel primo protocollo, sono stati utilizzati diversi induttori di resistenza riuniti in una singola formulazione composta da Acibenzolar S-metile, laminarina e disodio-fosfonato, seguendo il calendario di trattamenti adottato dall'azienda. Il secondo ed il terzo protocollo hanno seguito il protocollo convenzionale sostituendo i fosfiti con anidride fosforica ed estratto di *Eklonia maxima*, usando una combinazione di due differenti dosaggi e calendari di applicazione. I risultati hanno mostrato che all'invasione l'incidenza e la severità della peronospora erano significativamente ridotte in tutti i protocolli rispetto al controllo non trattato, sia per la chioma che per i grappoli. L'analisi degli stilbeni e lo studio dell'espressione genica hanno svelato che differenzialmente dagli altri protocolli, gli induttori di resistenza hanno controllato la peronospora stimolando l'accumulo di ROS e fenilpropanoidi, similmente a quanto si osserva nelle varietà resistenti.

**#P31 Water irrigation management Mediterranean area: traditional and new technologies on vineyards.**

Gilbert Noun<sup>1</sup>, Mauro Lo Cascio<sup>1,4</sup>, Donatella Spano<sup>1,4</sup>, Daniela Satta<sup>2</sup>, Massimiliano G. Mameli<sup>2</sup>, Serena Marras<sup>1,4</sup>, Ana Fernandes de Oliveira<sup>2</sup>, Massimo Barbaro<sup>3</sup>, Paolo Meloni<sup>3</sup>, Silvia Loddo<sup>3</sup>, Costantino Sirca<sup>1,4</sup>.

<sup>1</sup>Department of Agricultural sciences, University of Sassari.

<sup>2</sup>AGRIS, Agricultural Research Agency of Sardinia.

<sup>3</sup>Department of Electric and Electronic Engineering, University of Cagliari.

<sup>4</sup>CMCC, Euro-Mediterranean Centre on Climate Change, IAFES Division.

\*Corresponding author: [gilbert.noun@gmail.com](mailto:gilbert.noun@gmail.com)

Water scarcity in the Mediterranean area affected by climate change has led to the implementation of an irrigation scheduling strategy on vineyards along with maintaining wine productivity, quality and agriculture sustainability. In this sector, viticulturists are seeking new technologies and knowledge to improve water management and irrigation scheduling. The aims of this work were to test a set of new automated sensors for a real time monitoring of the vines' water status. The experiment field was conducted on two vine varieties of *Vitis vinifera* L. (Vermentino and Cannonau) in Sardinia – Italy. Two experimental plots for each variety were set up: moderate and stressed water condition. Different plant water status related variables were continuously monitored by the use of an automated platform and compared with stem water potential values observed using a manual pressure chamber. The results of the first monitoring season showed respectable value and good potential in order to start future analysis on new automated sensors of the vines water status. According to these results, a more efficient management of the irrigation strategies for wine grapes could present a solution for the deficiency in natural resources.

### ***Gestione dell'irrigazione dei vigneti in area Mediterranea: tecniche tradizionali e nuove tecnologie***

Nel bacino del Mediterraneo, i cambiamenti climatici stanno causando una sempre più evidente riduzione delle riserve idriche che ha portato all'attuazione di strategie per una migliore pianificazione dell'irrigazione nei vigneti, cercando comunque di mantenere una buona produttività e una qualità del prodotto finale. In questo settore i viticoltori sono alla ricerca di nuove tecnologie e conoscenze per migliorare la gestione delle riserve idriche e la programmazione dell'irrigazione. Lo scopo di questo lavoro è stato quello di testare una serie di nuovi sensori automatizzati per un monitoraggio in *real-time* dello stato idrico dei vigneti. Nel 2019 e 2020 sono stati individuati i campi sperimentali in due areali di *Vitis vinifera* L. (Vermentino e Cannonau) in Sardegna – Italia. Per entrambe le varietà sono state testate due tesi: condizioni idriche moderate e stressate. Diverse variabili fisiologiche strettamente correlate allo stato idrico della pianta sono state monitorate in continuo mediante l'uso di una piattaforma automatizzata e confrontate con i valori di *stem water potential* rilevati tramite una camera a pressione manuale. I risultati delle due stagioni di monitoraggio hanno mostrato un buon potenziale per avviare future analisi su nuovi sensori automatizzati per il monitoraggio automatico dello stato idrico nei vigneti. Secondo questi risultati strategie di irrigazione più efficienti, potrebbe rappresentare una soluzione tecnologica e moderna a una migliore gestione delle risorse naturali.

## **#P32 Green infrastructures for a sustainable agriculture: preliminary results of a doctoral research**

Giovanna Calia<sup>1</sup>, Andrea De Montis<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Dipartimento di Ingegneria civile, ambientale e architettura, Università degli studi di Cagliari*

<sup>2</sup>*Dipartimento di Agraria, Università degli studi di Sassari*

\*Corresponding author: [giovannacalia@live.it](mailto:giovannacalia@live.it)

The increase of world population and urban expansion can trigger phenomena such as habitat fragmentation and decline of biodiversity. In this regard, green infrastructures (GIs) have potential to improve people's wellbeing in urban, peri-urban, and rural contexts, defragment the landscape and increase the resilience of ecosystems. In rural areas characterized by intensive agriculture, GIs provide several benefits including increase of biodiversity, defragmentation of habitats, prevention of erosion phenomena, improvement of soil features and water infiltration. In the preliminary phase of this doctoral research, we present a review of scientific papers with the purpose of providing a catalogue of GIs suitable for wineries. We scrutinized the papers through the content analysis by using a set of criteria that concern ecological connectivity, and conservation of biodiversity and soil in wineries. The wine landscapes are agricultural production areas, with a cultural, traditional and identity role of different terroir. The catalogue is useful to point out other features of GIs in wineries, which contribute at improving farm attractiveness in terms of visitors and customers and promoting production diversification in terms of sustainable tourist products and characterization and enhancement of landscape as key to successful brands. According to the findings, GIs significant solutions include bushy hedges, small orchards, grassy strips of autochthonous and riparian plant species, buffer strips of rose along the fields or trees, inter-row herbaceous cultivation and green roofs. Indeed, the bibliographic analysis highlights that these typologies of GIs promote ecological connectivity in the vineyards, contribute to a more sustainable agriculture, and attract a target of tourists currently in continuous expansion. The planning of a GIs network with these components in wineries that belong to specific geographical areas could represent an identifying peculiarity of that wine landscape.

## ***Infrastrutture verdi per un'agricoltura sostenibile e multifunzionale: risultati preliminari di un progetto di ricerca***

La crescita demografica e l'urbanizzazione disordinata propiziano fenomeni come la frammentazione degli habitat e il declino della biodiversità. Rispetto a tali emergenze, le infrastrutture verdi (IV) migliorano la qualità della vita delle persone a diverse scale, deframmentano il paesaggio e aumentano la resilienza degli ecosistemi. Le IV, nelle zone in cui persiste l'agricoltura intensiva, offrono importanti vantaggi, perché contribuiscono ad aumentare la biodiversità, deframmentare gli habitat, prevenire l'erosione e migliorare le caratteristiche del suolo e l'infiltrazione dell'acqua. Questo lavoro riguarda la fase preliminare di una ricerca dottorale in cui presentiamo una review di articoli scientifici al fine di fornire un catalogo di possibili IV da progettare in aree agricole intensive come i paesaggi vitivinicoli. È stata svolta un'analisi dei contenuti degli articoli selezionati, rispetto a criteri relativi alla connettività ecologica, alla conservazione del suolo e della biodiversità nelle aziende viticole. Questi ambiti produttivi rivestono anche un ruolo culturale, tradizionale e identificativo di un determinato terroir. Dal catalogo proposto emergono anche altre finalità delle IV nei vigneti, oltre a quelle ecologiche: migliorano il fascino aziendale che attrae visitatori e clienti, permettono la diversificazione della produzione con l'offerta di prodotti turistici a basso impatto ambientale e possono caratterizzare e valorizzare il paesaggio come fattore di creazione del marchio. Il risultato di questa review propone soluzioni come siepi cespugliose, piccoli frutteti, strisce erbose di specie vegetali autoctone e ripariali, roseti da disporre lungo i bordi dei vigneti, coltivazione nell'inter-fila e tetti verdi. Infatti, dalla ricerca bibliografica emerge che queste IV favoriscono la connettività ecologica nei vigneti a beneficio di una viticoltura più sostenibile e rendono le aziende più attraenti per un target di utenti oggi in continua espansione. La pianificazione di una rete di IV con queste componenti, in più aziende viti-vinicole di una determinata zona, potrebbe costituire una peculiarità identificativa di quel territorio.

### **#P33 A green method to recover phytochemicals from spent coffee grounds.**

G. Angeloni<sup>1</sup>, P. Masella<sup>1</sup>, L. Guerrini<sup>1</sup>, M. Innocenti<sup>2</sup>, M. Bellumori<sup>2</sup>, A. Spadi<sup>1</sup>, F. Corti<sup>1</sup>, A. Parenti<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari Ambientali e Forestali – DAGRI, Università degli Studi di Firenze.*

<sup>2</sup>*Dipartimento di Neuroscienze, Area del Farmaco e Salute del Bambino – NUEROFARBA, Università degli Studi di Firenze.*

\*Corresponding author: [giulia.angeloni@unifi.it](mailto:giulia.angeloni@unifi.it)

Recent years have seen a growing awareness of the need to reduce waste and protect the environment. During the preparation of a coffee beverage, a solid residue known as spent coffee grounds (SCG) are produced. The aim of this research is to estimate the effect of a wide number of variables on the amount of caffeine and phytochemicals recovered with a green method for water-soluble compounds that does not require the use of organic solvents. In the first step, a Fractional Design was applied to test the factors that influence the amount of recovered compounds. In the second part, a full factorial design, considering the factors that significantly affected the recovery of the compounds, was adopted. Caffeine and chlorogenic acids were quantified using HPLC-DAD.

The first part of the study showed that the temperature and the type of SCG can significantly affect the phytochemicals recovery. In the second part, four temperatures and two types of SCG were tested and the higher concentrations of caffeine and chlorogenic acids were found at 110 °C. Furthermore, the amounts of phytochemicals recovered from SCG were significantly higher in French Press than in the Espresso.

Temperature and Brewing technique affect phytochemical recovery. These results confirmed the potential of SCG to be used as a raw material in biotechnological processes. This green method can be used in mild conditions, while its performances are comparable to other methods that are more expensive in economic and environmental terms. The mild temperature, combined with the use of water as a solvent makes the recovery system both green and low-cost.

### ***Un metodo green per recuperare sostanze fitochimiche dai fondi di caffè esausti***

Negli ultimi anni si è assistito a una crescente consapevolezza della necessità di ridurre gli sprechi alimentari e tutelare l'ambiente. Durante la preparazione di una bevanda al caffè, viene prodotto un residuo solido noto come fondo di caffè esaurito (SCG). Questo residuo è ricco di sostanze che fitochimiche che possono essere riutilizzate. Lo scopo di questa ricerca è stimare l'effetto di un ampio numero di variabili sulla quantità di caffeina e altre sostanze fitochimiche recuperate con un metodo di estrazione green che non richiede l'uso di solventi organici.

Nella prima fase viene applicato il Fractional Design per testare i fattori che influenzano la quantità di composti recuperati. Nella seconda parte viene applicato un disegno fattoriale completo a diversi livelli con i fattori che hanno influenzato in modo significativo il recupero dei composti. La caffeina e gli acidi clorogenici sono stati quantificati utilizzando HPLC-DAD.

La prima parte dello studio ha mostrato che la temperatura e il tipo di SCG possono influenzare in modo significativo il recupero dei composti fitochimici. Nella seconda parte sono state testate quattro temperature e due tipi di SCG e le concentrazioni più elevate di caffeina e acidi clorogenici sono state trovate a 110 °C. Inoltre, le quantità di sostanze fitochimiche recuperate da SCG erano significativamente più elevate nella polvere proveniente dalla French Press che nell'Espresso.

Pertanto, la temperatura e la tecnica di preparazione influiscono sulla quantità di composti fitochimici recuperabili. Questi risultati hanno confermato il potenziale di SCG da utilizzare come materia prima nei processi biotecnologici. Questo metodo a ridotto impatto ambientale ha ottenuto risultati paragonabili ad altri metodi che utilizzano tecnologie più dispendiose in termini economici e ambientali. Il trattamento a temperatura intermedia, unito all'uso dell'acqua come solvente, rende il sistema di recupero ecologico ed economico.

### **#P34 Effect of salt stress and glutamic acid exogenous application on lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *Longifolia*)**

Giulia Franzoni<sup>1</sup>, Giacomo Cocetta, Antonio Ferrante

*Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali - Produzione, Territorio, Agroenergia, Università degli studi di Milano*

<sup>1</sup>Corresponding author: [giulia.franzoni@unimi.it](mailto:giulia.franzoni@unimi.it)

Salinity is one of the most detrimental factors leading to severe losses in crops production, yield, and food quality. It causes alteration of several plants' physiological processes, disrupting photosynthesis and respiration, impairing protein biosynthesis, phytohormones regulation, nutrient imbalance, and damaging cell organelles. Besides that, salt stress results in oxidative burst due to the overproduction and accumulation of reactive oxygen species (ROS). The application of products able to limit the stress-related damage, improve crop stress response, and promote plant growth under adverse environmental conditions may be an interesting strategy to assure crop production in salinity affected areas. In this work, the effect of exogenous applications of glutamic acid, as a compound involved in the chlorophyll and proline biosynthesis pathways, has been investigated in lettuce plants subjected to salt stress (100 mM). In particular, the effect of the treatment has been evaluated at different time points during the experiment in order to track changes of molecular, physiological, biochemical, and agronomic parameters. The chlorophyll content and chlorophyll *a* fluorescence have been measured in order to assess the impact of salinity on the leaf functionality, health status, and quality of lettuce. The nitrate, proline, and osmolytes accumulation have been determined since they are considered biochemical indicators of plants responses to stress. Moreover, the expression of some of the key genes involved in ROS scavenging has been analysed to determine the plant stress responses induced by salt exposure also at molecular level. The results obtained showed a reduction of yield in stressed plants but no strong response to the high salinity was observed at physiological level. This might indicate a moderate tolerance of Romaine lettuce to salinity. At the molecular level, the expression of the genes involved in the antioxidant defence system decreased in plants subjected to high salinity, except for the superoxide dismutase (SOD) which increased 6 hours after the glutamic acid application. This might indicate a potential role of SOD to alleviate oxidative damage caused by salt exposition.

### ***Effetto di stress salino e applicazioni di acido glutammico in lattuga (*Lactuca sativa* L. var. *Longifolia*)***

La salinità è uno degli stress ambientali più limitanti che può portare ad ingenti perdite in termini di produzione, resa e qualità dei prodotti alimentari. Lo stress salino altera diversi processi fisiologici, causando danni alla fotosintesi e alla respirazione, modificando i processi di sintesi delle proteine, la regolazione degli ormoni, causando uno sbilanciamento a livello nutrizionale e danneggiando gli organelli cellulari. Inoltre, lo stress salino causa il cosiddetto *burst* ossidativo caratterizzato da una sovrapproduzione e accumulo di specie reattive dell'ossigeno (ROS). L'applicazione di prodotti in grado di limitare i danni causati dallo stress, migliorare la risposta delle piante e promuoverne la crescita anche in condizioni non ottimali è una strategia interessante per assicurare la produzione anche nelle aree affette da alta salinità. In questo lavoro, è stato studiato l'effetto di applicazioni fogliari di acido glutammico, un composto coinvolto nella via biosintetica della clorofilla e della prolina, su piante di lattuga romana sottoposte a stress salino (100 mM). In particolare, l'effetto del trattamento è stato valutato campionando il materiale vegetale a diversi time points durante l'esperimento, in modo da monitorare i cambiamenti di alcuni parametri fisiologici, biochimici, agronomici e la risposta anche a livello molecolare di alcuni geni. In particolare, è stato misurato il contenuto di clorofilla e la fluorescenza della clorofilla *a* per valutare l'impatto dello stress sulla funzionalità dell'apparato fotosintetico, lo stato di salute delle foglie e come parametri qualitativi. È stato misurato l'accumulo di nitrati, prolina, e osmoliti considerati indicatori della risposta delle piante allo stress. In aggiunta, per valutare la risposta delle piante alla salinità a livello molecolare, è stata analizzata l'espressione di alcuni dei geni chiave coinvolti nella detossificazione dalle ROS. I risultati ottenuti hanno mostrato una riduzione della resa dovuta alla salinità mentre i risultati dei principali parametri fisiologici e qualitativi analizzati non hanno evidenziato una forte risposta allo stress. Questo potrebbe dimostrare una moderata tolleranza alla salinità delle piante di lattuga romana. Dal punto di vista dell'analisi dell'espressione dei geni che codificano per alcuni enzimi antiossidanti, è risultato un generale decremento in risposta alla salinità, fatta eccezione per la superossido dismutasi (SOD) che ha mostrato un aumento dopo sei ore dall'applicazione del trattamento con acido glutammico. Questo risultato potrebbe indicare un ruolo centrale di questo enzima nell'alleviare i danni dovuti allo stress salino.

### **#P35 Emission intensity related to the milk production of dairy farm representative of two forage systems widespread in the North of Italy**

Giulia Gislón<sup>1</sup>, Luciana Bava<sup>1</sup>, Anna Sandrucci<sup>1</sup>, Alberto Tamburini<sup>1</sup>, Maddalena Zucali<sup>1</sup>, Ernesto Tabacco<sup>2</sup>, Maria Teresa Pacchioli<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, Università Degli Studi di Milano*

<sup>2</sup>*Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università Degli Studi di Torino*

<sup>3</sup>*Centro Ricerche Produzioni Animali, 42121, Reggio Emilia, Italy*

\*Corresponding author: [giulia.gislon@unimi.it](mailto:giulia.gislon@unimi.it)

The greenhouse gas (GHG) emissions per unit of milk have declined over the years, due to improvements in production efficiency. However, this may be insufficient to offset emissions from increasing demand for animal protein. In this context, it is important to know which dairy system combines low GHG emissions and high C soil sequestration. The aim of the study was to evaluate the effect on emission intensity related to the milk production of mitigation strategies (MS) based on the optimization of forage production, conservation and use in the diet. A Life Cycle Assessment and soil chemical analysis were necessary to evaluate environmental sustainability of milk production, as carbon footprint (CF, kg CO<sub>2</sub>eq/kg FPCM, fat protein corrected milk).

Eight dairy farms were investigated before and after the introduction of MS. The farms were located in Northern Italy, representing two of the most widespread forage systems. One forage system (CS, corn silage) relies mainly on mono-cropped corn or Italian ryegrass double-cropped with corn, while the other one (HY, hay) is based on permanent meadows and alfalfa conserved as hay and fed as fresh forages. The results pointed out for the CS forage system a reduction in CF of 7% (from 1.54 to 1.43 kg CO<sub>2</sub>eq/kg FPCM) with an increase of soil C stock of 3% (from 60.3 to 62.0 C tonnes/ha). Considering C soil sequestration, in 2019 CF of CS forage system was 1.19 kg CO<sub>2</sub>eq/kg FPCM.

HY forage system showed a reduction in CF of 3% (from 1.48 to 1.44 kg CO<sub>2</sub>eq/kg FPCM) with an increase of soil C stock of 4% (from 76.6 to 80 C tonnes/ha). Considering C soil sequestration in 2019, CF of HY forage system was 1.20 kg CO<sub>2</sub>eq/kg FPCM.

In conclusion, MS based on sustainable intensification may improve environmental sustainability of milk production.

## ***Stima dell'intensità emissiva della produzione di latte, in stalle rappresentative di due sistemi foraggeri del Nord Italia***

Le emissioni di gas serra per unità di latte prodotto sono diminuite negli anni, grazie al miglioramento dell'efficienza produttiva. Tuttavia, questo potrebbe essere insufficiente a compensare le emissioni della crescente domanda di proteine animali. In questo contesto, è importante identificare sistemi di produzione del latte che coniughino basse emissioni e alto sequestro di C nel suolo. Scopo del lavoro è stato valutare l'effetto sull'intensità emissiva della produzione di latte di strategie di mitigazione (SM), basate sull'ottimizzazione della produzione, conservazione e uso dei foraggi. Una valutazione Life Cycle Assessment e analisi chimiche del suolo sono state necessarie per valutare l'impronta carbonica del latte (CF, Carbon Footprint) quantificata in kg CO<sub>2</sub>eq/kg FPCM (Fat Protein Corrected Milk, latte corretto per grasso e proteine). Otto aziende di vacche da latte, rappresentanti due sistemi foraggeri diffusi nel nord Italia, sono state studiate prima e dopo l'introduzione delle SM. Uno (SI, silomais) si basa principalmente sulla coltivazione di mais, l'altro (FI, fieno) è basato sulla coltivazione di prato o erba medica, affienati o utilizzati come foraggio verde.

I risultati evidenziano che il sistema foraggero SI ha avuto una riduzione della CF del 7% (da 1.54 a 1.43 kg CO<sub>2</sub>eq/kg FPCM) con un aumento del C nel suolo del 3% (da 60.3 a 62.0 C tonnellate/ha). Considerando il sequestro di C del suolo, nel 2019 la CF del sistema SI era 1.19 kg CO<sub>2</sub>eq/kg FPCM.

Il sistema foraggero FI ha mostrato una riduzione nella CF del 3% (da 1.48 a 1.44 kg CO<sub>2</sub>eq/kg FPCM) con un aumento del C nel suolo del 4% (da 76.6 a 80 C tonnellate /ha). Considerando il sequestro di C del suolo, nel 2019 la CF del sistema FI era 1.20 kg CO<sub>2</sub>eq/kg FPCM.

In conclusione, SM basate su una intensificazione sostenibile sembrano contribuire positivamente alla sostenibilità ambientale della produzione di latte.

### **#P36 Accuracy evaluation of alternative precipitation data sources at basin scale**

Giuseppe Longo-Minnolo<sup>1</sup>, Daniela Vanella<sup>2</sup>, Simona Consoli<sup>2</sup>, Salvatore Pappalardo<sup>2</sup>, Juan Miguel Ramirez-Cuesta<sup>3</sup>

<sup>1</sup>International Doctorate in Agricultural, Food and Environmental Science Di3A, University of Catania

<sup>2</sup>Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), Università degli Studi di Catania

<sup>3</sup>Dpto. Riego, Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS-CSIC),

\*Corresponding author: [giuseppe.longominnolo@phd.unict.it](mailto:giuseppe.longominnolo@phd.unict.it)

Precipitation data availability plays a crucial role in several hydrological and agriculture-related applications. Generally, this information is obtained from ground-based meteorological stations, which are usually sparsely distributed. In order to overcome such limitations, the use of alternative data sources could be useful for deriving spatially continuous precipitation estimates. The general aim of this study was to evaluate the accuracy of interpolated and reanalysis precipitation datasets at the basin scale.

The study was carried out at Simeto river basin, which covers a surface of about 4200 km<sup>2</sup> (Eastern Sicily, Italy). A total of 36 automatic weather stations (managed by Osservatorio delle Acque and Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano) were used to generate a monthly precipitation dataset for the reference period 2002-2019. Interpolated precipitation estimations were derived using the Inverse Distance Weighting (IDW) approach. A subset containing the 60% of the observed dataset was used for performing the interpolation, whereas the 40% remaining dataset was used for assessing its accuracy. The reanalysis precipitation datasets corresponded with the ERA 5-Land product, which provides hourly high resolution precipitation information at ≈9km grid spacing.

In general, interpolated monthly precipitation overestimated the observed data by 9% (R<sup>2</sup>, RMSE and MAE of 0.85, 20.43 mm, and 15.04 mm, respectively). When comparing interpolated data (corrected using the correlation with the observed data) with the ERA 5-Land reanalysis dataset, the latter showed a mean underestimation of about 14% (R<sup>2</sup>, RMSE and MAE of 0.61, 28.47 mm, 18.76 mm, respectively). Additionally, a seasonal pattern in the performance of both IDW and ERA5-Land estimates was also observed, being the precipitation estimation more accurate in Spring/Summer than in Autumn/Winter.

These results confirm the good performance of alternative precipitation data sources at basin scale, while specific adjustments are required for reducing site-specific uncertainties due to local micro-climate conditions.

## ***Valutazione dell'accuratezza di fonti alternative di dati di precipitazione a scala di bacino idrografico***

La necessità di disporre di serie consistenti di dati pluviometrici è fondamentale in molteplici applicazioni idrologiche e agro-forestali. Solitamente tali fonti di dati sono acquisite da stazioni di rilevazione che non sempre presentano adeguata copertura spaziale sul territorio. In tale contesto, lo scopo generale dello studio è quello di valutare l'accuratezza dell'utilizzo di fonti alternative di dati di precipitazione, con particolare riferimento all'uso delle stime derivate con la tecnica di spazializzazione IDW (*Inverse Distance Weighting*) e quelle offerte dal dataset di rianalisi ERA5-Land, nell'ambito del bacino idrografico del fiume Simeto (Sicilia Orientale).

Dal punto di vista metodologico i dati orari di precipitazione, misurati da 36 stazioni meteorologiche presenti nel bacino di interesse, sono stati aggregati alla scala mensile (periodo 2002-2019). Un sottoinsieme dei dati osservati (60%) è stato utilizzato per derivare, a livello di bacino idrografico, le stime spazialmente distribuite della precipitazione attraverso l'IDW. La restante parte dei dati (40%) è stata utilizzata per la validazione. Le stime da IDW sono state opportunamente corrette sulla base della relazione ottenuta con i dati osservati, per essere infine confrontate con i dati ERA5-Land.

Le precipitazioni stimate con IDW hanno mostrato una sovrastima del 9% rispetto ai dati osservati, con valori del coefficiente di determinazione ( $R^2$ ), dell'errore quadratico medio (RMSE) e dell'errore assoluto medio (MAE) pari a 0.85, 20.43 mm e 15 mm, rispettivamente. Infine, i dati ERA5 Land presentano una sottostima del 14%, in confronto con le stime IDW localmente corrette e valori di  $R^2$ , RMSE e MAE di 0.61, 28.47 mm e 18.76 mm, rispettivamente, mostrando maggiore accuratezza nei dati dei mesi primaverili/estivi.

I risultati dello studio confermano l'efficacia dell'utilizzo di fonti alternative di dati di precipitazioni, a scala di bacino idrografico, e suggeriscono la necessità di effettuare aggiustamenti sito-specifici per ridurre le incertezze legate alle condizioni microclimatiche.

### ***#P37 Behavioral aspects of participation in crop insurance programs***

Ilaria Russo<sup>\*</sup>, Fabio Gaetano Santeramo

*Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimenti, Risorse Naturali e Ingegneria (DAFNE), Università di Foggia*

<sup>\*</sup>Corresponding author: [ilaria\\_russo.570562@unifg.it](mailto:ilaria_russo.570562@unifg.it)

The agricultural yield is affected by a lot of risks, most of them are not controllable by humans. For this reason, the CAP has some tools and financial support to guarantee a stable and appropriate income to farmers, food safety and food security. One of them is the support for agricultural insurance. This tool didn't spread in Central and Southern Italy as much as in Northern Italy. In this work we investigated some variables that could affect the farmers' choices about agricultural insurance, with specific reference to the behavioral aspects (that is to say risk attitude, ambiguity attitude and temporal preferences), the number of risk management strategies used during the five years before the interview and the perception of farm risks, adverse weather conditions and climate changes. In most of our models, we did not find a correlation between behavioral variables and insurance choices or the number of risk management strategies used. However, the number of risk management strategies used is negatively correlated with the risk aversion. On the other hand, the perception of climate changes are both correlated with the insurance choices and the number of risk management strategies used. The number of risk management strategies used is also correlated with the number of perceived risks. Moreover, there is a positive correlation between insurance and the number of risk management strategies used.

## ***Aspetti comportamentali della partecipazione ai programmi di assicurazione agricola***

Il settore agricolo è caratterizzato da una molteplicità di rischi che inficiano sulla produzione finale. Per questo motivo, la PAC prevede una serie di strumenti e finanziamenti all'agricoltura per garantire un reddito stabile ed appropriato per gli agricoltori e la sicurezza alimentare sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo (*food safety & security*). Tra questi, è presente anche un sostegno per la stipula di assicurazioni agricole. Tale strumento non è stato accolto con particolare entusiasmo in Italia e si è diffuso prevalentemente al Nord Italia. Nel presente lavoro sono stati considerati alcuni aspetti che potrebbero influenzare le preferenze degli agricoltori del Centro-Sud circa la stipula di assicurazioni agricole agevolate. Particolare rilievo è stato dato ad alcune caratteristiche comportamentali degli imprenditori (quali attitudine al rischio, attitudine all'ambiguità e preferenze temporali), nonché al numero di strategie di gestione del rischio utilizzate nei cinque anni precedenti l'intervista, alla percezione dei rischi aziendali, delle avversità atmosferiche e dei cambiamenti climatici. Nella maggior parte dei modelli previsti nel presente lavoro, le variabili comportamentali non risultano correlate con le scelte relative l'assicurazione agricola né al numero di strategie di gestione del rischio, che risulta correlato negativamente solamente con l'avversione al rischio. Viceversa, la percezione dei cambiamenti climatici risulta correlata sia con l'assicurazione che con il numero di strategie di gestione del rischio, mentre quest'ultimo è correlato anche con il numero di rischi percepiti. Inoltre, c'è una correlazione positiva tra l'assicurazione e il numero di strategie di gestione del rischio.

