



ATTI DEL XVIII CONVEGNO
NAZIONALE DI
AGROMETEOROLOGIA

***Agrometeorologia per nutrire il pianeta:
acqua, aria, suolo, piante, animali***

***Agrometeorology to feed the planet:
water, air, soil, plants, animals***

**S. Michele all'Adige (TN),
9–11 giugno 2015**

Fondazione Edmund Mach

ATTI DEL XVIII CONVEGNO NAZIONALE DI AGROMETEOROLOGIA

*Agrometeorologia per nutrire il pianeta
Acqua, Aria, Suolo, Piante, Animali*

*Agrometeorology to feed the planet
Water, Air, Soil, Plants, Animals*

**S. Michele all'Adige (TN)
09-11 giugno 2015**

a cura di
Francesca Ventura
Linda Pieri

Fondazione Edmund Mach

ISBN 978-88-7843-043-3

COMITATO SCIENTIFICO

Francesca Ventura (Vicepresidente AIAM)

Linda Pieri

COMITATO ORGANIZZATIVO

Erica Candioli

Elisa Colla

Emanuele Eccel

Alessandro Gretter

Giambattista Toller

Lucia Zadra

SEGRETERIA ORGANIZZATIVA

Federico Spanna (Presidente AIAM)

Simone Falzoi

Irene Vercellino

PRESENTAZIONE XVIII CONVEGNO AIAM

“Agrometeorologia per nutrire il pianeta: acqua, aria, suolo, piante, animali” è il titolo che il XVIII convegno nazionale dell’Associazione Italiana di Agrometeorologia ha ricevuto in dote da EXPO 2015, attrattore mediatico e culturale imprescindibile per tutto quest’anno, anche per la sua carica di contenuti programmatici impegnativi. Il connubio inscindibile tra ambiente fisico e ambiente agrario – e biologico, in senso più ampio - è la materia quotidiana dell’agrometeorologia. Possiamo allora cercare quel motivo conduttore che lega ognuno dei capitoli di cui si compone questa storia di relazione tra i due mondi disciplinari. Due mondi che si completano ed interagiscono non solo dal punto di vista delle entità indagate, ma anche delle scienze: l’agrometeorologia è l’interfaccia fruttuosa, a volte scomoda, tra le scienze fisiche e quelle biologico/agronomiche.

Acqua. Potremmo domandarci se nella tassonomica linneana elementare dei tre regni: minerale, vegetale, animale, manchi forse una categoria per classificare ciò che scorre: l’aria e l’acqua. Classificare i venti poteva essere semplice e persino pedante, ai tempi di Linneo, ma classificare le acque sarebbe sembrato addirittura superfluo. Cosa che oggi non è più: acque verdi, acque blu, acque grigie, acque virtuali: ecco altrettanti esempi di come il ruolo della risorsa idrica viene declinato, nella moderna modellistica del suo utilizzo per la produzione di cibo (nello specifico, per quanto riguarda la stima della sostenibilità dell’uso). Il tutto da un punto di vista squisitamente quantitativo, come si conviene ad una scienza che tratta la materia misurabile.

Aria. Parlare di (agro)meteorologia significa il più delle volte dire qualcosa sull’atmosfera e sulle grandezze che essa esprime: precipitazioni, temperatura, umidità, ...: le conosciamo bene tutte. Dicevano i latini – “Annus fructificat, non tellus”, come dire: è la stagione - l’annata - che fa il frutto, non il terreno. Un clima di cui non ci possiamo (più) fidare, guardando verso il futuro, rende costantemente attuali le analisi dei rischi che il cambiamento ci prospetta e sempre attuali gli studi degli scenari di cambiamento, anche nelle ripercussioni sulle colture. Ma, tra le pieghe dei rischi, sta a noi agrometeorologi cercare di portare a galla anche le nuove possibilità che si affacciano in un clima in evoluzione. Una ventina di interventi orali in questo convegno (e in più i poster) affrontano la tematica dei cambiamenti climatici, e questo è un motivo di soddisfazione.

Suolo. Il 2015 è l’anno internazionale dei suoli. Sapienza latina a parte, è inevitabile, anche dal punto di vista della meteorologia agraria, approfondire la ricerca sul comparto da cui le piante traggono nutrimento per la loro vita. Un esempio dalla frutticoltura: la “stanchezza del suolo” è una patologia che colpisce talvolta, anche in Trentino, i nuovi impianti. Ha motivazioni biologiche, certo, ma il nome che è stato dato a questa patologia evoca con prepotenza una sensibilità simpatetica verso la delicatezza dell’equilibrio del medium di crescita di ogni pianta. Ragionare sul suolo significa considerare, ancora, le problematiche dell’acqua che il suolo trattiene, e anche sullo sfruttamento che l’agricoltura contemporanea impone ai terreni, ma ancora di più sui rischi che – specie in un’ottica globale – ci pone un clima potenzialmente più aggressivo, dal punto di vista delle temperature e forse anche delle precipitazioni.

Piante. Reciprocamente, le parentesi dentro il nome della nostra disciplina si possono spostare ponendo l'accento sull'altro termine: agro(meteorologia). Non occorre insistere sul fatto che il risultato di un'indagine agrometeorologica vada rapportato, alla fine, alla quantità e alla qualità della produzione vegetale. E se il proposito è quello di nutrire il pianeta, è inevitabile fare i conti con quanto accade fuori dal nostro orticello (metaforico, per quanto sperimentale). Non guasta forse ricordare che l'Italia ha una popolazione che conta meno di un centesimo di quella mondiale, con una superficie che è circa due millesimi di quella delle terre emerse. Di fronte a queste proporzioni, è evidente che stringere troppo la messa a fuoco sul determinismo "clima locale – prodotto agricolo", ignorando come le dinamiche mondiali possano essere preponderanti nel dettare l'andamento della richiesta di cibo, offra un quadro incompleto. Le stime FAO ci dicono che la richiesta di cibo è da ritenersi assestata per il solo mondo sviluppato, e che intere regioni del mondo oggi meno sviluppato continueranno a crescere ancora per molti decenni. Se ne deduce perciò che solo l'uso ottimale delle risorse e delle tecniche agrarie potrà far fronte a questo fabbisogno in continuo aumento, a fronte della limitata disponibilità residua di suoli coltivabili e delle problematiche di inaridimento di molte aree oggi coltivate.

Animali. Meno spesso l'agrometeorologia si occupa di zootecnia, per quanto i fronti aperti siano almeno due. Il primo è quello della biometeorologia, per gli aspetti legati alle pratiche di allevamento (ad AIAM 2015 questa tematica è presente, seppure numericamente secondaria), ed eventualmente all'adattamento a condizioni climatiche in evoluzione. Il secondo è davvero un "fronte caldo", ponendo l'accento sugli aspetti di mitigazione del cambiamento climatico, in considerazione del ruolo relevantissimo che la produzione zootecnica rappresenta nel bilancio dei gas serra e nel consumo di risorse in generale. E' noto infatti che nel comparto agricolo la zootecnia fa la parte del leone, sia per quanto riguarda il consumo di suolo (nel mondo, circa un terzo della terra arabile è destinata alla produzione di mangimi), sia per quanto riguarda le emissioni vere e proprie, in particolare di metano, dovuto alla fermentazione enterica del bestiame (39% delle emissioni di gas serra dal comparto agricolo, e circa il 18% sul totale, secondo FAO). Inoltre, tale ruolo preponderante è in forte aumento, ed è anche legato all'aumento del tenore di vita della popolazione di diversi paesi emergenti. E' tuttavia evidente che la tendenza in atto non potrà durare a lungo, a meno di non affamare ancora di più la larga fetta di popolazione che si basa ancora su una dieta povera di carne, caratterizzata da un'impronta carbonica ed ecologica generale (è stato proposto il termine "foodprint") molto inferiore. Altre problematiche vengono dal forte consumo d'acqua richiesto dalla zootecnia (circa 15 volte superiore a quello necessario per produrre l'equivalente in proteine vegetali), che nuovamente ci riporta nel filone centrale dell'indagine agro-climatologica.

Abbiamo così concluso questo breve percorso dentro gli elementi di un sistema integrato che lega l'ambiente fisico alla produzione di cibo, tema dichiarato del convegno, e senza particolare sforzo abbiamo visto come ognuna di queste categorie sottenda in modo naturale un portato dell'agrometeorologia (o dell'agroclimatologia). Ricordiamo anche che la Carta di Milano, redatta in occasione di EXPO 2015, contempla, all'interno dei suoi propositi, l'impegno da parte di governi ed istituzioni ad "aumentare le risorse destinate alla ricerca, al trasferimento dei suoi esiti, alla formazione e alla comunicazione". Con questo auspicio, ognuna delle tre sessioni di AIAM 2015 può rappresentare un punto di vista complementare verso la definizione di questo affresco, a cui siamo chiamati a dare il nostro piccolo contributo, scientifico e creativo.

Emanuele Eccel

SESSIONE I:

STRUMENTI E SISTEMI PER L'AGRICOLTURA DI PRECISIONE

PRESENTAZIONI ORALI

1. ASSESSMENT OF AN INTEGRATING TEMPERATURE-DEPENDENT LIFE TABLE DATA INTO A MATRIX PROJECTION MODEL FOR DROSOPHILA SUZUKII POPULATION ESTIMATION
Gianfranco Anfora, Marco Valerio Rossi Stacconi, Nik G. Wiman, Souvik Bhattacharya, Vaughn M. Walton, Alberto Grassi, Markus Neteler, Claudio Ioriatti, Andrea Pugliese
2. SITE SPECIFIC WEED MANAGEMENT: ASSESSMENT OF THE POTENTIAL OF UNMANNED AERIAL VEHICLES (UAV)
Raffaele Casa , Fabio Castaldi, Federico Pelosi
3. PREVAGROMEC: AGROMETEOROLOGICAL FORECAST SYSTEM FOR FARM MECHANIZATION
Stanislao Esposito, Barbara Parisse, Massimo Scaglione, Edmondo Di Giuseppe, Riccardo Scano, Maria Carmen Beltrano, Massimiliano Pasqui
4. APPLICATION OF THE EDDY—COVARIANCE TECHNIQUE DURING THE CIVIDATEX EXPERIMENT
Marco Falocchi, Stefano Barontini, Lorenzo Giovannini, Dino Zardi, Roberto Ranzi
5. HYDRO-TECH: AN INTEGRATED DECISION SUPPORT SYSTEM FOR SUSTAINABLE IRRIGATION MANAGEMENT. FIELD TESTING RESULTS ON LATE PEACH VARIETY SHOWN IN THE FRAMEWORK OF INTERREG IRMA PROJECT
Mario Zippitelli, Vito Buono, Erminio Riezzo, Luigi Trotta, Francesco Schiavone, Gennaro Laera, Angelo Petrelli, Vito Cantore, Mladen Todorovic
6. INTEGRATED MODELLING APPROACH FOR ASSESSING THE POTENTIAL RISK OF NITRATE GROUNDWATER POLLUTION ON REGIONAL SCALE: THE APULIA CASE.
Angelantonio Calabrese, Valeria Ancona, Vito Felice Uricchio, Claudia Campanale, Luigi Trotta, Francesco Schiavone, Gennaro Laera, Angelo Petrelli
7. A HIGH-RESOLUTION SOLAR RADIATION ATLAS FOR THE TRENTINO REGION
Lavinia Laiti, Lorenzo Giovannini, Luca Panziera, Dino Zardi
8. FEM-MUSina: AN ARDUINO CONTROLLED IRRIGATION MACHINE FOR POTTED PLANTS.
Giambattista Toller, MatteoPerini, Nicolò Orandini, Gianluca Berti
9. PRECISION VITICULTURE: EU PROJECT VINTAGE RESULTS
Fausto Tomei, Antonio Volta, Gabriele Antolini, Vittorio Marletto, Benjamin Bois, Mario Rega
10. RECOGNITION OF WEED SPECIES THROUGH ARTIFICIAL VISION
Linda Pieri, Dario Mengoli, Fiorenzo Salvatorelli, Marco Vignudelli, Lorenzo Marconi, Francesca Ventura
11. VERIFICATION AND VALIDATION OF A COMPUTER MODEL TO FORECAST METEOROLOGICAL QUANTITIES
Francesca Ventura, Roberto Solone, Alberto Bertozzi, Ivano Valmori
12. THERMAL SUMMATION – FLOWER DIFFERENTIATION PHENOLOGY INTERPOLATION CURVE ON FRAGARIA X ANANASSA DUCH. CV ELSANTA
Paolo Zucchi, Paolo Martinatti, Claudio Ioriatti

POSTER

13. AGROMETEOROLOGICAL DECISION SUPPORT SYSTEMS FOR VITICULTURE
Gabriele Cola, Massimo Compagnoni, Luigi Mariani, Simone G. Parisi
14. A PROCEDURE FOR THE QUALITY CONTROL OF SURFACE RADIATION DATA
Lavinia Laiti, Lorenzo Giovannini, Luca Panziera, Daniele Andreis, Fabio Zottele, Gianni Toller, Dino Zardi

15. webGRAS: A WEB APPLICATION TO ESTIMATE THE POTENTIAL FORAGE QUALITY
Giuseppe Romano, Andreas Schaumberger, Arnold Bodner, Giovanni Peratoner
16. APPLICATION OF SATELLITE REMOTE SENSING IN THE MANAGEMENT OF IRRIGATION OPERATIONS IN AGRICULTURE: THE CASE OF SAN VITTORE
Luca Domenico Sapia, Andrea Spisni, Vittorio Marletto, Giulia Villani, Gabriele Bitelli, William Pratizzoli
17. TESTING 3 THERMOMETER SHIELD PERFORMANCE
Giambattista Toller, Stefano Corradini
18. A TOOL FOR FORECASTING BERRY RIPENING OF THE SANGIOVESE VARIETY
Antonio Volta, Paola Tessarin, Giulia Villani, Adamo Domenico Rombolà, Mario Rega, Benjamin Bois, Vittorio Marletto

SESSIONE II: CAMBIAMENTI CLIMATICI, SOSTENIBILITÀ ED ENERGIA

PRESENTAZIONI ORALI

19. SOIL GIVES A LOT. NOT TRAMPLE
Abate Daga, Simonetta Alberico, Stefano Salata, Carolina Giaimo, Michele Munafò, Andrea Strollo, Orlando Cimino, Filiberto Altobelli
20. ASTRO: A PROJECT TO RECOVER, EXPLOIT AND SHARE THE HISTORICAL METEOROLOGICAL ARCHIVES OF TRENTINO
Maria Carmen Beltrano, Emanuele Eccel, Rocco Scolozzi, Marco Deromedi, Stanislao Esposito, Mariangela Aliazzo, Eleonora Gerardi, Margherita Falcucci, Riccardo Scano, Luigi Iafrate
21. MICROMETEOROLOGICAL CONDITIONS IN PIEDMONTESE VINEYARDS
Valentina Andreoli, Claudio Cassardo, Federico Spanna
22. RADIATION MEASUREMENTS IN PIEDMONTESE VINEYARDS
Valentina Andreoli, Claudio Cassardo, Federico Spanna
23. A RADAR-BASED SHORT-TERM CLIMATOLOGICAL ANALYSIS OF SEVERE STORM IN PIEMONTE, ITALY
Roberto Cremonini, Claudio Cassardo, Irene Raccanelli, Federica Bogo, Renzo Bechini, Valentina Campana, Mattia Vaccarone
24. ENERGY PERFORMANCES AND GREENHOUSE GAS EMISSIONS OF TWO CROPPING SYSTEMS IN SWEET SORGHUM FOR THE BIOETHANOL SUPPLY CHAIN
Laura D'Andrea, Pasquale Garofalo, Alessandro Vittorio Vonella, Michele Rinaldi, Angelo Domenico Palumbo
25. NEW CLIMATIC MAPS OF ITALIAN TERRITORY
Stanislao Esposito, Roberta Alilla, Maria Carmen Beltrano, Giovanni Dal Monte, Edmondo Di Giuseppe, Flora De Natale, Luigi Iafrate, Angelo Libertà, Barbara Parisse, Elisabetta Raparelli, Massimo Scaglione
26. RADIATION USE EFFICIENCY OF A PERENNIAL BIONERGY CROP IN MEDITERRANEAN ENVIRONMENT
Gianfranco Rana e Rossana M. Ferrara
27. A@GRES: E-GOVERNMENT MODEL OF THE APULIAN FOOD SECTOR TO ENCOURAGE THE ADOPTION OF CLIMATE CHANGE ADAPTING STRATEGIES
Carmine Massarelli, Angelantonio Calabrese, Vito Felice Uricchio, Erminio Riezzo, Mario Zippitelli, Michela Del Prete, Luigi Trotta, Francesco Schiavone, Gennaro Laera, Angelo Petrelli
28. CREATION OF AN INNOVATIVE ALERT SYSTEM: FROM SPATIAL DATA TO PROCESSING SCENARIOS, APPLICATION IN THE FIELD OF NEW TECHNOLOGIES THROUGH METEO CLIMATIC MONITORING.
Angelantonio Calabrese, Carmine Massarelli, Vito Felice Uricchio, Erminio Efizio Riezzo, Mario Zippitelli, Nicola Dongiovanni, Stefania Napoletano, Apolonia Netti, Edoardo Celiberti, Luigi Trotta, Francesco Schiavone, Gennaro Laera, Angelo Petrelli
29. CLIMATE CHANGE AND HUMAN HEALTH: IPOCRATE A NEW SYSTEM FOR THE PREVENTION THROUGH THE ENVIRONMENTAL MONITORING
Angelantonio Calabrese, Vito Felice Uricchio, Domenico di Noia, Erminio Efizio Riezzo, Mario Zippitelli, Michele Toriello, Giorgio Pietro Maggi, Edoardo Celiberti, Donato Festa, A. Colaianni, Luigi Trotta, Francesco Schiavone, Gennaro Laera, Angelo Petrelli
30. YIELD RESPONSE OF SWEET SORGHUM (*Sorghum bicolor* (L.) var. *saccharatum*) FOR THE PRODUCTION OF BIOETHANOL UNDER DIFFERENT WATER REGIMES

Marco Mancini, Anna Dalla Marta, Francesca Orlando, Francesca Natali, Giampiero Maracchi, Simone Orlandini

31. TIME-SCALE EFFECTS IN CARBON SEQUESTRATION BY AN APPLE ORCHARD INFERRED BY EDDY COVARIANCE, METEOROLOGICAL AND SATELLITE OBSERVATIONS
Leonardo Montagnani, Massimo Tagliavini, Enrico Tomelleri, Damiano Zanotelli
32. EVOLUTION OF INSURANCE CONTRACTS IN AGRICULTURAL FIELD ACCORDING TO CLIMATE CHANGE
Fiorenzo Salvatorelli, Francesca Ventura, William Pratizzoli
33. HIGH-RESOLUTION NUMERICAL SIMULATIONS OF WINTERTIME ATMOSPHERIC BOUNDARY LAYER PROCESSES IN THE ADIGE VALLEY DURING AN ALPNAP PROJECT FIELD CAMPAIGN
Elena Tomasi, Lorenzo Giovannini, Dino Zardi, Massimiliano de Franceschi,
34. WEATHER FORECAST SERVICES ON THE WEB: AN OPPORTUNITY FOR RESEARCH AND MODELLING
Roberto Zorer, Luca Delucchi, Duccio Rocchini, Amedeo Fadini, Markus Neteler

POSTER

35. NITROGEN UPTAKE OF ANNUAL CROPS: A FIRST ASSESSMENT IN ITALY
Filiberto Altobelli, Flavio Lupi, Giuseppe Pulighe, Marco Napoli, Simone Orlandini, Anna Dalla Marta
36. MITIGATION OF LIVESTOCK AND AGRICULTURE EMISSIONS IN EMILIA-ROMAGNA REGION: THE LIFE+ PROJECT CLIMATE CHANGE-R
Vittorio Marletto, Lucio Botarelli, Fausto Tomei, Giulia Villani, Claudio Selmi, Teresa Pacchioli, Laura Valli, Carlo Malavolta
37. RELATIONSHIPS BETWEEN VERDE SPRING DISCHARGE, PRECIPITATION AND NAO INDEX IN ABRUZZO DURING - PERIOD
A.Chiaudani, W. Palmucci, D. Di Curzio, S. Rusi
38. HELPSOIL - CONSERVATIVE TECHNIQUE IN AGRICULTURE TO PRESERVE NATURAL RESOURCES
Carlo Tieghi, Silvia Renata Motta, Andrea Giussani, Marco Sciacaluga, Alberto Rocca, Carlo Riparbelli, Lorenzo Craveri, Stefano Brenna
39. A PROPOSAL OF WEATHER RADAR-BASED STORM SEVERITY INDEX FOR PIEMONTE, ITALY
Roberto Cremonini, Claudio Cassardo, Irene Raccanelli, Renzo Bechini, Valentina Campana
40. BIOETHANOL PRODUCTION FROM CARDOON GROWN IN MEDITERRANEAN ENVIRONMENT
Laura D'Andrea, Giuseppe De Mastro, Angelo Domenico Palumbo
41. PERENNIAL RHIZOMATOUS GRASSES GROWN AS BIOENERGY CROPS ON MARGINAL LAND
Laura D'Andrea
42. COMPETITION OF ENERGY CROPS FOR LAND USE
Laura D'Andrea, Enrico Ceotto
43. RELATIONSHIP BETWEEN THE NAO INDEX AND SOME INDICES OF EXTREME PRECIPITATION IN THE ABRUZZO REGION
Bruno Di Lena, Lorenzo Vergni, Alessandro Chiaudani
44. RELATIONSHIPS BETWEEN CIRCULATION PATTERNS AND WINTER MONTHS PRECIPITATION IN ABRUZZO REGION IN THE 1951 – 2009 PERIOD
Alessandro Chiaudani, Lorenzo Vergni, Bruno Di Lena
45. ClimClass AND ClimClassMap: TWO R-PACKAGES FOR CLIMATIC AND AGRO-BIOCLIMATIC INDICES. AN APPLICATION TO TRENTINO
Emanuele Eccel, Emanuele Cordano, Fabio Zottele, Giambattista Toller

46. COMPARISON BETWEEN LINEAR AND NON-LINEAR MODELS FOR ESTIMATING GHG FLUXES BY STATIC CHAMBERS IN A ITALIAN PADDY
Rossana M. Ferrara, Cristina Muschitiello, Alessandro E. Agnelli, Alessandra Lagomarsino
47. SOIL CO₂ FLUXES BY GREEN MANURE: PEDOLOGICAL AND METEOROLOGICAL EFFECTS
Rossana M. Ferrara, Roberta Rossi, Cristina Muschitiello, Pasquale Campi, Anna M. Stellacci, Angelo D. Palumbo, Francesco Fornaro, Michele Introna, Nicola Martinelli, Gianfranco Rana
48. INVESTIGATION OF TEMPERATURE AND PRECIPITATION EFFECTS ON CONTROL LEVEL AND SUNN PESTS POPULATION IN ZANJAN
Pegah Mollaei, Majid Khiavi, Sona Sarfi, Ahad Yaghmuri
49. SPATIAL AND TEMPORAL VARIATION OF SOIL RESPIRATION IN RELATION TO ENVIRONMENTAL CONDITIONS IN A VINEYARD OF NORTHERN ITALY
Luca Tezza, Franco Meggio, Nadia Vendrame, Andrea Pitacco,
50. EMERGENCE AND ROOTS DEVELOPMENT AFTER FEW DAYS FROM SEEDING IN MAIZE (*Zea mays* L.) ON NATURAL SOIL AND RECONSTITUTED ONE
Paolo Manfredi, Roberta Salvi, Chiara Cassinari, Raffaella Battaglia, Adriano Marocco, Marco Trevisan
51. ECOLOGICAL FOOTPRINT OF DIFFERENT GRAPE CULTIVAR IN VELLETRI FIELDS.
Serra M.C., Casadei G., Bevilacqua N., Cecchini F., Calanducci N., Morassut M.
52. COMPARISON OF NDVI BETWEEN MODIS (250m) AND MSG (4km) OVER FOREST AREA OF EMILIA-ROMAGNA FOR DROUGHT MONITORING
Andrea Spisni, Enrico Muzzi