### **#P38 Aetiology of emerging diseases of blueberry and investigation of germplasm as a base for sustainable management**

V. Guarnaccia<sup>1,2</sup>, I. Martino<sup>2</sup>, A. Garibaldi<sup>3</sup>, M. L. Gullino<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Department of Agricultural, Forest and Food Sciences (DISAFA), University of Torino

<sup>2</sup>Centre of Competence for Innovation in the Agro-Environmental Sector, AGROINNOVA, University of Torino

\*Corresponding author: [ilaria.martino@unito.it](mailto:ilaria.martino@unito.it)

The high commercial value and the health benefits have largely contributed to increased blueberry cultivation worldwide. In Italy, where the major production areas are in Piedmont, Veneto and Trentino Alto Adige regions, the adoption of new cultivars and modern agricultural practices resulted in a consistent improvement in berry production. Moreover, a transition occurred in berry fruit cultivation with a progressive intensification of the cultural systems. These aspects induced an increase in plant materials movement which contributed to the spread of emerging diseases. Several surveys were conducted in Piedmont in 2019–2020 to investigate the fungal pathogens affecting blueberry orchards causing stem blight and dieback. *Neofusicoccum parvum*, *Diaporthe rudis*, *Cadophora luteo-olivacea* and *Peroneutypa scoparia* were found in association with severe stem blight on the commercial cultivars 'Last Call', 'Blue Ribbon' and 'Top Shelf'. The species identification was achieved through molecular analyses of three different genomic loci: the nuclear ribosomal internal transcribed spacer (ITS), -tubulin (*tub2*) and translation elongation factor-1 (*tef1*). Moreover, pathogenicity tests on plants of the representative cultivar 'Duke' confirmed the virulence of the species found, with *Neofusicoccum parvum* as the most aggressive. Further studies are in process to investigate the susceptibility of several cultivars such as 'Last Call', 'Blue Ribbon', 'Top Shelf' and 'Cargo' to *N. parvum*. Identification of these pathogens through molecular diagnostic tools led to a deep insight of blueberry woody diseases. These genomic loci sequencing lay the basis to develop diagnostic protocols to be rapidly applied in nurseries or in orchards to monitor the presence of pathogens. Rapid detection of blueberry pathogens can be adopted to prevent the disease spread and the use of chemical treatments, thus promoting the expansion of the organic farming of blueberry and other berry fruit.

## ***Eziologia delle malattie emergenti del mirtillo e studi sul germaplasma come base per strategie di contenimento sostenibili***

L'elevato valore commerciale e i benefici sulla salute dell'uomo hanno ampiamente contribuito alla crescita della coltivazione del mirtillo in tutto il mondo. In Italia, dove la maggior produzione è concentrata in Piemonte, Veneto e Trentino-Alto Adige, l'impiego di nuove varietà e di pratiche agronomiche innovative ha portato ad un forte incremento nella produzione di mirtillo e altri piccoli frutti. Inoltre, si è verificata una progressiva intensificazione dei sistemi colturali utilizzati nella coltivazione dei piccoli frutti. Questi aspetti hanno contribuito alla diffusione di malattie emergenti. Diverse indagini sono state condotte nel 2019–2020 in Piemonte per identificare i patogeni fungini responsabili di gravi disseccamenti dei rami, e il collasso delle piante di mirtillo. *Neofusicoccum parvum*, *Diaporthe rudis*, *Cadophora luteo-olivacea* e *Peroneutypa scoparia* sono le specie individuate in associazione a piante sintomatiche di tre varietà commerciali: 'Last Call', 'Blue Ribbon' e 'Top Shelf'. L'identificazione di queste specie è stata effettuata tramite l'analisi di tre loci genomici: la regione "nuclear ribosomal internal transcribed spacer" (ITS) e i geni "-tubulina" (*tub2*) e "translation elongation factor-1" (*tef1*). Inoltre, i test condotti su piante della cultivar 'Duke' hanno confermato la patogenicità delle specie, individuando in *Neofusicoccum parvum* quella maggiormente aggressiva. Sono in corso ulteriori analisi per saggiare la suscettibilità alla specie *N. parvum* di ulteriori cultivar quali 'Last Call', 'Blue Ribbon', 'Top Shelf' e 'Cargo'. L'identificazione di questi patogeni attraverso tecniche di diagnostica molecolare ha portato ad una profonda comprensione delle malattie del legno su mirtillo. Inoltre, il sequenziamento dei loci genomici pone le basi per lo sviluppo di protocolli di diagnostica applicabili in modo rapido in vivaio o in frutteto. La diagnosi rapida dei patogeni permetterà di prevenire la diffusione di malattie e, quindi, la necessità di trattamenti chimici in campo promuovendo l'espansione dell'agricoltura biologica per il mirtillo e per gli altri piccoli frutti.

### #P39 *Paulownia fortunei x elongata* in Emilia-Romagna: plant productivity, timber characteristics and impact on carbon stocks

Irene Criscuoli<sup>1</sup>, Giovanni Mastrolonardo<sup>1</sup>, Riccardo Caselli<sup>1</sup>, Pasquale Murrone<sup>1</sup>, Michele Brunetti<sup>2</sup>, Giacomo Certini<sup>1</sup>, Giacomo Goli<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari Ambientali e Forestali (DAGRI), Università di Firenze

<sup>2</sup>Istituto per la Bioeconomia (IBE-CNR), Area della Ricerca di Firenze

\*Corresponding author: [irene.criscuoli@unifi.it](mailto:irene.criscuoli@unifi.it)

The *Paulownia* genus includes nine fast-growing species, several hybrids and clones that differ in growth potential, timber properties and habitat requirements. In Emilia-Romagna, a region in the North of Italy, *Paulownia* is grown on a surface of about 130 ha. The most common hybrid is *P. fortunei x elongata* and, more specifically, the clone BIO 125. There are no scientific publications or guidelines for cultivation about this clone and the project "*Paulownia: environmental and economic sustainability for a new forest system*" (PSR 2014-2020 Emilia-Romagna) aims to support local farmers by filling this knowledge gap. We selected six stands where *Paulownia* has been cultivated for 2-8 years. Plant growth and the presence of defects were evaluated on standing and felled trees in each plantation. Logs were converted by sawing and rotary cutting and the quality of the semi-finished products was evaluated. The relations between plantations productivity, timber quality and the agronomic practices and soil characteristics were verified in order to identify the best management practices and habitat for BIO125 clones. Finally, the carbon stocks of tree biomass, topsoil and subsoil were assessed in order to estimate the actual contribution of these forestry systems to climate change mitigation.

The results confirmed an excellent plant growth, until the third year after coppicing, and the absence of major defects on logs, sawn timber and rotary cut veneers. Plywood was light and resistant. Sawing yields, on the other hand, were affected by the presence of the exposed pith. Results also confirmed an excellent carbon storage capacity in the biomass and a good adaptability of *Paulownia* to the pedo-climatic conditions of Emilia-Romagna.

## ***Paulownia fortunei x elongata in Emilia-Romagna: produttività degli impianti, caratteristiche del legname e impatto sugli stock di carbonio***

Il genere *Paulownia* include 9 specie, numerosi ibridi e cloni a rapido accrescimento che si distinguono per potenziale di accrescimento, proprietà del legno e condizioni pedo-climatiche predilette.

In Emilia-Romagna la *Paulownia* è coltivata su circa 130 ha. L'ibrido più diffuso è *P. fortunei X elongata* e, più in particolare, il clone BIO 125, riguardo al quale non esistono pubblicazioni scientifiche o linee guida per la coltivazione. Il progetto "*Paulownia: sostenibilità ambientale ed economica per un nuovo sistema forestale*" (PSR 2014-2020 Emilia-Romagna) ha lo scopo di colmare questo vuoto conoscitivo per supportare gli imprenditori agricoli locali.

Sono state selezionate 6 aziende che coltivano *Paulownia* da 2-8 anni. Nei popolamenti è stato valutato l'accrescimento e la presenza di difetti su piante in piedi e topi abbattuti. I topi sono stati destinati alla segazione e alla sfogliatura e si è proceduto ad una valutazione qualitativa dei semilavorati. La produttività delle piantagioni e la qualità del legname sono state messe in relazione con le pratiche agronomiche impiegate e con le caratteristiche pedologiche, al fine di identificare quelle migliori. Si sono infine valutati gli stock di carbonio della biomassa arborea e del suolo superficiale e profondo per valutare l'effettivo contributo di questi sistemi arboricoli alla mitigazione dei cambiamenti climatici.

I risultati confermano un ottimo accrescimento delle piante fino al terzo anno dal taglio tecnico e una sostanziale assenza di difetti su topi, segati e sfogliati. I pannelli di compensato risultano leggeri e resistenti. Le rese di segazione invece sono inficiate dalla presenza del midollo esposto. Si conferma anche un'ottima capacità di stoccaggio di C nella biomassa e una buona adattabilità alle condizioni pedo-climatiche emiliano-romagnole.

***#P40 Developing ecofriendly solutions to protect tomato plants from grey mold disease by targeted modifications of the natural lipopeptaibol Trichogin GA IV from Trichoderma longibrachiatum***

Simone Luti<sup>1</sup>, Laura Gabbatore<sup>2</sup>, Marta De Zotti<sup>2</sup>, Silvio Tundo<sup>3</sup>, Bruno Mezzetti<sup>4</sup>, Francesco Favaron<sup>3</sup>, Luca Sella<sup>3</sup>, Ivan Baccelli<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Institute for Sustainable Plant Protection, National Research Council

<sup>2</sup>Department of Chemistry, University of Padova

<sup>3</sup>Department of Land, Environment, Agriculture and Forestry, University of Padova

<sup>4</sup>Department of Agricultural, Food and Environmental Sciences, Università Politecnica delle Marche

\*Corresponding author: [ivan.baccelli@ipsp.cnr.it](mailto:ivan.baccelli@ipsp.cnr.it)

Grey mold disease caused by the necrotrophic fungus *Botrytis cinerea* affects hundreds of plant species. On tomatoes, grey mold undoubtedly represents one of the most economically important problems worldwide since the fungus can infect both leaves and fruits. In the attempt to develop novel ecofriendly solutions to conventional fungicides, we performed, by chemical synthesis, targeted amino acid modifications (substitutions and deletions) to the natural 11-mer lipopeptaibol trichogin GA IV originally produced by the biocontrol fungus *Trichoderma longibrachiatum*. The results show that trichogin-derived peptides can be successfully modified to acquire water-solubility and antimicrobial activity against plant pathogens, with various effectiveness (De Zotti et al., *Int. J. Mol. Sci.* 2020, 21, 7521). With this study, we characterized both efficacy against *B. cinerea* and mode of action of six trichogin-derived peptides on two tomato cultivars, Micro-Tom and Marmande. Our results highlight that some water-dissolved peptides at 50 µM, especially Pep 4, in which two glycine residues are replaced with lysine, can exert a strong preventive efficacy in containing the disease up to 2-4 days after the treatment. Pep 4 was able to effectively protect detached and drop-inoculated leaves as well as spray-infected whole tomato plantlets. No curative efficacy was detected when leaves were treated 24 h after pathogen inoculation with any of the peptides tested (4, 4r and k9). Our results suggest that trichogin-derived peptides can protect leaves only when a close contact with conidia occurs on the leaf surface, thereby exerting antimicrobial activity. However, Pep 4 was able to induce reactive oxygen species production on both tomato and *Arabidopsis* leaves, opening the way to the possibility that this peculiar peptide can stimulate plant defenses and induce resistance. Further studies will help clarify its mode of action.

This research is funded by the Italian Ministry for University and Research, PRIN 20173LBZM2.

### ***Sviluppo di soluzioni ecosostenibili per la protezione del pomodoro dalla malattia della muffa grigia mediante modifiche mirate del lipopeptidolo naturale Tricogina GA IV di *Trichoderma longibrachiatum****

La malattia della muffa grigia causata dal fungo necrotrofo *Botrytis cinerea* colpisce centinaia di specie vegetali. Sul pomodoro rappresenta senza dubbio uno dei problemi economicamente più rilevanti a livello mondiale in quanto interessa sia le foglie che i frutti. Nel tentativo di sviluppare nuove soluzioni ecosostenibili ai fungicidi convenzionali abbiamo eseguito, mediante sintesi chimica, modifiche amminoacidiche (sostituzioni e delezioni) al corto lipopeptidolo naturale tricogina GA IV (11 residui) originariamente prodotto dal fungo di biocontrollo *Trichoderma longibrachiatum*. I risultati mostrano che i peptidi derivati dalla tricogina possono essere modificati con successo per acquisire idrosolubilità e attività antimicrobica, con varia efficacia, contro i patogeni delle piante (De Zotti et al., Int. J. Mol. Sci. 2020, 21, 7521). Con questo studio abbiamo caratterizzato sia l'efficacia contro *B. cinerea* che la modalità di azione di sei peptidi derivati dalla tricogina su due cultivar di pomodoro, Micro-Tom e Marmande. I nostri risultati evidenziano che alcuni peptidi disciolti in acqua (50 µM), soprattutto Pep 4, nel quale due residui di glicina sono sostituiti con lisina, possono essere molto efficaci nel prevenire la malattia fino a 2-4 giorni dopo il trattamento. Pep 4 era in grado di proteggere efficacemente sia foglie staccate che piantine di pomodoro intere. Nessuna efficacia curativa è stata invece rilevata quando il trattamento veniva effettuato 24 ore dopo l'infezione, con nessuno dei peptidi testati (4, 4r e kg). I nostri risultati suggeriscono che questi peptidi riescono a proteggere le foglie solo quando si trovano in stretto contatto con i conidi sulla superficie fogliare, potendo così esercitare attività antimicrobica. Pep 4 riesce però a indurre la produzione di specie reattive dell'ossigeno su foglie di pomodoro e *Arabidopsis*, lasciando quindi ipotizzare una capacità di indurre resistenza. Ulteriori studi chiariranno la sua modalità di azione.

Ricerca finanziata dal Ministero dell'Università e della Ricerca, PRIN 20173LBZM2.

## **#P41 Life Cycle Assessment of alternative water managements for rice cultivation**

Michele Zoli<sup>1</sup>, Livia Paleari, Roberto Confalonieri, Jacopo Bacenetti

<sup>1</sup>*Dipartimento di Scienze e Politiche Ambientali, Università degli studi di Milano.*

\*Corresponding author: [jacopo.bacenetti@unimi.it](mailto:jacopo.bacenetti@unimi.it)

Italian rice production is one of the most important Italian agri-food sectors. However, cultivation of rice is one of the cultivation systems with the highest environmental impact, due to the flooding cultivation. This condition involves the degradation of organic matter in anaerobic conditions and the emission of methane that is responsible for about 40-55% of the total impact in terms of climate change.

The aim of this study, that is included in BESTsomeRICE project – Development of a flooding management protocol to reduce greenhouse gas emissions in paddy fields, is to demonstrate how an alternative flooding management, characterized by an additional aeration period, can reduce methane emission and carbon footprint of Italian rice production for a greater environmental sustainability. To this purpose, a Life Cycle Assessment methodology was applied with a from cradle-to-farm gate perspective. The environmental impact of the production of two rice varieties (Carnaroli and Caravaggio) grown in 3 farms in Lomellina was analyzed. In detail, the environmental profile of two different water management systems were compared (traditional and alternative). The environmental profile was analysed in terms of 12 different impact categories: climate change (CC), ozone depletion (OD), particulate matter (PM), human toxicity – non cancer effects (HT-noc), human toxicity – cancer effects (HT-c), photochemical ozone formation (POF), terrestrial acidification (TA), terrestrial eutrophication (TE), freshwater eutrophication (FE), marine eutrophication (ME), freshwater ecotoxicity (FEx), and mineral and fossil resource depletion (MFRD).

Alternative flooding management decreases emissions of CH<sub>4</sub> in all scenarios evaluated (from 15% to 52%), resulting in a reduction in Climate Change of paddy production (from 12% to 32%). Furthermore, the alternative water management does not negatively affect grain production in terms of quantity and quality.

## ***Analisi del ciclo di vita di differenti gestioni della sommersione in risicoltura***

La risicoltura italiana rappresenta uno dei settori agroalimentari italiani d'eccellenza. Tuttavia, il sistema risicolo è uno dei sistemi di coltivazione a maggiore impatto ambientale, a causa della coltivazione in sommersione che lo contraddistingue. Questa condizione, con la conseguente degradazione della sostanza organica in anaerobiosi, comporta l'emissione di quantità notevoli di metano, responsabili di circa il 40-55% dell'impatto totale in termini di riscaldamento globale.

Questo studio, inserito nel progetto "BESTsomRICE - Messa a punto di un protocollo di gestione della sommersione in risaia per la riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra" ha lo scopo di dimostrare come una gestione irrigua alternativa, caratterizzata dall'aggiunta di un'asciutta, possa ridurre le emissioni di metano e, quindi, l'impronta di carbonio della produzione del riso italiano, al fine di garantire una maggiore sostenibilità ambientale. È stata applicata la metodologia *Life Cycle Assessment*, con un approccio *from cradle to-farm-gate*, per la valutazione dell'impatto ambientale della produzione di due varietà di riso (Carnaroli e Caravaggio) in tre diverse aziende della Lomellina, coltivate applicando sia la gestione idrica tradizionale, sia quella alternativa. Il profilo ambientale delle produzioni è stato analizzato considerando 12 categorie di impatto differenti: impronta di carbonio (CC), assottigliamento strato di ozono (OD), tossicità umana – effetti non cancerogeni (HT-noc), tossicità umana – effetti cancerogeni (HT-c), formazione di particolato (PM), formazione di smog (POF), acidificazione (A), eutrofizzazione terrestre (TE), eutrofizzazione acque dolci (FE), eutrofizzazione marina (ME), ecotossicità delle acque dolci (FEx), consumo di risorse abiotiche (MFRD).

L'analisi mostra che la gestione alternativa proposta riduce le emissioni di metano in tutti i casi analizzati (dal 15% al 52%) determinando una riduzione dell'impronta di carbonio della produzione di risone che varia dal 12% al 32%. Il sistema proposto non ha influenzato quantitativamente e qualitativamente la produzione, riducendo, in 2 casi su 4, anche tutti gli altri impatti ambientali valutati.

## ***#P42 Using Unmanned Ground Vehicles in Agriculture: State of the art***

Johnny Waked<sup>1,2</sup>, Giuseppe Todde<sup>1</sup>, Gabriele Sara<sup>1</sup>, Marco Polese<sup>1</sup>, Filippo Gambella<sup>1</sup>, Georges Hassoun<sup>2</sup>, Antonio Pazzona<sup>1</sup>, Maria Caria<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Agricultural Sciences, University of Sassari.

<sup>2</sup>Faculty of Agronomy, Department of Environment and Natural Resources, Lebanese University.

\*Corresponding author: [jwaked@uniss.it](mailto:jwaked@uniss.it)

Lately, together the academic community and the industry are showing a growing interest in robotics especially in the agriculture sector where Smart Farming with Precision agriculture aims to convert the outdated techniques to groundbreaking resolutions grounded on Information Communication Technologies (ICT). Particularly, Unmanned Ground Vehicles (UGVs), as well as precision agriculture technologies, aim to improve the quality and production growth, the reduction in cost by decreasing the farm inputs, the diminution in workforce efforts and limiting human exposure to agricultural chemicals. The toughness of autonomous robots is deemed to be of greatest importance from current research activities towards prototypes. UGVs are remote controlled and/or autonomous vehicles that may be equipped with sensors, robotic arms, and other specific tools, with partial or no human involvement for agricultural practices. The main farming tasks in which the UGVs are involved, are related to monitoring activities (microclimatic conditions, phytosanitary control, crop growth, etc.), and automating on-field operations (soil preparation, agrochemical distribution, weed control, harvesting, etc.). To improve the body of knowledge about the use of UGVs in agricultural studies, a specific analysis on the interest of the academic community was undertaken by scouting the main scientific databases in the last five years. Considering the world distribution of the results, the three top countries involved were found to be the United States, Italy, and India. Among the several keywords tested, the "unmanned ground vehicle and agriculture" were the terms that have obtained the highest number of publications, with a total of 88 published studies, showing a growth rate that doubled in the time frame considered. The analysis carried out showed an increasing interest in the application of UGVs technologies as novel equipment to support farm and agricultural activities.

## ***Impiego di "Unmanned Ground Vehicles" in agricoltura: stato dell'arte***

Negli ultimi anni, la comunità scientifica sta mostrando un crescente interesse per la robotica soprattutto nel settore agricolo, dove le aziende smart, attraverso l'applicazione delle tecniche dell'agricoltura di precisione, mirano a convertire sistemi e attività obsolete in soluzioni innovative basate sull' "Information Communication Technologies" (ICT). In particolare, gli "Unmanned Ground Vehicles" (UGVs) così come le tecnologie innovative legate all'agricoltura di Precisione, puntano a migliorare la qualità e lo sviluppo delle produzioni, ad abbattere i costi grazie alla riduzione degli input aziendali, a limitare la forza lavoro degli operatori agricoli e la loro esposizione ad eventuali prodotti chimici utilizzati in campo. Gli UGVs sono veicoli radiocomandati e/o autonomi dotati di sensori, bracci robotici e altri specifici dispositivi, che non prevedono o prevedono parzialmente un coinvolgimento dell'operatore durante il loro utilizzo nelle pratiche agricole. Principalmente, le attività agricole in cui gli UGVs vengono coinvolti, riguardano il monitoraggio (condizioni microclimatiche, controllo fitosanitario, accrescimento colturale, ecc.) e l'automatizzazione di alcune operazioni di campo (preparazione del suolo, distribuzione di prodotti chimici, controllo dell'inerbimento, raccolta, ecc.). Per approfondire le conoscenze su come gli UGVs siano stati impiegati nei recenti studi in campo agricolo, è stata effettuata una specifica analisi delle principali banche dati scientifiche nell'arco degli ultimi cinque anni. Considerando la distribuzione mondiale, i risultati dello studio hanno evidenziato che i tre principali paesi interessati all'utilizzo degli UGV in agricoltura risultano essere Stati Uniti, Italia e India. Tra le diverse parole chiave testate, "unmanned ground vehicle and agriculture" è quella che ha mostrato il maggior numero di pubblicazioni, con un totale di 88 studi pubblicati. Inoltre, i risultati hanno attestato che il livello di interesse inerente gli studi sugli UGVs in campo agricolo è raddoppiato nel periodo di tempo considerato. L'analisi svolta ha, quindi, sottolineato un crescente interesse per l'applicazione di sistemi a guida autonoma a supporto delle attività agricole.

### ***#P43 Morphological characterization and composition of essential oils of Pompia selection, a citrus typical of Sardinia***

Leonarda Dessena<sup>1</sup>, Silvia Medda<sup>1</sup>, Chiara Mele<sup>1</sup>, Marianna Usai<sup>2</sup>, Maurizio Mulas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Dipartimento di Agraria dell'Università di Sassari.*

<sup>2</sup>*Dipartimento di Chimica e Farmacia dell'Università di Sassari.*

\*Corresponding author: [alladessena@yahoo.it](mailto:alladessena@yahoo.it)

Pompia is a citrus fruit belonging to the Rutaceae family, widespread almost exclusively in Central-Eastern Sardinia. The origins are not yet completely clear, but it seems that it comes from a hybridization of cedar, lemon and bitter orange. In Sardinia it is mainly used in the confectionery industry for the production of typical sweets and for the production of pompia liqueur. In this work we wanted to deepen the knowledge related to this species by analyzing and characterizing a selection grown in the Biodiversity center located in Surigheddu (SS). Using the pomological data sheets for citrus germplasm, it was possible to catalog the fruits of this selection, which was named 'Surigheddu'. The following parameters were used for the classification: skin color, shape of the fruit, weight of the fruit, diameter and height of the fruit, thickness of the skin and of the albedo, presence or absence of roughness in the epicarp, the shape of the base and apex of the fruit, the number of seeds, and number of segments. For each replication, the juice yield (%), the content of Total Soluble Solids ("Brix) and the total acidity (%) were determined. In addition, the essential oil of leaves and berries was extracted by hydro-distillation, subsequently, gas chromatographic analysis coupled with mass spectrometry made it possible to trace the composition of the same. The morphological analysis of the fruits showed the presence on the plants of large fruits characterized by sometimes wrinkled and sometimes smooth epicarp, the high acidity of the juice was confirmed. The results showed that the essential oil of the leaves contains a high percentage of geranial (27%), neral (15%) and limonene (12%). While the essential oil of flavedo was made up of 90% limonene.

### ***Caratterizzazione morfologica e composizione degli oli essenziali di una selezione di Pompia, agrume tipico della Sardegna***

La Pompia è un agrume appartenente alla famiglia delle Rutaceae, diffuso quasi esclusivamente nella parte Centro-Orientale della Sardegna. Le origini non sono ancora del tutto chiare ma pare che provenga da ibridazione tra cedro, limone e arancio amaro. In Sardegna viene utilizzata principalmente nell'industria dolciaria per la produzione di dolci tipici e per la produzione del liquore di pompia. In questo lavoro abbiamo voluto approfondire le conoscenze relative a tale specie analizzando e caratterizzando una selezione coltivata nel centro di Biodiversità sito a Surigheddu (SS). Utilizzando le schede pomologiche per il germoplasma degli agrumi, è stato possibile catalogare i frutti di questa selezione a cui è stato assegnato il nome 'Surigheddu'. I parametri utilizzati per la classificazione sono stati: il colore della buccia, la forma del frutto, il peso del frutto, il diametro e l'altezza del frutto, lo spessore della buccia e dell'albedo, la presenza o assenza di rugosità nell'epicarpo, la forma della base e dell'apice del frutto, il numero di semi, il numero di segmenti. Per ogni replicazione è stata determinata la resa in succo (%), il contenuto di Solidi Solubili Totali (°Brix) e l'acidità totale (%).

Inoltre mediante idro-distillazione è stato estratto l'olio essenziale di foglie e bacche, successivamente, l'analisi gas cromatografica accoppiata alla spettrometria di massa ha permesso di risalire alla composizione dello stesso.

Le analisi morfologiche dei frutti hanno evidenziato la presenza sulle piante di frutti di notevoli dimensioni caratterizzati da epicarpo talvolta rugoso e talvolta liscio, è stata confermata l'elevata acidità del succo. Dai risultati è emerso che l'olio essenziale delle foglie contiene un'elevata percentuale in geraniale (27 %), nerale (15%) e limonene (12%). Mentre l'olio essenziale del flavedo era costituito per il 90% da limonene.

### **#P44 PAL enzymatic activity (phenylalanine ammonium lyase) in pigmented and white myrtle (*Myrtus communis* L.) cultivars**

Silvia Medda, Leonarda Dessena<sup>\*</sup>, Maurizio Mulas

<sup>†</sup>*Dipartimento di Agraria dell'Università di Sassari.*

<sup>\*</sup>Corresponding author: [lalladessena@yahoo.it](mailto:lalladessena@yahoo.it)

The myrtle (*Myrtus communis* L.) is a spontaneous aromatic shrub, belonging to the Myrtaceae family. Since ancient times, the plant has been used for medical purposes. Due to the high quantity of essential oils in the vegetative organs, the myrtle is used in pharmaceutical, cosmetic, and food fields.

Numerous studies show the high antioxidant activity of myrtle berries and leaves and its derived products. Phenolic compounds, as flavonoids and tannins, are the main responsible of this property.

Most phenols compounds originate from the phenylalanine produced by the biosynthetic pathway of shikimic acid. The enzyme phenylalanine ammonia lyase (PAL) catalyzes condensation of a molecule of L-phenylalanine and four molecules of coenzyme-A with the formation of a trans-cinnamic acid and ammonium ion. The conversion of trans-cinnamic acid into flavonoids, such as anthocyanins, requires other reactions catalyzed by specific enzymes.

In several fruit species, the accumulation of anthocyanins and other flavonoids correlated with PAL activity, through the support of cinnamic acid.

The aim of this work was to study the activity of PAL in berry and leaves as related to the changes in the amounts of total polyphenols, anthocyanins, flavonoids, and tannins from flowering to berry maturation in two model cultivars of myrtle selected in Sardinia: One with pigmented berries and one with unpigmented berries.

PAL activity was quite constant in leaves and variable in berries, greater in berries of pigmented cultivar "Giovanna" and increasing from berry color-break to full ripening. In berries, a positive correlation between PAL and flavonoids ( $r = 0.44$ ), and between PAL and anthocyanins ( $r = 0.69$ ), as well as a negative correlation between PAL and total polyphenols ( $r = -0.471$ ), were found. Our results show that activity of the PAL enzyme in myrtle berries is associated with accumulation of flavonoids and anthocyanins, suggesting that PAL is a limiting-enzyme in flavonoids biosynthesis.

### **Attività della PAL (fenilalanina ammonio-liasi) in cultivar di mirto (*Myrtus communis* L.) a frutto bianco e pigmentato**

Il mirto (*Myrtus communis*) è un arbusto sempreverde appartenente alla famiglia delle Mirtaceae, tipico della macchia mediterranea ed utilizzato fin dall'antichità per scopi culinari e medicinali. L'elevata quantità di oli essenziali presenti nelle piante fa sì che tale specie venga utilizzata in diversi settori quali quello farmaceutico, cosmetico e alimentare. Numerosi studi confermano l'elevata attività antiossidante delle bacche e delle foglie e dei prodotti che da esse derivano. Tale attività antiossidante è attribuita principalmente alla presenza di polifenoli, in particolare ai flavonoidi e agli acidi fenolici. I polifenoli sono sintetizzati a partire dalla fenilalanina prodotta dalla via biosintetica dell'acido shikimico, attraverso la condensazione tra una molecola di fenilalanina e 4 molecole di coenzima-A, dopo reazione di deaminazione, catalizzata dall'enzima fenilalanina ammonio liasi (PAL) con conseguente formazione di acido transcinnamico e ione ammonio. In diverse piante la biosintesi/accumulo di antociani e altri flavonoidi è correlata con l'attività/espressione della PAL. Lo scopo di questo lavoro era studiare l'attività della PAL nelle bacche e nelle foglie in relazione ai cambiamenti nelle quantità di polifenoli totali, antociani, flavonoidi e tannini dalla fioritura alla maturazione delle bacche in due varietà di mirto originarie della Sardegna, una a bacca pigmentata e una a bacca bianca, coltivate in un campo sperimentale dell'Università di Sassari.

L'attività della PAL è risultata costante nelle foglie e variabile nelle bacche, maggiore nelle bacche della varietà pigmentata "Giovanna" con un incremento dall'invasatura della bacca alla piena maturazione. Nelle bacche è stata trovata una correlazione positiva tra PAL e flavonoidi ( $r = 0,44$ ) e tra PAL e antociani ( $r = 0,69$ ), nonché una correlazione negativa tra PAL e polifenoli totali ( $r = -0,471$ ). I nostri risultati mostrano che l'attività dell'enzima PAL nelle bacche di mirto è associata all'accumulo di flavonoidi e antociani, suggerendo che PAL è un enzima limitante nella biosintesi dei flavonoidi.