SESSIONE III: QUALITÀ E TUTELA DELLE PRODUZIONI

PRESENTAZIONI ORALI

53. THE IMPACT OF HAILSTORMS ON THE ITALIAN WEATHER CLIMATE
Paolo Caraccio, Cristian Rendina, Simona Busacca
54. ZONING OF THE GRAPE-GROWING AREAS OF THE DOP “TERRE DELL’ALTA VALDAGRI”:
RELIMINARY RESULTS OF A MULTICRITERIA CLIMATIC CLASSIFICATION.
Pasquale Cirigliano, Giovanni Dal Monte
55. VERIFICATION OF THE DISCOMFORT INDEX FORECAST IN FRIULI VENEZIA GIULIA REGION
Andrea Cicogna, Alessandro Gimona, Livio Stefanuto
56. ASSESSMENT OF EMERGENCY IRRIGATION NEEDS FOR VINEYARDS IN EMILIA-ROMAGNA
Nicola Laruccia, Gabriele Antolini, Vittorio Marletto
57. MANAGING STRAWBERRY GROWTH CYCLE BY MEANS OF MOBILE ORCHARD TECHNIQUE: A
SYNERGIC INTERACTION OF DIFFERENT CLIMATIC ENVIRONMENTS
Paolo Martinatti, Paolo Zucchi, Lara Giongo
58. VALIDATION OF AN IMMIGRATION INDEX FOR THE APPLE JUMPING LOUSE *Cacopsylla
melanoneura* IN TRENTINO
Mario Baldessari, Stefano Corradini, Claudio Ioriatti, Valerio Mazzoni
59. QUALITY INDICATORS OF GROUNDWATER FOR IRRIGATION OF MEDITERRANEAN PLANT
SPECIES
Cristina Muschitiello, Pasquale Campi, Alejandra Navarro, Marcello Mastroianni, Rossana M. Ferrara,
Gianfranco Rana

POSTER

60. WEATHER CONDITIONS AND IMPACT OF VINE DISEASES IN TRENTINO
Maurizio Bottura, Franca Ghidoni
61. ANALYSIS OF YEARS OF MONTEPULCIANO GRAPE DELIVERY TO A WINERY IN THE ABRUZZI
IN RELATION TO THERMAL AVAILABILITY
Oriana Silvestroni, Nicola Pallini, Bruno Di Lena, Vania Lanari, Alberto Palliotti
62. PERFORMANCE OF INTERNATIONAL AND LOCAL TABLE OLIVE CULTIVARS IN NEW
CULTIVATION AREAS OF SARDINIA
Pierpaolo Pazzola, Marcello Cillara, Pierfrancesco Deiana, Sandro Dettori, Andrea Motroni, Mario Santona,
Antonio Montinaro, Maria Rosaria Filigheddu
63. FROST PHENOMENA IN AN ALPINE VALLEY: RESULTS FROM THE GEPRI PROJECT
Massimiliano de Franceschi, Dino Zardi, Lorenzo Giovannini
64. PRODUCTION AND HARVEST SCHEDULE OF CAULIFLOWER AND RADICCHIO IN THE
MOUNTAIN AREAS OF SOUTH TYROL
Martina Mayus, Arndt Kunick, Markus Hauser, Roland Zelger, Giovanni Peratoner
65. MULTI-CLIMATE EXTENSIBILITY ANALYSIS OF STRAWBERRY SEASONAL MIGRATION
Paolo Martinatti, Paolo Zucchi, Paolo Vinante, Tommaso Pantezzi
66. MUTUAL INFLUENCES OF WEATHER STATIONS POSITIONING ON METEOROLOGICAL
MEASUREMENTS
Francesca Sanna, Angela Calvo, Andrea Merlone

VALIDAZIONE DI UN MODELLO DI SVILUPPO DELLE POPOLAZIONI DI *DROSOPHILA SUZUKII* BASATO SULLA TEMPERATURA COME STRUMENTO PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI ATTACCHI E LA GESTIONE TERRITORIALE

ASSESSMENT OF AN INTEGRATING TEMPERATURE-DEPENDENT LIFE TABLE DATA INTO A MATRIX PROJECTION MODEL FOR *DROSOPHILA SUZUKII* POPULATION ESTIMATION

Gianfranco Anfora^{1*}, Marco Valerio Rossi Stacconi¹, Nik G. Wiman², Souvik Bhattacharya³, Vaughn M. Walton², Alberto Grassi¹, Markus Neteler¹, Claudio Ioriatti¹, Andrea Pugliese³

¹ FONDAZIONE EDMUND MACH (FEM) – Centro Ricerche e Innovazione e Centro Trasferimento Tecnologico, via Edmund Mach 1, 38010, San Michele all'Adige (TN), Italia

² OREGON STATE UNIVERSITY, Department of Horticulture, Corvallis, Oregon (US)

³ UNIVERSITÀ DI TRENTO, Dipartimento di Matematica, Via Sommarive 14, 38123, Povo (TN), Italia

*gianfranco.anfora@fmach.it

Abstract

Temperature-dependent fecundity and survival data was integrated into a matrix population model to describe relative *Drosophila suzukii* population increase and age structure based on environmental conditions. This novel modification of the classic Leslie matrix population model is presented as a way to examine how insect populations interact with the environment, and has application as a predictor of population density. As case studies, we examined model predictions in a small fruit production region in Trento province, Italy. In general, patterns of adult *D. suzukii* trap activity broadly mimicked seasonal population levels predicted by the model using so far only temperature data. The model is advantageous in that it provides stage-specific population estimation, which can potentially guide management strategies and provide unique opportunities to simulate stage-specific management effects such as insecticide applications or the effect of biological control on a specific life-stage.

Parole chiave

Drosophila suzukii, Modello di sviluppo basato sulla temperatura

Keywords

Drosophila suzukii, temperature-related population estimation

Introduzione

Drosophila suzukii (Matsumura) (Diptera Drosophilidae) è un insetto originario dell'Asia orientale che ha invaso i nostri ambienti a partire dal 2008 (Cini et al., 2012). Al contrario delle altre specie appartenenti allo stesso genere è in grado di deporre le uova in frutti sani in maturazione grazie all'ovopositore sclerotizzato provocando sia danni diretti per l'attività trofica delle larve che danni indiretti per la diffusione di patogeni. La specie è estremamente polifaga e sta creando danni molto ingenti soprattutto alla produzione di piccoli frutti. Nel corso degli ultimi anni diversi studi in laboratorio ed in campo hanno permesso di caratterizzare l'influenza della temperatura sul ciclo biologico di *D. suzukii*. Sulla base di queste informazioni un gruppo di lavoro composto da ricercatori di Oregon State University, della FEM e dell'Università di Trento nell'ambito del Grande Progetto della Provincia di Trento LExEM ha messo a punto un primo modello matematico di sviluppo di *D. suzukii*. Il modello è dipendente per il momento solo dalla temperatura ed è stato validato sperimentalmente con osservazioni reali e dati climatici in Trentino. Le proiezioni matematiche di questo primo modello sono state in grado di simulare con buona

precisione l'andamento della popolazione di *D. suzukii* a partire dalla sua comparsa nelle diverse stagioni considerate.

Materiali e Metodi

I dati giornalieri di temperatura media sono stati acquisiti da una stazione meteorologica gestita da FEM presso Pergine (Trento, Italia) adiacente il frutteto misto in cui sono stati svolti i rilievi durante le stagioni 2012-2013. Il modello di proiezione della popolazione ha calcolato la matrice basata sull'input delle temperature medie giornaliere ed è descritto in Wiman et al. (2014). I parametri di sviluppo della popolazione in diversi stadi e a diverse temperature sono stati ottenuti precedentemente (Tochen et al., 2014). Le catture di trappole innescate con Droskidrink sono state registrate a cadenza settimanale (Grassi et al., 2015). Il modello è stato fatto partire in primavera 2012 e 2013 da un biofix precedentemente proposto (Tochen et al., 2014) che stima il primo momento della stagione durante il quale le temperature permettono la crescita della popolazione di *D. suzukii*. Le simulazioni del modello sono state poste a confronto con i dati reali di cattura.

Risultati

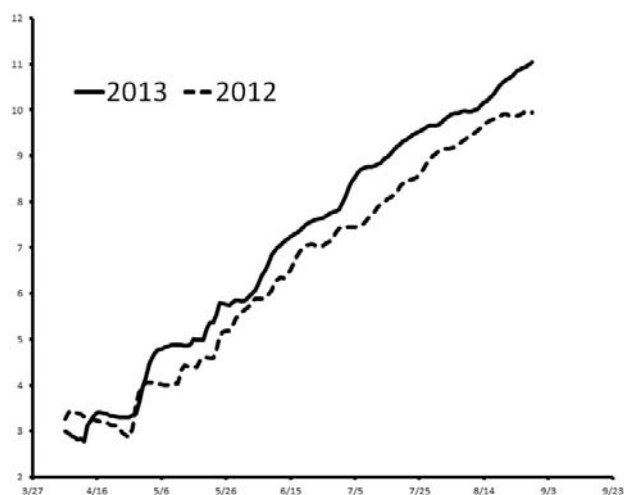


Fig.1 – Stima dell'incremento della popolazione di *Drosophila suzukii* a Pergine, Italia, durante le stagioni 2012 e 2013 (log trasformata).

Fig.1 – Estimated *Drosophila suzukii* populations in Pergine, Italy, during 2012-2013 (log transformed).

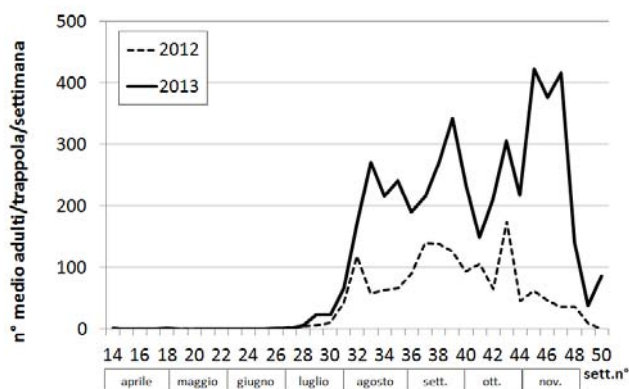


Fig.1 – Numero di catture medie per trappola per settimana di *Drosophila suzukii* durante il periodo 2012-2013 a Pergine, Italia.

Fig.1 – Mean *Drosophila suzukii* catches per trap per week during 2012-2014 in Pergine, Italy.

Discussione e Conclusioni

Lo scopo di questo lavoro è quello di fornire uno strumento di valutazione del rischio connesso all'andamento climatico registrato in una determinata zona, e quindi mettere in atto le misure più opportune per il contenimento e la difesa a livello territoriale di *D. suzukii*. La stima della crescita della popolazione fornita dal modello sulla base dei dati di temperatura a Pergine (Italia) (Fig.1) ricostruiscono efficacemente l'andamento reale della popolazione nella stessa località come fornito dalle catture di trappole innescate con attrattivi alimentari (Fig. 2).

Un passo successivo nella modellizzazione e validazione sarà il fit sistematico di una nuova versione del modello con

i dati ottenuti dalle catture nelle trappole disposte su tutto il territorio provinciale dal 2011 in poi. Nel portare un modello ottenuto da esperimenti di laboratorio ad avere previsioni quantitative sul campo, si terrà conto di diversi fattori, ognuno rappresentato con un nuovo parametro: l'aumento di mortalità sul campo rispetto al laboratorio, la disponibilità di risorse su cui le larve possano crescere (sintetizzata dalla capacità portante per le larve), la "catturabilità" degli adulti (ossia il tasso a cui cadono nelle trappole). Un fattore fondamentale che influenza questi due parametri è certamente la frutta disponibile sul territorio nei vari mesi; questa informazione è presente nel Catasto Agrario provinciale, che prossimamente verrà integrato nel modello. L'obiettivo finale del progetto LExEM consisterà nel mettere a punto una piattaforma online in cui il modello sia automaticamente aggiornato con dati di temperatura ottenuti da satellite con una risoluzione spaziale molto elevata.

Ringraziamenti

Questo lavoro è stato finanziato dalla Provincia Autonoma di Trento (Italia), Fondi di Ricerca Grandi Progetti, Progetto LExEM (Laboratory of excellence for epidemiology and modeling, <http://www.lexem.eu>).

Bibliografia

- Cini A., Ioriatti C., Anfora G., 2012. A review of the invasion of *Drosophila suzukii* in Europe and a draft research agenda for integrated pest management. Bull. Insectol. 65: 149–160.
- Dalton D.T., Walton V.M., Shearer P.W., Walsh D.B., Caprile J., Isaacs R., 2011. Laboratory survival of *Drosophila suzukii* under simulated winter conditions of the Pacific Northwest and seasonal field trapping in five primary regions of small and stone fruit production in the United States. Pest Manag. Sci. 67:1368-1374.
- Grassi A., Anfora G., Maistri S., Maddalena G., De Cristofaro A., Savini G., Ioriatti C., 2015. Development and efficacy of Droskidrink, a food bait for trapping *Drosophila suzukii*. IOBC Bull. 109: 197-204
- Tochen S., Dalton D.T., Wiman N.G., Hamm C., Shearer P.W., Walton V.M., 2014. Temperature-related development and population parameters for *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) on cherry and blueberry. Environ. Entomol. 43: 501-510.
- Wiman N.G., Walton V.M., Dalton D.T., Anfora G., Burrack H.J., Chiu J.C., Daane K.M., Grassi A., Miller B., Tochen S., Wang X., Ioriatti C., 2014. Integrating temperature-Dependent life table data into a matrix projection model for *Drosophila suzukii* population estimation. PLoS ONE 9(9): e106909

GESTIONE DELLE INFESTANTI IN AGRICOLTURA DI PRECISIONE: VALUTAZIONE DELLE OPPORTUNITÀ OFFERTE DALL'USO DEI DRONI *SITE SPECIFIC WEED MANAGEMENT: ASSESSMENT OF THE POTENTIAL OF UNMANNED AERIAL VEHICLES (UAV)*

Raffaele Casa^{1*}, Fabio Castaldi¹, Federico Pelosi¹

¹ DAFNE, Università degli Studi della Tuscia, Via San Camillo de Lellis, 01100 Viterbo (VT)

* rcasa@unitus.it

Abstract

The reduction of the use of herbicides that can be attained adopting precision weed management (PWM), i.e. spraying only the areas of the field in which weed density exceeds a given threshold (patch-spraying), is a valuable objective both from economic and an environmental perspectives. UAVs could support PWM by providing high resolution images allowing the mapping of weeds. In the present work such capability of UAVs is investigated using experimental data acquired in field trials carried out in Central Italy. Additionally a technique based on the geostatistical simulation of weed spatial patterns coupled with simulations with the APSIM model is illustrated as a tool to identify convenient weed density thresholds for patch-spraying.

Parole chiave

Irrorazione a tasso variabile, Sistemi Aerei a Pilotaggio Remoto (SAPR), geostatistica, modelli di simulazione

Keywords

Patch-spraying, precision weeding, drones, geostatistics, simulation models

Introduzione

Le infestanti limitano fortemente la produttività delle colture, provocando notevoli decrementi delle rese, se non controllate adeguatamente. I metodi di controllo non-chimico delle infestanti, di tipo agronomico, meccanico e fisico, non sempre sono efficaci, per cui spesso il diserbo è indispensabile. Tuttavia, i diserbanti sono i pesticidi maggiormente presenti nelle acque superficiali e sotterranee in Italia (Ispra, 2014) ed è dunque necessario ridurre l'uso. Attualmente è già disponibile, sul mercato delle irroratrici, la tecnologia che consente l'adozione di tecniche di agricoltura di precisione nella gestione delle infestanti, cioè l'irrorazione solo dove le infestanti sono presenti oltre una certa soglia (patch-spraying), anziché l'applicazione uniforme a tappeto. Tuttavia è necessario disporre di un sistema di mappatura delle infestanti che sia rapido ed economico. Uno degli obiettivi del presente lavoro è quello di illustrare le possibilità che offrono le aeromobili a pilotaggio remoto (APR), comunemente note come droni, a questo riguardo.

Una volta ottenuta la mappatura delle infestanti, è necessario definire soglie d'intervento adeguate in termini agronomici ed economici. Nel presente lavoro è illustrata l'utilità di una tecnica geostatistica e di un modello di simulazione della competizione tra infestanti e coltura, per trarre indicazioni sulle soglie d'intervento.

Materiali e Metodi

Per valutare la possibilità di ottenere mappe delle infestanti da droni, sono state effettuate acquisizioni con droni, durante l'anno 2014, presso 7 diversi appezzamenti localizzati a Vetralla (VT). Su cinque campi le acquisizioni sono state effettuate con un drone Parrot SenseFly eBee

dotato di fotocamera Canon S110RGB per il visibile e Canon S110NIR per il vicino infrarosso. Su due campi con il drone DJI Phantom2 con camera RGB GoPro Hero 3 Black. In occasione delle acquisizioni sono stati posizionati 15 quadrati (150 x 75 cm) per campo in cui è stata rilevata la copertura del suolo da parte delle infestanti mediante fotografie ad alta risoluzione acquisite da circa 1 m di altezza. Le immagini ottenute dai droni sono state elaborate secondo una classificazione supervised Support Vector Machine (SVM), per ottenere le mappe delle infestanti. Su due appezzamenti, seminati a mais, è stata poi effettuato un confronto tra diserbo uniforme e patch-spraying, utilizzando un'irroratrice appositamente equipaggiata con GPS, autoguida e computer di bordo in grado di controllare l'irrorazione sulla base della mappa di prescrizione caricata. Per valutare la convenienza all'utilizzo dell'approccio patch-spraying, è stata sviluppata una metodologia basata sulla simulazione geostatistica, che è stata applicata ad un appezzamento di 5.5 ha.

A tale scopo è stata impiegata una tecnica geostatistica chiamata *unconditioned gaussian simulation*, la quale permette di generare una distribuzione gaussiana spaziale della densità delle infestanti (piante m⁻²) impiegando il valore atteso della distribuzione, il partial sill e il range del variogramma. Per le simulazioni sono stati usati dati sperimentali provenienti dalla letteratura (Blanco-Moreno et al., 2005; Nordmeyer, 2009) riguardanti la distribuzione spaziale di popolazioni di infestanti graminacee, in particolare *Avena sterilis* L. ed *Apera spica-venti* L., di seguito indicate rispettivamente come AS ed AP.

Le simulazioni della distribuzione spaziale delle infestanti sono state utilizzate per stimarne l'effetto sulla produzione di grano tenero, mediante simulazioni con il modello

APSIM, in grado di tener conto dell'effetto competitivo delle infestanti. Sono state effettuate simulazioni con APSIM per quattro diversi scenari: 1) assenza d'infestanti e nessun diserbo, 2) presenza d'infestanti e nessun diserbo, 3) presenza d'infestanti e diserbo uniforme, 4) presenza d'infestanti e patch-spraying, con soglie d'intervento a densità d'infestazione (piante m^{-2}) crescenti. Le simulazioni sono state effettuate utilizzando i dati agrometeorologici di Viterbo per gli anni 1995-2013, calcolando poi le medie delle produzioni di granella per campo e le deviazioni standard. Per valutare la soglia di convenienza economica del patch-spraying è stata calcolata la produzione lorda vendibile (PLV) ed il costo del diserbo per tutto l'appezzamento, assumendo per il frumento un prezzo di 190 €/t e per il diserbo un costo di 60 €/ha.

Risultati e Discussione

Dall'analisi del confronto tra dati di percentuale di copertura del suolo a terra ed i risultati delle classificazioni delle immagini acquisite con il drone è risultata una correlazione altamente significativa ($P < 0.01$) con r^2 pari a 0.82 per le immagini acquisite con fotocamera NIR. Risultati meno soddisfacenti si sono ottenuti con immagini RGB, acquisite in situazione di pre-semina, con presenza di elevate quantità di residui colturali, con r^2 di 0.51 ($P < 0.01$). La classificazione delle immagini (con risoluzione spaziale di 0.05 m) acquisite dai droni, ha permesso di effettuare una mappatura della presenza d'infestanti, che ha reso possibile l'applicazione della tecnica di patch-spraying in situazione di pre-emergenza precoce del mais. Ciò ha portato ad un risparmio di diserbo, rispetto all'applicazione uniforme, pari al 54% ed al 21% rispettivamente nei due appezzamenti in cui si è svolta la sperimentazione, senza differenze significative in termini produttivi, come riportato in un'altra nota a cui si rimanda per dettagli (Pelosi et al., 2015).

Le simulazioni geostatistiche della distribuzione spaziale delle infestanti e della produzione di frumento mediante APSIM sono risultate essere uno strumento molto utile nella valutazione della convenienza agronomica ed economica del trattamento patch-spraying. Nella Fig. 1 è riportato un esempio dell'effetto della distribuzione spaziale di AS sulla produzione di granella per le diverse situazioni. La produzione di granella simulata è stata pari a $4.1 \pm 1.6 \text{ t ha}^{-1}$ in assenza d'infestanti, mentre in presenza di AS e di AP la produzione si è ridotta rispettivamente a 2.7 ± 1 e $2.2 \pm 1.2 \text{ t ha}^{-1}$. L'applicazione uniforme del diserbo ha determinato una resa di granella pari a $4 \pm 1.2 \text{ t ha}^{-1}$.

Simulando l'applicazione patch-spraying con soglie d'intervento crescenti, è stato possibile calcolare il mancato ricavo, dalla differenza tra la resa simulata in condizioni di patch-spraying e quella in condizioni di diserbo uniforme. A questo mancato ricavo è però associato un minor costo del diserbo sull'appezzamento, a causa della minor superficie trattata. Per l'appezzamento di 5.5 ha, con l'infestazione simulata di AS, il mancato ricavo va da 4.2 € a 231 € per soglie d'intervento rispettivamente che passano da 2 a 8 piante m^{-2} . Il risparmio di diserbante mediante

patch-spraying va da 5.5 € a 83.6 € per le stesse soglie, evidenziando una convenienza rispetto all'applicazione uniforme fino a soglie d'intervento di 3 piante m^{-2} . Per AP, il mancato ricavo va da 22.6 € a 218.4 € passando da soglie d'intervento di 3 piante m^{-2} a 20 piante m^{-2} . In questo caso il risparmio di diserbo va da 103.5 a 146.8 € per queste soglie, evidenziando la convenienza del patch-spraying fino a soglie inferiori a 15 piante m^{-2} .

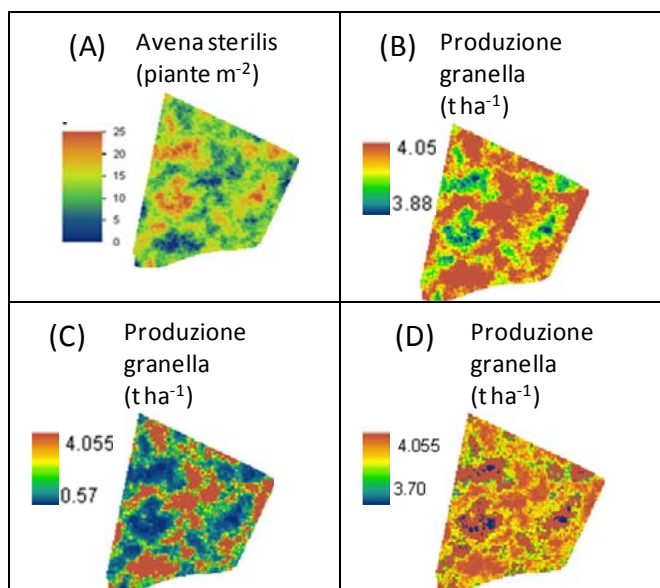


Fig.1- Esempio di simulazione (A) della distribuzione dell'infestante *Avena sterilis* e dell'effetto sulla produzione di granella simulato da APSIM per (B) applicazione uniforme del diserbo, (C) assenza di diserbo e (D) applicazione patch-spraying.

Fig.1- Example of simulation (A) of spatial *Avena sterilis* weed pattern and its effect on grain yield simulated by APSIM for (B) uniform herbicide spraying, (C) no spraying and (D) patch-spraying.

Conclusioni

Le simulazioni effettuate con APSIM hanno illustrato quanto sia cruciale ottenere da drone una mappatura accurata delle infestanti per poter intervenire con il diserbo patch-spraying alle soglie appropriate.

Bibliografia

- Blanco-Moreno J.M., Chamorro L., Sans F.X., 2005. Spatial and temporal patterns of *Lolium rigidum*-*Avena sterilis* mixed populations in a cereal field. *Weed Research* 46:207-218.
- ISPRA, 2014. Rapporto nazionale pesticidi nelle acque, dati 2011-2012. ISPRA, Rapporti 208/14.
- Nordmeyer H., 2009. Spatial and temporal dynamics of *Apera spica-venti* seedling populations. *Crop Protection*: 831-837.
- Pelosi F., Castaldi F., Casa R., 2015. Operational Unmanned Aerial Vehicle (UAV) assisted post-emergence herbicide patch spraying in maize: a field study. *Proceedings 15th ECPA*, July 12-16, 2015, ARO, Israel.

PREVAGROMEC: UN SISTEMA DI PREVISIONI AGROMETEOROLOGICHE PER LA MECCANIZZAZIONE AGRICOLA

PREVAGROMEC: AGROMETEOROLOGICAL FORECAST SYSTEM FOR FARM MECHANIZATION

Stanislao Esposito^{1*}, Barbara Parisse¹, Massimo Scaglione¹, Edmondo Di Giuseppe¹, Riccardo Scano¹, Maria Carmen Beltrano¹, Massimiliano Pasqui²

¹ Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria – Unità di ricerca per la climatologia e la meteorologia applicate all'agricoltura, CRA-CMA, via del Caravita 7°, 00186 Roma

² Consiglio Nazionale delle Ricerche – Istituto di Biometeorologia, CNR-IBIMET, via dei Taurini 19 - 00185 ROMA -

*stanislao.esposito@entecra.it

Abstract

An agrometeorological forecast integrated system for workability and trafficability of soils was realized in Agrosenari project. This system, called PREVAGROMEC, is aimed to predict the periods in which the soil is in the best conditions to be worked and to support the transit of mechanical equipment. PREVAGROMEC provides tools to improve the timeliness, quality and execution of works in different weather conditions for wheat, corn, sunflower, tomato, olive and vine. It also contributes to reduce physical damage to the soil structure and to identify agronomical techniques which can reduce the effects of soil compaction. PREVAGROMEC is freely available on web site <http://cma.entecra.it/homePage.htm>.

Parole chiave

Lavorabilità e trafficabilità dei suoli, programmazione, sostenibilità.

Keywords

Soil workability and trafficability, planning, sustainability.

Introduzione

Al fine di attuare opportune tecniche agronomiche di adattamento sostenibile ai cambiamenti climatici un valido contributo può essere fornito da adeguate previsioni agrometeorologiche.

Nell'ambito del progetto Agrosenari, è stato messo a punto un sistema integrato di previsioni agrometeorologiche specifico per la meccanizzazione agricola denominato PREVAGROMEC. Tale sistema rappresenta un nuovo strumento informativo a disposizione degli operatori agricoli in grado di prevedere i giorni in cui il terreno si trova nelle condizioni più idonee a essere lavorato e subire il passaggio dei mezzi meccanici. In tal modo è possibile contribuire a ridurre i danni alla struttura fisica del suolo per non compromettere i normali processi biotici e produttivi, nonché favorire la pianificazione dell'impiego delle macchine agricole in differenti condizioni meteorologiche.

Materiali e Metodi

Il sistema PREVAGROMEC è strutturato sulla base di tre componenti: i modelli fenologici di sei colture (frumento, mais, girasole, pomodoro, vite e olivo), un modello di bilancio idrico (Perini *et al.*, 2004) e due modelli di previsione meteorologica (DALAM e RAMS).

Come dati di input dei modelli fenologici e di bilancio idrico sono utilizzati i dati giornalieri di temperatura e precipitazione stimati su una griglia sviluppata sull'intero territorio nazionale e costituita da 3193 celle, ciascuna con risoluzione di 0,14° longitudine e 0,10° latitudine estratti dalla Banca Dati Agrometeorologica Nazionale.

L'evapotraspirazione potenziale giornaliera è stimata con la formula di Hargreaves and Samani, (Parisse *et al.*, 2014). Per il calcolo dell'evapotraspirazione effettiva, il coefficiente colturale applicato è stato definito in funzione dei diversi stadi fenologici raggiunti dalle colture. Ai fini del bilancio idrico si sono conteggiati solo gli apporti giornalieri con precipitazione maggiore di 5 mm (pioggia utile). Per le informazioni sulla tessitura dei suoli si è fatto riferimento ai dati AGRIT (Perini *et al.*, 2004) il cui contenuto percentuale è stato spazializzato su una griglia con risoluzione di cella pari a 0.05° longitudine x 0.07° latitudine, che copre uniformemente il territorio nazionale. La stessa griglia è utilizzata come base di elaborazione di sistema PREVAGROMEC per prevedere le condizioni di lavorabilità e di trafficabilità fino ai dodici giorni successivi. Le previsioni di temperatura e precipitazione per i primi sei giorni provengono dal modello DALAM, operativo nel Sistema Informativo Agricolo Nazionale, per i successivi sei giorni i dati di input sono forniti dal modello RAMS del CNR-IBIMET.

Il diagramma a blocchi di Fig. 1 rappresenta lo schema delle procedure di calcolo utilizzate per l'individuazione dei valori limite delle classi di lavorabilità a partire dal contenuto idrico del suolo del giorno precedente; le stesse procedure sono utilizzate per le previsioni dei giorni successivi. Le condizioni per eseguire le lavorazioni o il transito dei veicoli sono state classificate rispettivamente in 5 e 3 classi in funzione del contenuto di umidità del suolo, espresso come potenziale idrico di suzione, associato ai valori limite degli indici di lavorabilità e trafficabilità (Esposito *et al.*, 2012).

L'algoritmo è stato sviluppato in linguaggio R-cran (<http://www.R-project.org/>).

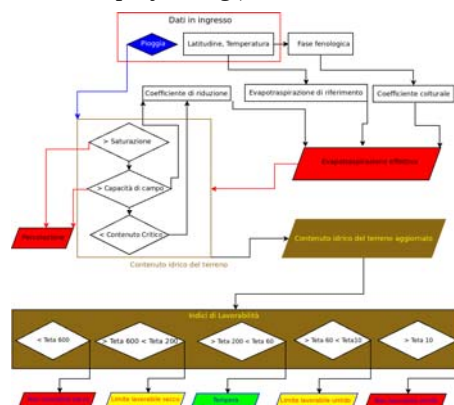


Fig.1 - Schema delle procedure di calcolo per l'individuazione delle 5 classi di lavorabilità dei suoli.

Fig.1- Scheme of the calculation procedures for the detection of 5 classes of soils workability.

Risultati e Discussione

Il flusso degli elementi informativi (sviluppo fenologico, previsioni della precipitazione, contenuto idrico dei suoli, indicatori di lavorabilità e trafficabilità, ecc.) consente la stima del contenuto di umidità del suolo di ciascuna cella della griglia. L'output del sistema è rappresentato dalle mappe di previsione delle condizioni di lavorabilità e trafficabilità specifiche per le diverse colture.

Il sistema fornisce quindi una maggiore conoscenza delle condizioni di campo, tali da consentire il transito delle macchine agricole e la lavorabilità del terreno agrario per l'esecuzione delle operazioni culturali. In tal modo è possibile migliorare la qualità del lavoro e ridurre i danni dovuti ai fenomeni di compattamento.



Fig.2 – Homepage del sistema PREVAGROME (sx) e la pagina di accesso alle mappe di previsioni della lavorabilità del mais (dx).

Fig.2- PREVAGROME web homepage (left) and page access to forecast maps of corn workability classes (right).

Al fine di ottenere un servizio operativo sono state realizzate delle pagine web raggiungibili dalla homepage del CMA (<http://cma.entecra.it/homePage.htm>) al link "Previsioni lavorabilità e trafficabilità" (Fig. 2). Il sito è suddiviso in cinque sezioni: una relativa alla lavorabilità di

frumento, mais, girasole e pomodoro; una seconda relativa alla trafficabilità che oltre alle colture precedenti comprende anche vite e olivo; la terza e la quarta sezione riguardano le previsioni fenologiche e quelle meteorologiche; l'ultima sezione si riferisce alla possibilità di avere delle previsioni puntuali di lavorabilità e trafficabilità scegliendo la coltura e il comune o inserendo le coordinate geografiche del punto di interesse. A scala comunale, la previsione di lavorabilità e trafficabilità si riferisce alla moda dei valori di previsione delle celle che ricadono nel "poligono" comunale; a livello puntuale, la previsione è riferita alla cella di elaborazione più vicina al punto selezionato. In Fig. 3 sono riportate degli esempi di mappe di lavorabilità e trafficabilità.

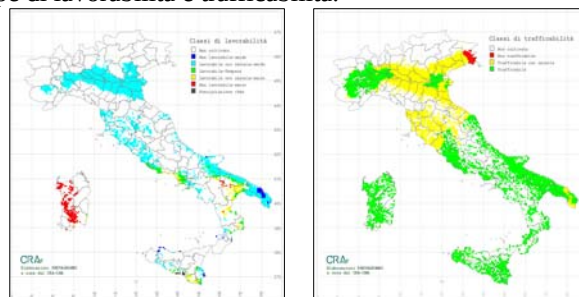


Fig.3 – Esempi di mappe di previsione della lavorabilità (sx) e trafficabilità (dx).

Fig.3- Examples forecast maps workability (left) and trafficability (right)

Conclusioni

Il sistema PREVAGROME può fornire il suo contributo per un uso migliore del macchinario agricolo in funzione dell'andamento meteo, per una gestione conservativa del suolo durante le lavorazioni e il transito dei veicoli in un contesto di mutate situazioni climatiche. In un'ottica più ampia, può giocare un ruolo di interesse nella programmazione gestionale del macchinario agricolo sia per la singola azienda che per il contoterzismo.

Ringraziamenti

Questo lavoro è stato realizzato nell'ambito del Progetto "AGROSCENARI - Scenari di adattamento dell'agricoltura italiana ai cambiamenti climatici", finanziato dal MiPAAF.

Bibliografia

- Perini L. et al., 2004. Atlante agroclimatico – agroclimatologia, pedologia, fenologia del territorio, UCEA, Roma.
- Parisse B., Di Giuseppe E., Scaglione M., Esposito S., 2014. Spatio-temporal distribution of calibrated Hargreaves-Samani coefficients in Italy. Atti XVII Convegno Nazionale di Agrometeorologia, Roma, 10-12 Giugno, 73-74.
- Esposito S., Scaglione M., Di Giuseppe E., Parisse B., Beltrano M.C., 2012. Effetto dei cambiamenti climatici sui giorni utili per i lavori di aratura in diversi areali di coltivazione. Atti XV Convegno Nazionale di Agrometeorologia, Palermo 5-7 Giugno, 25-26.

APPLICAZIONE DELLA TECNICA EDDY—COVARIANCE NELL'ESPERIMENTO CIVIDATEX APPLICATION OF THE EDDY—COVARIANCE TECHNIQUE DURING THE CIVIDATEX EXPERIMENT

Marco Falocchi^{1*}, Stefano Barontini¹, Lorenzo Giovannini², Dino Zardi², Roberto Ranzi¹

¹ DICATAM—Università degli Studi di Brescia, Via Branze 43, 25123, Brescia (Italy)

² DICAM—Università degli Studi di Trento, Via Mesiano 77, 38123, Trento (Italy)

* marco.falocchi@gmail.com

Abstract

The CividatEX Experiment (Cividate Camuno, 274 m a.s.l., Oglio river basin, Central Italian Alps), kicked off in July 2012, was designed to quantify the mass and energy fluxes exchanged at the plot scale in an Alpine valley with complex terrain. In this study, the application of the eddy—covariance technique (EC) performed with data collected during the CividatEX Experiment is presented. After estimating the turbulent heat fluxes, the closure of the energy balance was investigated, the residuum was distributed between the EC fluxes, according to two conceptual assumptions, and the evapotranspiration estimates were compared with the Penman—Monteith model. In order to investigate the applicability of the EC technique in complex terrains, a filtering procedure based on McMillen's filter was applied showing that the surface—layer turbulent components agree with the Monin—Obukhov similarity theory, thus allowing to conjecture the possibility to apply the EC technique in such terrains.

Parole chiave

CividatEX Experiment, terreno complesso, eddy—covariance, bilancio energetico, filtraggio di dati di turbolenza

Keywords

CividatEX Experiment, complex terrain, eddy—covariance, energy balance, filtering turbulent data

Introduzione

La tecnica *eddy—covariance* (EC) è una tecnica micrometeorologica per la stima dei flussi turbolenti di massa e di energia, scambiati all'interfaccia suolo—atmosfera, che in anni recenti ha conosciuto un notevole successo anche in altre discipline, tra cui l'agronomia e l'idrologia. L'EC si basa sulle ipotesi classiche degli studi dello strato limite atmosferico, ossia stazionarietà del moto medio, turbolenza pienamente sviluppata e topografia orizzontale ed omogenea.

Tuttavia la necessità di eseguire misure in diversi contesti ambientali porta spesso a selezionare siti non sempre in grado di soddisfare le precedenti ipotesi, l'ultima delle quali risulta spesso essere la più restrittiva. Tra i siti non ideali vi sono i siti a terreno complesso, di cui le valli montane sono un caso emblematico. Infatti le valli montane mostrano tipicamente non solo morfologia irregolare e topografia eterogenea, ma anche grande variabilità e complessità dei processi idro—meteorologici, a cui si aggiungono difficoltà logistiche legate alla scelta e all'accesso dei siti, nonché alla possibilità di effettuare misure.

In questo studio si presentano i risultati ottenuti dall'applicazione della tecnica EC nell'ambito dell'esperimento CividatEX, un'esperimento progettato con il duplice scopo di quantificare gli scambi di massa e di energia alla scala di campo in una valle alpina caratterizzata da un terreno complesso (Negm *et al.*, 2013) e in questo contesto testare l'applicabilità della tecnica EC.

Materiali e Metodi

Durante l'esperimento CividatEX, iniziato a luglio 2012 e tutt'ora in corso, sono stati raccolti dati idro—meteorologici nel fondovalle della Valle Camonica a Cividate Camuno (274 m s.l.m., bacino dell'Oglio prelacuale, Alpi Centrali) a mezzo di una stazione micrometeorologica, dotata sia di sensoristica standard, sia di quattro sonde TDR, tre sonde termometriche per la temperatura del suolo, un flussimetro per la misura del flusso di calore nel suolo e di un sistema EC (anemometro sonico e analizzatore di gas). Il sito sperimentale, collocato alle pendici di una ripida collina (E e S) e inserito in un paesaggio antropizzato (W e N), è un prato pianeggiante cresciuto su di un giovane *Technosol* e coperto da un manto di vegetazione spontanea, principalmente alfalfa (*Medicago sativa*), carota selvatica (*Daucus carota*) e achillea millefoglie (*Achillea millefolium*).

I flussi turbolenti di momento della quantità di moto, di calore sensibile e di calore latente sono stati stimati utilizzando il software EddyPro, v. 5.1.1, con un passo di calcolo di 15 min, la doppia rotazione, per annullare la media della componente verticale della velocità del vento, e il *linear detrend* per separare la componente turbolenta da quella a bassa frequenza. Inoltre durante il computo dei flussi sono state adottate le correzioni di: Nakai *et al.* (2012), Webb *et al.*, (1980). Tale setup è stato adottato per la stima dei flussi relativi alle estati 2012, 2013 e 2014.

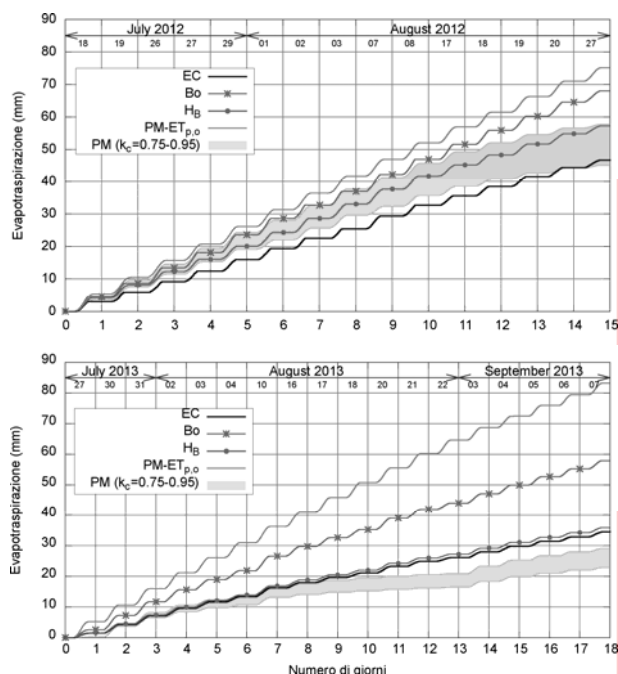


Fig. 1 Stime dell'evapotraspirazione ottenute a mezzo dell'eddy-covariance (EC), del metodo di Penman—Monteith (PM) e delle ipotesi concettuali di similitudine del rapporto di Bowen (Bo) e di conservazione del flusso di galleggiamento (H_B).

Fig. 1 Evapotranspiration estimates according to the eddy-covariance (EC), the Penman—Monteith model (PM) and the conceptual assumptions of Bowen ratio similarity (Bo) and buoyancy flux conservation (H_B).

Risultati e Discussione

I flussi turbolenti di calore sensibile e latente di EC sono stati utilizzati per stimare il residuo del bilancio energetico ottenendo, in termini di flussi cumulati, un rapporto di chiusura del bilancio mediato per le tre estati investigate pari a 0.71.

Il residuo del bilancio energetico è poi stato ripartito tra i flussi turbolenti di calore assumendo come ipotesi concettuali sia la similitudine del rapporto di Bowen (Twine et al., 2000), sia la costanza del flusso di galleggiamento (Charuchittipan et al., 2014). Le cumulate dei flussi di EC e quelle ottenute basandosi sulle ipotesi concettuali sono quindi state interpretate rispettivamente come il limite inferiore e il limite superiore di un intervallo contenente il flusso reale di calore sensibile o latente. Relativamente ai flussi di evapotraspirazione, e limitando l'analisi ai giorni di cielo limpido relativi alle estati 2012 (umida) e 2013 (secca), si è proceduto confrontando questi intervalli con le stime dei flussi ottenuti applicando il modello di Penman—Monteith (PM) per un range di coefficienti di valori del *crop coefficient* ritenuto realistico per la copertura vegetale del sito. In Fig. 1, si osserva che le cumulate dei flussi ottenute per mezzo delle ipotesi concettuali restituiscono stime tra sé più prossime quando il clima è più umido (nel 2012). Si osserva inoltre che le stime del metodo PM sono, come attendibile, largamente

condizionate dal contenuto d'acqua del terreno che nel 2013 è stato molto minore che nel 2012.

Successivamente è stata implementata una procedura basata sul filtro digitale ricorsivo di McMillen (1988) per separare le componenti turbolente da quelle a bassa frequenza che caratterizzano il flusso in ambiente a topografia complessa. Le deviazioni standard normalizzate delle componenti della velocità del vento e della temperatura sonica, ottenute sia come output della procedura, sia attraverso il *block average method*, sono state testate nell'ambito della teoria della similitudine di Monin—Obukhov, valutando l'addensamento dei punti sperimentali sulle curve di similitudine. L'analisi, effettuata per classi di stabilità atmosferica e per condizioni di drenaggio, ha mostrato che la procedura proposta risulta essere più adatta, rispetto al *block average*, a separare le componenti turbolente.

Conclusioni

Le analisi presentate evidenziano che nel 2012 i flussi di evapotraspirazione ottenuti a mezzo del modello di PM sono contenuti tra le stime di EC e quelle calcolate in accordo con due ipotesi concettuali adottate. Nel 2013, invece, le stime di PM sono prossime a quelle di EC. L'utilizzo di una procedura di filtraggio dei dati ad alta frequenza, basata sul filtro digitale di McMillen (1988), ha mostrato che le componenti di turbolenza di surface-layer si adattano alle curve di similitudine di Monin—Obukhov. Ciò permette di congetturare la possibilità di definire algoritmi robusti per l'estensione dell'EC anche in ambienti a terreno complesso.

Bibliografia

- Charuchittipan D., Babel W., Mauder M., Leps J. P., Foken T., 2014. Extension of the averaging time in eddy-covariance measurements and its effect on the energy balance closure. *Boundary—Layer Meteorology*, 152(3): 303—327.
- McMillen R.T., 1988. An eddy correlation technique with extended applicability to non-simple terrain. *Boundary—Layer Meteorology*, 43(3): 231—245.
- Nakai T., Shimoyama K., 2012. Ultrasonic anemometer angle of attack errors under turbulent conditions. *Agricultural and Forest Meteorology*, 162: 14—26.
- Negm A., Falocchi M., Barontini S., Bacchi B., Ranzi R., 2013. Assessment of the water balance in an Alpine climate: Setup of a micrometeorological station and preliminary results. *Procedia Environmental Sciences*, 19: 275—284.
- Twine T.E., Kustas W.P., Norman J.M., Cook D.R., Houser P.R., Meyers T.P., Prueger J.H., Starks P.J., Wesely M.L., 2000. Correcting eddy-covariance flux underestimates over a grassland, *Agricultural and Forest Meteorology*, 103(3): 279—300.
- Webb E.K., Pearman G.I., Leuning R., 1980. Correction of flux measurements for density effects due to heat and water vapour transfer. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 106(447): 85—100.