### ***#P45 Evaluation of yields and environmental impacts mitigation potentials of digestate on black cabbage***

Leonardo Verdi, Ada Baldi, Roberto Vivoli, Anna Dalla Marta, Simone Orlandini

*Department of Agriculture, Food, Environment and Forestry (DAGRI), University of Florence.*

\*Corresponding author: [leonardo.verdi@unifi.it](mailto:leonardo.verdi@unifi.it)

This study aims to assess yields and environmental impacts mitigation potentials of different fertilization strategies on a black cabbage cultivation. Yields, direct greenhouse gases (GHGs) emissions from soil (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O) and emissions during the production process of different organic (liquid fraction of digestate from pig slurries) and chemical fertilizers were assessed. GHGs emissions were monitored through a portable gas analyser (XCGM400) with a static chambers system. Emissions during the production process and total environmental impact (GHGs + production process emissions) were calculated using the carbon footprint methodology. Results showed comparable yields between digestate and chemical fertilizers (≈ 170 q/ha). From the analysis of direct soil GHGs emissions emerged as chemical fertilizers ensures lower impacts than those obtained with digestate (≈ 50% less). However, the analysis of total environmental impacts highlighted a relevant impact of chemical fertilizers during the production process (from 0.2 to 1.2 kg CO<sub>2</sub>eq / kg fertilizer). On the contrary, digestate is a by-product of a renewable energy source and is assumed to have a neutral environmental impact during the production process. Despite higher direct GHGs from the soil, the use of digestate represents an efficient strategy to reduce the environmental impacts of black cabbage production while maintaining high yields.

### ***Valutazione delle potenzialità produttive e di mitigazione degli impatti ambientali del digestato su una coltivazione di cavolo nero***

Scopo di questo lavoro è stata la valutazione delle potenzialità produttive e gli impatti ambientali di differenti strategie di fertilizzazione del cavolo nero. Sono state confrontate le produzioni ottenibili, le emissioni dirette di gas effetto serra (GHGs) dal suolo (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O) e le emissioni durante la fase produttiva di differenti tipologie di fertilizzanti organici (frazione liquida del digestato da reflui suini) e di sintesi. Il monitoraggio delle emissioni di GHGs dal suolo è stato svolto utilizzando un analizzatore portatile di gas (XCGM400) abbinato ad un sistema di camere statiche. Le emissioni in fase di produzione dei fertilizzanti e l'impatto ambientale totale (emissioni GHGs + emissioni in fase di produzione) sono state calcolate con il metodo della carbon footprint. I risultati mostrano interessanti potenzialità produttive del digestato con rese confrontabili a quelle ottenute attraverso l'impiego dei fertilizzanti di sintesi (≈ 170 q/ha). L'analisi delle emissioni dirette di GHGs dal suolo ha invece evidenziato che l'impiego dei fertilizzanti di sintesi determini un impatto ambientale significativamente inferiore rispetto al digestato (≈ 50%). Tuttavia, l'analisi degli impatti ambientali totali ha mostrato un impatto rilevante in fase di produzione dei fertilizzanti di sintesi che ne riduce notevolmente le performance ambientali (0.2 – 1.2 kg CO<sub>2</sub>eq / kg fertilizzante). Al contrario, il digestato rappresenta un sottoprodotto di una fonte di energia rinnovabile, il biogas, per cui si assume avere un impatto ambientale neutro per quando riguarda la fase di produzione. I risultati di questo studio evidenziano come, a fronte di maggiori emissioni dirette di GHGs dal suolo, l'impiego del digestato assicuri un minor impatto ambientale del ciclo produttivo del cavolo nero (≈ 30%) rispetto all'utilizzo di fertilizzanti di sintesi, mantenendo le rese elevate.

***#P46 Sustainability of biodiesel production from *Ricinus communis* cultivated on marginal lands and soils contaminated by PTEs***

Linda Carrino\*, Donato Visconti, Nunzio Fiorentino, Massimo Fagnano

Dipartimento di Agraria, Università di Napoli Federico II.

\*Corresponding author: [linda.carrino@unina.it](mailto:linda.carrino@unina.it)

Soil degradation can be considered one of the major global environmental concerns. Moreover, the cultivation of new land as biodiesel feedstock rather than food supply leads to the loss of arable lands. Establishing bioenergy crops with phytoremediation ability on contaminated soils offers multiple benefits such as improving soil properties and ecosystem services, decreasing soil erosion, and reducing the sanitary and environmental risks by diminishing the dispersion of potentially toxic elements (PTEs) into the environment. Castor bean can grow on marginal lands not suitable for food crops, has multiple uses as raw material, and is already used in biodiesel production. It can stock metal pollutants in roots more than in the above-ground part, making it well suitable for phytoremediation, being perennial, unpalatable, high biomass producer. These characteristics make it perfect for sustainable biodiesel production. With this in mind, we are cultivating *Ricinus communis* in a field previously used as a shooting range, highly contaminated by Pb. Besides, we are testing the most suitable genotypes for cultivation on the degraded areas, and the techniques to increase production and remediation capacity (eg. biochar application, biostimulation), with the intent to produce biofuels from castor bean seeds without causing indirect land-use change (iLUC). Linking biofuel production with environmental remediation can be considered a win-win strategy.

## ***Sostenibilità della produzione di biodiesel da *Ricinus communis* coltivato su terreni marginali e suoli contaminati da PTE***

La degradazione del suolo può essere considerata una delle principali preoccupazioni ambientali globali. Inoltre, la coltivazione di nuove terre per la produzione di biodiesel piuttosto che come approvvigionamento alimentare porta alla perdita di terreni coltivabili per le tradizionali colture alimentari determinando una minaccia per la sicurezza alimentare globale. Coltivare specie bioenergetiche con capacità di fitorisanamento su terreni contaminati oltre a non interferire con le superfici destinate alla produzione di alimenti offre molteplici benefici, come il miglioramento delle proprietà del suolo e la salvaguardia dei servizi ecosistemici, la diminuzione dell'erosione del suolo e la riduzione dei rischi sanitari e ambientali dovuti alla ridotta dispersione di elementi potenzialmente tossici (PTE) nell'ambiente. Il ricino può crescere su terreni marginali non adatti alle colture alimentari, ha molteplici usi come materia prima ed è già utilizzato nella produzione di biodiesel. Può accumulare elementi potenzialmente tossici nelle radici più che nella parte aerea, è perenne, non appetibile, e grande produttore di biomassa. Queste caratteristiche lo rendono perfetto per il fitorisanamento e per una produzione sostenibile di biodiesel. Per queste motivazioni, è stato allestito un campo sperimentale di *Ricinus communis* in un'area precedentemente utilizzata come poligono di tiro, e ad oggi altamente contaminata da Pb. Inoltre, stiamo testando i genotipi più adatti per la coltivazione nelle aree degradate e le tecniche di fertilizzazione (ad esempio applicazione biochar, biostimolazione), con l'intento di produrre biocarburanti dal ricino senza causare cambiamenti indiretti nell'uso del suolo (iLUC). Collegare la produzione di biocarburanti con il risanamento ambientale può essere considerato una strategia vantaggiosa per tutti.

## **#P47 NPBTs for sustainable viticulture management to biotic and abiotic stress**

Loredana Moffa<sup>1,2</sup>, Gaetano Giudice<sup>1,3</sup>, Giorgio Gambino<sup>4</sup>, Irene Perrone<sup>4</sup>, Chiara Pagliarani<sup>4</sup>, Riccardo Velasco<sup>1</sup>, Walter Chitarra<sup>1,4</sup>, Luca Nerva<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Research Centre for Viticulture and Enology, Council for Agricultural Research and Economics (CREA-VE).

<sup>2</sup>University of Udine, Department of Agricultural, Food, Environmental and Animal Sciences (Di4A).

<sup>3</sup>University of Milano, Department of Agricultural and Environmental Sciences - Production, Landscape, Agroenergy (DiSAA).

<sup>4</sup>Institute for Sustainable Plant Protection, National Research Council (IPSP-CNR).

\*Corresponding author: [loredana.moffa@crea.gov.it](mailto:loredana.moffa@crea.gov.it)

New plant breeding techniques (NPBTs) aim to overcome traditional breeding limits for plant improvement to biotic and abiotic stresses satisfying the European Policies requirements that promote chemical input reduction and a more sustainable agriculture.

We decided to apply genome editing (via CRISPR/Cas9) focusing on susceptibility genes to control powdery mildew: we chosen to knock-out two genes belonging to MLO (Mildew Locus O) family: VvMLO7 and VvMLO6. The same approach was used to cope with abiotic stresses, in specific drought, performing a knock-out of four genes, two belonging to GST (Glutathione S-Transferase) and two to PME (Pectin Methyl Esterase) gene families.

In parallel to genome editing, we also applied cisgenesis to move the resistance locus RPV3-1 (Resistance to Plasmopara viticola) into economically important cultivars. This locus is formed by two different genes that were inserted individually and in combination to evaluate their effects.

One of the drawbacks linked to classical *Agrobacterium tumefaciens* mediated transformation is the insertion of unrelated transgene (e.g., antibiotic resistance). These markers are required for transgenic plants selection, but undesirable to be retained in commercial plants due to possible toxicity or allergenicity to humans and animals, in addition to their potential hazards for the environment. To overcome these limits, we exploit an inducible excision system based on a Cre-lox recombinase technology controlled by a heat-shock inducible promoter that will be activated once the transformation event(s) will be confirmed. Embryogenic calli of Chardonnay, Glera, Microvine, Pinot Noir, Sangiovese, were used in stable transformation with *A. tumefaciens* carrying the genome editing construct with the MLO-guideRNAs and the cisgenic construct carrying the two RPV3-1 genes. Embryogenic calli of rootstocks 110 Richter and SO4 were transformed with genome editing construct carrying GST and PME guideRNAs in two independent transformations. Regenerated embryos from all the transformation events are now under evaluation.

## ***NPBTs per una viticoltura sostenibile contro gli stress biotici ed abiotici***

Le nuove tecnologie di breeding (NPBTs) hanno lo scopo di superare i limiti che il breeding tradizionale porta nel miglioramento genetico.

Per questo motivo abbiamo deciso di sfruttare il genome editing per ottenere varietà di vite resistenti ad oidio agendo su due geni appartenenti alla famiglia degli MLO (Mildew Locus O): VvMLO7 and VvMLO6. Lo stesso approccio è stato utilizzato per il controllo degli stress abiotici, ed in particolare quello idrico, effettuando il knock-out di quattro geni, due appartenenti alla famiglia GST (Glutathione S-Transferase) e due alla famiglia PME (Pectin Methyl Esterase). Uno dei maggiori limiti collegati alla trasformazione mediata da *Agrobacterium tumefaciens* è l'inserimento di geni marker che sono transgeni (per esempio geni di resistenza agli antibiotici). Al fine di superare questi limiti, abbiamo sviluppato un sistema di escissione basato sulla ricombinasi Cre-lox controllata da un promotore inducibile da calore che potrà essere attivato al momento della conferma degli eventi di trasformazione.

In contemporanea al genome editing, abbiamo sfruttato la cisgenesi per inserire il locus di resistenza a peronospora RPV3-1 (Resistance to Plasmopara viticola) in diversi genotipi. Questo locus è caratterizzato da due diversi geni che sono stati inseriti singolarmente o in combinazione al fine di valutarne gli effetti.

Calli embriogenici di Chardonnay, Glera, Microvine, Pinot Noir, Sangiovese sono stati utilizzati nelle trasformazioni stabili mediate da *A. tumefaciens* contenente il costrutto del genome editing e il costrutto della cisgenesi. Calli embriogenici dei portainnesti 110 Richter e SO4 sono stati trasformati con lo stesso costrutto del genome editing con le guide dei geni GST e PME in due trasformazioni indipendenti. Gli embrioni rigenerati attualmente sono in fase di valutazione.

### **#P48 The hidden world within plants: metatranscriptomics unveils the complexity of wood microbiomes in grapevine**

L. Nerva<sup>1,2\*</sup>, J. F. Garcia<sup>3</sup>, F. Favaretto<sup>1,4</sup>, G. Giudice<sup>1,5</sup>, L. Moffa<sup>1,6</sup>, M. Sandrini<sup>1,6</sup>, D. Cantu<sup>3</sup>, A. Zanzotto<sup>1</sup>, M. Gardiman<sup>1</sup>, R. Velasco<sup>1</sup>, G. Gambino<sup>2</sup> & W. Chitarra<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Council for Agricultural Research and Economics – Research Centre for Viticulture and Enology.

<sup>2</sup>Institute for Sustainable Plant Protection, CNR.

<sup>3</sup>Department of Viticulture and Enology, University of California, Davis.

<sup>4</sup>University of Padova, Department of Agronomy Animals Food Natural Resources and Environment (DAFNAE).

<sup>5</sup>University of Milano, Department of Agricultural and Environmental Sciences - Production, Landscape, Agroenergy (DiSAA).

<sup>6</sup>University of Udine, Department of Agricultural, Food, Environmental and Animal Sciences.

\*Corresponding author: [luca.nerva@crea.gov.it](mailto:luca.nerva@crea.gov.it)

The importance of plants as complex entities influenced by genomes of the associated microorganisms is now seen as a new source of variability for a more sustainable agriculture. In this light, plants are no more seen as single organisms living alone in the environment, but as a complex association of organisms, in which the microbial ones are able to completely reshape the genomic potential of the host plant. For this reason, we investigated through metatranscriptomics whether the taxa profile and the behaviour of microbial communities associated with the wood of 20 years-old grapevine plants are influenced by the health status of the host. Our results demonstrated that such an approach defines the microbial community better than referenced transcriptomic approaches, which is limited to genomes or transcriptomes availability. In parallel, using total RNA, instead of polyadenylated one, enabled the identification of bacterial taxa in asymptomatic samples that, once isolated from the original tissue, displayed potential biocontrol activity against a pathogenic fungal taxon. Furthermore, we unveiled an unprecedented high number of new viral entities (about 120 new viral species among 180 identified) associated to a single and limited environment and with potential impact on the whole holobiont. Bioinformatics analyses of the viral community revealed plant, fungal and bacterial viruses, suggesting a complex multitrophic interaction and raising new ecological questions.

## *Il mondo nascosto nelle piante: analisi metatrascrittomica del legno di vite rivela la complessità del microbioma associato al legno*

L'importanza delle piante come entità complesse e influenzate anche dai microrganismi associati è oggi vista come una nuova fonte di variabilità genetica, utile al raggiungimento di una agricoltura più sostenibile. Proprio per questo, le piante non sono più viste come singole entità che vivono nell'ambiente ma come una complessa associazione di organismi in cui i microrganismi giocano un ruolo fondamentale nel modificare le risposte della pianta agli stimoli, influenzando anche il loro potenziale genico. Per questa ragione è stato deciso di investigare con la metodologia del metatrascrittoma il profilo microbico e il comportamento dei microrganismi associati al legno di piante di vite di 20 anni, analizzando sia piante con legno sano che piante con legno attaccato da patogeni. I risultati ottenuti dimostrano che la metodologia scelta ha permesso di profilare in modo più preciso, rispetto a tecniche che richiedono dei genomi di riferimento, la composizione della comunità microbica. Inoltre, utilizzando RNA totale invece di RNA poliadenilato è stato possibile identificare dei taxa batterici associati al legno sano che, una volta isolati dai tessuti originali, hanno dimostrato una potenziale attività di biocontrollo contro i patogeni del legno presenti invece nei campioni di piante compromesse. Infine, è stata caratterizzata una comunità virale senza precedenti, con più di 170 specie virali associate al legno, di cui 120 risultano essere nuove e mai descritte prima, e con un potenziale impatto sull'intero olobionte. L'analisi bioinformatica ha dimostrato che la comunità virale è formata da virus di pianta, virus di funghi e di virus di batteri, suggerendo una complessa interazione trofica e la necessità di approfondire i risvolti ecologici.

## **#P49 Integrated multiple approaches to map effects of anthroposequence trends on soil erosion, landslide stability, and SOC stocks**

Ludmila Ribeiro Roder<sup>1,2</sup>, Antonio Ganga<sup>1</sup>, Ilenia Murgia<sup>1</sup>, Iraê Amaral Guerrini<sup>2</sup>, Gian Franco Capra<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Dipartimento di Architettura, Design e Urbanistica, Università degli Studi di Sassari.*

<sup>2</sup>*Department of Forest, Soil and Environmental Sciences, School of Agriculture, São Paulo State University-UNESP.*

\*Corresponding author: [ludmilaroder@gmail.com](mailto:ludmilaroder@gmail.com)

Soil is a fundamental part of an ecosystem, ensuring most of its functions and services, such as food and water security and climate regulation. Most of the world's soil resources are in poor condition, with soil erosion and subsequent loss of soil organic carbon (SOC) and nutrients representing the gravest issue. Landslides, a kind of soil erosion, and climate change are closely related. However, the potential impacts of these processes on SOC stocks in Mediterranean pedosystems are challenging to be predicted because of anthropogenic variations in soil use management, often bringing to unsustainable land-use practices. The research aimed to map and quantify soil erosion, landslide stability, and SOC stocks along an anthroposequence (AS) belonging to a typical Mediterranean landscape. A catchment area was selected in Sardinia (southern Italy) for its representativeness in terms of human-modified landscape. Different land use areas were identified and compared, according to an AS trend, i.e., from natural till to most human-impacted soil conditions. The AS was identified, mapped, and analyzed through a step-by-step QGIS analysis. Compared areas have similar soil, parent material, climatic, and morphological conditions. Soil erosion was analyzed through the revised universal soil loss equation (RUSLE). SOC was estimated through the integrated use of free database and field measurements. Landslide stability was analyzed through the SOSlope hydro-mechanical model. Multivariate statistics were used to understand observed variability and relationships among investigated parameters. Results showed that integrated multiple approaches increased our understanding of multiple complex processes affecting soil erosion, landslides, and subsequent loss in SOC stocks. Due to the climate change issue, mapping such multiple interconnected processes will be of growing interest in the next few years. This study represents a further step towards increasing awareness that soil management must be conducted through a preventive approach rather than a reparative one. Finally, new insights for stakeholders and policymakers are provided to: i) develop appropriate strategies to achieve sustainable land resources planning in Mediterranean areas, thus ii) mitigate effects on soils affected by future and unforeseen climate change scenarios.

## *Approccio integrato per mappare gli effetti di antroposequenze sull'erosione del suolo, la stabilità dei versanti e gli stock di carbonio*

Il suolo è una parte fondamentale degli ecosistemi, in grado di fornire diverse funzioni e servizi tra cui sicurezza idrica e alimentare, regolazione del clima, etc. A livello mondiale, oltre la metà dei suoli sono considerati in pessime condizioni, con l'erosione, e la conseguente perdita di carbonio organico (SOC) e nutrienti, a rappresentare il problema più grave. Le frane, una forma amplificata di erosione del suolo, e il cambiamento climatico sono strettamente correlati. Tuttavia, i potenziali impatti di questi processi sugli stock di carbonio nei pedosistemi mediterranei sono di non facile previsione a causa delle variazioni nella gestione dell'uso del suolo indotte dall'uomo; questo si traduce spesso in pratiche di uso del suolo non sostenibili. La ricerca si è posta come obiettivo quello di mappare e quantificare l'erosione del suolo, la stabilità delle frane e gli stock di carbonio lungo un'antroposequenza (AS) appartenente a un tipico paesaggio mediterraneo. Come caso studio particolarmente paradigmatico, è stato selezionato un bacino idrografico (Sardegna, Italia) per la sua rappresentatività in termini di paesaggi modificati dall'uomo. Diverse tipologie di utilizzo del suolo sono state identificate e confrontate, secondo un trend AS-influenced, ovvero da condizioni del suolo di forte naturalità fino a quelle maggiormente antropizzate. L'AS è stato identificato, mappato e analizzato attraverso un'analisi GIS step-by-step. Le aree confrontate si caratterizzano per simili condizioni di suolo, geologia, clima e morfologia. L'erosione del suolo è stata analizzata attraverso l'equazione universale di perdita del suolo (RUSLE). Il SOC è stato stimato attraverso l'uso integrato di open database e misurazioni in campo. La stabilità delle frane è stata analizzata attraverso il modello idro-meccanico SOSlope. L'analisi statistica multivariata ha permesso di comprendere la variabilità osservata e le relazioni tra i parametri indagati. I risultati mostrano che più approcci integrati aumentano la nostra comprensione di processi complessi e multiscalari, in grado di influenzare sull'erosione del suolo, le frane e la conseguente perdita di stock di carbonio. A causa del problema del cambiamento climatico, la mappatura di questi processi complessi ma fortemente interconnessi sarà di crescente interesse, rappresentando una nuova sfida per la comunità scientifica di riferimento e non solo. Questo studio vuole rappresentare un ulteriore passo verso una maggiore consapevolezza per una gestione e pianificazione del suolo di tipo preventivo piuttosto che riparativo. Infine, lo studio si prefigge di stimolare i diversi portatori d'interesse ed i decisori politici al fine di: i) sviluppare strategie appropriate per ottenere una pianificazione sostenibile delle risorse suolo nelle aree mediterranee, quindi ii) mitigare gli effetti sui suoli di possibili scenari futuri, anche imprevedibili, causati dal cambiamento climatico.

## ***#P50 Precision Agriculture System to limit the impact on the environment, on health and on air quality of grape production.***

Maesano M<sup>1</sup>, Brunori E, Moresi FV, Blasi E, Biasi R, Scarascia Mugnozza G

<sup>1</sup>*Dipartimento per la Innovazione nei sistemi Biologici, Agroalimentari e Forestali - DI-BAF - Università degli Studi della Toscana.*

*\*Corresponding author:* [m.maesano@unitus.it](mailto:m.maesano@unitus.it)

Most EU vineyards are today based on traditional agronomy management and they have not been significantly driven by technology. The increased consumer awareness of the environmental impact of viticulture and the importance of wine quality in relation to human health are encouraging the practice of alternative agronomic strategies, and the world of wine is heading towards a transformation enabling Precision Agriculture (PA) applied to viticulture. The objective is to gain efficiency, productivity, and overall quality of the wine. New technologies can help winegrowers in the decision-making process in order to adapt their production mode in their vineyards using new devices (sensors, robots, and drones) and digital techniques to monitor and optimize agriculture production processes.

In this context, WINEgROVER represents a cost-effective integrated solution based on the implementation of a new Precision Agricultural system. The proposed implementation actions will allow to monitor the vineyard throughout the whole vegetative cycle of the plants and intervene in the phases of irrigation and application of pesticides and nutrients in order to increase the environmental sustainability of the vineyard limiting and optimizing the grape production inputs (pesticides, fertilizers, water, and fuel). The main objective of the project is to decrease the environmental impact related to grape production by introducing novel technologies for Precision Agriculture and validate them in two vineyards, in Italy, and in Spain. The novelty is to quantify the vine health status through a prototype system consisting of 5 components: Aerial Drone, Terrestrial Rover, Ground Station, Ground Sensors Platforms, and IoT platform.

## ***Innovazioni per il monitoraggio dell'impatto ambientale della produzione viticola nello scenario delle prossime emergenze climatiche***

Nell'ambito del Programma Life è stato finanziato il progetto LIFE-WineGrover (Precision Agriculture System to limit the impact on the environment, on health and on air quality of grape production). Il progetto ha come obiettivo principale l'individuazione di soluzioni strategiche per la gestione agronomica e colturale della produzione viti-vinicola con l'introduzione di tecnologie innovative IoT (Internet of things) volte ad attivare una viticoltura di precisione con ricadute positive sull'ambiente e sulla salubrità. LIFE WineGrover si colloca nel contesto della Precision Farming e riguarda la realizzazione di un sistema integrato terra-aria basato sull'acquisizione, integrazione ed elaborazione di dati provenienti da due prototipi di drone, uno aereo UAV (Unmanned Aerial Vehicle) e un rover terrestre UGV (Unmanned Ground Vehicle), e dai dati real-time provenienti da nano-sensori posti in vigna al fine di migliorare il monitoraggio continuo e puntuale che sarà la base di informazione (more knowledge per hectare) per piani agronomici e colturali mirati ad interventi sito-specifici. Il progetto, che vede un budget di circa 2 milioni di Euro con un contributo a fondo perduto della Commissione Europea del 55%, coinvolge 7 partners tra l'Italia, la Spagna e il Portogallo e vede la partecipazione di 2 Università (Università degli Studi della Tuscia e la LUISS Business school), 1 ente di ricerca (il Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'economia agraria - CREA Centro di ricerca in Viticoltura ed Enologia), 4 aziende (SETEL Srl, Inova+ - Innovation Services, Wellness Telecom S.L., e Smart City Cluster), e la collaborazione di 2 aziende viti-vinicole (l'Azienda Falesco in Italia e l'Azienda Bodega Conrad in Spagna). LIFE-WineGrover si propone inoltre di promuovere una forte interazione tra istituti di ricerca e aziende private fino all'utente finale sviluppando soluzioni e gestioni innovative che garantiranno un impatto significativo sulle problematiche ecologico-ambientali legate alla intensificazione della viticoltura nello scenario delle prossime emergenze ambientali.

***#P51 Innovation and sustainability of the Forest-Wood supply chain: circular bioeconomy of wood and enhancement of forests in central and southern Italy***

Maesano M<sup>1</sup>, Romagnoli M, Scarascia Mugnozza G

Dipartimento per l'Innovazione nei sistemi Biologici, Agroalimentari e Forestali - DIBAF  
- Università degli Studi della Tuscia.

<sup>1</sup>Corresponding author: [m.maesano@unitus.it](mailto:m.maesano@unitus.it)

The enhancement of forest stands, through a bioeconomic organization of the forest-wood supply chain, can represent a driving force for the restoration of forest resource management. However, there are some critical issues that make it difficult to activate a circuit, capable of fully enhancing our woodland heritage. Currently, the wood industry market is based on the importation of 80% of the raw material requirements and makes use of a few species, including the fir which plays the role of primary importance. A possible solution is offered by the availability of raw material from the stands of Central-Southern Italy; in these territories, there are wood species that could be suitably exploited and which, on the other hand, are currently on the market only as firewood or as biomass for energy purposes. From these assumptions derives the main purpose of the project which is to diversify the use of wood species in the wood industry according to a short supply chain principle, so as to reintroduce interest in the management of the national forest heritage and encourage virtuous economic mechanisms. circular. To activate this process in a modern and innovative way, it allows to reach a competitive and technologically performing wood product, an opportunity is offered by the structuring and enhancement of the nanotechnology-wood / forest resources binomial. In fact, nanotechnologies to increase the technological performance of wood products (hydrophobicity, self-cleaning, antioxidant, antimicrobial power) and to use and enhance the lignocellulosic residues according to a principle of cascade use and circular economy. The final objective of the project is to develop tools and methodologies to increase the quantitative and qualitative mobilization of the natural forest capital of the Central-Southern regions by identifying the strengths and weaknesses for the expansion of an articulated forest-wood supply chain.

## ***Innovazione e sostenibilità della filiera Foresta-Legno: bioeconomia circolare del legno e valorizzazione di foreste dell'Italia centromeridionale***

La valorizzazione soprassuoli forestali, attraverso una organizzazione in chiave bioeconomica della filiera foresta-legno, può rappresentare un volano per il ripristino della gestione delle risorse forestali. Tuttavia, alcune criticità, rendono difficoltosa l'attivazione di un circuito, in grado di valorizzare pienamente il nostro patrimonio boschivo. Attualmente il mercato dell'industria del legno, si basa sull'importazione dell'80% del fabbisogno di materia prima, e fa uso di poche specie, tra cui l'abete che occupa il ruolo di primaria importanza. Una possibile soluzione viene offerta dalla disponibilità di materia prima dai soprassuoli dell'Italia Centro Meridionale; in questi territori esistono delle specie legnose che potrebbero essere opportunamente valorizzate e che invece, attualmente, trovano mercato solo come legna da ardere o come biomassa per fini energetici. Da questi presupposti deriva la finalità principale del progetto che è quella di diversificare l'impiego delle specie legnose nell'industria del legno secondo un principio di filiera corta, così da reintrodurre l'interesse nella gestione del patrimonio boschivo nazionale e incentivare meccanismi virtuosi di economia circolare. Per attivare questo processo in chiave moderna e innovativa, permettendo di raggiungere un prodotto in legno competitivo e tecnologicamente performante, una opportunità viene offerta dalla strutturazione e valorizzazione del binomio nanotecnologie-risorse legnose/forestali. Le nanotecnologie permettono infatti di incrementare le performances tecnologiche dei prodotti in legno (idrofobicità, potere autopulente, antiossidante, antimicrobico) e di utilizzare e valorizzare i residui lignocellulosici secondo un principio di uso a cascata ed economia circolare. L'obiettivo finale del progetto è quello di sviluppare strumenti e metodologie per aumentare la mobilitazione quantitativa e qualitativa del capitale naturale forestale delle regioni del Centro-Sud identificando i punti di forza e di debolezza per l'espansione di una filiera articolata foresta-legno.

## #P52 Actinomycetes come to rescue of viticulture sustainability

Marco Sandrini<sup>1,3</sup>, Luca Nerva<sup>1,2</sup>, Loredana Moffa<sup>1,3</sup>, Gaetano Giudice<sup>1,4</sup> Francesco Favaretto<sup>1,5</sup>, Walter Chitarra<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Research Centre for Viticulture and Enology, Council for Agricultural Research and Economics (CREA-VE).

<sup>2</sup>Institute for Sustainable Plant Protection, National Research Council (IPSP-CNR).

<sup>3</sup>University of Udine, Department of Agricultural, Food, Environmental and Animal Sciences.

<sup>4</sup>University of Milano, Department of Agricultural and Environmental sciences – production, landscape, agroenergy (DiSAA).

<sup>5</sup>University of Padova, Department of Agronomy Animals Food Natural Resources and Environment (DAFNAE).

\*Corresponding author: [marco.sandrini@crea.gov.it](mailto:marco.sandrini@crea.gov.it)

A great number of recent researches have shown that Actinomycetes can be considered as promising beneficial bacteria improving the growth and the capacity of the plants to face up both biotic and abiotic stresses. However, very few studies have been performed about the use of Actinomycetes in grapevines and all of them have focused their attention just on those isolated from the soil. For this reason, we decided to isolate bacteria from grapevine wood tissues characterizing a collection of 42 isolates, 27 of which belonging to the Actinobacteria phylum. These bacteria have been isolated from twenty years old grapevines without visual symptoms of wood diseases and subsequently used in dual culture assay against the main grape pathogens such as *B. cinerea* and the etiological agents of esca syndrome. Additionally, we are analysing antifungal effects of diffusible and volatile organic compounds (VOCs) produced by the isolates that previously showed a promising antagonistic activity against fungal pathogens. More studies are now ongoing to better understand their potential ability to promote plant growth features both *in vitro* and *in vivo*. Indeed, we are testing these bacteria on *in vitro* grapevine plants and on rooted cuttings. In the *in vitro* assay we are evaluating their individual capacity to promote plant growth measuring the number of leaves and the roots length. Regarding the rooted cuttings experiment, we inoculated a microbial consortium consisting of five Actinomycetes and three bacteria belonging to different phyla. The aim of the experiment is to test the effect of these beneficial bacteria both alone and in combination with some mycorrhizae fungi. We are now collecting several physiological parameters of the rooted cuttings to confirm the ability of these bacteria to increase the plant growth and wellness. More studies are needed but preliminary results display an interesting attitude of these actinomycetes as promising tool to improve viticulture sustainability.