RISPARMIO IDRICO TRAMITE UN DSS INNOVATIVO SU COLTURA DI PESCO TARDIVO: SPERIMENTAZIONE DEL SISTEMA HYDROTECH E PRESENTAZIONE DEI RISULTATI NELL'AMBITO DEL PROGETTO INTERREG IRMA

HYDRO-TECH: AN INTEGRATED DECISION SUPPORT SYSTEM FOR SUSTAINABLE IRRIGATION MANAGEMENT. FIELD TESTING RESULTS ON LATE PEACH VARIETY SHOWN IN THE FRAMEWORK OF INTERREG IRMA PROJECT

Mario Zippitelli^{1*}, Vito Buono², Erminio Riezzo¹, Luigi Trotta³, Francesco Schiavone⁴, Gennaro Laera⁴, Angelo Petrelli⁴, Vito Cantore⁵, Mladen Todorovic²

¹ Sysman Progetti & Servizi srl, Via Della Resistenza 48, 70125, Bari, Italy

² CIHEAM – Istituto Agronomico Mediterraneo di Bari, via Ceglie 9, 70010, Valenzano (BA), Italy

³ Servizio Agricoltura, Assessorato Risorse Agroalimentari Regione Puglia, Lungomare Nazario Sauro n.45 - 70121 Bari, Italy

⁴ Associazione Regionale dei Consorzi di Difesa della Regione Puglia, Via Devitofrancesco 2N, 23-25 70124 Bari, Italy

⁵ CNR - Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari (ISPA), Via Amendola 122/O, 70126 Bari, Italy

*zippitelli@sys-man.it

Abstract

Water management is a strategic activity for farmers who have to find the optimal trade off between water saving and high quality production, especially during summer, when crop water requirements increase. Hydrotech project aims to support farmers to define and apply a sustainable and effective irrigation strategy based on real crop water requirements and water resource availability. Hydrotech was carried out by a local consortium of private ICT SME (Sysman Progetti & Servizi) and Research institutions (CIHEAM-IAMB, CNR-ISPA) in order to develop an ICT solution focused on precision farming and irrigation support. The Hydrotech-system performances were presented in collaboration with ASSOCODIPUGLIA in the framework of the Interreg IRMA project. Test results on peach crops have shown a potential water saving of 15% with a resulting reduction of water losses due to deep percolation and a correspondent increase in the water use efficiency.

Parole chiave

Agricoltura di precisione, irrigazione, sistema di supporto decisionale (DSS), ottimizzazione

Keywords

Precision farming, irrigation, decision support system (DSS), optimization

Introduzione

Per gli Stati membri dell'Unione Europea la gestione sostenibile dell'acqua in agricoltura è stata identificata come uno dei temi centrali dalla Water Framework Directive (2000/60/EC), e tale tematica è inoltre inserita tra le priorità degli aiuti finanziari previsti dal nuovo programma di Politica Agricola Comune (2014-2020). In tale contesto, al fine di migliorare la gestione dell'acqua in agricoltura con l'uso di tecnologie innovative, nella Regione Puglia sono stati realizzati vari progetti di ricerca e sviluppo, tra cui i progetti 'IRMA' ed 'Hydrotech'.

Il progetto IRMA (*Efficient Irrigation Management Tools for Agricultural Cultivations and Urban Landscapes*, www.irrigation-management.eu/), finanziato nell'ambito del programma ETCP Grecia-Italia 2007-2013, ha come obiettivo principale lo sviluppo di strumenti per la gestione dell'irrigazione ed il trasferimento della conoscenza verso i produttori agricoli. Al progetto IRMA partecipano enti pubblici, tra cui l'Associazione dei Consorzi di Difesa della Puglia (ASSOCODIPUGLIA), istituti di ricerca, tra i quali il CNR-ISPA, e aziende greche ed italiane.

Il progetto Hydrotech (*Advanced technologies for sustainable irrigation management*, www.hydrotech-project.it), finanziato nell'ambito del Fondo europeo di

sviluppo regionale, è stato realizzato da aziende private (tra cui Sysman Progetti & Servizi s.r.l.) ed istituti di ricerca italiani e internazionali (CIHEAM-IAMB e CNR-ISPA) con l'obiettivo di sviluppare e sperimentare un nuovo Sistema di Supporto Decisionale (DSS) basato sull'applicazione dei modelli FAO per la stima dei consumi idrici colturali, e sulle tecnologie di ultima generazione disponibili per il monitoraggio agro-meteorologico e per il trasferimento delle informazioni in campo in tempo reale. La collaborazione tra i due progetti ha avuto l'obiettivo di applicare in un contesto aziendale il sistema Hydrotech, per la valutazione delle potenzialità del DSS avvalendosi del supporto della rete agrometeorologica gestita da ASSOCODIPUGLIA.

Materiali e Metodi

Il DSS sperimentato è composto dai seguenti componenti *hardware* e *software* (Todorovic et al., 2013): a) un modello di bilancio idrico basato sull'approccio FAO-56, per stimare i fabbisogni irrigui del singolo lotto utilizzando dati meteorologici misurati e previsionali; b) sensori per il monitoraggio dello stato idrico del suolo a varie profondità; c) *software* per la pianificazione ottimale delle irrigazioni a livello aziendale (multi-lotto); d) applicazioni *desktop* e

mobile per l'accessibilità continua alle informazioni da parte dell'utente, anche in campo; e) *hardware* per consentire la gestione remota e l'automazione dell'impianto irriguo (Riezzo et al., 2013).

Il DSS è stato impiegato nel 2013 presso l'azienda agricola Moccari di Mesagne (Brindisi), per la gestione irrigua di un lotto di pesco (varietà tardiva), coltivato su terreno 'franco', servito da un impianto di irrigazione localizzata. Il lotto è stato suddiviso in due settori irrigui, gestiti rispettivamente secondo il criterio 'empirico' aziendale e le indicazioni offerte dal DSS. Presso l'azienda è disponibile una centralina meteorologica appartenente alla rete ASSOCODIPUGLIA, che ha fornito i dati agrometeorologici giornalieri necessari per il calcolo del bilancio idrico; inoltre, è stata installata una centralina per il monitoraggio continuo dell'umidità del suolo.

Resultati e Discussione

La sperimentazione ha consentito di confrontare la strategia irrigua seguita dal produttore con quella 'guidata' dal DSS, in termini di frequenza/volumi dei singoli interventi irrigui e volume stagionale complessivo. L'utilizzo del DSS ha comportato una riduzione del volume irriguo stagionale pari al 15% (e fino al 25% per singolo intervento) (fig. 1), con una significativa riduzione delle perdite per percolazione profonda (e quindi con una riduzione dell'impatto ambientale ed un aumento dell'efficienza d'uso dell'acqua), senza significative differenze in termini di produzioni ottenute (circa 30 t ha⁻¹ in entrambi i settori).

In generale, il DSS ha consentito di ottimizzare la gestione dell'irrigazione tenendo conto: 1) del calcolo giornaliero del bilancio idrico e del livello di stress della coltura; 2) dell'impostazione di una strategia irrigua in 'deficit' durante le fasi fenologiche meno sensibili allo stress (indurimento nocciolo, post-raccolta) (fig. 2); 3) dei volumi irrigui massimi applicabili in funzione delle caratteristiche dell'impianto irriguo, della percentuale di terreno bagnato e delle caratteristiche idrologiche del suolo; 4) delle previsioni meteo, per prevedere l'evoluzione delle componenti del bilancio nel breve periodo; 5) del "feedback" fornito in tempo reale dai sensori-suolo, per la valutazione della dinamica del contenuto idrico alle varie profondità e, quindi, del rischio di percolazione profonda in caso di eccessivo volume irriguo applicato.

Conclusioni

La sperimentazione ha dimostrato che l'utilizzo di sistemi di supporto decisionale contribuisce a migliorare l'efficienza d'uso dell'acqua e la sostenibilità dei processi produttivi agricoli, confermando anche le potenzialità offerte dalle nuove tecnologie ICT per la progettazione di DSS avanzati, che consentono di valorizzare i dati forniti dai servizi pubblici di monitoraggio e di integrare le conoscenze scientifiche fornite dagli organismi di ricerca ed assistenza tecnica.

Ringraziamenti

Lavoro realizzato nell'ambito dei progetti di ricerca: "HydroTech", finanziato dalla Regione Puglia, P.O. 2007-2013 – FESR (Allegato I – Linea 1.2 Azione 1.2.4 – "Partenariati regionali per l'innovazione"); 'IRMA' finanziato dall'UE e da fondi nazionali, ETCP, Grecia-Italia 2007-2013.

Bibliografia

Todorovic M., Cantore V., Riezzo E.E., Zippitelli M., Gagliano A.M., Buono V., 2014. Hydro-tech: An integrated decision support system for sustainable irrigation management (I): Main algorithms and field testing. Proc. of 1st CIGR Inter-regional Conference (N. Lamaddalena, et al., Eds.), 10-14 Sept. 2013, Bari, Italy, 401-417.
Riezzo E.E., Zippitelli M., Impedovo D., Todorovic M., Cantore V., Buono V., 2014. Hydro-tech: An integrated decision support system for sustainable irrigation management (II): software and hardware architecture. Proc. of 1st CIGR Inter-regional Conference (N. Lamaddalena, et al., Eds.), 10-14 Sept. 2013, Bari, Italy, 419-427.

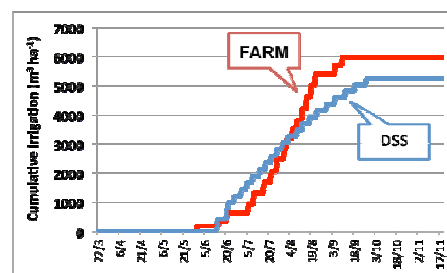


Fig.1 – Valori cumulati dei volumi irrigui (2013): l'utilizzo del DSS (in blu) ha comportato una variazione significativa della frequenza di intervento e dei volumi irrigui forniti rispetto alla pratica aziendale (in rosso).

Fig.1- Cumulative curve of irrigation water supplied (2013): the DSS-driven strategy (blue curve) has shown a significant variation of the irrigation scheduling (timing, amount) with respect to the correspondent farm strategy (red curve).

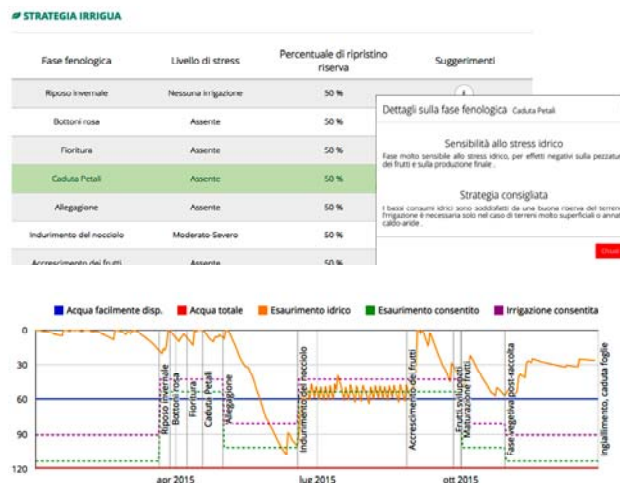


Fig. 2 – Applicazione web per la gestione dell'irrigazione: personalizzazione della strategia irrigua in base alle fasi fenologiche (in alto); andamento della curva di esaurimento idrico nel suolo in funzione delle fasi fenologiche e della strategia irrigua (in basso).

Fig. 2 - Web application for irrigation management: irrigation strategy based on phenological phases (top), soil water depletion trend as function of phenological phases and irrigation strategy (bottom).

LA CONTAMINAZIONE DA NITRATI DI ORIGINE AGRICOLA NEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI DELLA PUGLIA: DAL MONITORAGGIO DELLE ZVN ALLA MAPPATURA DELLE AREE CON RISCHIO POTENZIALE ATTRAVERSO UN APPROCCIO MODELLISTICO INTEGRATO.

INTEGRATED MODELLING APPROACH FOR ASSESSING THE POTENTIAL RISK OF NITRATE GROUNDWATER POLLUTION ON REGIONAL SCALE: THE APULIA CASE.

Angelantonio Calabrese¹, Valeria Ancona¹, Vito Felice Uricchio¹, Claudia Campanale¹, Luigi Trotta²,
Francesco Schiavone², Gennaro Laera³, Angelo Petrelli³

¹Istituto di Ricerca Sulle Acque del CNR, Viale F. De Blasio 5, 70132 Bari, Italy

²Servizio Agricoltura, Assessorato Risorse Agroalimentari Regione Puglia, Lungomare Nazario Sauro n.45 - 70121 Bari

³Associazione Regionale dei Consorzi di Difesa della Regione Puglia, Via Devitofrancesco 2N, 23-25 70124 BARI (BA)

*angelantonio.calabrese@ba.irsra.cnr.it

Abstract

The assessment of aquifer vulnerability to agricultural nitrates pollution plays a particularly important role for water resource management and territorial planning. As well know, nitrates are a major cause of pollution affecting surface water bodies and groundwater. The European Directive 91/676/EC (groundwaters protection against contamination caused by nitrates from agricultural sources), provides a guidance with the actions/measures to be put in place to reduce contamination caused by inadequate management of manure and/or for the widespread use of synthetic fertilizers. In the present work, the data obtained from the activities of apulian groundwater monitoring, conducted by the Water Research Institute of the Italian National Research Council (IRSA-CNR), in collaboration with the "Associazione dei Consorzi di Difesa della Puglia" (ASSOCODIPUGLIA), were used to achieve, through modeling approach, a timely assessment of the potential risk of nitrate pollution on regional scale. In particular, the integration of appropriate investigative models, such as DRASTIC to assess the vulnerability of aquifers and, the IPNOA index to estimate the hazard ratios caused by contamination due to agricultural activities, is efficient in mapping the potential risk of contamination from nitrates.

Parole chiave: contaminazione da nitrati, valutazione della vulnerabilità degli acquiferi, modello DRASTIC, indice IPNOA.

Keywords: nitrate pollution, aquifer vulnerability assessment, DRASTIC Model, IPNOA Index..

Introduzione

Le acque sotterranee sono considerate come un'importante fonte di approvvigionamento idrico a causa della loro relativamente bassa suscettibilità all'inquinamento rispetto alle acque superficiali ed alla grande capacità di stoccaggio (US EPA, 1985). Tuttavia, sussistono significative fonti diffuse e puntuali di inquinamento delle acque sotterranee causate dalle attività agricole. L'intrusione di questi inquinanti nelle acque sotterranee altera la qualità dell'acqua e riduce il suo valore di consumo (Melloul and Collin, 1994). La valutazione delle mappe di vulnerabilità da fonti di inquinamento delle acque sotterranee richiede l'applicazione di diverse metodologie e tecniche modellistiche, basate sulla conoscenza idrogeologica dell'area di studio e sull'applicazione di modelli predittivi (Rodriguez-Galiano et al., 2014).

In questo studio, il rischio potenziale di inquinamento da nitrati nelle falde acquifere da pratiche agricole della Regione Puglia è stato valutato combinando il modello parametrico DRASTIC per identificare la vulnerabilità intrinseca dell'acquifero (Leone et al., 2009), con l'indice IPNOA (Padovani et al., 2000) per valutare l'indice di pericolosità da nitrati di origine agricola. Entrambi i

modelli sono stati calcolati considerando il set di dati forniti da Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT) relativi a due diversi periodi, 2000 e 2010. Il modello DRASTIC non evidenzia modifiche della vulnerabilità acquiferi, mentre il modello IPNOA dà risultati diversi nei periodi esaminati a causa di notevoli cambiamenti - correlati per uso del suolo e alla gestione agricola - si è verificato nell'area regionale.

Materiali e Metodi

Il modello DRASTIC sviluppato dall'Environmental Protection Agency (US EPA) per individuare classi di vulnerabilità in un'area di studio, combinando diversi livelli informativi tematici, è stato applicato tenendo conto dei seguenti sette parametri: 1) profondità dell'acqua nel suolo insaturo; 2) ricarica della falda; 3) livello piezometrico medio; 4) terreno medio; 5) topografia del suolo/area di studio; 6) caratteristiche idrogeologiche dello spessore insaturo; 7) conducibilità idraulica della matrice rocciosa. L'indice IPNOA, sviluppato da Padovani et al., (2000), è stato calcolato per valutare il pericolo di contaminazione da nitrati imputabile ad attività agricole in accordo con il D.Lgs. 152/06, utilizzando un approccio parametrico che

identifica fattori di pericolo (concimazione organica, inorganica, con fanghi di depurazione) e fattori di controllo (azoto totale nel suolo, clima, pratiche agronomiche, irrigazione) ed assegna a ciascuno di essi un punteggio progressivo. Inoltre, al fine di applicare al caso studio (l'intero territorio regionale della Puglia) il modello DRASTIC e sviluppare l'indice IPNOA, sono stati considerati i seguenti database e mappe:

1. mappa uso del suolo (Corine Land Cover 2006 SIGRIA) integrato con dati 2010 del VI censimento dell'agricoltura dell'Istituto nazionale italiano di statistica (ISTAT);
2. dati statistici inerenti l'utilizzo dei fertilizzanti azotati (tipo, quantità e distribuzione geografica) indicati nel V e nel VI censimento dell'agricoltura, (periodi 2000 e 2010);
3. dati statistici degli allevamenti di bestiame (V e VI censimento dell'agricoltura);

Il rischio intrinseco di contaminazione da nitrati di origine agricola viene calcolato per ogni comune con il prodotto del modello DRASTIC per indice IPNOA e suddiviso in sei classi. I risultati vengono utilizzati per creare una mappa tematica, utile come strumento di supporto per la gestione dell'acqua o per la pianificazione agricola.

Risultati e Discussione

L'applicazione del modello DRASTIC ha evidenziato che il territorio pugliese è caratterizzato principalmente da una moderata vulnerabilità intrinseca degli acquiferi (51,27% dell'intera area regionale) ed anche da alta vulnerabilità (38,57% del territorio).

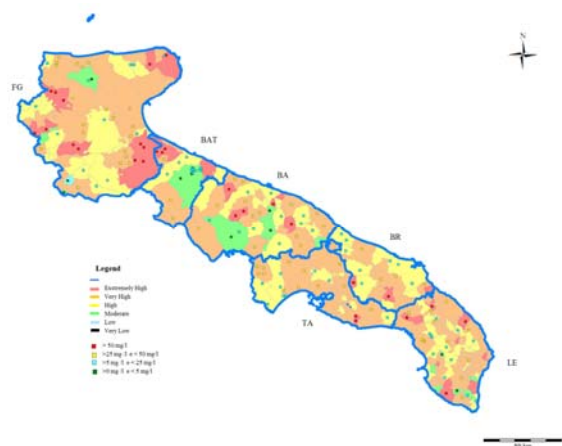


Fig.1 - Mappa del rischio potenziale di contaminazione da nitrati di origine agricola della Regione Puglia

Fig. 1 – Map of potential risk of contamination from nitrate of agriculture origine of the Apulia Region

Il risultato delle simulazioni di IPNOA nei due periodi indagati (2000 e 2010) ha permesso di evidenziare cambiamenti nella definizione del pericolo nitrati per effetto delle attività agricole sul territorio regionale. Nello specifico, l'analisi delle due mappe di indice IPNOA (non mostrate) denota un aumento significativo delle aree dal 2000 al 2010: (i) a basso pericolo (dal 34,45% al 42,07%), (ii) moderato pericolo (dal 33,80% al 34,22%) e (iii) ad alto pericolo (da 3,57% a 8,86%). Tale riconfigurazione delle aree caratterizzate da differente

pericolo contaminazione da nitrati è il risultato di un uso diverso dei concimi a base di nitrato nei periodi esaminati così come evidenziato dai dati ISTAT 2000 e 2010) ed anche per effetto delle innovazioni introdotte a livello europeo concernenti la nuova politica agro-ambientale (G. J. Dole, 2013).

La mappa del rischio potenziale di contaminazione da nitrati di origine agricola del 2010 (Fig. 1) elaborata combinando gli approcci modellistici succitati (DRASTIC ed IPNOA) evidenzia un alto rischio di contaminazione da nitrati di origine agricola in specifiche aree agricole delle province di Foggia, Brindisi, Lecce e Taranto. L'analisi ed il confronto delle mappe di rischio potenziale relative ai due differenti periodi di indagine ha evidenziato un aumento considerevole sia delle aree con rischio molto elevato (dal 4,99% al 7,01% nel 2010), sia delle aree con rischio alto (da 40,65% al 47,33%).

Conclusioni

Lo studio condotto in questo lavoro ha permesso di determinare il rischio potenziale di contaminazione da nitrati di origine agricola per i corpi idrici della Regione Puglia e di valutarne l'andamento tra il 2000 e il 2010.

I risultati hanno dimostrato che nel decennio analizzato il rischio di contaminazione da nitrati ha subito variazioni (incrementi delle classi rilevanti di rischio inquinamento) sul territorio regionale a causa della gestione non razionale delle attività di concimazione come indicato dal calcolo dei fattori dell'indice di pericolo di contaminazione da nitrati IPNOA.

L'elaborazione delle suddette mappe può essere un utile strumento per la definizione di azioni finalizzate alla verifica dello stato e la creazione di interventi mirati a migliorare la qualità del territorio per ridurre o eliminare le aree con un alto rischio di contaminazione.

Bibliografia

- Leone A., Ripa M.N., Uricchio V.F., Deak J., Vargay Z., 2009. Vulnerability and risk evaluation of agricultural nitrogen pollution for Hungary's main aquifer using Drastic and Glemns models. *Journ. Env. Man*, 90, 2969-2978.
- Melloul A. and Collin M., 1994. Water quality factor identification by the "Principal Components" statistical method. *Water Sci Tech* 34:41-50.
- Padovani L., Trevisan M., Capri E., 2000. Pericolo potenziale di contaminazione delle acque sotterranee da nitrati di origine agricola. Definizione degli Indici di Pericolosità da Nitrati di Origine Agricola (IPNOA). In: n. 2206 Consiglio Nazionale delle Ricerche G.N.D.C.I. (Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche). Roma, p. 58.
- Rodriguez-Galiano V., Mendes M.P., Garcia-Soldado M.J., Chica-Olmo M., Riberio L., 2014. Predictive modeling of groundwater nitrate pollution using Random Forest and multisource variables related to intrinsic and specific vulnerability: A case study in an agricultural setting (Southern Spain). *Sci Total Environ* 476-477: 189-206.
- US EPA (Environmental Protection Agency), 1985. DRASTIC: a standard system for evaluating groundwater potential using hydrogeological settings. Ada, WA/EPA Series. Oklahoma; pp 163.

A HIGH-RESOLUTION SOLAR RADIATION ATLAS FOR THE TRENTINO REGION

UN ATLANTE SOLARE DEL TRENTINO AD ALTA RISOLUZIONE

Lavinia Laiti^{1*}, Lorenzo Giovannini¹, Luca Panziera², Dino Zardi¹

¹ Atmospheric Physics Group, Department of Civil, Environmental and Mechanical Engineering, University of Trento, Trento - Italy

² MeteoSwiss, Locarno Monti - Switzerland

* lavinia.laiti@unitn.it

Abstract

The accurate assessment of the solar radiation available at the Earth's surface is essential for a wide range of agricultural and energy-related applications, as well as in the fields of climatology, hydrology and ecology. A high-resolution (200 m) solar radiation atlas for the Trentino region (Italy) is presented, recently developed on the basis of hourly observations of global radiation collected at the local radiometric stations (2004-2012 period). Data from a set of 25 selected stations underwent careful quality and homogeneity controls. Moreover, satellite data were used for missing data reconstruction. Finally, monthly and annual global irradiation maps were obtained by the combined use of a GIS-based clear-sky radiation model (*r.sun* of GRASS GIS) and geostatistical interpolation techniques (residual kriging). The results are finally compared with existing solar resource datasets to evaluate the accuracy of the maps available for the region of interest.

Keywords

Solar radiation, complex terrain, Alpine region, ground-based observations, kriging

Parole chiave

Radiazione solare, terreno complesso, regione Alpina, osservazioni al suolo, kriging

Introduction

The accurate knowledge of the incoming solar radiation at the Earth's surface is important for a wide range of agriculture and energy applications. Characterizing solar radiation distribution is especially challenging in complex terrain areas, such as the Alps, due to the scarcity of observations and the intrinsically higher spatial variability. As a matter of fact, the comparison of six solar datasets for Europe showed the largest discrepancies over mountainous zones (Šúri *et al.*, 2008). Huld *et al.* (2012) observed highly significant differences over the Alps between PVGIS-3 (based on ground measurements; Šúri *et al.*, 2007) and PVGIS-CMSAF (based on satellite data; Huld *et al.*, 2012), and concluded that it is not clear which database gives the more accurate results for mountainous areas. Over Trentino (Italian Alps) the differences in annual global irradiation between PVGIS-3 and PVGIS-CMSAF are between -25% and 30%. These relevant discrepancies, together with the relatively coarse spatial resolution of the currently available solar datasets (~1-2 km), hinder a fully reliable assessment of the solar resource available in Trentino. Therefore, the realization of high-resolution, good-quality solar maps for Trentino, properly taking into account the complex orography of the region, appears timely and useful.

Materials and Methods

At present the methods to map solar radiation over complex terrain include the interpolation of ground data and the down-scaling of satellite data. The weaknesses of satellite data for mountainous areas are well known. On the other hand, with a sufficient density of stations, the interpolation of ground measurements often returns accurate results.

Nine-year (2004-2012) records of hourly global radiation from local radiometric stations were used. The data were quality-controlled (Laiti *et al.*, 2014) and underwent a homogeneity analysis (Longman *et al.*, 2012). A compromise between spatial and temporal coverage, quality and completeness of the time series led to the selection of 25 stations. A gap-filling procedure was applied to daily-cumulated global radiation, based on monthly linear regressions against the HelioMont satellite dataset (Stöckli, 2013). Mapping monthly-mean daily global radiation over Trentino involved three steps. Firstly, the theoretical maximum radiation is estimated by a GIS-based clear-sky radiation model (*r.sun*; GRASS, 2015); secondly, monthly-mean clear-sky index values (defined as the ratio between observed monthly values and clear-sky estimates), evaluated at the stations, are interpolated over the region; finally, monthly-mean global radiation maps (spatial resolution: 200 m) are obtained by multiplication of clear-sky radiation and clear-sky index maps. The geostatistical method used for the interpolation is residual kriging (see Laiti *et al.*, 2013), which allows exploiting additional information from external explanatory variables (terrain elevation), by de-trending the variable to be interpolated (under the hypothesis of a linear trend with terrain height). Finally, the accuracy of the new solar atlas maps was assessed by cross-validation, as well as by the comparison with some solar datasets already available (namely PVGIS-3, PVGIS-CMSAF and HelioMont).

Results and Discussion

Based on 2004-2012 observations, the average annual global radiation for Trentino is around 1297 kWh m⁻². The

central part of the region displays the maximum annual values of global radiation, found at the floors of the major valleys and over the south-facing slopes. In contrast, the minimum values are found in the most elevated regions and over the north-facing slopes (Fig. 1). Indeed, thanks to the high-resolution modeling of clear-sky radiation, the new solar maps display many fine-scale features, induced by the local orography, which are not reproduced in coarser solar datasets. These are less evident in summer months (Fig. 2) than in winter months (Fig. 3), due to the higher solar elevation. A “leave-one-out” cross-validation returned a

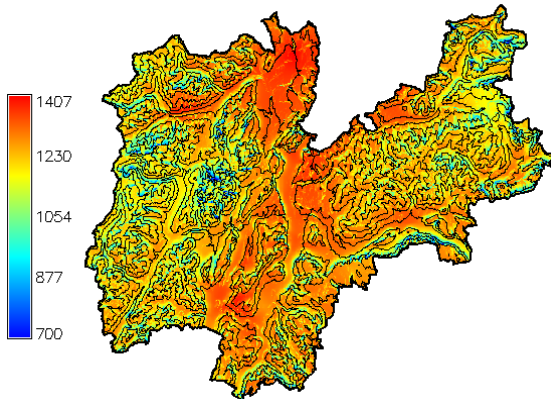


Fig.1 – Annual average global radiation map ($\text{kWh m}^{-2} \text{y}^{-1}$).

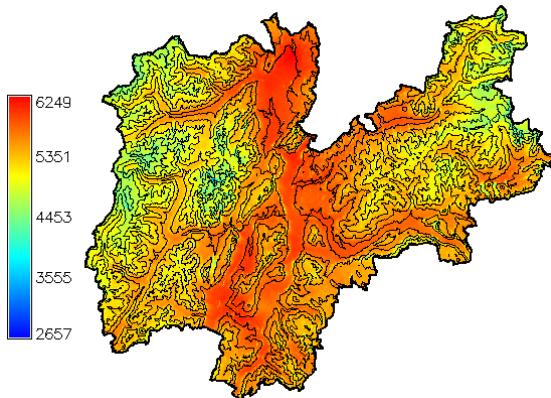


Fig.2 – June global radiation map ($\text{Wh m}^{-2} \text{d}^{-1}$).

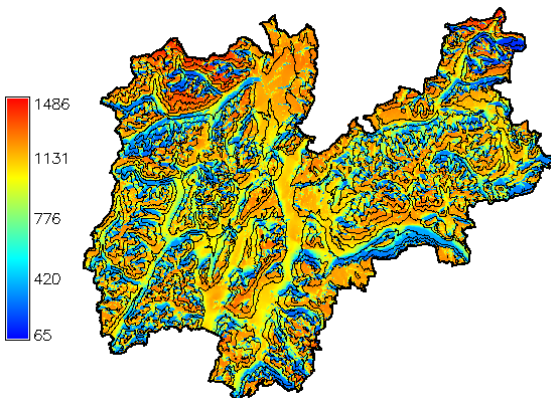


Fig.3 – December global radiation map ($\text{Wh m}^{-2} \text{d}^{-1}$).

null average bias and an average absolute error of 5% for the final monthly maps, with smaller errors (higher accuracies) characterizing the warm months with respect to the cold months (when orographic effects are more relevant; cf. Figs. 2 and 3). In general PVGIS-3, PVGIS-CMSAF and HelioMont provide considerably different and partially conflicting radiation maps, due to their different data sources and realization methods. However, the Trentino Solar Atlas and HelioMont are in good accord over the flat areas (valley floors and plateaus), while mountain tops and north-facing slopes correspond to the largest discrepancies. On average the Solar Atlas provides lower irradiation values than HelioMont (MBE: -9%) and PVGIS datasets (MBE: -6%). Notice that HelioMont accuracy has been assessed against ground observations, identifying a MBE of -3%. Fine-scale discrepancies between the Solar Atlas and the other datasets appear mainly due to the high-resolution modeling of orographic shadowing effects. On the other hand, eventual larger scale differences are ascribable to the scarcity of ground stations, especially at high altitude sites.

Conclusions

High-resolution (200 m) monthly and annual average global radiation maps are obtained for the Trentino region, on the basis of global radiation data from selected local stations (years 2004-2012). In particular, the higher global radiation values are observed at the major valley floors and over south-facing slopes, while the minimum values are found at north-facing surfaces. The interpolation procedure displays a 5% accuracy, while the comparison with the already available solar datasets highlights (systematically) lower values of global radiation. The major discrepancies between the different datasets generally correspond to the most elevated and complex areas of Trentino.

References

- GRASS, 2015. <http://grass.osgeo.org/>
- Huld T. *et al.*, 2012. A new solar radiation database for estimating PV performance in Europe and Africa. *Solar Energy*, 86: 1803-1815.
- Laiti L. *et al.*, 2013. Residual kriging analysis of airborne measurements: application to the mapping of atmospheric boundary-layer thermal structures in a mountain valley. *Atmospheric Science Letters*, 14: 79-85.
- Laiti L. *et al.*, 2014. A Solar Atlas for the Trentino Region in the Alps: Quality Control of Surface Radiation Data. *Energy Procedia*, 59: 336-343.
- Stöckli R., 2013. The HelioMont surface solar radiation processing. *Scientific Report 93*, MeteoSwiss, 122 pp.
- Šúri M. *et al.*, 2007. Potential of solar electricity generation in the European Union member states and candidate countries. *Solar Energy*, 81: 1295-1305.
- Šúri M. *et al.*, 2008. First Steps in the Cross-Comparison of Solar Resource. *Spatial Products in Europe. EUROSUN 2008*, Lisbon, Portugal.

FEM-MUSina: UNA MACCHINA CONTROLLATA DA ARDUINO PER L'IRRIGAZIONE DI PIANTE IN VASO

FEM-MUSina: AN ARDUINO CONTROLLED IRRIGATION MACHINE FOR POTTED PLANTS.

Giambattista Toller^{1*}, Matteo Perini², Nicolò Orandini², Gianluca Berti²

¹ ENTE– Fondazione Edmund Mach (FEM), via E. Mach 1, 38010, San Michele all'Adige (Trento)

² ENTE– Museo delle scienze (MUSE) FabLab, viale del lavoro e della scienza 3, 38122, Trento (Trento)

* giambattista.toller@fmach.it

Abstract

A prototype machine for the irrigation of potted plants is described. Each pot is equipped with a soil moisture sensor and its own irrigation line. The system, controlled by Arduino based hardware and software, delivers water according to each plant's requirements. The current version, equipped with a rotating distributor, can feed up to 16 lines with a single solenoid. The system periodically scans humidity sensors in the pots and delivers a suitable quantity of water to each plant. Exceptional situations such as lack of water or lack of sensor reaction to irrigation are managed by special routines that generate alarm signals.

Parole chiave

FabLab, Arduino, irrigazione

Keywords

FabLab, Arduino, irrigation

Introduzione

Data la crescente domanda d'acqua per attività produttive e per uso civile, la corretta gestione dell'acqua irrigua è un punto di interesse sempre più sensibile nel settore agricolo. La Fondazione Edmund Mach (FEM) - Unità Sistema Informativo Geografico da anni segue la gestione irrigua con sperimentazione in campo e con attività di sviluppo software e hardware.

Fab Lab è un programma nato nel 2001 al Massachusetts Institute of Technology (1) che persegue l'idea di creare un laboratorio ad alta tecnologia aperto e democratico, in grado permettere la collaborazione a distanza e l'elaborazione di progetti in forma digitale.

Recentemente tra FEM e il Fab Lab attivato dal Museo delle Scienze (MUSE) di Trento (2) è nata una collaborazione per lo studio di una macchina per l'irrigazione ottimale di piante in vaso su terrazzi o poggioli.

Materiali e Metodi

Il Fab Lab ha in dotazione: 2 stampanti 3D, 1 laser cutter, 2 frese CNC, 1 vinyl cutter, 2 scanner 3D. Con queste macchine è possibile costruire pezzi in plastica, ma anche realizzare circuiti stampati e tagliare pannelli di legno o plastica. Per lo sviluppo informatico hardware-software dei progetti viene adottata la piattaforma Arduino (3).

Su WEB sono facilmente rinvenibili esempi d'uso di Arduino o altre piattaforme simili per il controllo irriguo (4, 5, 6), ma la progettazione del prototipo (unendo i nomi degli enti è stato chiamato FEM-MUSina, che nei dialetti del nord-est d'Italia significa "risparmiamo") è stata fatta perseguendo rigorosamente l'idea di irrigare in modo

ottimale piante con varie esigenze irrigue, coltivate in vasi di differenti dimensioni ed aventi varie esposizioni al sole.

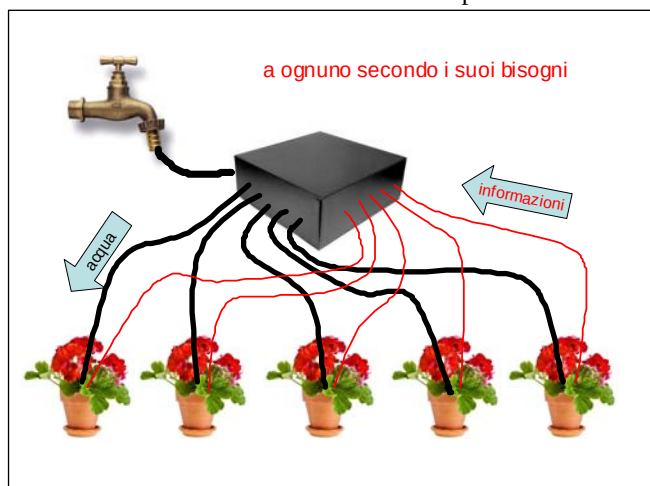


Fig.1 – Schema della macchina irrigua FEM MUSina.
Fig.1 – Scheme of the irrigation machine FEM MUSina.

Risultati e Discussione

L'obiettivo di distribuire ad ogni pianta la giusta quantità di acqua ha reso opportuno dotare ogni vaso di un proprio sistema di irrigazione. La soluzione adottata è stata quella di centralizzare la distribuzione e portare ai singoli vasi l'acqua tramite tubicini in polietilene per irrigazione con diametro interno 4 mm ed esterno 6.5 mm (Fig. 1).

Il prototipo dell'apparecchio distributore, in alluminio, è stato realizzato per tornitura e consiste in una piastra circolare di diametro 120 mm con 16 fori passanti filettati diam. 5mm a 10 mm dall'orlo ed equidistanti tra loro.

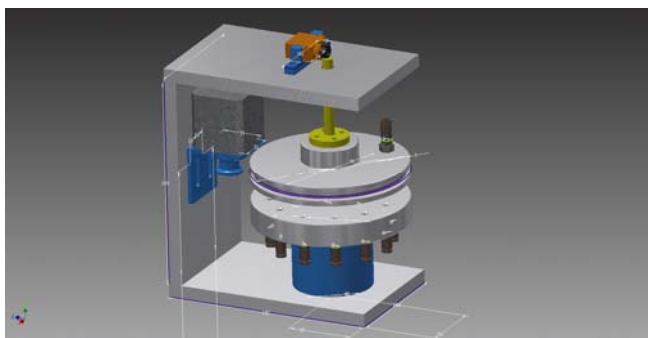


Fig.2 - Rendering della macchina per irrigazione.

Fig.2 - Rendering of the irrigation machine.

Il disco è posizionato orizzontalmente e dalla faccia inferiore parte un tubicino irriguo da ogni foro (Fig. 2).

Un secondo disco (revolver), coassiale a quello superiore, è dotato di un tubo distributore metallico alimentato da una elettrovalvola e viene fatto ruotare da una cinghia connessa a un motore passo-passo (Fig. 4). Quando è raggiunta la giusta posizione, il revolver si ferma e un leveraggio lo spinge verso la piastra forata in modo che il tubo distributore imbocchi il foro sottostante, dove un o-ring garantisce la tenuta idraulica. A questo punto la valvola viene aperta per un tempo programmato e quindi richiusa. Il revolver si alza, ruota sopra un altro foro e ripete il ciclo di irrigazione.

La stima dell'umidità dei vasi è stata affidata ad una misura di resistenza elettrica tra due (o più) elettrodi metallici conficcati nel suolo in posizioni tali da ottimizzare la risposta dell'anello di feed-back. Uno shield Arduino, appositamente realizzato (Fig. 3), scandisce gli elettrodi tramite un multiplexer analogico.

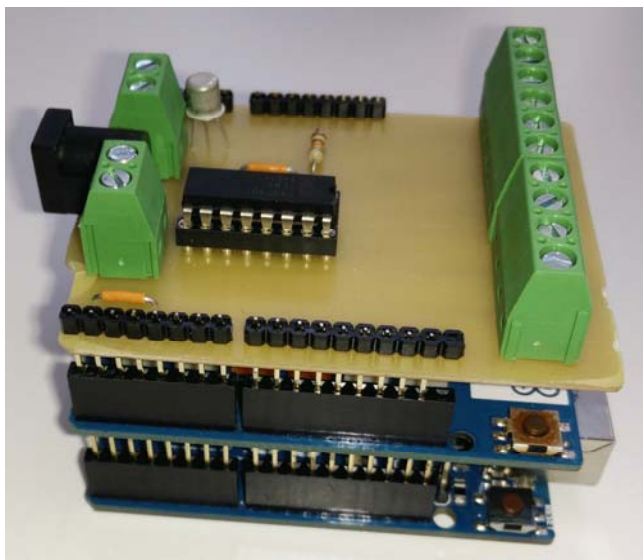


Fig.3 – Scheda Arduino (in basso) con shield per controllo motore passo-passo e shield multiplexer per scansione umidità dei vasi (in alto).

Fig.3- Arduino board (bottom) with stepper control shield and multiplexer shield for soil moisture measurement (top).

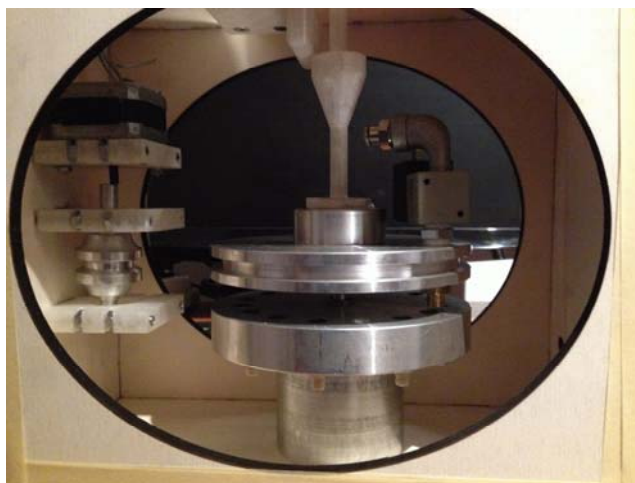


Fig.4 - Vista interna del prototipo. Le parti in plastica sono state realizzate con stampante 3D.

Fig.4 - Internal View of the prototype. Plastic parts are created by 3D printer.

La routine montata su Arduino esegue ad intervalli regolari (es. 10 min) una scansione dei sensori di umidità (segnalando con un allarme eventuali irregolarità) e somministra l'irrigazione ai vasi che sono in situazione di carenza d'acqua.

Conclusioni

Con la realizzazione del prototipo, è stata affrontata e risolta con successo la maggior parte dei problemi costruttivi.

Un prossimo passo sarà quello di studiare un meccanismo di distribuzione - presumibilmente a vite - affrontabile con le sole attrezzature presenti presso il FabLab.

Un ulteriore sviluppo sarà infine quello della messa in rete dello strumento (internet delle cose) via telefono o via WiFi per poter controllare a distanza il suo funzionamento.

Bibliografia e Riferimenti WEB

- 1)<http://fab.cba.mit.edu/> ; <http://www.fablabitalia.it/>
- 2)<http://fablab.muse.it/manifesto>
- 3)<http://www.arduino.cc/> ; <http://www.arduino.org/>
- 4)<http://www.instructables.com/id/Arduino-Automatic-Watering-System-For-Plants/>
- 5)<http://www.instructables.com/id/Intelligent-watering-system-with-arduino/>
- 6)<http://www.instructables.com/id/WATERING-SYSTEM-INTRODUCTION/>

PRECISION VITICULTURE: EU PROJECT VINTAGE RESULTS

VITICOLTURA DI PRECISIONE: RISULTATI DEL PROGETTO EUROPEO VINTAGE

Fausto Tomei¹, Antonio Volta¹, Gabriele Antolini¹, Vittorio Marletto¹, Benjamin Bois², Mario Rega²

¹ Servizio Idro-Meteo-Clima, ARPA-ER, viale Silvani 6, 40122 Bologna (Italy)

² Centre de Recherches de Climatologie, UMR 6282 Biogéosciences CNRS - Université de Bourgogne, 6 boulevard Gabriel, 21000 Dijon, France

*ftomei@arpa.emr.it

Abstract

In April 2015 the FP7 EU project VINTAGE ended. The aim of the project was the development of a Decision Support System (DSS) for precision viticulture, providing high resolution information to support wine producers throughout the vineyard management cycle, from planting to harvesting. In this work the main final results of the project are shown, mostly focusing on the modeling outputs which lead the DSS rules.

Keywords

grapevine, growth and development, berry ripening, transpiration, water management

Parole chiave

Vite, crescita e sviluppo, maturazione bacca, traspirazione, gestione irrigua

Introduction

European viticulture recovers a leading position at global scale. During the last years viticulture started to make use of technological tools for supporting grapes and wine production. In this framework it was developed and recently concluded the EU FP7 Project VINTAGE, whose the main result was the production of a DSS able to monitor the vineyard status and to provide useful information for wine growers. The VINTAGE DSS is fed by local agro-meteorological data, remote sensing observations and modelling outputs. In this work we resume the main results coming from the project, with the focus on modelling outputs.

Materials and Methods

The main components of the VINTAGE DSS is the agro-meteorological models chain, that is daily executed. It starts from observed hourly weather data from Wireless Monitoring Stations (WMS) and field observations recorded by the users in the field book. Weather data are interpolated at hourly time step on the domain area, by using spatialization algorithms specifically designed for each variable over the NASA SRTM 30 meter resolution DEM. For instance, the solar radiation model takes into account information as sun position and topography of the area (slope, aspect, shadowing). The resulting hourly weather maps are input for the other models.

The grapevine model computes the plant development during both dormancy and growing season, while the plant growth model estimates the biomass accumulation and leaf area time course, the berry sugar content and the water uptake. In order to establish the best harvest time a new model which computes sugar concentration starting at veraison was developed (Bois *et al.*, 2014).

The soil-water model is based on Criteria3D (Bittelli *et al.*, 2010) that solves the water flow equations in a discrete 3D domain with an integrated finite difference scheme. The

water model is fully coupled with plant transpiration and soil evaporation. Finally, phytosanitary models provide pest risk information for downy mildew, powdery mildew and botrytis risk at harvesting.

Four pilots have been selected in Italy, France, Spain and Portugal, equipped with WMS and monitored (field observation and grape growers survey).

Results and Discussion

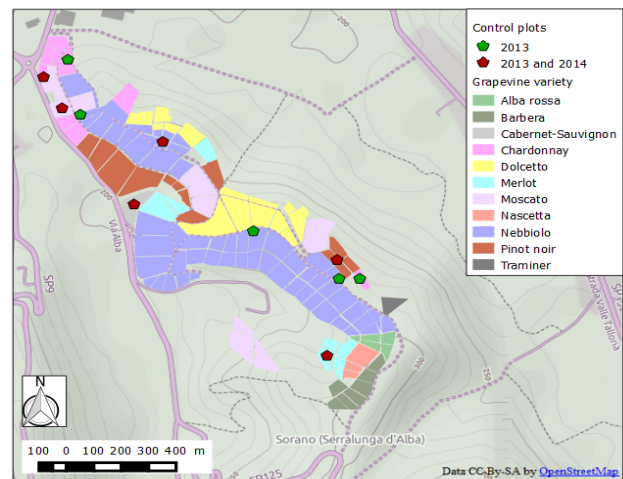


Fig.1- Field observations on the Fontanafredda (Italy) pilot

Fig.1- Osservazioni di campo a Fontanafredda (Italia)

Grapevine development and grape ripening was monitored in Italian pilot (Fontanafredda) on five experimental blocks of Nebbiolo and Chardonnay varieties (see figure 1), while in Saint Romain (France), six experimental plots were monitored in vineyards of Chardonnay variety.

Figure 2 shows the scatter plot of observed versus simulated dates of bud burst in Fontanafredda. VINTAGE simulates with good agreement the spatial/variety variability of bud burst dates (correlation coefficient $R^2=0.83$).

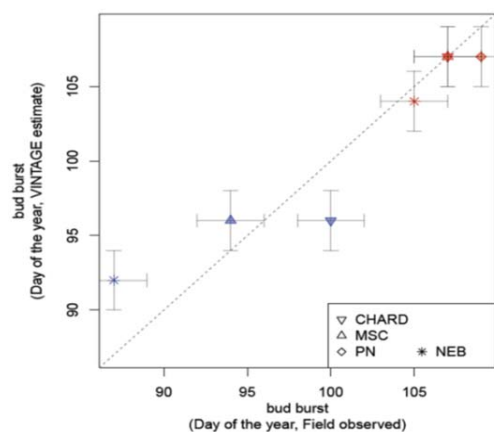


Fig.2 - Comparison of observed vs simulated bud burst dates. Red: year 2013, blue: year 2014.