### ***Gli Actinomiceti: un ausilio alla sostenibilità in viticoltura***

Gli Actinomiceti sono batteri benefici in grado di aiutare le piante nell'affrontare stress sia di stampo biotico che abiotico e possono essere considerati inoltre come biofertilizzanti. Tuttavia, ad oggi, sono stati pubblicati pochissimi studi riguardo gli actinomiceti in vite ed ognuno di questi si è concentrato solamente su quelli isolati dal suolo. Per questa ragione, abbiamo deciso di isolare batteri dai tessuti legnosi della vite (tronco principale) ottenendo una collezione di 42 isolati, 27 dei quali appartenenti al phylum degli Actinobacteria. Questi batteri sono stati isolati da piante di vite dell'età di 20 anni senza sintomi visibili di marciumi del legno e sono stati successivamente saggiati contro i maggiori patogeni della vite come *B. cinerea* e gli agenti eziologici della sindrome del mal dell'esca. Inoltre, stiamo analizzando l'effetto antifungino dei VOCs prodotti dagli isolati che in prove preliminari hanno mostrato una notevole capacità inibitoria nei confronti dei patogeni fungini. Stiamo procedendo anche con degli studi, sia *in vitro* che *in vivo*, finalizzati a comprendere meglio la potenzialità di questi batteri nel promuovere la crescita delle piante. Stiamo saggiando alcuni di questi batteri su piantine di vite *in vitro* e su barbatelle innestate. Nello studio sperimentale *in vitro* stiamo cercando di valutare la loro capacità di promuovere individualmente la crescita della pianta misurandone periodicamente lo sviluppo di foglie e quello radicale. Per quanto concerne l'esperimento con le barbatelle, abbiamo inoculato un consorzio microbico costituito da cinque Actinomiceti e tre batteri benefici appartenenti a diversi phyla. Questo esperimento è volto a saggiare l'effetto di questi batteri benefici sia da soli sia in combinazione con alcuni funghi micorrizici. Stiamo raccogliendo i parametri fisiologici delle barbatelle per confermare l'abilità di questi batteri di aumentare la crescita e il benessere della pianta, nonché di indurre lo stato di priming. Ulteriori studi sono in corso per trarre conclusioni certe ma i risultati preliminari fino ad ora ottenuti suggeriscono che questi isolati hanno un grande potenziale come induttori di crescita e di resistenza in vite.

### **#P53 Crop yield in organic and conventional arable cropping systems: results over the last 29 years in the Montepaldi long-term experiment (MoLTE)**

Margherita Santoni<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari Ambientali e Forestali, Università degli studi di Firenze, Piazzale delle Cascine, 18 - 50144 Firenze (FI),*

<sup>\*</sup>Corresponding author: [margherita.santoni@unifi.it](mailto:margherita.santoni@unifi.it)

In the last decades, the interest in organic agriculture has grown due to the greater attention in the use of sustainable practices in agriculture. Reducing the yield gap between conventional and organic farming is of major concern for sustainable agriculture research.

The study was carried out in the Montepaldi Long Term Experiment (MoLTE) in Tuscany, Italy. The MoLTE trial has been active since 1991 and compares three arable agroecosystems with different management: two organic (Old Organic since 1992 and Young Organic since 2001) and one conventional.

The aim of this study is to compare the long-term dynamics of organic and conventional agriculture. After twenty-nine years of comparison, the agronomic performance of the three agroecosystems were assessed. Crop yield, soil fertility and climatic variations between organic and conventional systems at field level were evaluated.

Despite our work being currently under analysis, some conclusive considerations can be drawn. Results showed a general decrease in productivity over time, both in the organic and the conventional systems. However, the yield decrease in organic cropping systems was 20% as compared to conventional. In the initial phase of comparison, Old Organic system had a greater crop yield stability as compared to Young Organic, but in recent years the differences were lower. Moreover, summer crops presented a marked yield decrease as compared to winter crops, probably due to climate change and an increased incidence of wildlife.

Future analysis will include soil fertility and climatic data, to better understand the long-term dynamics of organic and conventional crop productivity.

## ***Produttività dei sistemi erbacei biologici e convenzionali: risultati di ricerche degli ultimi 29 anni presso l'esperimento di lungo termine di Montepaldi (MoLTE)***

Negli ultimi decenni, l'interesse per l'agricoltura biologica è cresciuto grazie alla maggiore attenzione nell'uso di pratiche sostenibili in agricoltura. Ridurre i divari di rendimento tra l'agricoltura convenzionale e biologica è una delle maggiori preoccupazioni della ricerca in agricoltura sostenibile.

Lo studio è stato condotto nel Montepaldi Long Term Experiment (MoLTE) in Toscana, Italia. La sperimentazione MoLTE è attiva dal 1991 e mette a confronto tre agroecosistemi a seminativo condotti con diversa gestione: due biologici (Old Organic, attivo dal 1992 e Young Organic, attivo dal 2001) e uno convenzionale.

Lo scopo di questo studio è quello di confrontare le dinamiche di lungo periodo dell'agricoltura biologica e convenzionale. Dopo ventinove anni di confronto, sono state valutate le prestazioni agronomiche dei tre agroecosistemi. In particolare, i parametri presi in considerazione nel presente studio sono la resa delle colture, la fertilità del suolo e l'andamento climatico nel tempo.

Nonostante i nostri risultati siano ad oggi in fase di elaborazione, alcune considerazioni preliminari sono state prodotte. I risultati hanno mostrato una generale diminuzione della produttività nel tempo, sia nel sistema biologico che in quello convenzionale. Tuttavia, la diminuzione della resa nei sistemi biologici è del 20% rispetto a quelli convenzionali. Nella fase iniziale del confronto, il sistema Old Organic ha avuto una maggiore stabilità di resa rispetto al Young Organic, ma negli ultimi anni le differenze sono inferiori. Inoltre, le colture primaverili-estive hanno presentato una diminuzione di resa più marcata rispetto alle colture autunno-vernine, probabilmente a causa dei cambiamenti climatici e di una crescente incidenza della fauna selvatica.

Le analisi future includeranno sia dati di fertilità del suolo che dati climatici, che verranno correlati con i dati di resa delle colture. Ciò permetterà di comprendere meglio le dinamiche di lungo periodo delle produttività dell'agricoltura biologica rispetto a quella convenzionale, proponendo spunti per la ricerca futura.

## #P54 Evaluation of the susceptibility of olive cultivars to *Colletotrichum* species

Mario Riolo<sup>1,2,3</sup>, Rossana Parlascino<sup>1</sup>, Francesco Aloï<sup>1</sup>, Massimo Franco<sup>1</sup>, Victoria Dayana Pellicori<sup>2</sup>, Santa Olga Cacciola<sup>1</sup>, Elena Santilli<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Agriculture, Food and Environment, University of Catania.

<sup>2</sup>Council for Agricultural Research and Agricultural Economy Analysis, Research Centre for Olive, Citrus and Tree Fruit-Rende CS (CREA-OFA).

<sup>3</sup>Department of Agricultural Science, Mediterranean University of Reggio Calabria.

\*Corresponding author: [elena.santilli@crea.gov.it](mailto:elena.santilli@crea.gov.it)

Olive (*Olea europaea* L.) with more than 10 million hectares cultivated in the Mediterranean basin is among the most widespread crops worldwide. With ca. 1.1 million ha of olive groves, Italy is the second largest olive growing country in the world, with the regions of southern Italy, Apulia, Calabria, and Sicily, accounting for about 70% of the production. Anthracnose of olive, caused by *Colletotrichum* species, is a serious disease causing fruit rot and branch die-back, whose epidemics are highly dependent on cultivar susceptibility and environmental conditions. In view of the economic and landscape importance of olive, the evaluation of the relative susceptibility of nine cultivars to the most widespread species of *Colletotrichum* in olive groves in southern Italy was assessed. The disease severity index was evaluated on drupes at a medium maturation level and symptoms were recorded at 3,5 and 7 days after inoculation. Conidial suspension of *C. acutatum*, *C. gloeosporioides*, *C. godetiae* and *C. karstii* was wound-inoculated on the drupe surface in equatorial position. On the basis of the Area Under the Disease Progress Curve (AUDPC), significant variability was detected of the nine olive cultivars towards *C. acutatum*, with a greater susceptibility of Ottobratica and Coratina cultivars and an intermediate susceptibility of all other cvs, except for Leccino and Frantoio that showed a lower susceptibility to *C. acutatum*. No variability was recorded with *C. karstii* for all olive varieties tested. While a medium-high variability was registered for all nine olive cultivars inoculated with *C. gloeosporioides* and *C. godetiae*. On the contrary, with both the latter species, Leccino and Frantoio cultivars showed to be more resistant. Dolce Agogia cultivar showed a different behaviour in relation to *Colletotrichum* species, with a very low susceptibility towards *C. godetiae* and *C. karstii* and a medium-high susceptibility towards *C. gloeosporioides* and *C. acutatum*.

## **Valutazione della suscettibilità di alcune cultivar di olivo a differenti specie di *Colletotrichum***

L'olivo (*Olea europaea* L.), con più di 10 milioni ettari coltivati nel bacino del Mediterraneo, rientra tra le coltivazioni più diffuse a livello mondiale. Con 1.1 milioni di ettari, l'Italia è il secondo paese per estensione e coltivazione olivicola, la cui produzione è concentrata per il 70% in Puglia, Sicilia e Calabria. L'antracnosi, causata da *Colletotrichum* spp., è una grave malattia della chioma e delle drupe, le cui epidemie dipendono fortemente dalla suscettibilità delle cultivar e dalle condizioni ambientali. In questo studio, è stata valutata la suscettibilità di nove cultivar di olivo nei confronti delle specie di *Colletotrichum* diffuse negli oliveti dell'Italia meridionale. La suscettibilità è stata valutata su drupe mediamente invaiate inoculate artificialmente mediante ferita con sospensioni conidiche di *C. acutatum*, *C. gloeosporioides*, *C. godetiae* e *C. karstii*. L'incidenza della malattia è stata valutata in base a una scala empirica e i sintomi sono stati stimati a 3, 5 e 7 giorni dopo l'inoculazione. In base all'Area Under the Disease Progress Curve (AUDPC) è stata osservata una variabilità statisticamente significativa tra le nove cultivar di olivo nei confronti di *C. acutatum*, con una maggiore suscettibilità delle cv Ottobratica e Coratina ed una suscettibilità intermedia per tutte le altre. La suscettibilità più bassa è stata rilevata per Leccino e Frantoio. Nessuna differenza di suscettibilità è stata invece registrata con *C. karstii* nei confronti di tutte le varietà saggiate. Invece, una variabilità medio-alta è stata osservata nei confronti delle nove cultivar inoculate con *C. gloeosporioides* e *C. godetiae*. Nei confronti di entrambi le specie, le cultivar Leccino e Frantoio sono risultate le più resistenti. La varietà Dolce Agogia mostra un comportamento diverso in relazione alla specie, con una suscettibilità molto bassa nei confronti di *C. godetiae* e *C. karstii* ed una suscettibilità medio-alta nei confronti di *C. gloeosporioides* e *C. acutatum*.

## **#P55 Exploring the potential of Smart Farming Technologies and data-driven management solutions for sustainable agriculture**

Marta Verza<sup>1</sup>, Carlo Giua<sup>2</sup>, Luca Camanzi<sup>1,2</sup>, Moreno Toselli<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Interdepartmental Center for Industrial Agri-Food Research (CIRI-AGRO), Alma Mater Studiorum – University di Bologna, Italy

<sup>2</sup>Department of Agricultural and Food Sciences, Alma Mater Studiorum – University of Bologna, Italy

\*Corresponding author: [marta.verza2@unibo.it](mailto:marta.verza2@unibo.it)

Achieving the UN Sustainable Development Goals by 2030 requires more efficient, productive and sustainable agri-food systems (FAO, 2017). This will demand an urgent transformation of agriculture. In this regard, digital innovations have been seen as part of the solution for new smallholders' opportunities and for a better management of agri-food systems.

Despite increasing literature on agricultural digitalization, still several aspects regarding adoption and management of Smart Farming Technologies (SFT) – i.e. smart devices part of a cyber-physical system able to improve farm management, deserve more attention. In this context the "AgroBigDataScience" project<sup>1</sup> deploys a multidisciplinary approach to support the development of a more digitally and data driven agriculture. Based on data generated by on-farm sensors and IoT systems, enabling real time farmers consultations, researchers through efficiency analysis studied the optimal use of resources to achieve better environmental and managerial performances at the farm level. Further, an economic analysis has been carried out to investigate factors influencing adoption of SFT in agri-food companies. This study presents some preliminary results with particular attention to (i) the conceptualization of main drivers and barriers to SFT adoption and related impacts on the sustainability of the farm, and (ii) empirical evidence of these phenomena through direct semi-structure interviews of agri-food SMEs in the Emilia-Romagna region. Preliminary results show that main drivers regard the need to improve inputs management to avoid negative environmental impacts (e.g., soil erosion, overuse of water), to improve farm productivity and reduce operations costs. Main barriers seem, instead, to deal with the still high initial investment cost, farmers' difficulties in handling these technologies and uncertain benefits in adoption. Overall, the results obtained point out the need to intensify research and development efforts to facilitate future SFT adoption and enhance more sustainable farming practices.

---

1 Project funded by the 2018 Emilia-Romagna ERDF-ROP (European Regional Development Fund – Regional Operational Programme)

## ***Il potenziale delle Smart Farming Technologies e di soluzioni di gestione data-driven per un'agricoltura sostenibile***

Il raggiungimento dei *Sustainable Development Goals* delle Nazioni Unite entro il 2030 mira a sistemi agroalimentari più efficienti, produttivi e sostenibili (FAO, 2017). A questo proposito, le innovazioni digitali sono viste come possibile soluzione per promuovere nuove opportunità a piccoli agricoltori e per una migliore gestione dei sistemi agroalimentari.

Nonostante la crescente letteratura sulla digitalizzazione in agricoltura, ancora diversi aspetti riguardanti l'adozione e la gestione di *Smart Farming Technologies* (SFT), ovvero dispositivi intelligenti in grado di migliorare la gestione dell'azienda agricola, meritano maggiore attenzione. In questo contesto, il progetto "AgroBigDataScience" utilizza un approccio multidisciplinare per supportare lo sviluppo di un'agricoltura più digitale e basata su dati. Sulla base di dati raccolti tramite sensori in azienda e sistemi IoT, che permettono consultazioni in tempo reale da parte degli agricoltori, i ricercatori attraverso analisi di efficienza hanno studiato l'uso ottimale delle risorse per ottenere migliori prestazioni ambientali e gestionali in azienda. Inoltre, è stata condotta un'analisi economica per indagare i fattori che influenzano l'adozione delle SFT nelle aziende agroalimentari. Questo studio presenta alcuni risultati preliminari con particolare attenzione a (i) la concettualizzazione dei principali *driver* e barriere all'adozione della SFT e degli impatti sulla sostenibilità dell'azienda agricola, e (ii) l'evidenza empirica di questi fenomeni attraverso interviste dirette semi-strutturate di PMI agro-alimentari nella regione Emilia-Romagna. I risultati preliminari mostrano che i *driver* principali riguardano la necessità di migliorare la gestione degli input per evitare impatti ambientali negativi (ad esempio, erosione del suolo, uso eccessivo di acqua), di migliorare la produttività dell'azienda agricola e ridurre i costi operativi. Le barriere principali sembrano, invece, far riferimento al costo d'investimento iniziale ancora elevato, alle difficoltà degli agricoltori nel gestire queste tecnologie e ai benefici incerti nell'adozione. Nel complesso, i risultati ottenuti evidenziano la necessità di intensificare ricerca e sviluppo per facilitare l'adozione di SFT e pratiche agricole più sostenibili.

## ***#P56 Tractor equipped with an external electric generator combined with electric powered Sprayer and Mulcher performances evaluation***

Massimiliano Varani

*Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari (DISTAL), Alma Mater Studiorum Università di Bologna.*

\*corresponding author: [massimiliano.varani@unibo.it](mailto:massimiliano.varani@unibo.it)

In the last decades many studies were conducted on tractor and agricultural machinery electrification. In particular, the electrification of traditionally PTO powered implements could provide many benefits such as improved comfort and safety during connection, less noisiness, accurate implement rotational speed control and fuel consumption reduction. However, commercially available tractors do not generate sufficient electric power to run electrified implements. One available solution to this issue is to mount on the front Three Point Hitch of the tractor an external electric generator (Power Pack) powered by the PTO. The aim of the study is to evaluate the performances of the combination of a tractor equipped with an Power Pack and electric powered sprayer and mulcher (eSprayer and eMulcher) compared with their PTO powered versions (mSprayer and mMulcher). Field tests were performed acquiring essential parameters such as tractor engine speed and power, traveling speed, fuel consumption, power generated by the Power Pack and power absorbed by both mechanical and electrified implements. Moreover, implements noisiness and hitching time were measured. Results show that on the electrified implements the absence of the cardan shaft and hydraulic remotes shortened the implements hitching time and improved comfort and safety during the operation. In addition, the electrified implements were generally less noisy, especially reductions up to 11.7% of the pressure sound level were measured with eSprayer. Field tests demonstrated that the electrified implements permitted an improvement of the fuel consumption per hectare, up to 34% and 31% lower than their PTO powered homologue for the eSprayer and the eMulcher, respectively. This is mainly due to the independence of the eSprayer and eMulcher rotational speed from the engine speed of the tractor, allowing the engine to run slower and save fuel.

### ***Valutazione delle prestazioni di un trattore equipaggiato con generatore elettrico esterno abbinato ad atomizzatore e trinciatrice elettrificati***

Negli ultimi decenni sono stati condotti molti studi su l'elettificazione di trattori e macchine agricole. In particolare, l'elettificazione degli attrezzi alimentati tradizionalmente dalla PTO potrebbe apportare molti vantaggi come maggiore comfort e sicurezza durante il collegamento dell'attrezzo, minore rumorosità, controllo accurato della velocità di rotazione dell'attrezzo e riduzione del consumo di carburante. Tuttavia, i trattori commercialmente disponibili non generano sufficiente energia elettrica per poter alimentare attrezzi elettrificati. Una possibile soluzione a questo problema è installare sull'attacco a tre punti anteriore del trattore un generatore elettrico esterno (Power Pack) alimentato dalla PTO. Lo scopo dello studio è valutare le prestazioni di un trattore equipaggiato con un Power Pack in combinazione con un atomizzatore ed una trinciatrice elettrificati (eSprayer ed eMulcher) confrontando i risultati ottenuti con quelli delle loro versioni alimentate dalla PTO (mSprayer e mMulcher). Sono stati effettuati test in campo acquisendo parametri essenziali quali regime e potenza del motore del trattore, velocità di avanzamento, consumo di carburante, potenza generata dal Power Pack e potenza assorbita dagli attrezzi sia meccanici che elettrificati. Inoltre, sono stati misurati la rumorosità degli attrezzi e il tempo necessario per il cambio attrezzo. L'assenza dell'albero cardanico e dei distributori ausiliari fa sì che gli attrezzi elettrificati abbiano registrato tempi di cambio attrezzo inferiori, incrementando simultaneamente comfort e sicurezza dell'utente durante l'operazione. Inoltre, i risultati indicano che gli attrezzi elettrificati sono generalmente meno rumorosi, in particolare riduzioni del livello di pressione sonora fino all'11,7% sono state registrate con l'eSprayer. I test in campo hanno dimostrato che gli attrezzi elettrificati hanno ridotto il consumo di carburante per ettaro, rispettivamente fino al 34% e 31% in meno rispetto all'omologo con PTO per l'eSprayer e l'eMulcher. Ciò è dovuto principalmente all'indipendenza della velocità di rotazione degli attrezzi dal regime motore del trattore, consentendo ad esso di funzionare a regimi più bassi e risparmiare così carburante.

## **#P57 Sustainable management of powdery and downy mildews on grapevine with environment friendly products**

Massimo Pugliese<sup>1,2</sup>, Matteo Monchiero<sup>3</sup>, Monica Mezzalama<sup>1,2</sup>, Maria Lodovica Gullino<sup>1</sup>, Angelo Garibaldi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro di Competenza per l'Innovazione in Campo Agro-ambientale (AGROINNOVA) – Università degli Studi di Torino, Grugliasco.

<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari (DiSAFA) - Università degli Studi di Torino.

<sup>3</sup>ANT-NET srl.

\*Corresponding author: [massimo.pugliese@unito.it](mailto:massimo.pugliese@unito.it)

Powdery mildew (causal agent *Erysiphe necatrix*) and downy mildew (causal agent *Plasmopara viticola*) are still today among the most important diseases of grape in Italy, causing significant crop losses. While climate change may favour the spread of these diseases, in some cases requiring a significant increase in the number of fungicide applications per season, on the other hand, restrictions on the use of synthetic fungicides, including copper, occur. New crop protection strategies, based on environment friendly products, such as oligosaccharides derived from chitin and algae of the genus *Laminaria*, potassium bicarbonate and biological control agents, are therefore necessary. Experimental trials on sustainable grape protection, carried out on plants grown in pots and in open fields in Piedmont in the period 2017-2020 are described. According to the results obtained, it is possible, even with high disease pressure, to replace, at least partially, the use of chemical fungicides with more sustainable products, also improving the sustainability of wine production.



### **Strategie di difesa sostenibile della vite da peronospora e oidio con prodotti a basso impatto ambientale**

L'oidio (agente causale *Erysiphe necatrix*) e la peronospora (agente causale *Plasmopara viticola*) sono ancora oggi le più importanti malattie della vite e causa di elevate perdite produttive. Se da una lato i cambiamenti climatici contribuiscono alla maggior diffusione di queste malattie, richiedendo in alcuni casi un aumento significativo del numero di interventi fitosanitari effettuati, dall'altro le normative del settore limitano sempre di più l'impiego dei fungicidi di sintesi, rameici inclusi. Nuove strategie di lotta, che utilizzino mezzi tecnici nuovi ed a ridotto impatto ambientale, quali gli oligosaccaridi derivati dalla chitina e dalle alghe del genere *Laminaria*, bicarbonato di potassio e microrganismi antagonisti sono pertanto necessarie. Vengono presentati i risultati di alcune prove sperimentali condotte su piante di vite allevate in vaso ed in pieno campo in Piemonte nel periodo 2017-2020, applicando strategie di lotta a ridotto impatto ambientale. Dai risultati ottenuti emerge la possibilità di utilizzare alcuni prodotti a basso impatto ambientale per ridurre, almeno parzialmente, l'impiego di fungicidi tradizionali e migliorare la sostenibilità delle produzioni vitivinicole.

### ***#P58 Efficient irrigation management as a tool to optimize fruit quality in Abbé Fetél pear***

Melissa Venturi<sup>\*</sup>, Luigi Manfrini, Giulio Demetrio Perulli, Alexandra Boini, Kushtrim Bresilla, Luca Corelli Grappadelli, Brunella Morandi

Dipartimento di Scienze Agro-Alimentari (DISTAL), Università di Bologna.

<sup>\*</sup> Corresponding author: [melissa.venturi@unibo.it](mailto:melissa.venturi@unibo.it)

Since the increase of evapotranspiration requirements and the prolonged periods of water scarcity are challenging the agricultural sector, the reduction of the irrigation volumes applied can be used as a strategy to increase fruit production sustainability as well as a new method to enhance fruit quality. The purpose of this study was to investigate the relations among water supply and fruit quality, to determine the adequate water amount allowing to increase plant water use efficiency and potentially decrease fruit waste after storage. Pear trees of the cv. Abbé Fetél were irrigated according to three different treatments: 110%, 80% and 60% of the crop evapotranspiration rate (ET<sub>c</sub>), respectively. Shoot and fruit growth, midday water potentials, leaf gas exchanges and dry matter content were monitored at 65, 80, 103, 129, 159 days after full bloom (DAFB). Fruit waste was evaluated after 6 months of storage at 1°C. Results point out that plants irrigated at 50% ET<sub>c</sub> decreased their photosynthetic rate and water potential values, which is a typical behavior of stressed plants. However, water use efficiency did not show significant differences among treatments. Shoot growth was more pronounced in the 80% treatment, which reached the highest shoot lengths. Final fruit size was not significantly influenced by the irrigation treatment applied. Fruit dry matter content was higher in 50% and 30% irrigated fruits. After storage, fruit waste was higher in control of fruits. In conclusion: i) fruit size was not particularly reduced by decreased irrigation, while fruit dry matter percentage increased; ii) pre harvest reduced irrigation led to fruits that were less subjected to external disorders as well as pathogens attack, reducing the fruit waste amount in comparison with fruits from fully-irrigated plants. These results suggest how a sustainable irrigation approach is feasible for growers, decreasing water use while producing high quality fruits.

## *La gestione idrica efficiente come strategia per migliorare la qualità in pero cv. Abate Fetél*

L'aumento dell'evapotraspirazione delle piante e i prolungati periodi di siccità stanno mettendo a dura prova il settore agricolo. La riduzione dell'apporto idrico alle colture in alcune fasi del ciclo produttivo potrebbe essere una strategia per aumentare la sostenibilità delle produzioni ma anche un nuovo metodo per aumentare la qualità dei frutti. Alberi di pero cv. Abate Fetél sono stati irrigati sulla base di tre diversi trattamenti irrigui: 110%, 80% e 60% del tasso di evapotraspirazione specifica (Etc). La crescita di frutti e germogli, i potenziali idrici e gli scambi gassosi a mezzogiorno, e il contenuto di sostanza secca dei frutti sono stati monitorati durante la stagione vegetativa. La percentuale di disordini interni ed esterni sui frutti è stata valutata dopo 6 mesi di conservazione a 1°C. I risultati mostrano che le piante irrigate al 60% hanno diminuito il tasso di fotosintesi e i valori di potenziale idrico a fine stagione, un tipico comportamento delle piante stressate. L'efficienza d'uso dell'acqua non ha mostrato differenze significative tra i trattamenti. Il calibro dei frutti alla raccolta non è stato particolarmente influenzato dal trattamento irriguo applicato. Il contenuto in sostanza secca è stato maggiore nei frutti provenienti da piante irrigate al 60% e 80% dell'evapotraspirazione. Dopo la frigoconservazione la percentuale di disordini è stata più alta nei frutti provenienti da piante irrigate al 110%. In conclusione: i) il calibro dei frutti non è stato particolarmente ridotto, mentre la percentuale di sostanza secca è aumentata; ii) l'irrigazione deficitaria in pre-raccolta ha portato a frutti meno soggetti a disordini esterni e all'attacco di patogeni, riducendo la quantità di scarto in confronto ai frutti provenienti da piante irrigate normalmente. Questi risultati suggeriscono come un approccio irriguo sostenibile sia possibile per i frutticoltori, riducendo l'uso dell'acqua e producendo frutti di maggiore qualità.

## **#P59 Analysis of the performance of a Counterweight Multiplier for agricultural tractors**

Mirko Maraldi<sup>1</sup>, Massimiliano Varani, Michele Mattetti

<sup>1</sup>*DISTAL (Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-alimentari, Alma Mater Studiorum Università di Bologna).*

<sup>\*</sup>Corresponding Author: [mirko.maraldi@unibo.it](mailto:mirko.maraldi@unibo.it)

The choice of the correct tractor setup appears crucial in determining the operational performance in terms of exertable draft force, efficiency and, ultimately, productivity and fuel consumption. Indeed, tractor manufacturers have invested in the development of devices aimed at adjusting the factors that play a role in this context: tractor overall mass and its distribution, tire inflation pressure and lead of the front wheels. Among the conceived devices, a Counterweight Multiplier developed by an Italian company appeared on the market. The device is a ballast holder which is able to displace the ballast up to 1m away from its original position, hence modifying the overall tractor mass distribution. This work reports an evaluation of the field performance of such a device.

Drawbar tests were performed using a 4WD tractor having an engine power of 191 kW and an overall mass of 9590 kg. Using the experimental data collected and the ASAE D497.7 formula for estimating the draft force required by the implement, a reference operation (ploughing) was simulated. Then, fuel consumption during the reference operation was estimated using an empirical model of the engine specific fuel consumption. This allowed us to compare the performance of the tractor with three different setups: a) rear-mounted ballast; b) front-mounted ballast with the Counterweight Multiplier closed; and c) front-mounted ballast with the Counterweight Multiplier fully extended.

Results show that changing the tractor mass distribution over the range allowed by the Counterweight Multiplier has a limited impact on fuel consumption. Therefore, in order to achieve relevant improvements in terms of operational efficiency and fuel consumption, the use of strategies targeted at other setup parameters (for instance, tire inflation pressure and lead of the front wheels) might be more effective.

## ***Valutazione delle prestazioni di un Moltiplicatore di Zavorra per trattori***

La scelta del corretto setup del trattore risulta cruciale per le prestazioni operative (forza di tiro esercitabile, efficienza operativa e, in ultima istanza, produttività e consumi). Le case costruttrici hanno investito risorse nello sviluppo di dispositivi capaci di regolare i fattori determinanti in questo contesto, ovvero massa totale del trattore, la sua distribuzione, pressione di gonfiaggio degli pneumatici ed anticipo alle ruote anteriori. Fra i vari dispositivi, è apparso sul mercato un

Moltiplicatore di Zavorra sviluppato da un'azienda italiana. Il dispositivo consiste in un supporto zavorra estensibile, capace di muovere la zavorra fino ad 1m oltre la posizione originaria, modificando così la distribuzione di massa del trattore. Questo studio riporta un'analisi delle prestazioni in campo di tale dispositivo.

Sono state effettuate delle prove di tiro in campo usando un trattore 4RM da 191 kW di potenza per 9590 kg di massa totale. I dati sperimentali ottenuti dalle prove di tiro sono stati incrociati con la formula proposta dalla ASAE D497.7 al fine di determinare il punto di lavoro del trattore simulando un'operazione di riferimento (aratura). Successivamente, mediante l'impiego di un modello empirico per il consumo specifico del motore si è stimato il consumo durante l'operazione di riferimento. Ciò ha permesso di confrontare le prestazioni del trattore in tre configurazioni: a) zavorra montata posteriormente; b) zavorra montata anteriormente, Moltiplicatore di Zavorra chiuso; c) zavorra montata anteriormente, Moltiplicatore di Zavorra tutto aperto.

I risultati ottenuti mostrano che variando la distribuzione di massa del trattore entro i limiti concessi dall'impiego del Moltiplicatore di Zavorra non si registrano effetti rilevanti sul consumo di carburante. Di conseguenza, al fine di ottenere vantaggi in termini di efficienza operativa e consumi, pare più efficace orientarsi verso strategie mirate a variare altri parametri di setup della macchina (es. pressione di gonfiaggio degli pneumatici e anticipo alle ruote anteriori).

## **#P60 Nitrogen deposition effects on soil properties, microbial abundance, and litter decomposition across three shrublands Ecosystems from the Mediterranean basin**

Lo Cascio M.<sup>1,9</sup>, Morillas L.<sup>2</sup>, Ochoa-Hueso R.<sup>3</sup>, Delgado-Baquerizo M.<sup>4</sup>, Roales J.<sup>2</sup>, Munzi S.<sup>2,5</sup>, Spano D.<sup>1,9</sup>, Cruz C.<sup>2</sup>, Gallardo A.<sup>4</sup>, Manrique E.<sup>6</sup>, Perez-Corona M.E.<sup>7</sup>, Dias T.<sup>2</sup>, Sirca C.<sup>1,9</sup>, Mereu S.<sup>8,9</sup>

<sup>1</sup>Dpt. of Agriculture of the University of Sassari. <sup>2</sup>Centre for Ecology, Evolution and Environmental Changes, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa. <sup>3</sup>Departamento de Biología-IVAGRO. Universidad de Cádiz. <sup>4</sup>Dpt. de Sistemas Físicos, Químicos y Naturales, Universidad Pablo de Olavide. <sup>5</sup>Centro Interuniversitário de História das Ciências e da Tecnologia, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa. <sup>6</sup>Dpt. of Plant Physiology and Ecology, Centro de Ciências Medioambientales, Consejo Superior de Investigaciones Científicas. <sup>7</sup>Dpt. Biodiversidad, Ecología y Evolución. UD Ecología.

Universidad Complutense de Madrid. <sup>8</sup>Dpt. of BioEconomy, National Research Council. <sup>9</sup>CMCC, Euro-Mediterranean Centre on Climate Change, IAFES Division, Sassari.

\*Corresponding Author: [mlocascio@uniss.it](mailto:mlocascio@uniss.it)

Atmospheric nitrogen (N) inputs in the Mediterranean Basin are projected to increase due to fossil fuel combustion, fertilizer use, and the exacerbation of agricultural production processes. Although increasing N deposition is recognized as a major threat to ecosystem functioning, little is known about how local environmental conditions modulate ecosystem function response to N addition, particularly in the context of Mediterranean-Basin ecosystems. Here, we assessed how N addition affects important ecosystem properties associated with litter decomposition, soil physical-chemical properties, soil extracellular enzymatic activity and microbial abundance, across three long-term N addition experimental sites in the Mediterranean Basin. Sites were located in El Regajal (Madrid, Spain), Capo Caccia (Alghero, Italy), and Arrábida (Lisbon, Portugal) and are all representative of Mediterranean shrublands. No common pattern for litter decomposition process or other studied variables emerged among the control plots of the studied sites. Nitrogen supply only impacted soil pH in two out of three experimental sites. Moreover, when we explored the role of N addition and soil pH – a major driver of decomposition – in controlling litter decay rates within each experimental site, we found that the effects of these factors were site-dependent. Our results point out to local ecosystem features modulating N addition effects in controlling litter decomposition rates in Mediterranean ecosystems, suggesting that the responses of soil functioning to N deposition are site-dependent. These findings highlight the importance of an integrative framework to understand contrasting ecosystem responses to N additions based on a single field or microcosm experiments.

## ***Effetti delle deposizioni azotate sulle proprietà del suolo, sull'abbondanza microbica e sulla decomposizione della lettiera in tre ecosistemi del bacino Mediterraneo***

Le deposizioni di azoto (N) atmosferico nel bacino del Mediterraneo sono in aumento a causa della combustione di combustibili fossili, dell'uso di fertilizzanti e dell'intensificazione dei processi di produzione agricola. Sebbene l'aumento delle deposizioni di N sono riconosciute come una delle principali minacce per il funzionamento degli ecosistemi, ben poco si conosce su come le condizioni ambientali locali regolino la risposta della funzione ecosistemica all'aggiunta di N, particolarmente nel contesto degli ecosistemi del bacino del Mediterraneo. In questo studio, abbiamo valutato come l'aggiunta di N può influenzare importanti funzioni dell'ecosistema associate alla decomposizione della lettiera, proprietà fisico-chimiche del suolo, attività enzimatica extracellulare del suolo e abbondanza microbica. Lo studio è stato condotto in tre siti sperimentali del bacino del Mediterraneo, nei quali è in corso un esperimento a lungo termine di aggiunta di N. I siti si trovavano a El Regajal (Madrid, Spagna), Capo Caccia (Alghero, Italia) e Arrábida (Lisbona, Portogallo) e sono tutti rappresentativi della macchia Mediterranea. Dai risultati, non si evidenzia nessun trend comune sia negli indici di decomposizione sia nelle altre variabili studiate nei plot di controllo. Il trattamento con N ha modificato il pH del suolo solo in due dei tre siti sperimentali. Quando per ciascun sito sperimentale abbiamo testato l'effetto di N e del pH del suolo nel controllo dei tassi di decomposizione della lettiera abbiamo scoperto che gli effetti di queste variabili erano sito dipendenti. I nostri risultati evidenziano che le caratteristiche dell'ecosistema locale regolano gli effetti dell'aggiunta di N nel controllo dei tassi di mineralizzazione della lettiera, suggerendo che le risposte del funzionamento del suolo alla deposizione di N sono sito dipendenti.

## #P61 Effectiveness of two different *Bacillus thuringiensis kurstaki* bioinsecticides against *Lymantria dispar* in Sardinia

Maurizio Olivieri<sup>1</sup>, Roberto Mannu<sup>1</sup>, Andrea Lentini<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sezione di Patologia Vegetale ed Entomologia, Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Sassari, Italy.

\*Corresponding author: [molivieri@uniss.it](mailto:molivieri@uniss.it)

*Lymantria dispar* (L.) (Lepidoptera Erebidæ) can cause extensive defoliation in cork oak forests when high-density populations occur. In order to study gypsy moth population dynamics and to plan control measures, a permanent network of monitoring sites has been established in all oak forests in Sardinia (Italy) to identify the areas at risk of infestation. In these areas, the control of *Lymantria dispar* is carried out by aerial application of *Bacillus thuringiensis kurstaki* (*Btk*), whose efficacy against gypsy moths strictly depend on commercial formulations and aerial distribution techniques. In line with this, experimental trials aimed to compare the effectiveness of two different *Btk*-based insecticides [Foray® 76B AVIO (ABTS-351 strain) and Rapax® AS AIR (EG-2348 strain)] were conducted in 2018 and 2019 in Sardinian cork oak forests. Foray® 76B was applied at the doses of 2.0 and 2.5 l/ha, whereas Rapax® AS at 2.0 l/ha. The experimental design involved three replicates for each treatment and for the untreated control. All formulations were sprayed undiluted using helicopters equipped with 4 electronic rotary atomizers adjusted to sprinkle 160 micron-sized drops. The effectiveness of *Btk* was assessed in the field by estimating larval density reduction 7, 14 and 21 days after the application, and in laboratory by observing mortality on samples of II-III instars collected from each plot and fed with foliage collected from the respective one. All *Btk*-based products proved to be effective in the field against gypsy moth larvae, being able to reduce the mean insect population density at levels lower than the untreated control. The use of a lower dose of insecticide, than that labeled, results in less shipping cost and allows to increase the areas subjected to insecticide application, thus enabling more timely intervention.

## ***Prove di efficacia di due formulati a base di *Bacillus thuringiensis kurstaki* applicati con mezzo aereo contro *Lymantria dispar* in Sardegna***

*Lymantria dispar* (L.) (*Lepidoptera Erebidae*) negli anni di massima infestazione può causare la totale defogliazione delle sugherete Mediterranee. Per studiare la dinamica di popolazione dell'insetto e per programmare gli interventi di lotta, è attiva nei querceti della Sardegna una rete di monitoraggio che permette di individuare le aree a rischio di defogliazione. La lotta a *L. dispar* si basa sulla distribuzione aerea di preparati a base di *Bacillus thuringiensis kurstaki* (*Btk*) i cui protocolli d'impiego sono stati ottimizzati attraverso la comparazione di diversi prodotti commerciali. Per valutare l'efficacia di due formulati a base di *Btk* [Foray® 76B AVIO (ceppo ABTS-351) e Rapax® AS AIR (ceppo EG-2348)], nel 2018 e nel 2019 sono state condotte prove sperimentali in due comprensori subericoli della Sardegna. Foray® 76B è stato impiegato alle dosi di 2,0 e 2,5 l/ha, mentre Rapax® AS a 2,0 l/ha. Il disegno sperimentale ha previsto tre replicazioni per ciascun trattamento e per il controllo non trattato. I prodotti sono stati distribuiti tal quali per mezzo di elicotteri equipaggiati con atomizzatori rotativi regolati per irrorare gocce di 160 micron di diametro. L'efficacia dei prodotti è stata valutata in campo, stimando la riduzione larvale 7, 14 e 21 giorni dopo i trattamenti, e in laboratorio, osservando le mortalità su campioni di larve di II e III età prelevate in campo e allevate con fogliame raccolto dalle corrispondenti parcelle di provenienza. I due prodotti hanno avuto un'efficacia paragonabile a quella del Foray® 48B, formulato normalmente impiegato in Sardegna alla dose di 4 l/ha, anche quando distribuiti alle quantità minime suggerite. L'impiego di dosi inferiori di insetticida comporta un risparmio economico nei costi di trasporto del prodotto e riduce i tempi di caricamento nell'elicottero e di distribuzione nel bosco consentendo, pertanto, una maggiore tempestività degli interventi.

## **#P62 FORIm]AGE, BEES & FRUITS: bee-fruit synergies with forage farming systems in rainfed Mediterranean environment**

Michelina Pusceddu<sup>1</sup>, Laura Loru<sup>2</sup>, Guy D'hallewin<sup>3</sup>, Alberto Satta<sup>1</sup>, Leonardo Sulas<sup>4</sup>, Maria Giovanna Molinu<sup>3</sup>, Giannella Piluzza<sup>4</sup>, Roberto A. Pantaleoni<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Dipartimento di Agraria, Sezione di Entomologia, University of Sassari, Italy.*

<sup>2</sup>*National Research Council (CNR), Institute of Research on Terrestrial Ecosystems (IRET), Italy.*

<sup>3</sup>*National Research Council (CNR), Institute of Science of Food Production (ISPA), Italy.*

<sup>4</sup>*National Research Council (CNR), Institute for the Animal Production System in Mediterranean Environment (ISPAAM), Italy.*

\*Corresponding author: [mpusceddu@uniss.it](mailto:mpusceddu@uniss.it)

The 4APIFRUT project, acronym for "FORIm]AGE, BEES & FRUITS": bee-fruit synergies with forage farming systems in rain-fed Mediterranean environment" has been financed by the Italian Ministry of Agricultural, Food and Forestry Policies. In order to promote a greener, more resource efficient and climate-resilient productive model, this project is aimed at redesigning traditional productive systems where synergic interactions between animal husbandry and environment will also focus on the diffusion of 1) multifunctional legume species; 2) extensive fruit and 3) honey production.

Project activities will cover three years (2020-2022), involving four representative farms located in Northern Sardinia, National Research Council (Institute of Research on Terrestrial Ecosystems) and University of Sassari (Department of Agriculture, section of Entomology). Project activities include the following work packages: WP1 Beekeeping as a tool to increase the productivity of the typical agro-silvopastoral farms of Sardinia. The aim of this WP is to assess how beekeeping activity can affect the productivity of improved agro-silvopastoral systems, considering the honeys and pollens obtained and the increase in seed/fruit production due to pollination activity. WP2 Multifunctional evaluation of forage and grain legume species in new cultivation environments. Legume performances will be monitored for ground covering, phenological stages, grain and forage yields, bromatological composition, percentage of N derived from the atmosphere and fixed N. WP3 Make unproductive native wild pear rootstocks into extensive organic pear groves. Sardinian pear germplasm entities will be employed to turn unproductive elements of the agro-silvopastoral system (*Pyrus sylvestris*, *P. amygdaliformis*) into resilient-extensive groves offering organic food, fodder and pasture for bees. WP4 Investigations on legume and fruit crop entomofauna. The novel ecosystem enriched with forage and grain legume species and ancient pears cvs will be evaluated in terms of nectar and pollen sources for useful insects. The multi-disciplinary scientific team will ensure tutoring and coaching along the project and warrant result dissemination

***FOR[m]AGGI, API E FRUTTA: integrazione apistico-frutticola di sistemi foraggero-zootecnici in ambiente mediterraneo asciutto***

Il progetto "FOR[m]AGGI, API E FRUTTA (4APIFRUT): integrazione apistico-frutticola di sistemi foraggero-zootecnici in ambiente mediterraneo asciutto, si basa sull'ipotesi che risorse naturali sinora trascurate, quali le potenziali produzioni e funzioni derivanti da leguminose autoctone, la coltivazione estensiva di varietà locali di frutta (in particolare pere) e l'apicoltura, potrebbero integrare le produzioni tradizionali (latte, formaggio, carne) di aziende agro-silvo-pastorali, generando reddito e competitività. Le attività del progetto prevedono a) l'aumento delle produzioni di leguminose foraggera nelle aziende; b) la produzione di frutta biologica attraverso l'innesto dei peri selvatici con varietà locali; c) la produzione di miele attraverso l'aumento e la stabilizzazione delle disponibilità di polline e nettare.

La compagine scientifica di progetto, che durerà tre anni (2020-2022), prevede 4 Unità Operative: l'Istituto per il Sistema Produzione Animale in Ambiente Mediterraneo (ISPAAM) curerà la valorizzazione multifunzionale di leguminose da foraggio e granella in nuovi areali di coltivazione, mentre l'Istituto Scienze delle Produzioni Alimentari (ISPA) creerà dei 'frutteti estensivi' sperimentali. Le altre due Unità Operative si dedicheranno alla parte entomologica del progetto. La sezione di Entomologia del Dipartimento di Agraria, Università di Sassari, seguirà la parte più strettamente apistica, mentre l'Istituto di Ricerca sugli Ecosistemi Terrestri IRET quella della biodiversità e della difesa delle produzioni. Le api rappresentano il principale mezzo di potenziamento della produttività aziendale. Si studieranno le produzioni delle differenti tipologie di miele e polline conseguibili grazie all'incremento delle superfici a leguminose, ma anche alle risorse derivanti dall'innesto dei perastri. Inoltre, sono coinvolte quattro aziende "modello" del Nord Sardegna che praticano l'allevamento estensivo di ovini da latte, bovini da carne e asini in un tipico ambiente mediterraneo dominato dalla presenza di peri selvatici. Le azioni programmate dovrebbero promuovere pratiche di agro-forestazione in regime di agricoltura biologica, aumentare l'efficienza energetica e fornire nuovi servizi ecosistemici.

### **#P63 Planning dairy farm efficiency at territorial scale to improve environmental performance of dairy sectors**

Matteo Sini<sup>1</sup>, Antonello Cannas and Alberto Stanislao Atzori

*Dipartimento di Agraria, University of Sassari, Italy.*

\*Corresponding author: [Msini@uniss.it](mailto:Msini@uniss.it)

The Sardinian sheep sector includes about 10.000 dairy farms and 2.7 million ewes, producing about 330 millions L/yr. of sheep milk, mostly from December to July (about 130 L/yr. of milk per present ewe). This work proposes a method to be applied on the territorial scale to improve technical and environmental efficiency of the dairy sheep sector and to quantify economic and environmental benefits in Sardinia. Partial correlations and distributions of 58 variables from 490 real sheep farms were calculated, to describe the technical profile of small farms (<300 heads) and medium-large farms (>300 heads). A MonteCarlo simulation (@RiskSoftware-Palisade.com) was run to develop a synthetic database of the Sardinian sheep sector (6261 farms <300 heads, 41% of heads; 3744 farms >300 heads, 59% of heads). Several scenarios were tested in a 10 year horizon, assuming stable total Sardinian milk deliveries. Estimated emissions resulted: CO<sub>2</sub>eq. from methane (kg) = 87.4 milk (kg/yr per ewe) - 0.765 R<sup>2</sup> = 0.9 (P<0.01). An improvement of 20 L/yr. per ewe of the 3744 medium-large farms would reduce the regional flock of 8.5%, saving 15,000 ha of pasture land. Similar improvements would be obtainable increasing by 30 L/yr. the production of the 6261 small farms. Increasing annual fertility would induce limited advantages. Else, improvement of lambing synchronization (to reduce delayed lambings and increase milking days in autumn, i.e. from 20 to 60) in the 3744 medium-large farms would: increase the regional milk production level of 17 L/yr. per present ewe, reduce the regional flock of 12%, save resources for ewe maintenance costs equal to 22,000 ha of pasture land (or stored forage for 19 Million of €) and reduce sheep methane emissions of 11%. The same strategy applied to all farms would reduce by 21% the ewes, reducing pasture land by 40,000 ha and methane emissions by 15%. This method might be used to test territorial policies in other sectors.

### ***Pianificare l'efficienza delle aziende lattiero-casearie su scala territoriale migliorando le prestazioni ambientali del settore lattiero-caseario***

Il settore ovino sardo comprende circa 10.000 aziende lattiero-casearie e 2,7 milioni di pecore, che producono circa 330 milioni di L/anno, principalmente da dicembre a luglio (circa 130 L/anno di latte per pecora presente). Questo lavoro propone un metodo da applicare su scala territoriale per migliorare l'efficienza tecnica e ambientale del settore ovino da latte e per quantificare i benefici economici e ambientali in Sardegna. Sono state calcolate le correlazioni parziali e le distribuzioni di 58 variabili da 490 allevamenti ovinii, per descrivere il profilo tecnico di allevamenti piccoli (<300 capi) e medio-grandi (> 300 capi). È stata eseguita una simulazione MonteCarlo (@ RiskSoftware-Palisade.com) per sviluppare un database sintetico del settore ovino sardo (6261 allevamenti <300 capi, 41% di capi; 3744 allevamenti > 300 capi, 59% di capi). Diversi scenari sono stati testati in un orizzonte di 10 anni, ipotizzando che le consegne totali di latte sardo fossero stabili. Le emissioni stimate risultano: CO<sub>2</sub>eq. da metano (kg) = 87,4 latte (kg/ anno per pecora) - 0,765 R<sup>2</sup> = 0,9 (P <0,01). Un miglioramento di 20 L/anno per pecora nelle 3744 aziende medio-grandi ridurrebbe il gregge regionale dell'8,5%, risparmiando 15.000 ha di pascolo. Miglioramenti simili sarebbero ottenibili aumentando di 30 L/anno la produzione delle 6261 piccole aziende agricole. L'aumento della fertilità annuale indurrebbe vantaggi limitati. Inoltre, il miglioramento della sincronizzazione delle agnelle (per ridurre i parti tardivi e aumentare i giorni di mungitura in autunno, ad esempio da 20 a 60) nelle 3744 aziende medio-grandi favorirebbe: l'aumento del livello produttivo di latte regionale di 17 L/anno per pecora presente, ridurrebbe il gregge regionale del 12%, si risparmierebbero risorse per i costi di mantenimento pari a 22.000 ha di pascolo (o foraggio immagazzinato per 19 Milioni di €) e si ridurrebbero le emissioni di metano delle pecore dell'11%. La stessa strategia applicata su tutti gli allevamenti ridurrebbe del 21% le pecore, riducendo l'utilizzo dei pascoli di 40.000 ha e le emissioni di metano del 15%. Questo metodo potrebbe essere utilizzato per testare le politiche territoriali in altri settori.

## **#P64 A numerical simulation method to calculate the solar radiation inside photovoltaic greenhouses**

Cossu M<sup>1</sup>, Yano A<sup>2</sup>, Deligios A P<sup>1</sup>, Solinas S<sup>1</sup>, Tiloca M T<sup>1</sup>, Ledda L<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Department of Agriculture, University of Sassari, Italy.*

<sup>2</sup>*Institute of Environmental Systems Science, Shimane University, Japan.*

<sup>3</sup>*Department of Agricultural, Food and Environmental Sciences, Polytechnic University of Marche, Italy.*

\*Corresponding author: [mtiloca@uniss.it](mailto:mtiloca@uniss.it)

Photovoltaic (PV) greenhouse allows the production of energy and crops on the same land unit. However, the shadow cast by the PV panels in the greenhouse area reduces the sunlight availability, with implications for the growth of crops that should be carefully evaluated for the agronomic sustainability of these systems. The aim of this work was to apply a novel algorithm to calculate the solar radiation inside PV greenhouses to determine its distribution on the greenhouse area, providing support in the choice and management of the greenhouse crops. The global radiation was calculated inside and outside on several observation points (OP) located on the greenhouse area, as the sum of the direct and diffuse radiation. When the incident sunrays were inside the polygon area representing the PV array, the OP was considered under the shadow of the PV array and only the diffuse radiation was considered. On the contrary, when the sunrays were outside the polygon area of the PV array, the OP received both the direct and diffuse solar radiation. The algorithm allows to distinguish three possible combinations of shading and irradiance on the greenhouse area during the year (no shading, partial shading, full shading). This method allows to describe how the solar radiation is distributed on the greenhouse area, as a function of the cover ratio of the PV panels on the roof, the height and the orientation of the PV greenhouse. The algorithm can be applied to several PV greenhouse types and may provide a decision support tool for the identification of the most suitable horticultural species, based on their light requirements.

## ***Proposta di un metodo di simulazione numerica per calcolare la radiazione solare in serra fotovoltaica***

Le serre fotovoltaiche (FV) permettono la produzione di energia e prodotti agricoli sulla stessa unità di superficie di suolo. Tuttavia, l'ombra proiettata dai pannelli FV sulla superficie di coltivazione della serra riduce la disponibilità di luce solare, con implicazioni sulla crescita delle colture che devono essere attentamente valutati rispetto alla sostenibilità agronomica di questi sistemi. Lo scopo di questo lavoro è stato quello di applicare un nuovo algoritmo per calcolare la radiazione solare dentro le serre fotovoltaiche per determinare la sua distribuzione sulla superficie di coltivazione in serra e fornire supporto decisionale nella scelta e gestione delle colture. La radiazione globale è stata calcolata internamente ed esternamente su numerosi punti di osservazione (OP) all'interno della serra, come somma della radiazione solare diretta e diffusa. Quando i raggi solari visti dai punti di osservazione cadevano dentro l'area poligonale rappresentante i pannelli FV sul tetto, i punti di osservazione erano considerati sotto l'ombra e solo la radiazione diffusa veniva attribuita. Al contrario, quando i raggi solari cadevano fuori dell'area poligonale dei pannelli, veniva attribuita sia la radiazione diretta che diffusa. L'algoritmo permette di distinguere tre possibili combinazioni di ombra e irraggiamento sull'area della serra durante l'anno (nessun ombreggiamento, ombreggiamento parziale, ombreggiamento totale). Questo metodo descrive come la radiazione solare si distribuisce sulla superficie della serra, in funzione del grado di copertura dei pannelli FV sul tetto, l'altezza e l'orientamento della serra. L'algoritmo può essere applicato a numerose tipologie di serra FV e costituire uno strumento di supporto decisionale nell'identificazione delle specie più adatte alla coltivazione in serra FV, sulla base delle loro esigenze di radiazione solare.

## **#P65 Productive matrix as a strategy for the territorial project of Siero (Asturias)**

Omar Sosa García

*Colectivo CCRS, calle Balmes 357 Barcellona Spagna.*

\*Corresponding author: omar@ccrs

The urban discipline, when facing the drafting of an urban plan, requires the definition of strategies that protect and enhance the socio-economic, landscape and heritage values of a municipality. Siero, the case study, is located in the heart of Asturias, a Spanish region that has always been known for its agricultural production and, until the 1990s, for its mining industry. Located among Oviedo, Avilés and Gijón, the municipality of Siero is a territory of great industrial importance in the region. For this reason, the drafting of its new master plan is faced, beyond a purely urban perspective, from a territorial project that aims to protect its agroforestry values. Georeferenced information systems (GIS) play a fundamental role in identifying productive spaces where agroforestry activity is still taking place, as well as those that must be preserved to guarantee their future development. The protection of fluvial axes, as well as the autochthonous vegetation associated with them, and the limitation of the growth of the numerous rural settlements contribute to the definition of a territorial project that perpetuates this economic resource and enhances the values of non-anthropized areas.

## **La matrice produttiva come strategia per il progetto territoriale di Siero (Asturias)**

La disciplina urbanistica, al momento di affrontare la redazione di un Piano (PUC), necessita della definizione di strategie che proteggano e potenzino i valori socio-economici, paesaggistici e patrimoniali di un comune. Siero, il caso di studio, è situato nel cuore delle Asturie, una regione spagnola che è sempre stata conosciuta per la sua produzione agricola e, fino agli anni '90, per il settore minerario. Localizzato tra Oviedo, Avilés e Gijón, il comune di Siero è un nucleo di grande importanza industriale nella regione. Per questo la redazione del suo nuovo *Plan General* si è affrontata, al di là di un approccio puramente urbanistico, dalla prospettiva di un progetto territoriale che ha come obiettivo la protezione dei suoi valori agroforestali. I sistemi di informazione georeferenziata (GIS) hanno giocato un ruolo fondamentale al momento di identificare tanto gli spazi produttivi nei quali ancora oggi si sviluppa l'attività agroforestale, quanto quegli spazi che devono essere preservati per garantire un suo futuro sviluppo. La protezione degli assi fluviali, come anche la vegetazione autoctona ad essi associati, e la limitazione della crescita dei numerosi nuclei rurali contribuiscono alla definizione di un progetto territoriale che perpetui questa risorsa economica e potenzi i valori dei suoli non antropizzati.

## ***#P66 Analysis of the perception of ecosystem and social services produced by sheep farming in Sardinia.***

Paola Sau<sup>1</sup>, Brunella Arru, Roberto Furesi, Fabio A. Madau, Pietro Pulina

Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Sassari, Italy.  
*\*Corresponding author: [psau@uniss.it](mailto:psau@uniss.it)*

Sardinia is the most important region of the European Union (EU) for sheep milk production and contributes to about 60% of Italian dairy sheep production. In this region, dairy sheep farming is typically based on the direct use of pasture by animals. This shepherding model has been at the basis of local cultural identity, provides landscape maintenance and care, contributes to the protection of territory and animal and vegetable biodiversity, and ensures job occupation for thousands of people (i.e. secondary output). These positive externalities are referred to as Ecosystem Services (ES), defined as "the direct and indirect benefits that ecosystems provide to humanity" and social services, here intended as the livelihoods protection in inland areas and depopulation averting. This study aimed to evaluate the perception that the population's different target has towards pasture-based breeding and the important services performed by it. Using an online qualitative survey method among different people categories (e.g., residents and tourists), we grasped information on their perceptions about environmental and social services provided by the sector. We applied a multivariate statistical technique to cluster the agro-pastoralism secondary output based on interviewees' point of view. Moreover, we estimated the relationship among the perceptions and of some socio-characteristics of respondents. This enabled us to highlight the most appreciated agro-pastoralism social and ES services and estimate the connections among agro-pastoralism amenities.

As far as we know, this is the first study on extensive sheep farming focused on the ES and social services. Our contribution lies in identifying which ES and social services provided by the Sardinian sheep sector, if recognized and exploited, can represent a viable way to ensure such sector's durability.

### ***Analisi sulla percezione dei servizi ecosistemici e sociali prodotti dall'allevamento ovino in Sardegna***

La Sardegna è la più importante regione dell'Unione Europea (UE) per la produzione di latte ovino e contribuisce a quella italiana per circa il 60%. In questa regione l'allevamento ovino è tipicamente basato sull'utilizzo diretto dei pascoli da parte degli animali. Questo modello di pastorizia sta alla base dell'identità culturale locale, provvede ad assicurare la manutenzione e la cura del paesaggio, contribuisce alla tutela del territorio e della biodiversità animale e vegetale e garantisce occupazione a migliaia di persone (output secondari). Queste esternalità positive si identificano come Servizi Ecosistemici (SE), definiti come "benefici diretti e indiretti che gli ecosistemi forniscono all'umanità", e servizi sociali, intesi come tutela dei mezzi di sussistenza nelle zone interne e prevenzione dallo spopolamento. Questo studio mira a valutare la percezione che differenti target di popolazione hanno nei confronti dell'allevamento ovino al pascolo e degli importanti servizi da esso svolti. Attraverso un'indagine qualitativa online rivolta a differenti categorie di persone (ad esempio residenti e turisti), abbiamo raccolto informazioni riguardanti la percezione dei servizi ecosistemici e sociali forniti dal settore. Utilizzando l'analisi statistica multivariata abbiamo raggruppato gli output secondari della pastorizia in base al punto di vista degli intervistati e, inoltre, abbiamo stimato le relazioni presenti tra la percezione e alcune caratteristiche sociali degli intervistati. Questo ci ha permesso di evidenziare quali fossero i più apprezzati servizi ecosistemici e sociali svolti dalla pastorizia e di identificare le connessioni tra i servizi espletati dall'allevamento. Per quanto ne sappiamo, si tratta del primo studio incentrato sui servizi ecosistemici e sociali forniti dall'allevamento ovino di tipo estensivo. Il nostro contributo sta nell'individuare quali servizi ecosistemici e sociali derivanti dal settore ovino sardo, se riconosciuti e valorizzati, possono rappresentare una valida via per garantire la durabilità del settore.

## **#P67 Susceptibility of *Culex pipiens* to entomopathogenic *Brevibacillus* and *Pseudomonas* species**

Rim Hamze<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Sassari, Italy.