Fig.2 - Confronto tra date osservate e simulate di schiusura gemme. Rosso: anno 2013, blu: anno 2014.

Fruit development was assessed by comparing fruit biomass output to measured data of berry weight and crop yield in the Burgundy (France) pilot. The model dry fruit biomass follow the observed berry weight variations in space and time, with a underestimation in one plot, probably due to the lack of information on field operations and soil fertility, which might dramatically change the plant behavior.

Figure 3 shows the scatter plot of sugar content simulated against observed in the Fontanafredda pilot, for two varieties in the years 2013 and 2014. The results of comparison show that the ripening model has a good performance in simulating the sugar content for both the analyzed varieties.

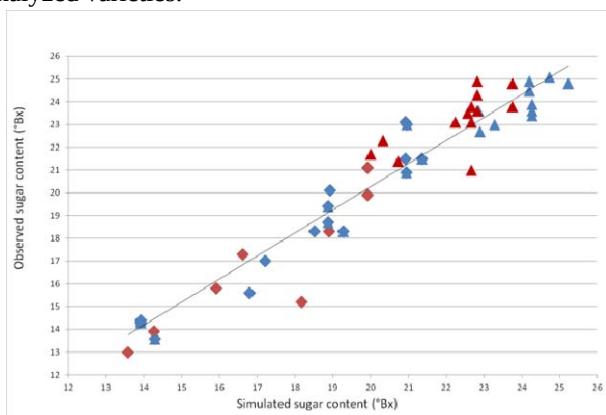


Fig.3 - Simulated vs observed sugar content in Fontanafredda. Rhombi: Chardonnay, triangles: Nebbiolo.

Fig.3 – Grado zuccherino simulato verso osservato in Fontanafredda. Rombi: Chardonnay, triangoli: Nebbiolo.

The water potential computed by the model have been compared with observed WMS data of soil relative dielectric permittivity in Burgundy pilot, year 2014. The two variables are related and can be directly compared using two different scales: linear for permittivity and a log scale for the water potential. The good correlation ($R^2=0.77$) between observed and simulated values in a time period that includes a recharge period (winter-spring

season) and a drying period (summer season) indicates the good representativeness of the model for soil water processes and plant water extraction.

The effect of water management was tested in the Rioja pilot (Spain), affected by water scarcity. The simulation differ drastically, increasing LAI and wine yield in the irrigated vineyard with respect to rainfed vineyards. In order to assess the accuracy of simulation without observed data, we compared the model results with mean historical yields of Tempranillo in the area: simulated wine yield increases in the irrigated vineyard from 33 to 47.5 hl/ha, while equivalent historical values are 37 and 46.5 hl/ha.

Conclusions

The comparisons carried out with the observed data in the different pilots show that the modeling chain developed in the VINTAGE system provides accurate information at decametric resolution of growth and development of grapevine, fruit accumulation, sugar content, soil moisture and plant water needs. The field operations deeply affect the accuracy of simulation so that it is mandatory that users insert the correct information in the field book, on the web interface (Figure 4).

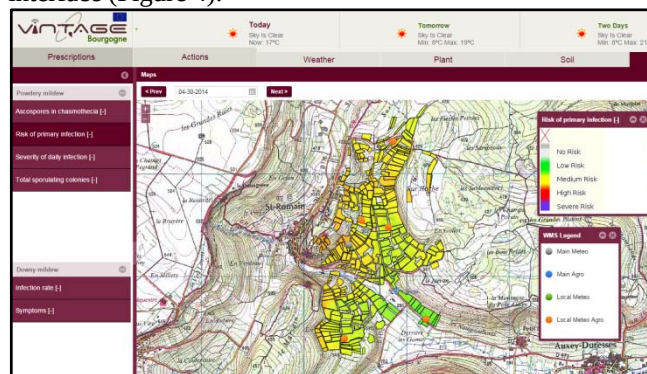


Fig.3 – VINTAGE web interface

Fig.3 – Interfaccia web VINTAGE

The project ended but the VINTAGE system is full operative and the 2015 season will be used by the Consortia of the different pilots to test the usability of the system and the reliability of the DSS prescriptions.

References

- Bittelli, M., Tomei, F., Pistocchi, A., Flury, M., Boll, J., Brooks, E. S., Antolini, G., 2010. Development and testing of a physically based, three-dimensional model of surface and subsurface hydrology. *Advances in Water Resources*, 33(1), 106-122.
- Bois B., Volta A., Rega M., Caffarra A., Costa F., Antolini G., Tomei F., Galizia S., Nascimben J., Crestini C., Baret F., Neri M., Bertozzi B., Lughi G., Roffilli M., Botarelli L., Bauer-Marschallinger B., Hasenauer S., Campagnolo S., Dellevalle D., Brossaud F., Grosso V., Marletto V., 2014. Mechanistic modelling and ontology: a performing mix for precision and sustainable viticulture. *Proceedings of the 37th World Congress of Vine and Wine*, 9-14 November, Mendoza, Argentina.

RECOGNITION OF WEED SPECIES THROUGH ARTIFICIAL VISION

RICONOSCIMENTO DI SPECIE INFESTANTI TRAMITE VISIONE ARTIFICIALE

Linda Pieri¹, Dario Mengoli², Fiorenzo Salvatorelli¹, Marco Vignudelli¹, Lorenzo Marconi³, Francesca Ventura¹

¹ DipSA – Dipartimento di Scienze Agrarie, Università di Bologna, viale Fanin 44, 40127 Bologna, Italia

² Drover srl - Via del Greto 2/2, 40132 Bologna, Italia

³ Dipartimento di Ingegneria dell' Energia Elettrica e dell'Informazione «Guglielmo Marconi», Università di Bologna, Viale Risorgimento 2, Bologna, Italia

*linda.pieri2@unibo.it

Abstract

The research presented concerns the development and evaluation of innovative technologies for precision farming, aimed at reducing the current use of herbicides. Detailed maps of infestation are useful to localize the herbicides application, and the knowledge of the type of species allows to further reduce the dose of herbicide, using only the specific product. For this purpose an algorithm for processing images, based on convolutional neural networks, has been implemented to recognize monocots species, dicots species and bare soil.

Even if further refinements are in process, the first elaborations led to a recognition accuracy of over 80%. These first results are positive and suggest that the model can already provide information useful for reducing the herbicide dose and apply the specific herbicide. The map of infestation together with the recognition of the type of species allow a site-specific and plant-specific treatment, with advantages for operators, agricultural products and the environment.

Keywords

Weed control, image recognition, neural networks

Parole chiave

Diserbo, riconoscimento immagini, reti neurali

Introduction

Environmental sustainability in agriculture has become a prerequisite. The European Union, through the CAP, has clearly shown that the future agricultural world needs to provide the least environmental impact, reducing the application of pesticides and adjusting doses based on the degree of infestation (Williams, 2011).

It is well known that spraying herbicides homogeneously over the entire field would be inefficient, uneconomical and environmentally damaging. This is because weeds are not distributed uniformly: areas covered by high infestation are followed by others without infestation.

Previous studies have shown that differential treatment, based on the different level of infestation, can result in a saving of the applied herbicides doses up to 80-90% (Gerhards & Oebel, 2006). In particular for extensive crops, site-specific application would lead to significant benefits: an economic advantage for the farmer, as treating only the actual weeds implies a reduction in costs, since herbicides cost is currently about 40% of the total costs of chemicals, and an environmental benefit, since there is a lower environmental impact than conventional application (Peña, 2013).

In addition to the identification of the infestation level, through the creation of weed maps, the recognition of weeds species would be of considerable advantage. This would allow a local application of the herbicide, with active ingredient dependent on the weed. This would produce further decreasing of the applied dose and increasing the effectiveness of treatment.

The aim of this work was to test an algorithm of image processing, able to distinguish monocots species from dicots and bare soil. This study is part of a wider project to

evaluate the use of recent innovations in the field of automation, robotics, remote sensing and electronics for precision agriculture.

Materials and Methods

Specifically, the project concerns the image recognition of corn and its main weeds.

The initial phase of the project consisted in a database creation of images, which are divided in four categories: 1) corn, 2) dicots weeds, 3) monocots weeds, and 4) bare soil.

In particular we collected images of the following dicots:

- *Amaranthus retroflexus*
- *Chenopodium album*
- *Solanum nigrum*
- *Abutilon theophrasti*

and monocots:

- *Panicum dichotomiflorum*
- *Setaria glauca*
- *Digitaria sanguinalis*
- *Sorghum halepense*

The collection of images has been realized thanks to plants cultivated in greenhouse and grown in open fields.

When the database of pictures was large enough, a model for recognition and classification of images was implemented. The selected model was based on convolutional neural networks, using the framework of "machine-learning" Torch7 (Collobert, 2011).

In order to be suitable to the framework, the images were reduced to the size of 256 x 256 pixel.

A total of 516 images were used for the supervised training of the neural network, while 173 images were dedicated to the recognition test.

In brief, the process for the development and training of the neural network consists of 5 steps:

1. Pre-processing of the images (e.g. convert images to YUV format to better separate luminance and chrominance components of the images (see Fig.1)
2. Construction of the model for the neural network
3. Definition of the “loss” (or “cost”) function
4. Training of the neural network using the training dataset
5. Testing of the result network using the test dataset.

Results and Discussion

Results led to a recognition accuracy of the two categories of weeds (monocots vs dicots) with percentages greater than 80% (86/88 for monocots and 61/73 for dicots). The results obtained from the comparison between the weeds with bare soil and with corn are not presented here, because not sufficiently significant, due to the low number of images of the categories "corn" and "bare soil".

Anyway, further refinements are still underway on the construction of the images database and configuration of the neural network for classification that will confidently lead to an improved performance. Specifically, the expansion of the images set of corn will allow better discrimination between corn and weeds.

However, these initial results are very positive and the possibility to use this new technology to reduce the amount of herbicide sprayed on the ground is realistic. The application of the herbicides specific for weed category (monocot or dicot) only in area with high level of infestation would produce substantial benefits on the environment and safety of agricultural products.

Further field trials will be conducted in the coming months to quantify efficiencies (yields and quality of the product), effects on the field in the following years and economic convenience of the proposed method.

Furthermore, for this first stage of the project, the images were taken manually, but, in the future, this activity may be carried out by automated facilities, such as terrestrial robots and UAV, or camera attached to the tractor. In particular, they may be equipped with the necessary instrumentation to autonomously recognize plants and spray the herbicide in the field only on the weeds.

Conclusions

Finally, these trials are testing innovative methodologies, able to revolutionize the production system of the agricultural sector by working with new technologies.

The overall objective is to promote a new agricultural management that ensures a good production by achieving the objectives of reducing environmental impact, ensure healthier products, and allowing the operator to work in conditions of greater security, since the machines can also work autonomously.

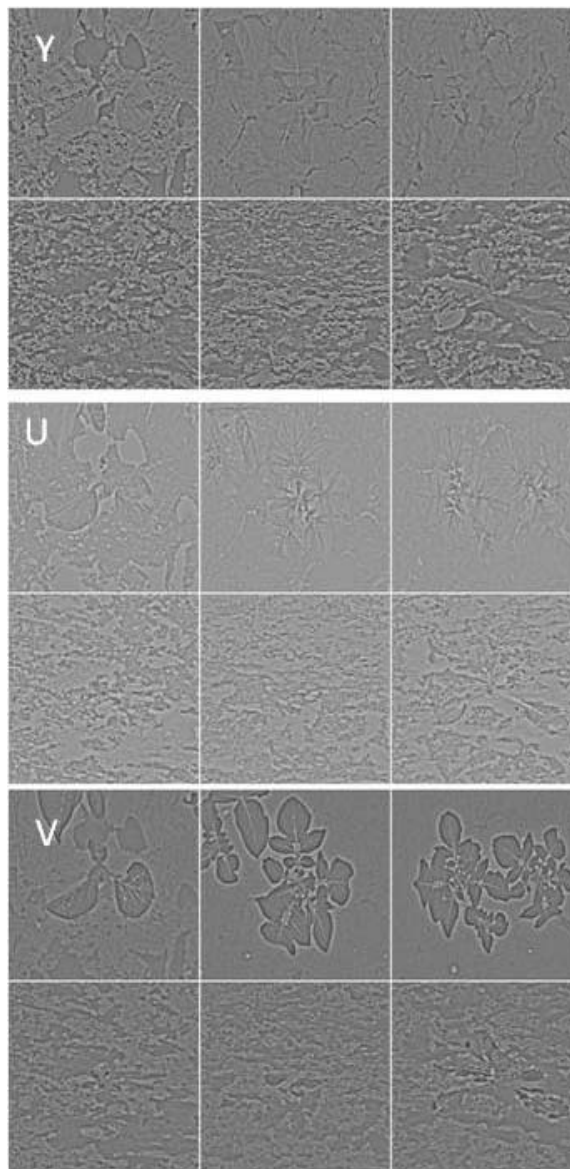


Fig.1 - Esempio di immagini pre-processate in formato YUV

Fig.1 - Example of pre-processed images in YUV format

References

- Collobert, R., Kavukcuoglu, K., & Farabet, C., 2011. Torch7: A matlab-like environment for machine learning. In BigLearn, NIPS Workshop (No. EPFL-CONF-192376).
- Peña J.M., Torres-Sanchez J., de Castro A.I., Kelly M., Lopez-Granados F., 2013. Weed mapping in early-season maize fields using object-based analysis of unmanned aerial vehicle (UAV) images. PLOS one, 8,10, 1-11.
- Gerhards R. and Oebel, H., 2006. Practical experiences with a system for site-specific weed control in arable crops using real-time image analysis and GPS-controlled patch spraying. Weed Research, 46: 185–193.
- Williams, 2011. New EU pesticide legislation – the view of a manufacturer. Asp J Appl Biol, 106: 269-274.

VERIFICATION AND VALIDATION OF A COMPUTER MODEL TO FORECAST METEOROLOGICAL QUANTITIES

VERIFICA E CONVALIDA DI UN MODELLO PER LA PREVISIONE DI GRANDEZZE METEOROLOGICHE

Francesca Ventura^{1*}, Roberto Solone¹, Alberto Bertozzi², Ivano Valmori³

¹ Dipartimento di Scienze Agrarie, Università di Bologna, Viale Fanin 44, 40127, Bologna

² MeteoCenter, Parco delle Arti e delle Scienze "TORRICELLI", Via Albert Einstein, 8 (edificio Modulo 3), 48018 Faenza RA

³ Direttore Image Line, Via Gallo Marcucci, 24, 48018 Faenza RA

*francesca.ventura@unibo.it

Abstract

One of the main aspects of the development of a meteorological model is the verification its reliability. It allows to know the behaviour of the model in different weather situations and to assess its performances in terms of both average and extremes. The verification helps to figure out how to tune the model in order to have better. The quantitative prediction of precipitation has a fundamental role in agriculture and therefore its verification becomes particularly relevant.

Aim of this study was to calculate daily precipitation and temperature data by the model, for the year 2014 in three agro-meteorological stations, two in Trentino and one in Sicily. Statistical indexes useful for assessing the model performances, both monthly and annually, showed good correspondence for the temperatures, quite good for precipitation.

Keywords: forecasting models; precipitation, temperature; statistical indexes.

Parole chiave: modelli previsionali; precipitazione; temperatura; indici statistici.

Introduzione

Il lavoro qui presentato parte dal servizio offerto dalla ditta Image Line di previsioni meteorologiche personalizzate in tutta Italia, in collaborazione con MeteoCenter, azienda specializzata nella fornitura di previsioni meteo. Il sistema di raccolta ed elaborazione dati che sta alla base del servizio MeteoGest integra informazioni provenienti da modelli globali, modelli di previsione europei, modelli di previsione nazionale, che rendono disponibili informazioni con una risoluzione di 1 x 1 km; per alimentare i modelli vengono utilizzati i dati dalle reti nazionali e regionali per le osservazioni meteorologiche. Tutte queste informazioni vengono elaborate da MeteoCenter e rese disponibili per gli utenti della Community di Image Line Network due volte al giorno, con previsioni a 7 giorni su una maglia di 1 x 1 km. Questo servizio ha carattere strettamente applicativo, ad esempio i dati vengono utilizzati in seconda battuta per modelli fitopatologici o per l'assistenza agli agricoltori. La loro validità è dunque importante, ed è molto utile confrontarli con dati misurati, anche per l'implementazione della modellistica meteorologica a piccola scala.

Materiali e Metodi

La validazione del modello è stata effettuata utilizzando dati previsti e osservati di temperatura dell'aria (T) e precipitazione (P) delle stazioni agrometeorologiche di Ala e Piovi in provincia di Trento, e della stazione di Villa Albius in Acate (RG), gestite dalla Fondazione Edmund Mach di S. Michele all'Adige. Le stazioni trentine si trovano sul fondovalle del fiume Adige, Ala nella parte meridionale della regione, a 160 m slm, Piovi nei pressi di Mezzocorona, a circa 60 km a Nord della stazione di Ala, a 220m slm. La stazione di Albius invece si trova nella

pianura vocata alla orticoltura e alle serre nei pressi di Vittoria e Ragusa.

I dati analizzati sono a cadenza oraria e giornaliera. I dati orari sono stati utilizzati per calcolare quelli giornalieri, poi mensili ed annuali. Sono state calcolate le T medie annue e i totali annui, mensili e stagionali per P. Successivamente sono stati calcolati indici statistici specifici per valutare i modelli (Wilks, 2005):

- RMSE, Scarto Quadratico Medio o Deviazione Standard;
- MAE, Errore Assoluto Medio;
- EF, Efficienza della Modellazione (valore ottimale: 1.0);
- CRM, Coefficiente di Massa Residua (valore ottimale: 0.0);
- Retta di regressione, con i parametri coefficiente angolare (b_1), intercetta (b_0) ed R^2 ;

Gli ultimi 3 indici danno una valutazione sulla capacità previsionale del modello. Essi sono stati calcolati solo su base annua per le temperature, annua e mensile per le precipitazioni, data la maggiore difficoltà nel prevedere quest'ultima grandezza meteorologica.

Risultati e Discussione

TEMPERATURE

I risultati relativi al confronto tra temperature misurate e previste nelle tre stazioni sono molto simili tra loro. A titolo di esempio si riportano in Fig. 1 il confronto tra T simulata e misurata nella stazione di Ala, in Fig. 2 la stazione di Albius. Si vede come nel primo caso il modello tende a sottostimare i dati misurati, mentre nel secondo sovrastima. In tutti i casi l'errore quadratico medio è dell'ordine di 2.4 – 3.4 °C, e gli errori assoluti medi vanno da 1.8 per Albius a 2.7 per Piovi. I valori di EF calcolati sono molto vicini a quelli ottimali (1.0), mostrando che la previsione è vicina al reale. Infine anche gli altri indici di capacità previsionale

del modello sono vicini ai valori ottimali, denotando che il modello stima con una certa accuratezza le temperature. Questa tendenza è confermata dal valore dei coefficienti angolari delle rette di regressione, pari a 0.95 per le stazioni trentine e a 1.18 per quella siciliana. Gli R^2 sono piuttosto buoni, oscillando tra 0.83 e 0.95. Inoltre, osservando i dati giornalieri a confronto, si nota che il modello tende a sovrastimare sempre nella stazione di Albius, e sovrastimare in inverno nelle due stazioni trentine, nelle quali invece sottostima per tutto il resto dell'anno.

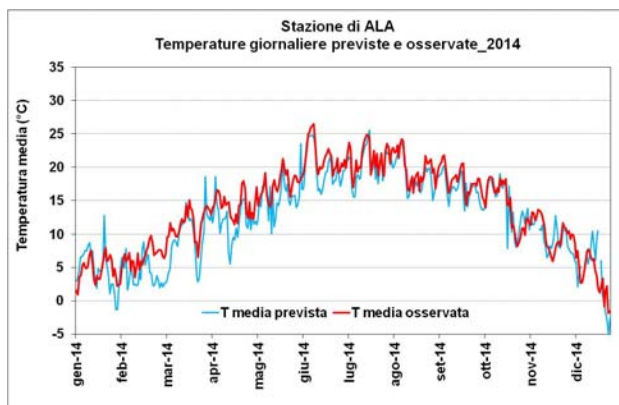


Fig.1: Mean annual temperature observed and modelled for the Ala station.

Fig.1: Temperature medie annue osservate e simulate per la stazione di Ala.

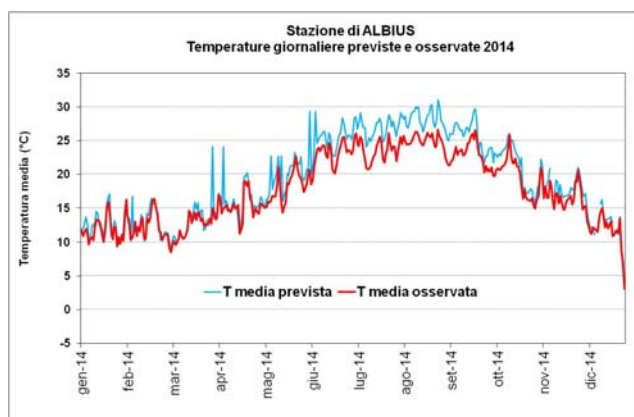


Fig.2: Mean annual temperature observed and modelled for the Albius station.

Fig.2: Temperature medie annue osservate e simulate per la stazione di Albius.

PRECIPITAZIONI

Nel caso di P le tre stazioni sono molto diverse tra di loro. Infatti le due stazioni trentine hanno una precipitazione osservata cumulata pari a 1582 mm/y e 1242 mm/y rispettivamente per Ala e Piovi, mentre nella stazione siciliana sono piovuti 388 mm. Nonostante ci sia una così grande differenza il modello si comporta nello stesso modo, sovrastimando. La sovrastima però è diversa per le stazioni più piovose rispetto a quella più seccata, ed in particolare

si ha una sovrastima di qualche percento per le stazioni trentine (6% e 2.4 % rispettivamente per Ala e Piovi) ed una sovrastima del 20% per Albius. In fig. 3 le cumulate di P per la stazione di Piovi, con un RMSE pari a 5.0 mm ed un MAE di 2.2. Inoltre il coefficiente angolare della retta di regressione tra osservato e previsto è pari a 0.80, 0.88 e 0.93 rispettivamente per Ala, Piovi e Albius.

Dal punto di vista modellistico è interessante considerare le precipitazioni su base mensile, in quanto quelle estive hanno solitamente carattere convettivo, sono più circoscritte nel tempo e nello spazio e dunque più difficili da simulare, e la loro performance potrebbe influenzare negativamente il risultato annuale. In realtà i risultati non danno segnali molto precisi. Nelle stazioni trentine abbiamo grandi differenze tra osservato e previsto sia in inverno che in estate, con RMSE contrastanti: ad Ala il modello dà una performance peggiore in estate che in inverno, a Piovi la situazione è opposta. Nel caso di Albius non si hanno precipitazioni nella stagione estiva, ($P=0$ in giugno, luglio e agosto). Nei mesi di ottobre e novembre l'osservato è molto minore del previsto, e ciò può essere dovuto a quanto supposto sulle piogge convettive.