\*Corresponding author: [rimhamze1997@gmail.com](mailto:rimhamze1997@gmail.com)

Mosquitoes are rather common insect pests with a very high reproductive potential and represent major arthropod vectors of human diseases worldwide. Among a wide variety of species, *Culex pipiens* L. (Diptera: Culicidae) represents a major concern in the Mediterranean area. The limitations of traditional insecticide-based strategies, the related risks for the environment, and the possible development of resistance, support the development of alternative and eco-friendly methods. Among these is the employment of entomopathogenic bacteria, such as *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* (Bti) that finds successful use against this pest. However, the availability of other microbial products would be very useful due to a limited efficacy of Bti and the possibility of resistance development. In this study, specific isolates of *Brevibacillus laterosporus* and *Pseudomonas protegens* were assayed in the laboratory against *C. pipiens* larvae. As expected, laboratory bioassays showed a higher susceptibility of younger larvae and mortality levels of approximately 100% achieved with 1 billion bacterial spores or cells/ml after 24 h. Estimated median lethal concentrations (LC50s) were in the range of 5-6 and 50-70 million CFU for young larvae exposed to *B. laterosporus* and *P. protegens*, respectively. Preliminary bioassays allowed to predict also possible sub-lethal effects of these bacterial species on the development of mosquito larvae.

***Suscettibilità di Culex pipiens a batteri entomopatogeni delle specie appartenenti ai Generi Brevibacillus e Pseudomonas***

Le zanzare sono insetti parassiti piuttosto comuni con un potenziale riproduttivo molto elevato e rappresentano vettori di malattie di significativa importanza in tutto il mondo. Tra le diverse specie, *Culex pipiens* L. (Diptera: Culicidae) rappresenta una delle principali preoccupazioni nell'area del Mediterraneo. Le strategie di contenimento tradizionali basate sugli insetticidi chimici di sintesi presentano diversi limiti come i rischi per l'ambiente e per la salute, oltre allo sviluppo di resistenza e agli effetti su organismi non-target, il che promuove lo sviluppo di metodi alternativi eco-compatibili. Tra questi, l'impiego di batteri entomopatogeni, come il ben noto *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* (Bti) che ha trovato un uso efficace contro questo parassita. Tuttavia, la disponibilità di altri prodotti microbici sarebbe auspicabile per sopperire a una efficacia limitata del Bti e al possibile sviluppo di resistenza. In questo studio, alcuni ceppi dei batteri *Brevibacillus laterosporus* e *Pseudomonas protegens* sono stati saggiati in laboratorio contro le larve di *C. pipiens*. Le sperimentazioni hanno mostrato un'elevata suscettibilità larvale ai batteri, con livelli di mortalità prossimi al 100% esponendo per 24 h le larve a concentrazioni batteriche pari a 1 miliardo di spore o cellule/ml. Inoltre, è stata evidenziata una maggiore suscettibilità delle larve più giovani. Le concentrazioni letali medie (LC50) stimate si approssimano a 5-6 e 70-80 milioni di UFC per *B. laterosporus* e *P. protegens*, rispettivamente, saggiati su giovani larve. Saggi preliminari hanno anche messo in evidenza un possibile effetto sub-letale di queste specie batteriche sullo sviluppo pre-immaginale.

### **#P68 The eradication of pine processionary moth from Sardinia (Italy): preliminary results and future purposes**

Roberto Mannu<sup>1</sup>, Maurizio Olivieri, Andrea Lentini

*Sezione di Patologia Vegetale ed Entomologia, Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Sassari, Italy.*

Corresponding author: [rmannu@uniss.it](mailto:rmannu@uniss.it)

The pine processionary moth (PPM), *Thaumetopoea pityocampa* (Lepidoptera Notodontidae), is considered as an important pest species because larvae can cause harmful reactions in humans and animals with their urticating hairs. PPM was reported for the first time in Sardinia (Italy) in 2006 in the municipality of Sanluri (central-southern Sardinia). Afterwards, a second occurrence was recorded in the territory of Arzachena (north-eastern Sardinia). Due to the limited spread, an eradication program against PPM, coordinated by the Department of Agricultural Sciences of the University of Sassari and funded by Regione Sardinia, started in 2011. The main actions included: 1) the study of PPM phenology; 2) the monitoring of PPM throughout Sardinia by a network of pheromone traps; 3) the complete mapping of all pines and pinewoods within the infested areas; 4) the identification of infested pines and pinewoods 5) the application of mechanical (cutting and burning of nests), biotechnological (mass trapping), microbiological (aerial treatments of with *Bacillus thuringiensis kurstaki*) and chemical (local treatments with insecticides) control measures.

The application of the different actions allowed to eradicate the insect from central-southern Sardinia since 2019. A significant reduction in population abundance was also observed in the north-eastern Sardinia, with a decrease of the total number of males caught in pheromone traps from 760 in 2013 to 0 in 2020. However, PPM cannot be considered as eradicated from north-eastern Sardinia because no adults were captured in traps only in 2020, and a species can be considered as completely eradicated after an apparent absence of at least 2–3 times its normal generational time. Considering results obtained in the south-central part of Sardinia, where no adults were captured from 2017, we hypothesize that PPM can be considered completely eradicated from Sardinia within the next two years.

### ***Il piano di eradicazione della processionaria del pino dalla Sardegna: risultati e prospettive future***

La processionaria del pino, *Thaumetopoea pityocampa* (Lepidoptera Notodontidae), ha una notevole importanza per i problemi di ordine igienico-sanitario determinati dai peli urticanti degli stadi larvali. L'insetto è stato segnalato per la prima volta in Sardegna nel 2006 nel territorio di Sanluri (Centro-Sud). Nel 2013 è stato individuato un secondo focolaio d'infestazione nel territorio comunale di Arzachena (Nord-Est). La sua limitata diffusione nell'isola ha consentito l'avvio nel 2011 di un programma di eradicazione, predisposto dal Dipartimento di Agraria dell'Università di Sassari e finanziato dalla Regione Sardegna. Le principali linee d'intervento del piano hanno previsto: 1) studio della fenologia dell'insetto; 2) delimitazione dell'area di diffusione attraverso la predisposizione di trappole a feromone in tutta l'isola; 3) mappatura completa dei pini nelle aree interessate dai voli degli adulti; 4) individuazione di pini e pinete infestati; 5) interventi di lotta meccanica (taglio e abbruciamento dei nidi), biotecnologica (cattura massale dei maschi), microbiologica (trattamenti aerei con *Bacillus thuringiensis kurstaki* delle pinete) e chimica (trattamenti con piretroidi su piante isolate).

L'applicazione delle diverse linee d'intervento ha permesso di eradicare l'insetto dalla Sardegna centro-meridionale dal 2019. Nel Nord-Est dell'Isola il piano ha causato una significativa riduzione dell'abbondanza di popolazione dell'insetto, come attestato dal numero totale di maschi catturati alle trappole a feromoni che è passato da 760 nel 2013 a 0 nel 2020. Tuttavia, la specie non può essere ancora considerata completamente eradicata in quanto le catture alle trappole sono risultate pari a 0 solo nel 2020, e l'eradicazione può essere definita solo dopo un periodo pari a 2-3 volte il tempo necessario per completare una generazione. Considerando i risultati ottenuti nella zona centro meridionale dell'isola, si ipotizza che la completa eradicazione dell'insetto possa avvenire nei prossimi due anni.

**#P69 Conversion of an apple orchard: yield and quality**

Sara Zanoni<sup>1</sup>, Raffaella Morelli, Romano Maines, Roberto Zanzotti

*Centro Trasferimento Tecnologico, Fondazione E. Mach, San Michele all'Adige, Italy.*

*\*Corresponding author: [sara.zanoni@fmach.it](mailto:sara.zanoni@fmach.it)*

According to the latest data, the certified and in-conversion organic fruit area in Trentino is about 1.000 ha<sup>-1</sup>. As the development of sustainable agricultural strategies is increasing very quickly, both protection of the natural ecosystem and satisfaction of the market demands are essential goals. For this purpose, a trial of comparison between two different agronomic managements was carried out at Borgo Valsugana (TN). The investigated orchard (Gala variety, Buckeye® clone, Mg rootstock, Bi-baum® system) planted in 2015 (3.60m × 1.00m), was managed until 2017 according to the integrated production regulations. In spring 2018, a portion of the plant was converted to organic management (Reg. UE 834/2007). Production and qualitative parameters of the apple orchard were assessed on the two theses (INT and BIO), during the three-year conversion period (2018-2020). The results showed a significantly higher total production (t/ha) in 2019 and 2020 of the INT thesis, whereas in 2018, following an excessive post-flower thinning action in the INT, a significant decrease in production was found compared to the BIO thesis. However, a temporal increase in production was observed for both theses, consistent with the entry into production of the plant, and a yield in line with the ranges of the two managements was achieved. The qualitative investigations carried out on apples harvested at commercial ripeness (starch, soluble solid content, firmness, acidity, Thiault index) did not show overall differentiation between the theses; the year, on the other hand, was the discriminating factor between the third year of conversion and the others. The colour (%) and the size (apple diameter and weight) were higher than the minimum level commercially required for both theses and basically more constant in the BIO. The biometric data (canopy and trunk circumference) and pest and disease controls did not show any differences between the theses during the three-year period. The study underlined that the change from integrated to organic management in the apple orchard could result in a comparable production and quality. Therefore, the application of less invasive agronomic practices is sustainable for both environmental and commercial perspectives.

### ***Meleto in conversione: aspetti qualitativi e produttivi***

Secondo gli ultimi dati, in Trentino la superficie frutticola biologica certificata e in conversione è di circa 1.000 ha. Considerando la sempre maggiore diffusione delle pratiche agronomiche sostenibili, risulta fondamentale non solo garantire la protezione degli ecosistemi ma anche assicurare una produttività compatibile con le richieste di mercato. A tale scopo, è stata impostata una prova di confronto gestioni in un meleto a Borgo Valsugana (TN). Il frutteto oggetto di studio (varietà Gala, clone Buckeye®, portainnesto Mg, sistema di allevamento Bi-baum®), messo a dimora nel 2015 (3.60m × 1.00m), è stato gestito fino al 2017 secondo il disciplinare di produzione integrata. Nella primavera 2018 una porzione dell'impianto è stata convertita alla gestione biologica (Reg. UE 834/2007). Nelle due tesi così ottenute (INT e BIO), nel corso del triennio di conversione (2018-2020), sono stati valutati parametri produttivi e qualitativi del meleto. I risultati hanno evidenziato una produzione totale (t/ha) significativamente superiore nel 2019 e nel 2020 nella tesi INT, mentre nel 2018, in seguito ad un'eccessiva azione di diradamento post-florale nella tesi INT, è stato riscontrato un calo di produzione significativo rispetto al BIO. Tuttavia, per entrambe le tesi è stato registrato un incremento produttivo temporale, coerentemente con l'entrata in produzione dell'impianto, ed è stata ottenuta una produzione in linea con i range tipici delle due gestioni. Le indagini qualitative condotte sulle mele raccolte a maturazione commerciale (amido, zuccheri, durezza, acidità, indice Thiault) non hanno evidenziato complessivamente differenziazione tra tesi; il fattore annata è invece risultato il discriminante tra il terzo anno di conversione e gli altri due. Il colore (%) e la pezzatura (diametro e peso mela) sono risultate, per entrambe le tesi, superiori al livello minimo richiesto commercialmente e tendenzialmente più costanti nel BIO. I dati biometrici (volume chioma e circonferenza tronco) e fitosanitari non hanno mostrato differenze tra le tesi nel corso del triennio d'indagine. Lo studio ha sottolineato che il cambiamento da gestione integrata a biologica può determinare una produzione ed una qualità del prodotto comparabili. L'uso di pratiche agronomiche meno invasive è risultato sostenibile sia dal punto di vista ambientale che commerciale.

## **#P70 Antimicrobial activity of different plant extracts obtained through supercritical CO<sub>2</sub> respect to olive tree plant pathogens**

Daniele Schiavi<sup>1</sup>, Leonardo Rescio<sup>2</sup>, Giorgio M. Balestra<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Agricultural and Forestry Sciences (DAFNE), University of Tuscia, Viterbo, Italy.

<sup>2</sup>Licofarma srl, Galatina, Italy.

\*Corresponding author: [schiavi@unitus.it](mailto:schiavi@unitus.it)

The causal agents of olive knot diseases, *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* (Psav), and olive anthracnose, *Colletotrichum gleosporoides* (Cg), are of the most threatening pathogens for olive tree orchards, which are widely distributed in all Mediterranean area. Nowadays control and prevention strategies mainly focus on good agronomical practices and using chemical compounds such as cupric salts and triazole-based fungicides. The aim of this work was to evaluate *in vitro* the antimicrobial activity of plant extracts obtained through supercritical CO<sub>2</sub> respect to Psav and Cg. Agricultural wastes from rosemary, sage, origan and thyme have been collected and then pretreated in order to obtain an homogeneous biomass with humidity less than 10%. Different extraction parameters were tested (T°, CO<sub>2</sub> flow, Pressure), but the most interesting results in terms of yield were achieved at 60°C with medium-high pressure (P>350 bar) and flow higher than 30 kg/h. Obtained extracts were *in vitro* tested against Psav and Cg with different assays (microdilution, incorporation, diffusion) in order to define the minimal inhibitory concentration. The most interesting results were obtained with rosemary and sage at 1%v/v and with origan and thyme at 0.5% v/v against Psav. In the short term all extracts at 0.5% v/v inhibited the growth of Cg (9 dd), while in the long term inhibition was shown only at concentrations higher than 1% v/v (15 dd). The results obtained suggest to deepen this line of research to evaluate the biological compatibility of the natural substances tested here with respect to olive trees, as well as their antimicrobial activity against Psav and Cg, by means of *in vivo* tests.

### ***Attività antimicrobica di differenti estratti vegetali ottenuti con CO<sub>2</sub> supercritica nei confronti di agenti fitopatogeni su ulivo***

Gli agenti causali della rogna dell'ulivo, *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* (Psav), e dell'antracnosi delle olive, *Colletotrichum gleosporoides* (Cg), rappresentano alcuni tra i principali patogeni batterici e fungini che attaccano l'ulivo, la cui coltivazione è ampiamente diffusa nel Mediterraneo. Le attuali strategie di controllo e prevenzione di questi patogeni si basano principalmente sull'osservanza di buone pratiche agricole e sull'impiego di composti chimici come sali di rame e fungicidi della classe dei triazoli. Lo scopo di questo studio è stato quello di valutare l'attività antimicrobica di alcuni estratti vegetali ottenuti tramite estrazione con CO<sub>2</sub> supercritica nei confronti di Psav e Cg. Sono stati individuati differenti scarti vegetali appartenenti alle specie di Rosmarino, Salvia, Origano e Timo. I campioni vegetali sono stati pretrattati per ottenere una biomassa omogenea con umidità inferiore al 10%. Successivamente sono stati svolti differenti saggi variando i parametri estrattivi (T°, portata CO<sub>2</sub>, pressione). I risultati più interessanti in termini di resa sono stati ottenuti a 60°C con pressioni medio-alte (P>350 bar) e portate superiori a 30 kg/h. Gli estratti ottenuti sono stati saggiati *in vitro* rispetto a Psav e Cg tramite diversi saggi (micro-diluizione, incorporazione, diffusione) per quantificare la concentrazione minima inibente. Per Psav il risultato più interessante è stato ottenuto con l'estratto di rosmarino e salvia all'1% v/v, mentre con origano e timo inibizioni simili sono state ottenute a concentrazioni dello 0,5% v/v. Per Cg è stato verificato come tutti gli estratti a concentrazioni dello 0,5% v/v sono in grado di inibire la crescita del fungo nel breve periodo (9 gg), mentre a intervalli di tempo maggiori l'inibizione fosse mantenuta solo a concentrazioni superiori all'1% v/v (15 gg). I risultati ottenuti suggeriscono di approfondire questa linea di ricerca per valutare la compatibilità biologica delle sostanze naturali qui saggiate rispetto alle piante di ulivo, nonché la loro attività antimicrobica nei confronti di Psav e Cg, mediante saggi *in vivo*.

### **#P71 Use of microparticles of chitosan hydrochloride, starch and cellulose nanocrystals, for the reduction of copper salts in the control of tomato bacterial spot**

Daniele Schiavi<sup>1</sup>, Rosa Balbi<sup>2</sup>, Stefano Giovagnoli<sup>2</sup>, Emidio Camaioni<sup>2</sup>, Ermelinda Botticella<sup>1</sup>, Francesco Sestili<sup>1</sup>, Giorgio M. Balestra<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Agricultural and Forestry Sciences (DAFNE), University of Tuscia, Viterbo, Italy.

<sup>2</sup>Department of Pharmaceutical Sciences (DSF), University of Perugia, Italy.

\*Corresponding author: [schiavi@unitus.it](mailto:schiavi@unitus.it)

Current strategies for the control and prevention of tomato bacterial spot caused by *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (Pst), are mainly based on the observance of good agronomic practices and the use of cupric salts. Considering the importance of tomato cultivation all over the world and the intention to address the growing of this industrial cultivation more sustainable, the development of formulations capable of completely or partially replacing copper, is a current and concrete need. The aim of this study was to evaluate the antimicrobial properties and biological compatibility of an innovative and sustainable preparation obtained from starch (St), chitosan hydrochloride (Ch) and cellulose nanocrystals (NCC). Ch was chosen as the active ingredient due to its antimicrobial properties. NCC were used as a carrier, St as a stabilizing excipient. To define the effects on chitosan release, two types of St with a different amylose/amylopectin ratio were studied. The ternary compound was made by atomization. Each component and the final product have been chemically and morphologically characterized and studied *in vitro* for antimicrobial activity with respect to Pst. The biological compatibility of the microparticles on tomato plants was subsequently assessed by monitoring the development of the leaf area, the content of chlorophyll and anthocyanins present in the leaves. The microparticles were tested *in vivo* on plants infected with Pst, demonstrating the ability to reduce the epiphytic survival of the bacterium, the severity and incidence of the disease, with a decrease in symptoms between 38 % and 50% with the compound used at a concentration of 1% w/v. The results obtained demonstrate disease control properties comparable to those of copper hydroxide, highlighting the promising use of this compound in sustainable control strategies against Pst.

### ***Impiego di microparticelle di chitosano cloridrato, amido e nanocristalli di cellulosa, per la riduzione dei sali di rame nel controllo della picchiettatura batterica del pomodoro***

Le attuali strategie di controllo e di prevenzione della picchiettatura batterica del pomodoro, causata da *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (Pst), si basano principalmente sull'osservanza di buone pratiche agronomiche e sull'utilizzo di sali rameici. Considerata la rilevanza della coltivazione del pomodoro in tutto il mondo e la crescente volontà di rendere più sostenibile la coltivazione di questa coltura industriale, lo sviluppo di formulazioni in grado di sostituire del tutto o in parte il rame, risulta una esigenza attuale e concreta. Lo scopo di questo studio è stato quello di valutare le proprietà antimicrobiche e la compatibilità biologica di un preparato innovativo e sostenibile ottenuto da amido (St), chitosano cloridrato (Ch) e nanocristalli di cellulosa (NCC). Ch è stato scelto come principio attivo in virtù delle sue proprietà antimicrobiche. NCC sono stati utilizzati come nanovettori, St come eccipiente stabilizzante. Per definire gli effetti sul rilascio di chitosano, sono state studiate due tipologie di St con un diverso rapporto amilosio/amilopectina. Il composto ternario è stato realizzato tramite atomizzazione. Ogni componente e il prodotto finale sono stati caratterizzati chimicamente e morfologicamente, e studiati *in vitro* per l'attività antimicrobica rispetto a Pst. Successivamente è stata valutata la compatibilità biologica delle microparticelle su piante di pomodoro monitorando lo sviluppo dell'area fogliare, il contenuto di clorofilla e di antociani presenti nelle foglie. Le microparticelle sono state saggiate *in vivo* su piante infette da Pst, dimostrando la capacità di ridurre la sopravvivenza epifittica del batterio, la gravità e l'incidenza della malattia, con una diminuzione dei sintomi tra il 38 e il 50% con il composto utilizzato ad una concentrazione dell'1% p/v. I risultati ottenuti dimostrano proprietà di controllo della malattia comparabili a quelle dell'idrossido di rame, evidenziando il promettente uso di questo composto nelle strategie di lotta sostenibile nei confronti di Pst.

### **#P72 Resilience and resistance in different maritime pine provenances in Sardinia**

Serena Antonucci<sup>1</sup>, Concetta Lisella<sup>1</sup>, Giovanni Santopuoli<sup>1</sup>, Marco Marchetti<sup>2</sup>, Roberto Tognetti<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Agricoltura, Ambiente e Alimenti, Università degli Studi del Molise, Campobasso, Italy.

<sup>2</sup>Dipartimento di Bioscienze e Territorio, Università degli Studi del Molise, Pesche, Italy.

\*Corresponding author: [serena.antonucci@unimol.it](mailto:serena.antonucci@unimol.it)

The assisted migration of tree species is recognized as an adaptation strategy to cope with the climate change, expanding the range of species that are at risk of extinction because of climate change to new locations.

In the '80s, in Sardinia (Italy), were established experimental plots for trees of maritime pine, *Pinus pinaster* Ait., with five provenances (Portuguese, Corsican, and Tuscan and two Sardinian: Telti and Limbara) in two different field sites: foresta demaniale di Usinavà and foresta demaniale di Montarbu, with a minimum distance among trees of 2.5 m x 2.5 m.

In spring 2019, dendro-auxometric surveys were carried out in both plots and woody cores were collected to analyse and compare their growth. Indices of resilience, resistance and recovery for the dry years were calculated in order to verify any differences among provenance in the response to disturbance, in particular drought, and to evaluate any genetic variants better adapted to the pressures of the climate crisis.

### **La resilienza e la resistenza di diverse provenienze di pino marittimo in Sardegna**

Una delle strategie di adattamento delle specie forestali al cambiamento climatico è la migrazione assistita, ossia lo spostamento, in luoghi diversi da quelli di origine, di provenienze o popolazioni di specie forestali, in luoghi adatti a consentirne la sopravvivenza.

Negli anni ottanta in Sardegna vennero realizzate delle parcelle sperimentali di pino marittimo (*Pinus pinaster* Ait.), al fine di confrontare il comportamento delle diverse provenienze geografiche. Cinque provenienze di pino marittimo - Corsica, Toscana, Portogallo e due Sarde: Teli e Limbara- furono messe a dimora con un sesto d'impianto di 2,5 m x 2,5 m a blocchi randomizzati in 2 siti in provincia di Nuoro, nelle foreste demaniali di Usinavà e Montarbu. Nella primavera 2019 sono stati effettuati rilievi dendro-auxometrici su tutte le piante presenti ed è stato effettuato il prelievo di carote legnose per confrontare gli accrescimenti. Sono stati calcolati gli indici di resilienza, resistenza e recupero per gli anni siccitosi al fine di verificare eventuali differenze tra le provenienze nella risposta ad un disturbo e valutare eventuali varianti genetiche meglio adattabili alle pressioni della crisi climatica.

### **#P73 Ecological footprint and packaging costs in the life cycle of wine on tap: the case of Falanghina PGI**

Simone Blanc<sup>1</sup>, Valentina Maria Merlino<sup>1</sup>, Vincenzo Varchetta<sup>2</sup>, Tibor Verduna<sup>1</sup>, Filippo Brun<sup>1</sup>, Stefano Massaglia<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari (DISAFA), Università degli Studi di Torino, RUGLIASCO, Italy.*

<sup>2</sup>*Reparto qualità, Vinicola Agriflegrea, Napoli, Italy.*

\*Corresponding author: [simone.blanc@unito.it](mailto:simone.blanc@unito.it)

Wine consumers are paying increasing attention to sustainability and this responsible behaviour is translating into a stimulus to introduce production systems that combine reduced environmental impact and cost saving. In Italy, the use of alternative packaging to glass represents a limited portion of the market, while in other countries, such as the United States, Australia and New Zealand, the consumption of tapped wine is increasing rapidly.

Given the fast evolution in consumption, several Italian wineries have started to test the use of kegs with the aim of expanding sales by focusing communication on the advantages of their use for retailers, such as ease of use, storage and transport.

The objective of the study is to identify the environmental and economic impact of one litre of Falanghina IGP wine contained in three different packages: PET kegs, glass bottles and steel kegs through the use of Life Cycle Assessment and Life Cycle Costing methods. After use, the first two packages are disposed of in landfills or recycled, while the steel keg is reused.

Analyses were developed for three different product destination markets: one national, one European (Germany) and one international (USA) considering the phases of production, transformation and sale to the final consumer.

The first results show how the economic and environmental sustainability of the different packaging analysed can vary significantly depending on the market destination. The glass bottle has the most significant environmental impacts associated with high costs. The steel keg shows the best economic and environmental performance in the domestic market, while the PET keg is the best environmental and economic solution in foreign markets. The results obtained are an incentive to continue investigations in this important area of logistics in order to make production processes more efficient and more profitable.

### ***Impronta ecologica e costo degli imballaggi nel ciclo di vita del vino alla spina: il caso del Falanghina IGP***

I consumatori di vino prestano sempre maggiore attenzione alla sostenibilità e questo comportamento responsabile si traduce in uno stimolo ad introdurre sistemi produttivi che coniughino riduzione dell'impatto ambientale e contenimento dei costi. In Italia, l'uso di imballaggi alternativi al vetro rappresenta una porzione di mercato contenuta, mentre in altri Paesi, come Stati Uniti, Australia e Nuova Zelanda, il consumo di vino "spillato" è in forte aumento.

Data la veloce evoluzione nei consumi, diverse cantine italiane hanno iniziato a testare l'uso dei fusti con l'obiettivo di espandere le vendite concentrando la comunicazione sui vantaggi del loro impiego per i rivenditori, quali la facilità di uso, stoccaggio e trasporto.

Obiettivo dello studio è individuare l'impatto ambientale ed economico di un litro di vino di Falanghina IGP contenuto in tre diversi packaging: fusti di PET, bottiglie in vetro e fusti di acciaio attraverso l'impiego di metodi Life Cycle assessment e Life Cycle Costing. I primi due packaging dopo l'utilizzo vengono dismessi in discarica o riciclati, mentre il fusto in acciaio è riutilizzato.

Le analisi sono state sviluppate per tre differenti mercati di destinazione del prodotto: uno nazionale, uno europeo (Germania) e uno internazionale (Stati Uniti) considerando le fasi di produzione, trasformazione e vendita al consumatore finale.

I primi risultati dimostrano come la sostenibilità economica e ambientale dei diversi imballaggi analizzati può variare in modo significativo a seconda delle destinazioni di mercato. La bottiglia in vetro registra gli impatti ambientali più significativi associati a costi elevati. Il fusto in acciaio mostra le migliori performance economiche ed ambientali nel mercato nazionale, mentre il fusto in PET è la migliore soluzione ambientale ed economica sui mercati esteri. I risultati ottenuti rappresentano uno stimolo a proseguire le indagini in questo importante settore della logistica per rendere più efficienti e più remunerativi i processi produttivi.

**#P74 Naturally occurring inhibitors of vegetative growth and deoxynivalenol biosynthesis in *Fusarium culmorum*: molecular docking studies and in vitro and in planta activity**

Safa Oufensou<sup>1</sup>, Alessandro Dessi<sup>2</sup>, Roberto Dallochio<sup>2</sup>, Virgilio Balmas<sup>1</sup>, Emanuela Azara<sup>2</sup>, Giovanna Delogu<sup>2</sup>, Quirico Migheli<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Sassari, Via E. De Nicola 9, 07100 Sassari, Italy, [soufensou@uniss.it](mailto:soufensou@uniss.it)

<sup>2</sup>Istituto CNR di Chimica Biomolecolare, Traversa La Crucca 3, I-07100 Sassari, Italy

<sup>3</sup>Nucleo di Ricerca sulla Desertificazione, Università degli Studi di Sassari, Via E. De Nicola 9, 07100 Sassari, Italy

\*Corresponding author: [soufensou@uniss.it](mailto:soufensou@uniss.it)

Docking analysis of the naturally occurring compounds **1-15** were run on the 3D model of *Fusarium culmorum* TRI5 containing the inorganic pyrophosphate (PPi) or the substrate farnesyl pyrophosphate (FPP). Greenhouse assays showed the strong inhibitory activity of octylgallate **5**, honokiol **13** and the combination propylgallate **4** + thymol **7** on trichothecene biosynthesis. *In vitro* analysis highlighted the fungicidal effect of these compounds when applied at 0.25 mM except for the combination **4+7**, which showed a partial vegetative growth reduction, as also observed upon propylgallate **4** treatment.

Significant ligand affinities with TRI-PPi and TRI-FPP were observed for the same sites for almost all compounds evidencing that 1 and 2 are privileged sites. Compounds **5** and **13**, when tested *in silico*, interacted almost exclusively with sites 1 and 2, by contemporarily activating strong H-bonds with common sets of amino acids.

## *Inibitori naturali della crescita vegetativa e della biosintesi di deossivalenolo in *Fusarium culmorum*: studi di docking molecolare, attività in vitro e in planta*

La specie patogena *Fusarium culmorum*, responsabile della fusariosi della spiga su diversi cereali, è causa di perdite di produzione e di contaminazione da tricoteceni di tipo B, come la micotossina deossivalenolo e i suoi derivati acetilati.

La sintesi dei tricoteceni è catalizzata dalla tricodiene sintetasi 5 (TRI5) che converte il farnesil pirofosfato (FPP) in tricodiene, precursore delle micotossine. In questo lavoro, 15 composti naturali appartenenti alle classi strutturali dei fenoli e dei bifenili idrossilati, sono stati saggiati per verificarne la capacità inibitoria nei confronti della TRI5. Le prove in serra hanno dimostrato una forte attività di inibizione da parte dell'octyl gallate **5**, honokiol **13** e della combinazione propyl gallate **4** + thymol **7** sulla sintesi dei tricoteceni. Le prove *in vitro* hanno sottolineato l'effetto fungicida di questi composti quando applicati alla concentrazione 0.25 mM, ad eccezione della combinazione **4+7** che ha determinato una riduzione parziale della crescita del fungo, come osservato anche con il solo propyl gallate **4**. Le analisi di docking sono state eseguite su un modello 3D della TRI5 di *F. culmorum* contenente il pirofosfato inorganico (PPi) o il FPP.