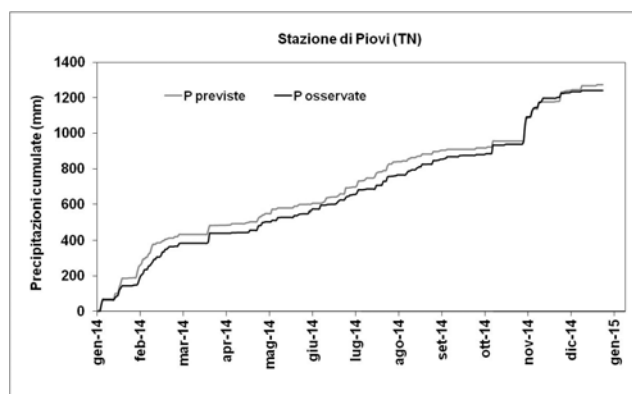


Fig. 3: Cumulative rainfall for the Piovi observed (black line) and simulated (grey line) data.

Fig. 3: Precipitazioni cumulate per la stazione di Piovi, dati osservati (linea nera) e simulati (linea grigia).

Conclusioni

Il presente lavoro analizza il confronto tra dati di temperature e precipitazioni giornaliere, simulate e osservate in tre stazioni agrometeorologiche di Trentino e Sicilia. Il modello dà risultati molto buoni per quanto riguarda le temperature dell'aria, mentre per le precipitazioni tende alla sovrastima, in particolare per la stazione siciliana che è più seccata. I risultati del modello verranno utilizzati dagli sviluppatori del modello stesso per migliorarne le prestazioni, anche se un solo anno di verifica del modello potrebbe essere insufficiente

Bibliografia

- Wilks, D.S., 2005: Statistical Methods in the Atmospheric Sciences. 2nd Edition. Elsevier, 627 pp.
- WMO, 1992. Standardized Verification System (Svs) For Long-Range Forecasts (Lrf). ATTACHMENT II.8.

THERMAL SUMMATION – FLOWER DIFFERENTIATION PHENOLOGY INTERPOLATION CURVE ON FRAGARIA X ANANASSA DUCH. CV ELSANTA CURVA DI INTERPOLAZIONE SOMMA TERMICA – FENOLOGIA DELLA DIFFERENZIAZIONE A FIORE IN FRAGARIA X ANANASSA DUCH. CULTIVAR ELSANTA

Paolo Zucchi^{1*}, Paolo Martinatti², Claudio Ioriatti¹

¹ Centro Trasferimento Tecnologico – Fondazione Edmund Mach IASMA – via E. Mach, 1 San Michele all'Adige (TN) 38010

² Centro Ricerca e Innovazione – Fondazione Edmund Mach IASMA – via E. Mach, 1 San Michele all'Adige (TN) 38010

*paolo.zucchi@fmach.it

Abstract

Thermal summation and phenology are correlated by indexing thermic intervals defined by structural plant growth stages, usually at a macroscopic level. Mobile strawberry orchard technique was used to follow the time-course of the floral differentiation process at a microscopic level, as it allows to combine diverse thermal conditions taking advantage of different climatic environments. During the trial, the temperature was monitored, while transplant date and plant kind were tested in order to determine potential agronomical influences on the differentiation process. The result is an interpolation curve, which associates the thermal summation, expressed in GDH 4.5-28 (Growing Degree Hours), with the morphogenesis of the primary inflorescence first flower of strawberry plants cv. Elsanta. The model allows not only to retrace the flower differentiation process till initiation stage, useful for studying the induction process, but also to calculate the differentiation stage in function of the temperatures without using a destructive technique, such as flower mapping.

Parole chiave: Fragola unifera, GDH (Growing Degree Hours), iniziazione a fiore, flower mapping.

Keywords: Junebearing strawberry, GDH (Growing Degree Hours), flower initiation, flower mapping.

Introduzione

La correlazione fra sommatorie termiche e fenologia si ottiene attraverso l'indicizzazione di intervalli termici compresi fra le fasi ricorrenti nel ciclo vitale delle piante, solitamente a livello macroscopico.

Valutando lo sviluppo dei meristemi, è possibile seguire, a livello microscopico, la fenologia della differenziazione a fiore delle piante. Per la sua rilevanza fisiologica, numerosi sono gli studi che trattano l'argomento (Halevy, 1985), ma rare sono le correlazioni con parametri meteorologici, come ad esempio è stato realizzato per il fico d'india da Aounallah *et al.* (2009).

Nella coltura di fragola (*Fragaria x ananassa* Duch.), il decorso del processo di differenziazione a fiore è anche di notevole importanza applicativa al fine di un corretto utilizzo delle piante (Savini *et al.*, 2007). Tecniche distruttive d'analisi permettono di ricostruire l'architettura fiorale delle piante (flower mapping), allo scopo di conoscere la potenzialità produttiva e la qualità delle piante (Savini *et al.*, 2009).

Con il presente lavoro ci si è prefissi di costruire un modello fenologico della differenziazione a fiore per la fragola.

Materiali e Metodi

La sperimentazione ha sfruttato la tecnica della mobilità dell'impianto di fragola fuori suolo (Zucchi *et al.*, 2012) per ricreare, in condizioni colturali ordinarie, diverse situazioni termiche avvalendosi di ambienti climatici differenti. Su due cicli biennali (2010-11 e 2011-12) è stato seguito a

livello microscopico l'andamento temporale della crescita degli organi florali durante la fase di differenziazione a fiore di piante di fragola unifera cv Elsanta. Al fine di valutare eventuali influenze agronomiche, durante il primo ciclo si è analizzato, in aggiunta all'effetto di 4 date di trasferimento (A-D e O non trasferite), quello di 3 date di trapianto. Nel corso del secondo ciclo si sono invece indagate 3 date di trasferimento (B-D e O non trasferite) e l'influenza di 3 tipi di pianta.

Lo stadio di differenziazione a fiore di ogni campionamento è stato ricavato come media della media dello stadio delle prime due corone di 10 piante. Il meristema/fiore primario della infiorescenza primaria è stato valutato utilizzando un ampliamento della scala proposta da Taylor *et al.* (1997) che va dallo stadio 1 (iniziazione a fiore) al 12 (fiore completamente formato), posto 0 l'apice vegetativo.

Lo morfogenesi è stata analizzata mediante la sommatoria termica basata sulle GDH (Growing Degree Hours) 4,5-28, modifica lineare di un modello proposto da Anderson and Richardson (1987). Il modello è stato adattato alla fragola usando una temperatura minima cardinale di 4,5°C ed una massima cardinale di 28°C. La relazione finale è:

$$GDH = \sum T_{mdH} - 4,5$$

dove T_{mdH} è la temperatura media oraria con $4,5^{\circ}\text{C} \leq T_{mdH} \leq 28^{\circ}\text{C}$, e il punto zero della sommatoria in GDH è lo stadio 1 della scala, perciò fissato come valore dell'intercetta delle curve di regressione usate. L'iniziazione a fiore è stata ricavata dall'interpolazione lineare tra i giorni in cui è stato misurato uno stadio precedente e uno successivo.

Le prestazioni del modello fenologico sono state espresse nei termini degli indicatori statistici Errore Assoluto Medio (MAE) (Willmott and Matsuura, 2005), Coefficiente di Massa Residua (CRM), Efficienza della Modellazione (EF) (Loague and Green, 1991) e R^2 .

Risultati e Discussione

Entrambe le variabili agronomiche utilizzate, data di trapianto e tipologia di pianta, hanno influenzato il momento di iniziazione a fiore, con valori anche notevolmente differenti fra le tesi. Questa diversità iniziale non si ripercuote sull'andamento delle curve di differenziazione di queste variabili, espresse in funzione delle GDH. Tali curve non vengono influenzate nemmeno dagli spostamenti delle piante nei diversi ambienti (Fig. 1). Solamente la tesi non trasferita (O) si discosta dalle altre: ciò è imputabile al fatto che il massimo valore accumulato in GDH è antecedente al punto in cui si avverte il cambiamento di pendenza delle altre curve (8000 GDH).

Se ne evince pertanto che il processo segue un andamento univoco determinato dalle condizioni climatiche, principalmente termiche. Unendo tutti i dati in un'unica serie si ottiene la curva di interpolazione descritta dall'equazione:

$$MFS = -6,16 \cdot 10^{-8} GDH^2 + 1,4343 \cdot 10^{-3} GDH + 1$$

dove MFS rappresenta lo stadio medio di differenziazione a fiore. Le performance del modello sono riportate in Tab. 1.

Tab. 1 - Prestazioni del modello. n= numero di campioni.

Tab. 1 - Model performances. n= number of samples.

MAE	EF	R ²	CRM	n
0,28	0,96	0,98	0,00	83

Conclusioni

Il modello consente di ricostruire l'evoluzione del processo di differenziazione a fiore fino al momento di iniziazione, la cui conoscenza è utile negli studi sull'induzione a fiore. Come si è evidenziato nella prova e come è riportato in letteratura, l'iniziazione è influenzata da variabili agronomiche e influisce sull'architettura della pianta e sulla sua funzionalità (Faedi, 2010), ma non sull'andamento termico del processo. Dopo aver individuato un punto iniziale, il modello permette di calcolare lo stadio fenologico delle piante in funzione delle temperature senza un continuo utilizzo di tecniche distruttive come il flower mapping.

Bibliografia

Anderson J.L., Richardson E.A., 1987. The Utah chill unit/flower bud phenology models for deciduous fruit: their implication for production in subtropical areas. *Acta Hort.*, 199:45-50.

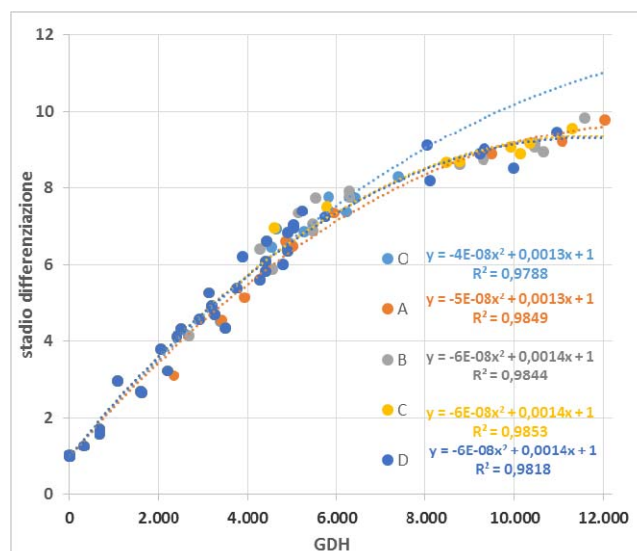


Fig.1 – Curve di interpolazione GDH - stadio di differenziazione a fiore. Le lettere indicano i diversi trasferimenti ambientali, O = nessun trasferimento.

Fig.1 - GDH – flower differentiation stage interpolation curves. Diverse letters mean different environmental transfers, O = no transfer.

Aounallah M.K., Sahli A., Mehri H., Bettaib T., Jebari, A. Tissaoui T., Ben Salem H., 2009. Flower development and heat requirement of cactus pear (*Opuntia ficus-indica* (Mill.) L.) cv. gialla growing under Tunisian conditions. *Acta Hort.*, 811:275-280.

Faedi W. (ed) 2010. La fragola. Ed. Script, Bologna, pp548.

Halevy A.H. (ed), 1985. Handbook of flowering, vol 1-5. CRC, Boca Raton, Florida.

Loague K.M., Green R.E., 1991. Statistical and graphical methods for evaluating solute transport models: overview and application. *J. Contam. Hydrol.*, 7:51-73.

Savini G., Neri D., Mercadante L., Molari G., Magnani D., Capriolo G., 2006. Meristem analysis on strawberry plants during propagation and production. *Acta Hort.*, 708:237-240.

Savini G., Martinatti P., Vinante P., Bertoldi M., Erspan G., 2007. Analisi architetturale di fragole allevate in trayplants 'cv Elsanta' in differenti condizioni di crescita. VIII Giornate Scientifiche SOI, Sassari, 8-12 maggio 2007.

Taylor D.R., Atkey P.T., Wickenden M.F., Crisp C.M., 1997. A morphological study of flower initiation and development in strawberry (*Fragaria x ananassa*) using cryo-scanning electron microscopy. *Ann. Appl. Biol.*, 130:141-152.

Willmott C.J., Matsuura K., 2005. Advantages of the mean absolute error (MAE) over the root mean square error (RMSE) in assessing average model performance. *Clim. Res.*, 30:79-82.

Zucchi P., Martinatti P., Brentegani M., Giongo L., 2012. Mobilità dell'impianto di fragola per aumentare la produttività della coltura programmata fuori suolo in Trentino. *Rivista di frutticoltura e di ortofloricoltura*, 74(12):46-53.

AGROMETEOROLOGICAL DECISION SUPPORT SYSTEMS FOR VITICULTURE

SISTEMI AGROMETEOROLOGICI DI SUPPORTO ALLE DECISIONI IN VITICOLTURA

Gabriele Cola^{1*}, Massimo Compagnoni², Luigi Mariani³, Simone G. Parisi¹

¹ Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali – Università degli Studi di Milano, via Celoria 2, Milano (MI)

² Politecnico di Milano – Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Piazzale Leonardo Da Vinci 32, Milano (MI)

³ Museo Lombardo di Storia dell'Agricoltura

*gabriele.col@unimi.it

Abstract

According to a mechanistic modeling approach, atmospheric and soil variables can be seen as fundamental driving variables for grapevine growth, development and production. This point of view highlights the wide set of operational products crucial to exploit quantity and quality of viticultural production summarized in this work.

Parole chiave

Viticultura, zonazione, modelli viticoli, gestione del vigneto

Keywords

Viticulture, zoning, viticultural models, vine management

Overview

The production model of *Vitis vinifera* L. summarized in figure 1 shows in a synthetic way the relations of grapevine with weather variables (global solar radiation, temperature, precipitation, relative humidity, wind) which are among the main driving variables of its development and production. These driving variables exert a key action also on the cycles of water, nutrients and organic matter. Additionally, a deep knowledge of the pedological environment (e.g. soil profile, texture, structure) is of paramount importance to obtain a realistic description of the viticultural agro-ecosystem.

Table 1 resumes how information about atmospheric driving variables are useful for a lot of strategic and tactical decisions in the context of viticultural activity.

All the information retrieved should be integrated in a Geographical Information System database in order to facilitate its use from single vineyard to all the different territorial scales.

Viticultural zoning

Viticultural systems show a great plasticity as resulting from genetics (grape variety, rootstock), training systems (that are the result of a long evolution), management (pruning, leaf removal, canopy and soil management, etc.) and wine technology (oenological models). As a consequence, the factors of viticultural suitability change from place to place and high aptitude can be found in very different areas. More specifically for the Euro-Mediterranean, high aptitude is for example expressed in the Northernmost and Southernmost areas (e.g.: Champagne and Tunisia) or in Westernmost and Easternmost ones (e.g.: Portugal and Georgia).

One of the main consequences of the abovementioned plasticity is the effectiveness of the reaction of viticulture to

variability in weather conditions and climate change. More in detail weather variability along the cultural cycle can be counteracted by changes in management practices (pruning, leaf removal, etc.) and/or in winemaking processes while adaptation to climate change can be made through changes in the whole set of variables of the viticultural and oenological model (variety, rootstock, planting design, etc.).

The quantitative evaluation of the vocation to viticulture (viticultural zoning) should be based on the analysis of a wide range of elements such as agro-climate, pedology, plant phenology and physiology, traits of intermediate/final products, varieties, training systems, management practices, oenological models, economical aspects, social aspects (growers and consumers) and local wine-history. As a consequence, the definition of viticultural aptitude needs an integrated approach, involving different types of knowledge, aimed to define the best viticultural/oenological model on the base of the following four main steps:

- 1) general characterization of soil (pedological analysis) and climate (static and dynamic climatology)
- 2) analysis of agroclimatic resources like solar radiation, thermal resources (e.g.: growing degree days, normal heat hours) and water resources (basic fields are evapotranspiration, precipitation and so on)
- 3) analysis of agroclimatic and pedological limitations (e.g.: under-optimal and above-optimal heat hours, water and nutrient limitations, soil limitations to root deepening, etc.):
- 4) Analysis of multi-year time series of biological observations seen in their relation with climatic and pedological features. Biological observations should come from representative vineyards and can be referred to aspects like crop phenology, maturity curves (sugar, acidity,

phenols), maturity degree (technological and phenolic maturity), yield, vigour, grape and wine assays.

Real-time products for vineyard management

Data of the last year should be collected in order to analyse the effect of the current year on a terroir with a viticultural aptitude defined with the viticultural zoning. This approach is interesting in order to address a given harvested product towards the most suitable oenological use.

Real time models of crop production (Cola et al., 2013), phenology (Mariani et al., 2013), Integrated Pest Management (Rossi et al. 2014), water balance (Mariani et al., 2014) can be adopted non only to follow the evolution of the product but also to optimize management practices.

Forecast products for programming of field activities

Short and medium term numerical weather forecast can feed real time models in order to project models outputs in the forthcoming future, allowing to program field activities (management of canopy, pests and diseases, water, nutrients, etc.). This leads to a rationale use of resources, abandoning approaches based on static calendars (Rossi et al., 2014). Moreover, comparison with past years can be useful for a timely understanding of the peculiar traits of the current season.

Long range scenarios

Models fed by climatological data (mean and extreme values) or by long term forecasts allow to give a long range overview on the progress of the season (Mariani et al., 2014). However, due to the strong uncertainty of such kind of approach, it is hard to program management practices based on this kind of information.

Tab.1 – Categorie di prodotti agrometeorologici a supporto della viticoltura

Tab.1 – Categories of agrometeorological products useful in viticulture

Category	Temporal range	Basic data
Viticultural zoning	Soil data. Long time series of weather and biological data	Last 20-30 years
Real-time products for vineyard management (canopy, pests, nutrients, water, etc.)	Recent meteorological and biological data (until today)	Current year
Forecast products for programming of field activities (e.g.: soil works, treatments, harvest).	NWP models (now-casting, short/medium range forecast)	Up to 15 days in the future.
Long range scenarios (crop phenology, crop production, water balance, etc.)	CLINO, NWP models,	Up to the end of the crop season.

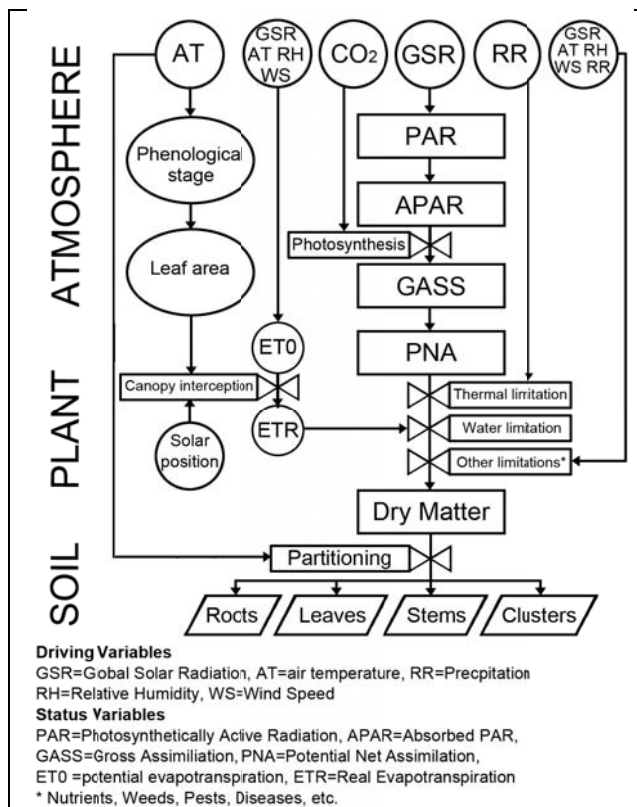


Fig. 1 – Production model scheme showing the importance of meteorological variables as drivers of viticultural production.

Fig.1 – Schema di modello di produzione. In evidenza le variabili meteorologiche che guidano la produzione viticola.

References

- Cola G, Mariani L, Salinari F, Civardi S, Bernizzoni F, Gatti M, Poni S., 2013. Description and testing of a weather-based model for predicting phenology, canopy development and source-sink balance in *Vitis vinifera* L. cv. Barbera. *Agricultural And Forest Meteorology*, vol. 184, p. 117-136
- Mariani L, Alilla R, Cola G, Dal Monte G, Epifani C, Puppi G, Failla O, 2013. IPHEN—a real-time network for phenological monitoring and modelling in Italy. *International Journal of Biometeorology* 57: 3 881-893
- Mariani L., Cola G., Parisi S., 2014. Agrometeorologia Viticola, analisi e previsioni, *L'Enologo*, n. 5, maggio 2014, 64-65.
- Rossi V., Salinari F., Poni S., Caffi T., Bettati T., 2014. Addressing the implementation problem in agricultural decision support systems: the example of vite.net. *Computers and Electronics in Agriculture*. 100, 88-99.

A PROCEDURE FOR THE QUALITY CONTROL OF SURFACE RADIATION DATA

PROCEDURE PER IL CONTROLLO DI QUALITÀ DI DATI DI RADIAZIONE AL SUOLO

Lavinia Laiti^{1*}, Lorenzo Giovannini¹, Luca Panziera², Daniele Andreis³, Fabio Zottele³, Gianni Toller³, Dino Zardi¹

¹ Atmospheric Physics Group, Department of Civil, Environmental and Mechanical Engineering, University of Trento, Trento - Italy

² MeteoSwiss, Locarno Monti - Switzerland

³ Geographic Information System Unit, Technology Transfer Center, Edmund Mach Foundation, San Michele all'Adige - Italy

* lavinia.laiti@unitn.it

Abstract

The accurate measurement of the solar radiation available at the Earth's surface is very important for agricultural applications. It is particularly challenging in mountainous areas, where orographic effects increase the spatial and temporal variability of radiation. State-of-the-art algorithms for the quality control of hourly observations of solar radiation are presented. The criteria are based on physical limits, temporal variability/persistence and spatial consistency of the data. The outcomes of the application of the quality control procedure to global irradiation observations collected at the radiometric stations of the Trentino region (Italian Alps) during the years 1987-2014 are reported, together with some examples of common instrumental, installation- and/or maintenance-related errors.

Keywords

Solar radiation, ground observations, quality control, complex terrain, Alpine region.

Parole chiave

Radiazione solare, osservazioni al suolo, controllo di qualità, terreno complesso, regione Alpina.

Introduction

The accurate measurement of the solar radiation available at the ground is essential to a wide number of agricultural, hydrological and energy applications. In particular, the temporal and spatial variability of solar radiation in mountainous regions is higher than over flat terrain, as an effect of the complex orography and typical weather phenomena. In general, ground-based observations of solar radiation are prone to multiple errors. They may be caused by sensor failures, wrong installation or calibration, or external factors, like soiling of the pyranometer's dome by dust, or its shadowing (e.g. by trees or buildings). Indeed, the quality control (QC) of radiometric observations is mandatory to exclude erroneous and/or suspicious data (WMO, 2008), and even more important in mountainous regions, where operational conditions are typically rather harsh. Commonly applied QCs include tests based on lower/upper threshold values, inferred from solar radiation models or from the data themselves (i.e. based on long-term statistics or on data from neighboring stations). A set of QC criteria applied to the hourly radiation data collected at the radiometric stations of Trentino (in the Italian Alps) is presented (see Laiti *et al.*, 2014). The quality tests are chosen among those proposed in the literature, e.g. by Younes *et al.* (2005) and Journée and Bertrand (2011), and partially modified to meet the specific characteristics of the present dataset (i.e. complex terrain related features).