Sono state osservate affinità di legame significative in TRI5-PPi e TRI5-FPP per gli stessi siti per quasi tutti i composti saggiati, evidenziando i siti 1 e 2 quali siti privilegiati. Octyl gallate **5** e honokiol **13** hanno interagito quasi esclusivamente con i siti 1 e 2, attivando contemporaneamente forti legami ad idrogeno con gli stessi gruppi di amminoacidi.

## **#P75 A root-growth promoting collagen-based protein hydrolysate boosts recovery after Fe deficiency**

Ambrosini S., Zamboni A., Varanini Z., Pandolfini T.

*Biotechnology Department, University of Verona, Verona, Italy.*

\*Corresponding author: [stefano.ambrosini@univr.it](mailto:stefano.ambrosini@univr.it)

Biostimulants are a wide class of compounds used in agricultural practice to improve crop performance. Among them, animal derived protein hydrolysates (ADPHs) are an interesting subgroup, being a remarkable example of by-products that become new valuable resources. We have assessed the capacity of a commercial ADPH derived from bovine collagen to remarkably mitigate Fe deficiency stress in hydroponically grown *Zea mays* and *Cucumis sativus* plants. After a period of Fe deprivation maize plants resupplied with the ADPH mixed with  $\text{FeCl}_3$  showed a faster recovery from deficiency compared to those resupplied with  $\text{FeCl}_3$  alone or with FeEDTA, resulting in higher SPAD values, and a greater concentration of Fe in the leaves. Similarly, cucumber plants recovered as quickly as the plants resupplied with FeEDTA, and quicker than those resupplied with  $\text{FeCl}_3$ .

Moreover, through the analysis of circular dichroism spectra, we assessed that the ADPH interacts with Fe in a dose-dependent manner, and that the Fe uptake is favoured. Transcriptomic analysis in maize and biophysical evidence suggests 3 mechanisms of action for this enhanced uptake: the ADPH stimulates the transcription of genes encoding for Fe-specific or metal-specific ion transporters; the ADPH chelates Fe ions, easing the uptake in the cell; the ADPH can effectively exchange the Fe ions with root exuded phytosiderophores, making more efficient the action of these chelators. The work shows the multifaceted ability of ADPH in the reliving of abiotic stresses furthermore it is presumable that ADPH has a hormone-like action, resulting in an increased root growth, not only under normal conditions, but also when an abiotic stress is imposed. Moreover, since the matrix from which the ADPH is produced comprehends few proteins, an exhaustive characterization of the product has been undertaken to investigate whether the hormonal effects causing the biostimulant action can be ascribed to signalling bioactive peptides.

### ***Un idrolizzato proteico derivato da collagene promuove la crescita radicale e migliora il processo di rifornimento del Fe dopo un periodo di carenza***

I biostimolanti sono una classe di composti usati in agricoltura per migliorare le performance delle colture. Tra questi, gli idrolizzati proteici derivanti da matrici animali sono un sottogruppo interessante, essendo un rimarcabile esempio di prodotti di scarto trasformati in nuove preziose risorse. Abbiamo attestato la capacità di un biostimolante commerciale prodotto dal collagene bovino di mitigare lo stress da carenza di Fe in piante di *Zea mays* e *Cucumis sativus* cresciute idroponicamente. Il mais trattato con il biostimolante fornito assieme a FeCl dopo un periodo di Fe carenza ha valori di SPAD più alti, nonché una maggiore concentrazione di Fe nelle foglie, rispetto alle piante rifornite solamente con FeCl o FeEDTA. Anche le piante di cetriolo trattate con il biostimolante mescolato con FeCl tornano a valori di SPAD simili a quelle trattate con FeEDTA dopo la Fe-carenza, e maggiori a quelle rifornite con solo FeCl. Gli spettri di dicroismo circolare, i quali mostrano che il biostimolante interagisce con il Fe in maniera dose-dipendente, assieme alle analisi trascrittomiche in mais suggeriscono 3 meccanismi d'azione per spiegare il miglior assorbimento osservato: il biostimolante stimola la trascrizione di geni codificanti per trasportatori ionici Fe-specifici o metallo-specifici; il biostimolante chela gli ioni Fe facilitando l'entrata nella cellula vegetale; il biostimolante scambia gli ioni Fe con i fitosiderofori essudati dalle radici rendendo più efficiente l'azione di questi ultimi. Queste indicazioni evidenziano come il biostimolante in esame sia efficace nel mitigare stress abiotici, probabilmente agendo come fosse un ormone, promuovendo la crescita radicale non solo in condizioni normali, ma anche quando alle piante è imposto uno stress abiotico. Inoltre, vista la composizione proteica piuttosto semplice della matrice, è in corso una più esaustiva caratterizzazione del prodotto, per chiarire se l'effetto ormonale che causa l'azione biostimolante sia da ascrivere a piccoli peptidi segnali bioattivi.

### **#P76 RNAi targeting a grapevine candidate gene of susceptibility to *Plasmopara viticola* as an alternative pathogen control strategy**

Valentina Ricciardi<sup>1</sup>, Demetrio Marcianò, Elena Marone Fassolo, Alessandro Passera, Piero Attilio Bianco, Osvaldo Failla, Paola Casati, Giuliana Maddalena, Gabriella De Lorenzis, Silvia Laura Toffolatti

*Dipartimento di Scienze Agrarie ed Ambientali, Università degli Studi di Milano, Italy.*

<sup>1</sup>Corresponding author: [valentina.ricciardi@unimi.it](mailto:valentina.ricciardi@unimi.it)

The grapevine (*Vitis vinifera*) is strongly threatened by the causal agent of downy mildew, the oomycete *Plasmopara viticola*. The disease accounts for some of the most serious economic losses in viticultural production. The control of the disease is achieved by regular application of fungicides, raising concerns about agriculture sustainability. RNA interference (RNAi), allowing the silencing and reduction of the expression level of target genes, represents an interesting biotechnological tool with a great potential, in terms of environmental sustainability, for controlling fungal pathogens. In this work, the efficacy of RNAi in controlling *P. viticola* infections has been assessed in a susceptible grapevine cultivar (Pinot noir) through the knock-down of the candidate gene of susceptibility, recently identified in *V. vinifera*, *VvLBDIf7*, triggered by double stranded RNA (dsRNA). Leaves were treated with dsRNA using an airbrush and were afterwards inoculated with the pathogen to assess the disease severity. The effects of dsRNA treatment on the target gene putatively responsible for infection in the host plant was assessed by evaluating gene expression of *VvLBDIf7*, disease severity and development of vegetative and reproductive structures of *P. viticola* in leaves tissues. Exogenous application of dsRNA resulted in a significant reduction in *VvLBDIf7* gene expression five days after treatment. Furthermore, dsRNA treatment resulted in a reduction in disease severity in experimental inoculations performed seven days after the treatment. The pathogen showed clear alterations to both vegetative (hyphae and haustoria) and reproductive structures (sporangiophores) that resulted in stunted development and reduced sporulation. These results suggest that *VvLBDIf7* is involved in the mechanism of *V. vinifera* susceptibility to *P. viticola* and demonstrate the potential of RNAi as a useful tool for fungal pathogen control in a context of viticulture sustainable disease management.

## ***RNAi per il silenziamento di un gene candidato di suscettibilità a *Plasmopara viticola* come strategia alternativa di controllo del patogeno***

La vite (*Vitis vinifera*) è fortemente minacciata dall'oomicete *Plasmopara viticola*, agente causale della peronospora della vite. Il controllo della malattia viene ottenuto mediante frequente applicazione di fungicidi, dstando preoccupazione riguardo la sostenibilità dell'agricoltura. La tecnica dell'RNA interference (RNAi), grazie al silenziamento ed alla riduzione del livello di espressione di geni target, rappresenta un interessante strumento biotecnologico con grande potenziale, in termini di sostenibilità ambientale, per il controllo dei patogeni fungini. In questo lavoro, è stata valutata l'efficacia dell'RNAi nel contenimento delle infezioni da parte di *P. viticola* in una cultivar di vite suscettibile (Pinot nero). In particolare, è stato effettuato il silenziamento transiente di un gene candidato di suscettibilità recentemente identificato in *V. vinifera*, *VvLBDIf7*, attraverso l'impiego di un doppio filamento di RNA (dsRNA) costruito specificamente. Le foglie sono state trattate con dsRNA utilizzando un aerografo e successivamente inoculate con il patogeno, tramite la stessa tecnica, per valutare la gravità della malattia. Gli effetti del trattamento con dsRNA sul gene target sono stati valutati in termini di espressione genica di *VvLBDIf7*, di gravità della malattia e di sviluppo delle strutture vegetative e riproduttive di *P. viticola* nei tessuti fogliari. L'applicazione esogena di dsRNA ha portato ad una riduzione significativa dell'espressione genica di *VvLBDIf7*, cinque giorni dopo il trattamento. Inoltre, il trattamento con dsRNA ha provocato una riduzione della gravità della malattia nelle inoculazioni sperimentali effettuate sette giorni dopo il trattamento. Il patogeno ha mostrato evidenti alterazioni delle strutture vegetative (ife e austori) e riproduttive (sporangiofori) che hanno mostrato uno sviluppo stentato e una ridotta sporulazione. Questi risultati hanno dimostrato il coinvolgimento di *VvLBDIf7* nel meccanismo di suscettibilità a *Plasmopara viticola* di *V. vinifera* e il potenziale dell'RNAi come strumento utile per il controllo di un importante patogeno fungino della vite in un contesto di gestione sostenibile delle malattie in viticoltura.

### **#P77 Assessment of changes of rhizospheric soil microbial community after application of wastewater from hydrothermal liquefaction of food waste**

Gugliucci W., Ventorino V.

*Department of Agricultural Sciences, University of Naples Federico II, Portici (Naples), Italy.*

\*Corresponding author: [valeria.ventorino@unina.it](mailto:valeria.ventorino@unina.it)

The wastewater stream obtained from hydrothermal liquefaction of food wastes represents a significant source of nutrients. These can be used to increase the organic matter content in the soil and to promote plant growth. It is important to highlight that sometimes, the concentration of organic and toxic compounds may exceed the legal limits. Considering this information and the lack of data in the scientific literature, we conceived an experimental design to evaluate the potential of wastewater in agriculture. The wastewater used in this experiment was provided by ENI S.p.A, it is a discard of the Waste to Fuel industrial process. It was diluted to respect the legal guidelines and used for irrigation of pots containing tobacco plants (*Nicotiana tabacum*) for thirty days. Plants were cultivated in a greenhouse under controlled environmental conditions with a constant temperature of  $28 \pm 2$  °C, a 16 h light/8 h dark photoperiod, a relative moisture of ~60%. Samples of rhizosphere and bulk soil were collected at specific sampling times, to study the dynamics of microbial populations by cultural-independent approaches like High-Throughput Sequencing and metagenomic data analysis. Moreover, chemical-physical soil properties and the biometric index of Tobacco plants were determined at each sampling time. Although part of the data is still in processing, this experiment represents a chance to exploit this industrial waste. It can also represent an innovative agricultural strategy if positive effects on plant growth or enrichment of the microbial community will be detected.

## ***Studio della variabilità della comunità microbica della rizosfera e del suolo in risposta all'applicazione di reflui industriali derivanti dalla liquefazione idrotermale di rifiuti organici***

Le acque reflue derivanti dalla liquefazione idrotermale dei rifiuti organici rappresentano un'importante fonte di nutrienti. Questi reflui possono essere utilizzati per aumentare la sostanza organica nel suolo e stimolare la crescita delle piante. Ciò nonostante, è fondamentale sottolineare il fatto che alcuni composti organici superano i limiti legislative consentiti. Tenendo in considerazione queste informazioni e la mancanza di dati in letteratura, abbiamo pianificato un disegno sperimentale per valutare il potenziale uso di questi reflui in campo agricolo. I reflui sono stati forniti da ENI S.p.A, e sono uno scarto del processo industriale denominato *waste to fuel*. Per rispettare i limiti di legge tali acque sono state prima diluite e utilizzate per irrigare vasi contenenti piante di tabacco (*Nicotiana tabacum*) per circa tre settimane. Le piante sono state coltivate in serra con condizioni controllate in particolare, temperatura costante di  $28 \pm 2$  °C, fotoperiodo di 16 ore di luce/8 ore di buio e umidità relativa di ~60%. I campionamenti di rizosfera e suolo sono stati effettuati ad intervalli specifici di tempo monitorando l'evoluzione della popolazione microbica tramite tecniche molecolari "*cultural-independent*", come High-Throughput Sequencing e analisi metagenomiche. Inoltre, ad ogni campionamento sono stati misurati anche gli indici biometrici delle piante di Tabacco. Sebbene una parte dei dati siano ancora in fase di elaborazione, questo esperimento consentirebbe di riciclare scarti industriali in modo da evitare la loro dispersione nell'ambiente, ed anche, di risparmiare onerosi costi di smaltimento. Per di più, se venissero riscontrati degli effetti positivi sulla crescita della pianta o sulla biodiversità microbica, potrebbe rappresentare una strategia innovativa in campo agricolo.

## **#P78 A Living Lab for the sustainable management of groundwater resources in coastal nitrate vulnerable zones**

Chiara Ceseracciu<sup>1</sup>, Alberto Carletti<sup>1,2</sup>, Romina Deriu<sup>1,3</sup>, Sante Maurizi<sup>1</sup>, Pier Paolo Roggero<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Nucleo di Ricerca sulla Desertificazione, Università degli studi di Sassari, Sassari, Italy.*

<sup>2</sup>*Dipartimento di Agraria, Università degli studi di Sassari, Sassari, Italy.*

<sup>3</sup>*Dipartimento di Storia, Scienze dell'uomo e della Formazione, Università degli studi di Sassari, Sassari, Italy.*

Corresponding author: [cceseracciu@uniss.it](mailto:cceseracciu@uniss.it).

The PRIMA-funded project [SUSTAIN-COAST](#) explores new governance approaches for the sustainable management of groundwater resources and pollution prevention in Mediterranean coastal aquifers under increasing climatic and anthropogenic pressures. This work illustrates the results of one of the four case studies of the project, specifically the case of Arborea (west-central Sardinia), a rural coastal district specialized in the dairy sector (30.000 cows for 5.000 ha) and a nitrate vulnerable zone (Directive CEE/91/676). SUSTAIN-COAST is based on the Living Labs approach, where Living Labs are intended as spaces to design and facilitate stakeholder engagement in a social learning process. The Living Lab in Arborea is rooted on a stakeholder mapping process focused on groundwater governance, which led to an in-depth analysis of the perceptions, roles and possibilities for action of local stakeholders. At the same time, this work concerned the analysis of the district's cropping systems and hydrogeological structure, with the aim to elaborate scenario analyses taking into account climatic pressures and the results of the environmental monitoring actions systematically carried out by the Regional Agency for the Protection of the Environment. Through questionnaires and semi-structured interviews, the strengths and weaknesses of the current governance system have been highlighted, and the access and uses of groundwater resources have been quantified.

Results show that the implementation of the nitrates directive has not effectively limited the pollution of the water table, despite imposing additional burdens on agri-livestock enterprises.

Results also show that, given that the aquifer polluted with nitrates is intercepted solely by wells for non-drinking use, local agricultural entrepreneurs perceive nitrate pollution not as an environmental or health damage but rather as a reputational damage to the dairy sector, their main revenue stream. This has triggered their willingness to look for alternative adaptation pathways and to actively participate in the Living Lab.

## ***Un Living Lab per la gestione sostenibile delle risorse idriche in zone vulnerabili da nitrati costiere***

Il progetto [SUSTAIN-COAST](#), finanziato dal Programma PRIMA, esplora nuovi modelli di *governance* per la gestione sostenibile delle risorse idriche e la prevenzione dell'inquinamento di acquiferi costieri mediterranei minacciati da pressioni climatiche e antropiche. Dei quattro casi di studio del progetto, in questo lavoro si riportano i risultati del caso di Arborea (Sardegna centro-occidentale), distretto rurale costiero specializzato nel settore lattiero-caseario (30.000 vacche su 5.000 ha) e zona vulnerabile ai nitrati (Direttiva CEE/91/676). SUSTAIN-COAST si basa sul metodo dei Living Labs, intesi come spazi per progettare e facilitare il coinvolgimento degli stakeholder in un processo di apprendimento sociale. Il Living Lab di Arborea è stato avviato dopo un processo di stakeholder *mapping* centrato sulla *governance* delle risorse idriche sotterranee, che ha permesso una approfondita analisi delle percezioni, ruoli e potenzialità di azione degli stakeholder locali. Contemporaneamente, il lavoro ha riguardato l'analisi dei sistemi colturali e dell'assetto idrogeologico del distretto, nell'intento di sviluppare analisi di scenario in relazione alle pressioni climatiche e dei risultati del monitoraggio ambientale operato sistematicamente dall'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente. Attraverso questionari e interviste semi-strutturate, sono stati evidenziati i punti di forza e debolezza dell'attuale sistema di *governance* e sono stati quantificati l'accesso e la destinazione delle risorse idriche sotterranee. I risultati mostrano come l'attuazione della direttiva nitrati si sia rivelata inefficace nel contenimento dell'inquinamento della falda acquifera, pur determinando un sensibile aggravio degli oneri per le imprese agro-zootecniche. Risulta inoltre evidente che, poiché l'acquifero inquinato da nitrati è intercettato da pozzi utilizzati unicamente per usi non potabili, gli imprenditori agricoli locali non percepiscono alcun danno ambientale o sanitario associato all'inquinamento, bensì un danno di immagine alla filiera lattiero-casearia, loro principale fonte di reddito. Ed è questa la principale leva che li porta a cercare opzioni alternative di adattamento e a partecipare attivamente al Living Lab.

### **#P79 Rapeseed water limited yield gap under Mediterranean conditions**

Laura Mula<sup>1</sup>, Vittoria Giannini, Marcella Carta, Agostino Piredda, Pier Paolo Roggero

*Dipartimento di Agraria, Università di Sassari, Sassari, Italy.*

<sup>1</sup>Corresponding author: [lmula@uniss.it](mailto:lmula@uniss.it)

Some 63% of the oilseeds in Europe are produced by rapeseed (*Brassica napus var. oleifera*), of which Europe holds 30% of world production. In Italy, this crop is grown today on 15 kha, although varieties have recently been developed that make rapeseed interesting also for the Mediterranean areas, in the context of crop diversification, recovery of soil fertility and simplification of weed management in rainfed cereal cropping systems.

This research is part of the PON R&I 2014-2020 COMETA project, which aims to develop new agro-industrial supply chains for biorefineries in Southern Italy. The experimental hypothesis of the study is based on the assessment of the water-limited yield gap (WLYG) of rapeseed in a rainfed Mediterranean environment through the integration of experimental data with "process-based" model simulations. To this end, an analysis of production was carried out in relation to climate variability and agronomic management, with the application of the EPIC model (Environmental Policy Integrated Climate, version 1102). EPIC was calibrated using a multi-year dataset of previous experiments conducted at the experimental farm located in Ottava (Sardinia, IT), for the seed yield and epigeal biomass of rapeseed. It was thus possible to evaluate the variability of yields between years, also in relation to different scenarios.

The results showed a WLYG of  $-1.1 \text{ Mg ha}^{-1}$  (48%) between the actual seed yield compared to the simulated average potential seed yield of  $2.3 \text{ Mg ha}^{-1}$  (CV 14%) under the rainfed conditions of the experimental site. In the simulations with optimal plant density ( $100 \text{ plants m}^{-2}$ ), a water-limited potential seed yield of  $2.9 \text{ Mg ha}^{-1}$  was simulated (standard deviation 0.48 Coefficient of variation 17%), and an aboveground biomass of  $14.6 \text{ Mg ha}^{-1}$  (SD 2.4 CV 16%; harvest index 21%). EPIC proved to be effective in simulating rapeseed biomass and seed yields. From the results obtained in the fields and from the simulations, effective control of weeds appears to be a priority to fill the WLYG under the environmental conditions where the field experiments were made. This might include the use of "Clearfield" cultivars that allow effective control of other cruciferous weeds such as wild radish (*Raphanus raphanistrum* L.).

### ***Differenziale tra resa potenziale ed effettiva del colza in ambiente mediterraneo asciutto***

Il 63% della produzione di semi oleaginosi in Europa è rappresentata dal colza (*Brassica napus var. oleifera*) che costituisce il 30% della produzione mondiale. In Italia è coltivata oggi su 15 kha, nonostante recentemente siano state sviluppate varietà che la rendono interessante anche per le zone mediterranee, in un contesto di diversificazione delle produzioni, recupero della fertilità dei suoli, semplificazione del diserbo chimico in zone cerealicole asciutte.

Questa ricerca si inserisce all'interno del progetto PON R&I 2014 -2020 COMETA, che si propone di contribuire a sviluppare nuove filiere agro-industriali nel Sud Italia. L'ipotesi sperimentale del lavoro è basata sulla quantificazione del differenziale tra produzione effettiva e potenziale in ambiente asciutto mediterraneo (WLYG= water limited yield gap) attraverso l'integrazione di dati sperimentali con simulazioni di modelli "*process-based*". A tal fine è stata effettuata un'analisi delle produzioni in relazione alla variabilità climatica e alla gestione agronomica, con l'applicazione del modello EPIC (*Environmental Policy Integrated Climate*, versione 1102). EPIC è stato calibrato utilizzando un dataset pluriennale di precedenti sperimentazioni condotte presso l'azienda sperimentale sita ad Ottava (Sardegna, IT), per la resa in seme e biomassa epigea del colza. È stato così possibile valutare la variabilità delle rese tra anni, anche in relazione a diversi scenari.

Dai risultati si profila per il sito sperimentale un WLYG di  $-1,1 \text{ Mg ha}^{-1}$  (48%) tra resa effettiva rispetto alla resa potenziale media simulata di  $2,3 \text{ Mg ha}^{-1}$  (CV 14%). Nelle simulazioni con fittezza di insediamento ottimale pari a 100 piante/ $\text{m}^2$  è simulata una resa in seme di  $2,9 \text{ Mg ha}^{-1}$  (dev. std 0,48 CV 17%), e biomassa epigea di  $14,6 \text{ Mg ha}^{-1}$  (dev std 2,4 CV 16%; harvest index 21%).

EPIC si è dimostrato efficace nel simulare le rese in biomassa e seme di colza. Dall'interpretazione delle simulazioni, per colmare il WLYG appare prioritario l'efficace controllo delle erbe infestanti, anche attraverso il ricorso a cultivar "Clearfield" che consentono un controllo efficace di altre crucifere infestanti come il rafano (*Raphanus raphanistrum* L.).

## **#P80 Analysis of the phenomena of marginalization in the Mandrolisai-Gennargentu and hypothesis of agronomic valorization of those areas in Sardinia**

Pietro Todde\*, Vittoria Giannini, Pier Paolo Roggero  
 Dipartimento di agraria, Università di Sassari, Sassari, Italy.  
 \*Corresponding author: [p.todde@studenti.uniss.it](mailto:p.todde@studenti.uniss.it)

In the decades after the Second World War, in Sardinia, flat areas were preferred to inlands for agricultural activities, since they could better take advantage of mechanization. Thus, mountain areas such as Gennargentu-Mandrolisai started to be abandoned and cultivated fields started to be replaced by degraded pastures and uncontrolled advancement of forest.

FSC project focusing on 'Gennargentu-Mandrolisai'(2021-2024) aims at identifying the principal drivers of marginalization and tailoring new sustainable cultivation strategies to relaunch those areas.

The first project activity regards enquiring 40 farmers from 6 municipalities (Desulo, Tonara, Atzara, Sorgono, Ortueri, Samugheo) in order to collect information on the main changes occurred in the farms' structure and management in the last 30 years. Merging information taken from questionnaires with cartographic analyses of the area would allow to identify the most suitable areas for the cultivation of innovative low-input crops able to feed different chains (e.g. biofuel, forage).

In April 2021, a first experimental trial was set up in Desulo (NU) to test the adaptability of cardoon (*Cynara cardunculus* L. var. *atilis* DC.) to mountain conditions. It was sown alone or intercropped with serradella (*Ornithopus sativus* Brot.) or fodder radish (*Raphanus sativus* L.). The trial has been managed without the use of herbicides.

Both cardoon and the intercropped species showed a good adaptation to the cultivation conditions, as desumed from crops emergence data and phenology.

Indeed, fodder radish, after 60 days after sowing (BBCH stage: 55/60) was ready for the first harvest to produce forage.

Sharing all the collected data on field trials and questionnaires to local people and authorities, through the project social channels and world cafes, would help to boost a positive mechanism for the relaunch of inland areas of Central Sardinia.

## ***Analisi dei fenomeni di marginalizzazione nel Mandrolisai-Gennargentu ed ipotesi di valorizzazione agronomica delle aree interne della Sardegna***

Nei decenni che seguirono il secondo conflitto mondiale, la meccanizzazione agricola e lo sviluppo economico favorirono un incremento delle produzioni nelle aree pianeggianti della Sardegna, con conseguente abbandono delle aree interne, compresa la regione montuosa del Mandrolisai. In quest'area l'imponente abbandono della cerealicoltura e dei frutteti a favore del pascolamento estensivo ha provocato la degradazione dei pascoli e l'avanzamento incontrollato del bosco.

La ricerca svolta nell'ambito del progetto FSC 'Gennargentu-Mandrolisai' (2021-2024) ha lo scopo di comprendere il fenomeno della marginalizzazione partendo da un approccio diretto con i principali stakeholders (agricoltori, enti pubblici), attraverso la somministrazione di un questionario mirato a raccogliere dati sui principali *drivers* che hanno condotto all'abbandono delle aree rurali. La prima fase del progetto prevede lo studio di 40 aziende distribuite su 6 comuni (Desulo, Tonara, Atzara, Sorgono, Ortueri, Samugheo,) per effettuare un'analisi sui mutamenti delle strutture e delle pratiche aziendali negli ultimi 30 anni. Attraverso l'analisi cartografica e i dati forniti dagli agricoltori verranno individuate le aree a maggiore vocazionalità, sulle quali poter prevedere l'impianto di colture a basso input, potenzialmente valorizzabili in più filiere di interesse per l'area interna (ad.es bioenergia, produzione di foraggio).

In Aprile 2021, è stata allestita a Desulo (NU) una prima prova sperimentale di coltivazione di cardo domestico (*Cynara cardunculus* L. var. *altilis* DC.) in cui sono stati posti a confronto tre modelli di coltivazione: cardo con interfila coltivata con serradella (*Ornithopus sativus* Brot.), cardo con interfila coltivata con rafano (*Raphanus sativus* L.) e cardo coltivato con interfila nuda. L'intera prova sperimentale è gestita senza l'impiego di erbicidi per il controllo della flora infestante.

Dai primi dati preliminari raccolti sia sulla densità all'emergenza che sulla fenologia delle colture, è possibile osservare un buon attecchimento delle colture. In particolare, il rafano, a 60 giorni dalla semina, ha subito il primo sfalcio per la produzione di foraggio in corrispondenza della fase BBCH 55/60.

Dai dati raccolti nel corso di questo progetto e dalla loro condivisione con la popolazione locale sull'avanzamento mediante *world café* e canali social, si intende innescare un meccanismo di rilancio sostenibile delle aree interne.

### **#P81 BEST-WR: a new BEST algorithm for the hydraulic characterization of non-water-repellent and water-repellent soils**

Simone Di Prima<sup>1,2</sup>, Ryan D. Stewart<sup>3</sup>, Majdi R. Abou Najm<sup>4</sup>, Ludmila Ribeiro Roder<sup>5,6</sup>, Filippo Giadrossich<sup>1</sup>, Sergio Campus<sup>1</sup>, Rafael Angulo-Jaramillo<sup>2</sup>, Deniz Yilmaz<sup>7</sup>, Pier Paolo Roggero<sup>1</sup>, Mario Pirastru<sup>1</sup> and Laurent Lassabatere<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Department of Agricultural Sciences, University of Sassari, Sassari, Italy.*

<sup>2</sup>*Université de Lyon; UMR5023 Ecologie des Hydrosystèmes Naturels et Anthropisés, CNRS, ENTPE, Université Lyon 1, Vaulx-en-Velin, France.*

<sup>3</sup>*School of Plant and Environmental Sciences, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA, United State.*

<sup>4</sup>*Department of Land, Air and Water Resources, University of California, Davis, United States.*

<sup>5</sup>*Department of Architecture, Design and Urban planning, University of Sassari, Sassari, Italy.*

<sup>6</sup>*School of Agriculture, São Paulo State University (UNESP), Fazenda Experimental Lageado, SP, Brazil.*

<sup>7</sup>*Civil Engineering Department, Engineering Faculty, Munzur University, Tunceli, Turkey.*

Corresponding author: E-mail: [sdiprima@uniss.it](mailto:sdiprima@uniss.it)

Water-repellent soils usually experience water flow impedance phenomena during the early stage of a wetting process followed by progressive increase of infiltration rate. Current infiltration models are not formulated to describe this peculiar process. Similarly, simplified methods of soil hydraulic characterization (e.g., BEST) are not equipped to handle water-repellent soils. Here, we present an adaptation of the BEST method, named BEST-WR, for the hydraulic characterization of soils at any stage of water-repellency. We modified the Haverkamp explicit transient infiltration model, included in BEST for modeling infiltration data, by embedding a scaling factor describing the rate of attenuation of infiltration rate due to water repellency. The new model was validated using analytically generated data, involving soils with different texture, and an empirical infiltration dataset that included data from 60 field measurements. The scaling factor allowed to assess soil water repellency in a Mediterranean wooded grassland, where the scattered evergreen oak trees induced significant water repellency under the canopies. Finally, we used BEST-WR to determine the hydraulic characteristic curves under both hydrophilic and hydrophobic conditions.

## ***BEST-WR: un nuovo algoritmo BEST per la caratterizzazione idraulica dei suoli non idrorepellenti e idrorepellenti***

Nei suoli idrorepellenti il processo di infiltrazione è caratterizzato da una fase iniziale di resistenza all'infiltrazione dell'acqua nel suolo seguita da un progressivo aumento della velocità di infiltrazione. Gli attuali modelli di infiltrazione non sono formulati per descrivere questo peculiare processo. Allo stesso modo, molti metodi semplificati di caratterizzazione idraulica del suolo (ad esempio BEST) non sono in grado di determinare le curve caratteristiche (curva di ritenzione e funzione di conducibilità idraulica) dei suoli idrorepellenti. In questa indagine presentiamo un adattamento del metodo BEST, denominato BEST-WR, per la caratterizzazione idraulica dei suoli idrorepellenti. Il modello transitorio di infiltrazione di Haverkamp, incluso in BEST per la modellazione dei dati di infiltrazione, è stato modificato incorporando un fattore di correzione che descrive il tasso di attenuazione dell'infiltrazione dovuto all'idrorepellenza. Il nuovo modello è stato convalidato su diversi suoli utilizzando dati generati analiticamente e un set di 60 curve di infiltrazione misurate in campo. Il fattore di correzione ha permesso di caratterizzare e valutare l'idrorepellenza del suolo in bosco mediterraneo, dove le querce sempreverdi hanno indotto una significativa idrorepellenza sotto le chiome. Infine, il metodo BEST-WR è stato utilizzato per determinare le curve caratteristiche del suolo in condizioni sia idrofile che idrofobiche.

**#P82 Burr medic seed production in Sardinia**

Teresa Murgia<sup>1</sup>, Marco Cuboni<sup>2</sup>, Andrea Peddis<sup>3</sup>, Erminio Spanu<sup>3</sup>, Giovanni Garau<sup>1</sup>, Pier Paolo Roggero<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Sassari, Sassari, Italy.

<sup>2</sup>Nucleo di Ricerca sulla Desertificazione (NRD), Università degli Studi di Sassari, Sassari, Italy.

<sup>3</sup>AGRIS Sardegna, Servizio Ricerca sui sistemi colturali erbacei, Cagliari, Italy.

Corresponding author: [tmurgia@uniss.it](mailto:tmurgia@uniss.it)

The seed production of annual self-reseeding legumes such as burr medic (*Medicago polymorpha* L.) is constrained by the availability of suitable soils for the use of vacuum-threshing harvesters. For this reason, the seed production of these species is concentrated in Australia, also for the varieties selected from Mediterranean and Sardinian germplasm. Recently, the new variety "Pratosardo" of burr medic, selected by Agris Sardegna from the local germplasm, has proven to be suitable for improving pastures in different types of soil and pH. In the local market, however, it is possible to find only small amounts of the seed of this variety, as well as an Australian variety and seven mixtures in which burr medic is contained but the variety is not known. The goal of the SEM.FOR.SAR project, funded by Regione Autonoma della Sardegna, is to develop a supply chain for the production of seed of self-reseeding legumes suitable for the improvement of Mediterranean grasslands, while providing a valid option to cereal growers for the introduction of a legume seed crop in rotation with cereals. The demonstration test was conducted in Arborea, on perfectly leveled soils, with over 90% sand and without gravel, thanks to the collaboration with the Arborea Producers Cooperative. The achieved seed yields (0.28 t ha<sup>-1</sup>) were acceptable with respect to the adopted cropping system, without fertilization, with emergency irrigation and in just 4 months (Mid-February/Mid-June), therefore compatible with the sowing of the silage corn as second crop. Harvest was carried out with the vacuum-thresher and showed losses contained within 29.6% of potential production and an efficiency of legumes aspiration of 84.38%.

## *Produzione di seme di medica polimorfa in Sardegna*

La produzione di seme di leguminose autoriseminanti come la medica polimorfa (*Medicago polymorpha* L.) è fortemente limitata dalla disponibilità di suoli idonei all'uso delle macchine aspira-trebbiatrici. Per questo motivo, la produzione di seme di queste specie è oggi concentrata in Australia, anche per le varietà selezionate a partire da germoplasma mediterraneo e sardo in particolare. Recentemente è stata selezionata da Agris Sardegna "Pratosardo" una nuova varietà di medica polimorfa selezionata a partire dal germoplasma locale, che si è dimostrata adatta per l'infittimento dei pascoli in diversi tipi di suolo e pH. Nel mercato locale, tuttavia, è possibile trovare solo piccole quantità di seme di questa varietà oltre ad una varietà australiana in purezza e sette miscugli in cui è contenuta medica polimorfa ma non è nota la varietà. L'obiettivo del progetto SEM.FOR.SAR., finanziato dalla Regione Autonoma della Sardegna, è quello di avviare una filiera per la produzione di sementi foraggere adatte ai pascoli mediterranei, in modo da fornire una valida alternativa per l'avvicendamento dei cereali con una leguminosa e alimentare il mercato con sementi di specie mediterranee adatte al miglioramento dei pascoli. La prova dimostrativa è stata condotta ad Arborea, su suoli perfettamente livellati, con oltre il 90% di sabbia e privi di scheletro, grazie alla collaborazione con la Cooperativa Produttori di Arborea. Le rese in seme conseguite ( $0.28 \text{ t ha}^{-1}$ ) sono state giudicate accettabili rispetto alla tecnica colturale adottata, in assenza di concimazione, con 80mm di irrigazione di soccorso e con l'occupazione del campo per un periodo di soli 4 mesi, quindi compatibile con la semina del mais in secondo raccolto. La raccolta è stata effettuata con la aspira-trebbiatrice e ha mostrato perdite contenute entro il 29,6% sul potenziale di produzione con un'efficienza dell'aspirazione dei legumi di 84,38%.

### **#P83 Forage systems for the production of organic maternized sheep's milk for the Chinese market**

Marco Cuboni<sup>1</sup>, Giovanna Piga<sup>1</sup>, Antonio Pulina<sup>1,2</sup>, Giovanni Riveccio<sup>1,2</sup>, Simo-  
netta Bagella<sup>1,3</sup>, Maria Sitzia<sup>4</sup>, Marco Caredda<sup>4</sup>, Margherita Addis<sup>4</sup>, Pierluigi Ca-  
boni<sup>5</sup>, Pier Paolo Roggero<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Nucleo di Ricerca sulla Desertificazione-NRD, Università di Sassari, IT*

<sup>2</sup>*Dipartimento di Agraria, Università di Sassari, IT*

<sup>3</sup>*Dipartimento di Chimica e Farmacia, Università di Sassari, IT*

<sup>4</sup>*Agris, Sardegna, Olmedo, IT*

<sup>5</sup>*Department of Life and Environmental Sciences, University of Cagliari, IT*

\*Corresponding author: [m.cuboni1@uniss.it](mailto:m.cuboni1@uniss.it)

The BIOmilkChina project (POR-FESR Sardinia 2014-2020, S3-Agroindustria) is run in Sardinia by a partnership between an agri-food industry and public re- search organizations to promote a new supply chain of maternized milk from organic sheep's milk. The production of maternized milk from powder sheep milk requires a low level of C18:11,1 Trans fatty acids, associated with fresh grass grazing during the lactation period. In this work, five farms (3 organic, 2 conventional) were systematically monitored for two years in the Campida- no Oristanese area, to relate the diet of lactating sheep with the dynamics of the milk acidic composition. The monitoring concerned the floristic compo- sition of the pasture, the dietary supplementation scheme and the analysis of the content of proteins, fats and C18:11,1 Trans. At the same time, the acidic composition dynamics of the milk of two groups of homogeneous sheep (P60 vs P40, respectively grazing 60% or 40% of energy needs) were evaluated at the Agris experimental farm. The results indicate significant effects of the pro- portion of dry and fresh foods in the diet and the floristic composition of the pasture in winter and spring. Ewes grazing sulla (Sulla coronaria) for 4 hours a day, significantly reduced the C18:11,1Trans content of the milk compared to those grazing other legumes such as burr medic (*Medicago polymorpha*). In May, the P60 group on burr medic produced milk with 7.69 g/ 100 g di fat (FAME) of C18: 11,1Trans, compared to the 5,5 g/ 100 g di fat (FAME) produced by the group that grazed Sulla. The P40 group in the same period produced milk with 4.86 g/ 100 g di fat (FAME) of C18:11,1Trans compared with g/ 100 g di fat (FAME) of ewes' milk grazing burr medic.

The introduction of Sulla in the forage system on a farm scale has also proved to be effective and easily integrated into the practices adopted in particular by organic farms.

## ***Sistemi foraggeri per la produzione di formulati per l'infanzia biologici a base di latte ovino destinati al mercato cinese***

Il progetto BIOMilkChina (POR-FESR Sardegna 2014-2020, S3 Agroindustria) è frutto di una partnership tra industria agroalimentare e ricerca pubblica con l'obiettivo di promuovere una nuova filiera di formulati per l'infanzia da latte ovino biologico in Sardegna. La trasformazione del latte ovino in polvere in formulati per l'infanzia risente degli alti livelli di acidi grassi C18:11,1Trans associati al pascolamento di erba fresca durante il periodo di lattazione. In questo lavoro sono stati monitorati in modo sistematico per due anni cinque allevamenti (3 biologici, 2 convenzionali) nel Campidano dell'oristanese, per mettere in relazione la dieta delle pecore in lattazione con la dinamica della composizione acidica del latte. Il monitoraggio ha riguardato la composizione floristica del pascolo, lo schema di integrazione alimentare e l'analisi del contenuto di proteine, grassi e C18:11,1Trans. Parallelamente, è stata valutata la dinamica di composizione acidica del latte di due gruppi di pecore omogenei (P60 vs P40, rispettivamente alimentate con 60% o 40% dei fabbisogni energetici dal pascolo) presso l'azienda sperimentale Agris. I risultati indicano effetti significativi della proporzione di alimenti secchi e freschi nella dieta e della composizione floristica del pascolo in inverno e primavera. Il pascolo su sulla (Sulla coronaria) di 4 ore al giorno ha ridotto significativamente il contenuto di C18:11,1Trans del latte rispetto a quello altre leguminose come medica polimorfa (*Medicago polymorpha*). A maggio il gruppo P60 su medica polimorfa produceva latte con 7.69 g/ 100 g di grasso (FAME) di C18:11,1Trans a fronte dei 5.5 g/ 100 g di grasso (FAME) prodotti dal gruppo che pascolava su pascolo di sulla. Il gruppo P40 nello stesso periodo su sulla produceva 4.86 g/ 100 g di grasso (FAME) di C18:11,1Trans a fronte di 6.34 g/ 100 g di grasso (FAME) su pascolo di medica polimorfa. L'introduzione della sulla nel sistema foraggero a scala aziendale si è inoltre rivelata efficace e facilmente integrabile nelle pratiche adottate dalle aziende, in particolare quelle biologiche.

## **#P84 Effects of mowing and air warming on plant diversity in multi-species grasslands: a meta-analytical approach**

Francesca Piseddu<sup>1,2</sup>, Gianni Bellocchi<sup>2</sup>, Catherine Picon-Cochard<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Università degli Studi di Sassari, Dipartimento di Agronomia, Sassari, Italia.*

<sup>2</sup> *Università Clermont Auvergne, INRAE, VetAgro Sup, UREP, Clermont-Ferrand, Francia.*

\*Corresponding author:

Grasslands provide a wealth of ecosystem services, which are closely related to their biodiversity. Species-rich communities mostly perform better than individual species but their structure and composition change because of climate (warming and extreme events) and anthropogenic pressures, with major consequences for forage production, soil protection from erosion and biodiversity conservation. With the aim of advancing the understanding of grassland ecosystem dynamics, two distinct meta-analytical studies were performed to assess the effects on species richness (SR) and harvested biomass (HB) of mowing (once a year vs. abandonment) and of air warming. The scientific literature was searched in the Scopus and Web of Science databases to identify papers reporting these effects (HB was only considered when present in the same articles providing data on SR). In particular, 43 studies were examined in a quantitative meta-analysis for mowing and 34 studies were examined for warming. The first results anticipate that SR is expected to increase in a once a year mowing regime vs. abandonment (+32%) while harvested biomass decreases (-21%). We also found that SR is more likely to decrease (-13%) and biomass production increase (+11%) with warmer conditions. These results help developing an overall picture of the role of mowing and temperature regimes on SR and the delivery of ecosystem services, such as forage production. Response patterns of plant diversity will be explored further and integrated through simulation models and field experiments.

## ***Effetti dello sfalcio e del riscaldamento dell'aria sulla diversità delle specie vegetali in pascoli polifiti: un approccio meta-analitico***

I pascoli forniscono una varietà di servizi ecosistemici che sono strettamente legati alla loro biodiversità. Le comunità polifite presentano tendenzialmente prestazioni migliori rispetto ai pascoli monofiti, ma la loro struttura e composizione cambiano a causa del clima (riscaldamento ed eventi estremi) e delle pressioni antropogeniche, con conseguenze importanti per la produzione di foraggio, la protezione del suolo dall'erosione e la conservazione della biodiversità. Con l'obiettivo di far progredire la comprensione delle dinamiche degli ecosistemi dei pascoli, sono stati eseguiti due distinti studi meta-analitici per valutare gli effetti dello sfalcio (una volta all'anno vs. abbandono) e del riscaldamento dell'aria sulla ricchezza specifica (SR) e sulla biomassa raccolta (HB). La letteratura scientifica è stata ricercata nelle banche dati Scopus e Web of Science per identificare gli articoli che riportano questi effetti (la HB è stata considerata solo se presente negli stessi articoli che fornivano i dati sulla SR). In particolare, sono stati esaminati 43 studi nella meta-analisi quantitativa per lo sfalcio e 34 studi in quella per il riscaldamento. I primi risultati anticipano che la SR dovrebbe aumentare in un regime di sfalcio di una volta all'anno rispetto all'abbandono (+32%) mentre la biomassa raccolta diminuisce (-21%). Abbiamo anche trovato che la SR è probabile che diminuisca (-13%) e che la produzione di biomassa aumenti (+11%) con condizioni più calde. Questi risultati aiutano a sviluppare un quadro generale del ruolo dello sfalcio e dei gradienti di temperatura sulla SR e sulla fornitura di servizi ecosistemici, come la produzione di foraggio. I modelli di risposta della biodiversità vegetale saranno esplorati ulteriormente e integrati attraverso modelli di simulazione ed esperimenti sul campo.

## **#P85 Assessment of Adaptive Multi-paddock Grazing Under Mediterranean Agrosilvopastoral Systems**

Antonio Frongia<sup>1,2\*</sup>, Antonio Pulina<sup>1,2</sup>, Maria Carmela Caria<sup>1,2</sup>, Marco Cuboni<sup>1,2</sup>, Tore Pala<sup>1</sup>, Daniele Nieddu<sup>4</sup>, Daniele Dettori<sup>4</sup>, Costantino Masala<sup>4</sup>, Simonetta Bagella<sup>2,3</sup>, Antonello Franca<sup>4</sup>, Pier Paolo Roggero<sup>1,2</sup>, Giovanna Seddaiu<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Dip. Agraria, Univ. Sassari, Italy.

<sup>2</sup>NRD, Univ. Sassari, Italy.

<sup>3</sup>Dip. Chimica e Farmacia, Univ. Sassari, Italy.

<sup>4</sup>CNR-ISPAAM, Sassari, Italy.

\*Corresponding author:

Agroforestry systems (AFS) are well preserved in EU-27, occupying a large surface which is equivalent to about 5.7% of the territorial area and 14.0% of the utilized agricultural area and represent an optimal integration between the need for land use and the conservation of ecosystem services (den Herder et al., 2017; Lomba et al., 2020). The Adaptive Multi paddock grazing system (AMP) is known as a grazing strategy that combines intensive grazing, rapid rotation of grazing livestock, managing livestock/grassland with adaptive and holistic decision making (Savory, 1998; Gosnell, et al., 2020). Knowledge on AMP is available in the large body of literature, but there are contrasting results on the ability to provide ecosystem services in comparison to other conventional grazing systems. This fact underlines the importance of site-specific studies to achieve a knowledge of the results of the AMP in relation to a diversified environment context. Therefore, the hypothesis is that the AMP may be more effective than current grazing systems in the use of pastures in different vegetational conditions of Mediterranean agro-forestry systems. The aim of this study is to assess the impact of the grazing management within different typologies of land uses on the herbage growth, herbage yield and ingestion efficiency on grassland resources utilization by grazing animals. The experiment was conducted in a farm located in central-eastern Sardinian Island on 2-year (between 2018 and 2020) under two Land-Use typology (i) Permanent Grassland (PG) and Wooded Grassland (WG). The results of the work showed a diversity of responses of treatment (AMP vs CG).

## ***Valutazione del Pascolo Adattivo Multi-paddock in Sistemi Agrosilvopastorali Mediterranei***

I sistemi agroforestali (AFS) sono ben conservati nell'UE-27, occupano un'ampia superficie che equivale a circa il 5,7% della superficie territoriale e il 14,0% della superficie agricola utilizzata, rappresentando un'ottima integrazione tra la necessità di uso del suolo e la conservazione dei servizi ecosistemici (den Herder et al. 2017; Lomba et al., 2020). Adaptive Multi-paddock grazing (AMP) è noto come una strategia di pascolo che combina il pascolo intensivo, ad una rapida rotazione del bestiame al pascolo e una gestione del bestiame/pascoli con un processo decisionale adattivo e olistico (Savory, 2016; Gosnell et al., 2020). La conoscenza sull'AMP è disponibile nell'ampia letteratura, ma ci sono risultati contrastanti sulla capacità di fornire servizi ecosistemici rispetto ad altri sistemi di pascolo convenzionali. Questo fatto sottolinea l'importanza di studi sito-specifici per raggiungere una conoscenza dei risultati dell'AMP in relazione a un contesto ambientale diversificato. Pertanto, l'ipotesi del lavoro è che l'AMP possa essere più efficace degli attuali sistemi di pascolo nell'utilizzo dei pascoli in diverse condizioni vegetazionali dei sistemi agroforestali mediterranei. Lo scopo di questo studio è valutare l'impatto della gestione del pascolo all'interno di diverse tipologie di usi del suolo sulla crescita dell'erba, sulla resa dell'erba e sull'efficienza dell'ingestione sull'utilizzo delle risorse del pascolo da parte degli animali al pascolo. L'esperimento è stato condotto in un'azienda agricola situata nell'isola centro-orientale della Sardegna su 2 anni (tra il 2018 e il 2020) con due tipologie di Land-Use (i) Permanent Grassland (PG) e Wooded Grassland (WG). I risultati del lavoro hanno mostrato una diversità di risposte al trattamento (AMP vs CG).

### **#P86 Use of municipal solid waste compost and different plant species in assisted phytostabilization programs**

Matteo Garau<sup>\*</sup>, Stefania Diquattro, Giovanni Garau, Pier Paolo Roggero, Paola Castaldi

*Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Sassari, Sassari, Italy.*

<sup>\*</sup> Corresponding Author: [matteo\\_gp@libero.it](mailto:matteo_gp@libero.it)

Assisted phytostabilization, which implies the use of amendment and plant growth for the stabilization of potentially toxic elements (PTEs) in soil, could be an effective system for the recovery of PTE-polluted soils. In this study, the suitability of *Arundo donax* L., *Hordeum vulgare* L. and *Lupinus Albus* L. in the assisted phytostabilization of PTE-contaminated soils treated with a municipal solid waste compost (MSWC), added at 2 and 4% rates, was evaluated. Results showed that the selected crops were able to grow in a PTE-contaminated soil, and that their yield was increased in the presence of the amendment. The MSWC addition had different effects on PTEs availability to plants, but in general it promoted the stabilization of PTEs in roots/rhizomes and rhizosphere. Overall, all the PTEs considered were mainly retained in roots in all the treatments. In particular *H. vulgare* showed the highest concentration of As and Sb in the root tissues compared to the other plant species (approx. 50-70% higher). By contrast, the highest concentrations of Cd, Cu, Pb and Zn were observed in *L. albus* roots (approx. 35-80% higher compared to *A. donax* and *H. vulgare*). Moreover, the bioaccumulation and translocation (TF) factors for all the plant species, and in the presence and absence of MSWC, were <1 irrespective of the PTEs considered and followed the order *L. albus*>*H. vulgare*>*A. donax*. Finally, MSWC addition affected the removal efficiency of the selected crops and *A. donax* in combination with 4% MSWC showed the highest mineralomass and remediation factor values (approx. 60% higher compared to those recorded for plants in 2% MSWC and control soils). Taken together these results suggest that the selected plant species could be used in combination with MSWC for the aided phytostabilization of PTE-contaminated soils.

## ***Uso di compost proveniente da rifiuti solidi urbani e diverse specie vegetali in programmi di fitostabilizzazione assistita***

La fitostabilizzazione assistita, che implica l'uso di ammendanti e della crescita delle piante per la stabilizzazione di elementi potenzialmente tossici (PTE) nel suolo, potrebbe essere un sistema efficace per il recupero dei suoli inquinati da PTE. In questo studio, è stata valutata l'idoneità di *Arundo donax* L., *Hordeum vulgare* L. e *Lupinus Albus* L. alla fitostabilizzazione assistita di suoli contaminati da PTE trattati con un compost proveniente da rifiuti solidi urbani (MSWC), aggiunto ai tassi del 2 e 4%. I risultati hanno mostrato che le colture selezionate erano in grado di crescere in un suolo contaminato da PTE e che la loro produzione era maggiore in presenza dell'ammendante. L'aggiunta di MSWC ha avuto effetti diversi sulla disponibilità dei PTE per le piante, ma in generale ha stabilizzato i PTE nelle radici e nella rizosfera, accumulando i PTE nelle radici in tutti i trattamenti. In particolare, *H. vulgare* ha mostrato la più alta concentrazione di As e Sb nei tessuti radicali rispetto alle altre specie vegetali (circa il 50-70% in più). Al contrario, le concentrazioni più elevate di Cd, Cu, Pb e Zn sono state osservate nelle radici di *L.albus* (circa il 35-80% in più rispetto ad *A.donax* e *H.vulgare*). Inoltre, i fattori di bioaccumulo e traslocazione per tutte le specie vegetali, e in presenza e assenza di MSWC, erano <1 e seguivano l'ordine *L.albus* > *H.vulgare* > *A.donax*. Infine, l'aggiunta di MSWC ha influito sull'efficienza di rimozione delle colture selezionate e *A.donax* in combinazione con il 4% di MSWC ha mostrato i più alti valori di mineralomasse (circa il 60% in più rispetto a quelli registrati per le piante dei suoli al 2% di MSWC e di controllo). Nell'insieme questi risultati suggeriscono che le specie vegetali selezionate potrebbero essere utilizzate in combinazione con MSWC per la fitostabilizzazione assistita di suoli contaminati da PTE.

### ***#P87 Livestock farming against climate change problems posed by soil degradation in the Emilian Apennines***

Domenico Ronga<sup>1,2</sup>, Aronne Ruffini<sup>3</sup>, Luca Filippi<sup>3</sup>, Aldo Dal Prà<sup>1</sup>, Elena Bortolazzo<sup>1</sup>, Maria Teresa Pacchioli<sup>1</sup>

<sup>1</sup>C.R.P.A. – Centro Ricerche Produzioni Animali, Viale Timavo 43/2, 42121, Reggio Emilia

<sup>2</sup>Dipartimento di Farmacia, Via Giovanni Paolo II, 132, 84084, Fisciano, dronga@unisa.it

<sup>3</sup>Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale, Corso Garibaldi 42, 42121, Reggio Emilia

\*Corresponding author: [dronga@unisa.it](mailto:dronga@unisa.it)

The aim of the project LIFE18/CCM/IT/001093 agriCOLture is to introduce planned actions and sustainable soil management techniques in agro-environmental systems, demonstrating their effectiveness for the protection of soil organic carbon (SOC) in mountainous areas of Emilian Apennines subject to soil degradation. Such approaches counter carbon losses from the soil to the atmosphere, increasing carbon sequestration as SOC. The project is connected to livestock farming, valorizing animal wastes as fertilizer, primarily for crops and pastures productions, locally used to feed animals. The project agriCOLture contributes to the application of the Reg. 2018/841 for inclusion of land-use, land-use change and forestry (LULUCF) activities under the EC 2030 climate and energy framework; agriCOLture mapped the SOC of pastures and meadows in the project's area in order to demonstrate the role of milk production in preserving soil quality. The project also contributes to: i) identify and account of GHG emission and its removals, ii) preserve existing carbon storage and enhance soil carbon sequestration. These objectives are particularly relevant in areas where animal husbandry is the main or only agricultural activity. The present work plans and tests local governance instruments which remunerates ecosystem services in support of soil best practices. The services are enacted by farms, which thus assume the model role of "agricultural soil custodians".



### ***L'allevamento del bestiame contro i problemi del cambiamento climatico posti dal degrado del suolo nell'Appennino Emiliano***

L'obiettivo del progetto LIFE18/CCM/IT/001093 agriCOLture è quello di introdurre azioni pianificate e tecniche di gestione sostenibile del suolo nei sistemi agroambientali, dimostrando la loro efficacia per la protezione del carbonio organico del suolo (SOC) nelle aree montuose dell'Appennino Emiliano soggette a degrado del suolo. Tali approcci contrastano le perdite di carbonio dal suolo all'atmosfera, aumentando il sequestro del carbonio come SOC. Il progetto è collegato all'allevamento del bestiame, valorizzando i reflui animali come fertilizzante, principalmente per le produzioni di colture e pascoli, utilizzati localmente per l'alimentazione degli animali. Il progetto agriCOLture contribuisce all'applicazione del Reg. 2018/841 per l'inclusione dell'uso del suolo, del cambiamento dell'uso del suolo e delle attività forestali (LULUCF) nell'ambito del quadro 2030 per il clima e l'energia della CE; agriCOLture ha mappato il SOC di pascoli e prati nell'area del progetto al fine di dimostrare il ruolo della produzione di latte nel preservare la qualità del suolo. Il progetto contribuisce anche a: i) identificare e tenere conto delle emissioni di GHG e delle sue rimozioni, ii) preservare lo stoccaggio del carbonio esistente e migliorare il sequestro del carbonio nel suolo. Questi obiettivi sono particolarmente rilevanti nelle aree in cui la zootecnia è la principale o unica attività agricola. Il presente lavoro pianifica e testa gli strumenti di governance locale che remunerano i servizi ecosistemici a supporto delle migliori pratiche del suolo. I servizi sono svolti dalle aziende agricole, che assumono così il ruolo modello di "custodi del suolo agricolo".

***#P88 Relationship between energy balance, fatty acid profile and dietary carbohydrate source in dairy sheep***

Ledda A., Correddu F., Cannas A., Atzori A.S.  
*Dipartimento di Agraria, University of Sassari, Italy*  
Corresponding Author: [anledda@uniss.it](mailto:anledda@uniss.it)

The aim of this study was to evaluate the relationship between energy balance (EB; Mcal/d of metabolizable energy) and milk fatty acid (FA) profile in Sarda dairy sheep fed two different sources of dietary carbohydrates. During the first 50 days of lactation (DIM), 12 ewes were fed a diet rich in starch and sugars (23.8 % of DM; diet S). After 50 (DIM), ewes were split in two groups of 6 ewes each, homogeneous for BCS (BCS  $2.84 \pm 0.14$ ) and milk production (kg  $1.67 \pm 0.30$ ). From 50 to 100 DIM, one group (S) was fed the diet S rich in starch whereas, the second group a diet where beet pulp rich in high digestible fiber substituted corn grain, thus starch and sugar content lowered to 12.8 % of DM (group F). The milk FA profile of each animal was determined at 10,20,30,70,80 and 100 DIM, in gas-chromatography. Ewes fed F showed higher concentration of medium chain and de novo FA (synthesized in the mammary gland) and lower concentration in long-chain FA, compared to the S group ( $P < 0.01$ ). The calculated EB of group S varied from -0.36 to +0.41 Mcal/d in early and middle lactation, respectively; EB remained negative (on average -0.55 Mcal/d) at 100 DIM in the F group. The concentration of de novo FA in milk was correlated to EB of ewes fed S ( $r = 0.70$ ). Concentration of de novo FA of ewes fed F was poorly correlated to their EB ( $r = 0.34$ ), probably due to the higher precursors of short-chain FA supplied with the diet F. This study suggests that milk fat FA profile could be a marker of EB but relationships among dietary carbohydrates, EB and fatty profile need to be elucidated.

***Acknowledgements***

The work was funded by FutureInReaserch2013 program of MIUR.

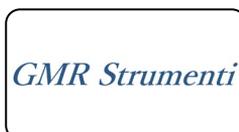
## ***Relazione tra bilancio energetico, profilo degli acidi grassi e fonte di carboidrati nella dieta di pecore da latte***

Lo scopo di questo studio era quello di valutare la relazione tra il bilancio energetico (EB; Mcal/g di energia metabolizzabile) e profilo degli acidi grassi del latte (AG) nelle pecore da latte di razza Sarda alimentate con due diverse fonti di carboidrati. Durante i primi 50 giorni di lattazione (GDM), 12 pecore sono state alimentate con una dieta ricca di amido e zuccheri (23,8 % di SS; dieta A). Dopo 50 (GDM), le pecore sono state divise in due gruppi di 6 pecore ciascuna, omogenei per condizione corporea (BCS  $2.84 \pm 0.14$ ) e produzione di latte (kg  $1.67 \pm 0.30$ ). Da 50 a 100 GDM, un gruppo (A) è stato alimentato con la dieta A ricca in amido, mentre il secondo gruppo con una dieta ricca in fibra digeribile con polpa di bietola, quindi con un contenuto di amido e zuccheri ridotti al 12,8 % sulla SS (gruppo F). Il profilo AG del latte di ogni animale è stato determinato a 10,20,30,70,80 e 100 GDM, in gascromatografia. Le pecore alimentate con F hanno mostrato una maggiore concentrazione di acidi grassi a catena media e de novo (sintetizzati nella ghiandola mammaria) e una minore concentrazione nella degli AG a catena lunga, rispetto al gruppo A ( $P < 0.01$ ). L'EB calcolato del gruppo A variava da -0,36 a +0,41 Mcal/giorno ad inizio e a metà lattazione rispettivamente; L'EB è rimasto negativo (in media -0,55 Mcal/giorno) a 100 GDM nel gruppo F. La concentrazione di Acidi Grassi de novo nel latte era correlata all'EB delle pecore alimentate con A ( $r = 0,70$ ). La concentrazione Acidi grassi de novo delle pecore alimentate con dieta F era scarsamente correlata al loro EB ( $r = 0,34$ ), probabilmente a causa dei più alti precursori degli acidi grassi a catena corta forniti con la dieta F. Questo studio, suggerisce che il profilo degli acidi grassi del latte potrebbe essere un indicatore del bilancio energetico, ma le relazioni tra carboidrati della dieta, EB e profilo degli acidi grassi del latte devono essere chiarite.

### ***Riconoscimento***

Il lavoro è stato finanziato dal programma FutureInReaserch2013 del MIUR.

» CON IL PATROCINIO E LA COLLABORAZIONE DI «



Si ringrazia inoltre il Dipartimento di Agraria ed il Corso di Dottorato in Scienze Agrarie



[www.aissaunder40.com](http://www.aissaunder40.com)