Materials and Methods

The study area is the Trentino region (Italian Alps), which is almost entirely mountainous. It has a very dense network

of radiometers (104 stations active in 2012), preferentially installed at the floor of the largest valleys. The stations are managed by the meteorological office of the Autonomous Province of Trento (Meteotrentino; 26 stations), the E. Mach Foundation (77 stations) and the University of Trento (one station). First-class Kipp&Zonen CM6B thermopile pyranometers and second-class Davis, MTX and Metex silicon-cell pyranometers, are installed. Hourly data of global horizontal irradiation (G) are available for the years 1987-2014.

Physical threshold tests. For daytime observations it is checked that $0 < G < E$ and $0 < G < 1.1 \cdot G_c$. The European Solar Radiation Atlas model (Remund and Page, 2002) was used for the computation of hourly values of E (extraterrestrial radiation), G_c (clear-sky global radiation) and sunrise/sunset times, while the times of start/cessation of direct radiation (determined by local orography) were retrieved thanks to the *r.horizon* module of GRASS GIS (GRASS, 2015). For observations collected between astronomical and orographic sunrise (sunset) times, when only diffuse radiation D is measured, specific limits were also set, i.e. $0 < G < D_{MAX}$ ($D_{MAX} = 572 \cdot h$, where h is solar elevation in radians). Moreover, $\sum_i G_i > 0.03 \cdot \sum_i E_i$ must also hold on daily basis ($i = 1$ to 24).

Step test. Unphysical jumps between observations taken at the i^{th} and the $(i-1)^{\text{th}}$ hour are identified as follows:

$$\left| \frac{G_i}{E_i} - \frac{G_{i-1}}{E_{i-1}} \right| < 0.75$$

Persistence test. The test checks the temporal variability of observations between orographic sunrise and sunset times.

For the daily mean μ and standard deviation σ of diurnal observations this expression must be satisfied:

$$\frac{1}{8} \cdot \mu \left(\frac{G}{E} \right) \leq \sigma \left(\frac{G}{E} \right) \leq 0.35.$$

Spatial consistency test. For each station the daily totals of G are estimated by inverse-distance interpolation of observations from the nearest stations with similar elevation and/or exposure. Then upper limits are applied to the difference between measured and estimated values, based on fixed proportions (50, 100 or 200%) of the mean bias over the stations involved in the interpolation.

Associated with the above tests, specific error codes were assigned to the single hourly records, together with final quality codes, namely 0 = valid data, 1 = suspicious data, 2 = erroneous data.

Results and Discussion

For some stations the number of available data is strongly reduced after the QCs, causing a few time series to be entirely rejected. This reveals that difficulties and costs associated with the maintenance of a dense radiometric network, combined with the harsh operational conditions typical of mountainous sites, may lead to measurements of inadequate quality. Two examples of issues commonly detected in the analysed time series are provided in Figs. 1 and 2. Volano station suffers from shadowing by a recently grown tree or a recently erected building, which causes a recurrent dip in the data during the late morning hours (between 10:00 and 12:00 LST). This error, particularly evident on clear-sky days, is detected thanks to the step test (see Fig. 1). On the other hand, many winter days of the time series recorded at Monte Bondone present anomalously small (i.e. almost null) and steady radiation data (Fig. 2). This problem is associated with unremoved snow presence over the dome of the pyranometer, and is identified thanks to the temporal persistence test, as well as to the application of a lower threshold to the daily totals of G (equal to the 3% of the daily extraterrestrial irradiation). Finally, concerning the spatial consistency test, the morphological complexity of Trentino sometimes hinders the possibility of finding neighbouring stations characterized by elevation and exposure conditions comparable to those of the station of interest. On the other

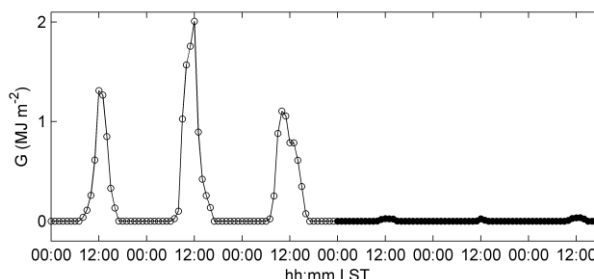


Fig.2 – Monte Bondone station: as in Fig.1, but for tests based on physical limits and persistence.

Fig.2 – Stazione di Monte Bondone: come in Fig. 1, ma per i test basati sui limiti fisici e sulla persistenza temporale.

hand, this test often also facilitates the identification of inhomogeneities in the time series.

Conclusions

This contribution describes the tests implemented for the QC of hourly global radiation data, collected in the mountainous region of Trentino (Italian Alps). The outcomes of the QC procedure highlight that part of the data does not have a sufficiently good quality, often due to the additional difficulties and costs associated with the maintenance of meteorological stations in mountainous areas. According to the QC results shown, the application of quality tests appears an essential preliminary step to ensure the quality of the radiation measurements and of eventual further analyses.

Notice that the validated solar radiation dataset presented here forms the basis for a high-resolution solar atlas of Trentino, produced by the geostatistical interpolation of ground-based observations.

Acknowledgments

The authors acknowledge Meteotrentino and the E. Mach Foundation for kindly providing the data.

References

- GRASS, 2015. <http://grass.osgeo.org/>
- Journée M., Bertrand C., 2011. Quality control of solar radiation data within the RMIB sola measurements network. *Solar Energy*, 85: 72-86.
- Laiti L., Andreis D., Zottele F., Giovannini L., Panziera L., Toller G., Zardi D., 2014. A Solar Atlas for the Trentino Region in the Alps: Quality Control of Surface Radiation Data. *Energy Procedia*, 59: 336-343.
- Remund, J., Page, J., 2002. Advanced parameters. Chain of algorithms. Part I: shortwave radiation. Report to the European Commission, SoDa project IST-1999-12245, 13 pp.
- WMO, 2008. Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation (WMO-No. 8). 7th ed., WMO, Geneva, Switzerland.
- Younes S., Claywell R., Muneer T., 2005. Quality control of solar radiation data: present status and proposed new approaches. *Energy*, 30: 1533-1549.

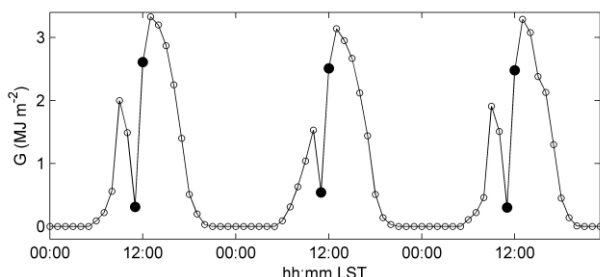


Fig.1 – Volano station: empty dots are valid observations, black dots are erroneous data according to the step test.

Fig.1 – Stazione di Volano: i cerchi vuoti sono osservazioni valide, i cerchi neri sono dati errati secondo lo step test.

webGRAS: UN'APPLICAZIONE WEB PER LA STIMA DELLA QUALITÀ POTENZIALE DEL FORAGGIO

webGRAS: A WEB APPLICATION TO ESTIMATE THE POTENTIAL FORAGE QUALITY

Giuseppe Romano¹, Andreas Schaumberger², Arnold Bodner¹, Giovanni Peratoner^{1*}

¹ Centro di Ricerca Agraria e Forestale Laimburg, Vadena, 39040 Ora (BZ)

² Agricultural Research and Education Centre Raumberg-Gumpenstein, 8952 Irdning, Austria

* giovanni.peratoner@provinz.bz.it

Abstract

The aim of the webGRAS project is to develop a user-friendly web application to estimate forage quality at the first cut in permanent meadows in South Tyrol, Italy. A large data set, including sequentially harvested forage samples from 2003 to 2013 at 35 experimental sites over a period of seven weeks starting from the pasture stage, was used to develop statistical models to estimate crude protein and net energy for lactation (NEL). Growing degree day sums computed in the time interval between shoot elongation and the time of harvest were the most relevant meteorological predictor variables for crude protein and NEL, whilst predictor variables describing precipitation and potential global radiation had a secondary role. The cross-validation established that the final model could estimate crude protein and NEL of forage with a satisfactory determination coefficient ($R^2=0.70$ and $R^2=0.66$ respectively). The statistical models will be implemented into a free accessible web-application.

Parole chiave

Prati stabili, somme di temperatura, qualità del foraggio, modello statistico, applicazione web

Keywords

Permanent meadows, growing degree day, forage quality, statistical model, web application

Introduzione

La valutazione della qualità del foraggio è fondamentale per gli agricoltori del settore zootecnico per poter assemblare una razione alimentare adatta alle esigenze nutritive dei ruminanti e coerente con gli obiettivi produttivi aziendali. Il momento di raccolta del foraggio, soprattutto al primo taglio, influenza fortemente la composizione chimica del foraggio. La proteina grezza e l'energia netta di lattazione (NEL) sono importanti criteri di valutazione della qualità del foraggio, il cui valore potenziale può essere stimato sulla base dello stadio fenologico e della composizione botanica in termini di gruppi funzionali mediante adeguate tabelle (RAP, 1999). Lo scopo del progetto webGRAS è lo sviluppo di un'applicazione web per la stima on-line della qualità potenziale del foraggio nei prati stabili della Provincia di Bolzano al primo taglio sulla base di variabili meteorologiche, botaniche e gestionali.

Materiali e Metodi

Dati utili a descrivere l'andamento della qualità del foraggio dei prati stabili sono stati raccolti dal 2003 al 2014 in 35 siti sperimentali ubicati in Alto Adige a quote comprese tra 667 e 1.593 m e comprensivi di una vasta gamma di condizioni climatiche e pratiche di gestione. Il campionamento è stato effettuato in maniera sequenziale raccogliendo i campioni di foraggio settimanalmente per un periodo di sette settimane a partire dallo stadio fenologico di levata, definito come lo stadio in cui l'erba aveva raggiunto 15 cm di altezza. Proteina grezza e NEL sono stati analizzati chimicamente in laboratorio previo

essiccamento a 60°C. Per lo sviluppo dei modelli statistici, le seguenti variabili predittive di tipo meteorologico/climatico, calcolate tra lo stadio di levata e il momento di raccolta, sono state incluse nel modello: 1) somme di temperatura sulla base delle temperature (2 m) osservate nelle stazioni meteo della Provincia di Bolzano e spazialmente interpolate su base GIS ad una risoluzione di 250 m (Schaumberger, 2011); 2) somme di radiazione globale potenziale calcolata su base topografica ad una risoluzione di 100 m mediante il tool Solar Analyst di ArcGIS; 3) la somma e la media degli scarti giornalieri della precipitazione di stazioni meteo di riferimento rispetto alla media di lungo periodo (20 anni) all'interno di distretti pluviometrici omogenei, definiti mediante agglomerazione di bacini pluviografici identificati su base GIS, assegnati a cinque gruppi mediante classificazione delle stazioni meteo della Provincia di Bolzano ivi locate mediante cluster analysis delle somme mensili di precipitazione tra il 2001 e il 2013. Per la stima sono state inoltre impiegate altre variabili facenti riferimento alla gestione agronomica ed alle caratteristiche topografiche del prato. Il modello è stato sviluppato per passi successivi (stepwise forward) mediante un mixed model tenente conto della correlazione seriale delle misure ripetute in ogni sito sperimentale nello stesso anno e degli effetti random del sito sperimentale, dell'area di campionamento all'interno del sito sperimentale, dell'anno e dell'interazione tra anno e sito sperimentale, e impiegando il criterio informativo di Aikake (AIC) come criterio di selezione. Infine, il modello ottenuto è stato validato mediante 5-fold cross-validation.

Risultati e Discussione

Le variabili in grado di migliorare maggiormente l'AIC sono risultate essere le somme di temperatura e la composizione botanica del prato in termini di gruppi funzionali (graminacee, leguminose, altre dicotiledoni), mentre miglioramenti quantitativamente poco rilevanti ma significativi sono stati osservati in seguito all'inclusione nel modello di interazioni di altre variabili con le somme di radiazione globale potenziale e con le variabili pluviometriche (Fig. 1). Si può osservare in generale una diminuzione marcata dell'AIC fino all'aggiunta della terza variabile predittiva. Al contrario, con il procedere dello sviluppo del modello, si nota una variazione trascurabile di AIC. Con ciò si conferma l'importanza dello stadio fenologico della vegetazione, il quale può essere descritto in termini di somme di temperatura (Bovolenta et al. 2008), e della composizione botanica del foraggio. La validazione del modello ha dato luogo ad un coefficiente di determinazione soddisfacente, con valori di 0.70 e 0.66 rispettivamente per la proteina grezza e per il NEL.

- Somme temperatura (2 indica il termine quadratico della polinomiale)
- Composizione botanica (gruppi funzionali)
- Interazioni con somma radiazione globale potenziale
- Interazioni con variabili pluviometriche

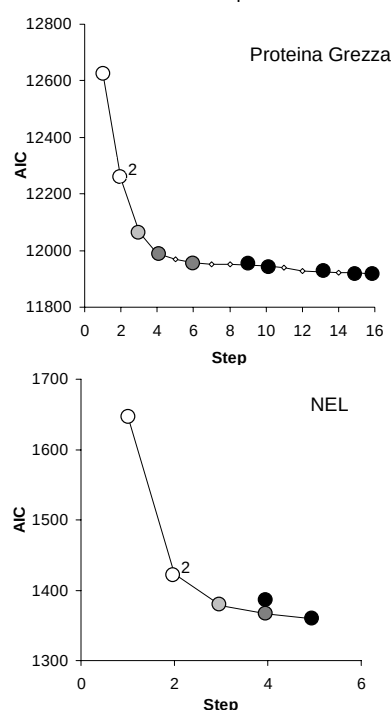


Figura 1 – Valori di AIC ottenuti durante lo sviluppo del modello mediante aggiunta step by step di una variabile per la stima di proteina grezza e NEL.

Figure 2 - AIC values during model development step by step forward selection to estimate crude protein and NEL.

Per consentire agli utenti finali (agricoltori, consulenti agricoli) un impiego pratico di queste informazioni, i modelli di stima della proteina grezza e del NEL, verranno integrati in un software di facile utilizzo ed accessibile

gratuitamente in rete (Figura 2). La stima avviene sulla base di alcune informazioni note all'utente (data in cui il prato ha raggiunto lo stadio di levata, data di raccolta, ubicazione cartografica del prato, informazioni sulla gestione agronomica e proprietà del suolo), mentre le altre informazioni, come ad esempio le caratteristiche topografiche o la caratterizzazione dell'andamento meteorologico, sono reperite in automatico dal software. Il software provvederà alla complessa fase di calcolo e fornirà all'utente un riepilogo dei valori di stima ottenuti per i diversi parametri qualitativi.

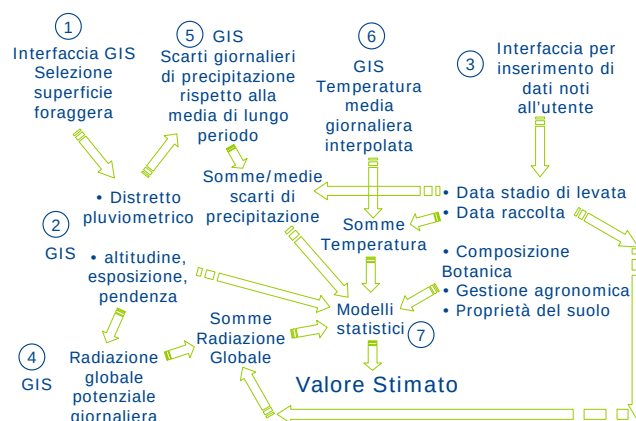


Figura 2 – Diagramma di flusso dell'applicazione web
Figure 2 – Workflow of the web application

Bibliografia

Bovolenta et al., 2008. Chemical composition and net energy content of alpine pasture species during the grazing season. *Animal Feed Science and Technology*, 140: 164–177.

RAP 1999. Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Wiederkäuer. 4. überarbeitete und erweiterte Auflage 1999. Landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale, Zollikofen.

Schaumberger, 2011. Räumliche Modelle zur Vegetations- und Ertragsdynamik im Wirtschaftsgrünland, Dissertation, Technische Universität Graz, Institut für Geoinformation, 264.

Ringraziamenti

Ringraziamo il Fondo Europeo di Sviluppo Regionale FESR 2007-2013 per il finanziamento del progetto webGRAS, l'Ufficio Idrografico della Provincia Autonoma di Bolzano per aver messo a disposizione i dati meteorologici e H.-P. Piepho per la consulenza statistica.

APPLICAZIONE DEL TELERILEVAMENTO SATELLITARE NELLA GESTIONE DEGLI INTERVENTI IRRIGUI IN AGRICOLTURA: IL CASO DI SAN VITTORE

APPLICATION OF SATELLITE REMOTE SENSING IN THE MANAGEMENT OF IRRIGATION OPERATIONS IN AGRICULTURE: THE CASE OF SAN VITTORE

Luca Domenico Sapia¹, Andrea Spisni¹, Vittorio Marletto¹, Giulia Villani², Gabriele Bitelli³, William Pratizzoli¹

¹ ARPA Emilia - Romagna – Servizio Idro Meteo Clima, viale Silvani 6, 40122, Bologna (BO)

² Università di Bologna – Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari (DipSA), viale Fanin 50, 40127, Bologna (BO)

³ Università di Bologna – Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali, v.le Risorgimento, 2, 40136 Bologna
lsapia@arpa.emr.it

Abstract

The knowledge of crop water requirements (CWR) is an essential information in the management of irrigation operations in agriculture, especially in arid and semi-arid regions where irrigation is the largest consumer of water.

Starting from observations made today by modern satellite sensors, in the regions of the visible and near infrared electromagnetic spectrum, it is possible to extract information on the status of crops and phenological characteristics of the canopy of vegetation that, combined with the use of agro-meteorological data, and following appropriate methodologies, allow to obtain maps of crop water requirements. In this study, two methods have been applied to evaluate CWR: the first (method K_c -NDVI) aims to assess the phenological state of the plants through the crop coefficient K_c , the second (analytical approach), instead, aims to recover the canopy biophysical variables of the vegetation, such as the albedo of the surface (r), the leaf area index (LAI) and the height of the crop (h_c).

Parole chiave

Telerilevamento, fabbisogno idrico delle colture, evapotraspirazione, metodo K_c -NDVI, approccio analitico

Keywords

Remote sensing, crop water requirements, evapotranspiration, method K_c -NDVI, analytical approach

Introduzione

L'interesse nella valutazione del fabbisogno idrico delle colture, attraverso l'uso del telerilevamento satellitare, si è sviluppato a partire dalla fine degli anni '80. Le ragioni che hanno spinto i ricercatori a muoversi in questa direzione sono da ricercare nella sempre maggiore difficoltà riscontrata nel reperire i dati a terra, necessari ad alimentare i modelli di simulazione idrologica. Tali modelli si basano sul calcolo del bilancio idrico delle colture per stabilire l'esatto momento di intervento irriguo e per valutare, in maniera precisa, i volumi d'acqua di irrigazione ottimali necessari per il raggiungimento delle migliori produzioni.

Sebbene la ricerca scientifica abbia individuato nel calcolo del bilancio idrico delle colture il metodo più preciso per migliorare l'efficienza dell'irrigazione, attraverso una corretta valutazione dei consumi idrici delle colture e delle modalità di intervento, rimane ancora oggi il problema della grande quantità di dati da ricercare come input per i modelli sopracitati. Specialmente, poi, quando le aree di indagine interessano ampie superfici come nel caso dei comprensori irrigui in cui, per di più, si aggiunge la complicazione rappresentata dall'elevata variabilità di colture e di suoli presenti (D'Urso e Palladino, 2007). Nell'ottica di un uso più razionale dell'acqua in agricoltura, le applicazioni ad oggi conosciute del telerilevamento satellitare fanno ben sperare e potrebbero portare, nel prossimo futuro, ad ottenere grandi risultati in termini di riduzione degli sprechi di un bene così prezioso.

Negli ultimi anni la crescente quantità di sensori disponibili per l'osservazione della Terra ha aumentato enormemente la possibilità di acquisizione di dati satellitari. Al giorno d'oggi, per giunta, le immagini satellitari sono distribuite via internet entro poche ore dal momento di acquisizione e possono quindi essere rapidamente trattate per ottenere prodotti finali da distribuire agli utenti in tempo quasi reale. Il presente lavoro pone l'attenzione su due differenti metodologie che consentono di generare mappe di fabbisogno idrico delle colture, grazie al contemporaneo utilizzo di immagini satellitari ad alta risoluzione, opportunamente elaborate e di dati meteorologici misurati a terra. Facendo convergere all'interno di un Sistema Informativo Geografico (GIS) mappe di fabbisogno idrico delle colture e dati vettoriali contenenti i confini del territorio, è oggi pensabile l'implementazione di sistemi di supporto all'irrigazione che siano in grado di produrre, per la singola azienda agricola o per il gestore delle risorse idriche, un *consiglio irriguo*, costituito dall'informazione quantitativa dei volumi d'acqua richiesti dalle colture presenti nelle parcelle monitorate.

Materiali e Metodi

Lo studio sui fabbisogni idrici delle colture è stato condotto su un'area test appartenente alla frazione di San Vittore nel comune di Cesena (FC), gestita dal Consorzio di Bonifica della Romagna. È stata valutata la variabilità spaziale e temporale del fabbisogno idrico, stimato a partire da dati

satellitari, per le seguenti specie colturali: bietola, erba medica, girasole, mais, sorgo, susino, albicocco, pero, pesco e vite. Il monitoraggio è stato eseguito all'interno di una finestra temporale che intercorre tra giugno e agosto dell'anno 2013, grazie all'acquisizione di cinque immagini satellitari multispettrali ad alta risoluzione del satellite Landsat 8.

L'obiettivo del lavoro è stato quello di verificare il livello di accuratezza raggiunto nella stima del fabbisogno idrico delle colture, in seguito all'applicazione delle due metodologie citate alle immagini satellitari acquisite.

La prima metodologia, denominata come *metodo K_c-NDVI*, utilizza una relazione lineare che lega l'indice vegetazionale NDVI al coefficiente culturale K_c:

$$K_c = 1.25 \cdot NDVI + 0.2$$

Il coefficiente culturale K_c, che ingloba e sintetizza al suo interno tutti gli effetti sull'evapotraspirazione legati alle caratteristiche morfo-fisiologiche delle diverse specie, alla fase fenologica e al grado di copertura del suolo, permette di ricavare, nota ET₀, l'evapotraspirazione delle colture sotto la disponibilità illimitata di acqua nel terreno (ET_c), per mezzo della seguente relazione:

$$ET_c = K_c \cdot ET_0$$

Il fabbisogno idrico delle colture (CWR) rappresenta la quantità di acqua necessaria a compensare la perdita idrica che si verifica per evapotraspirazione da un campo coltivato in condizioni standard. Dalla definizione, quindi, è evidente che CWR ed ET_c sono due termini rappresentativi dello stesso quantitativo d'acqua: il primo si riferisce alla quantità di acqua che è necessario fornire per compensare la perdita, il secondo rappresenta proprio la quantità d'acqua persa per evapotraspirazione, sempre nell'ipotesi di condizioni ottimali di acqua nel terreno.

La seconda metodologia prende il nome di *approccio analitico* e si basa sull'applicazione diretta della nota equazione di Penman-Monteith. Nella sua formulazione generale essa può essere così espressa:

$$ET_c = \frac{1}{\lambda} \cdot \frac{\Delta(R_{ns} - R_{nt} - G) + \rho_a c_p \frac{(e_s - e_a)}{r_a}}{\Delta + \gamma \left(1 + \frac{r_a}{r_c}\right)}$$

L'approccio analitico introduce all'interno dell'equazione una serie di parametri culturali che possono essere stimati dalle immagini satellitari: l'albedo r , l'indice di area fogliare LAI e l'altezza media del manto vegetale h_c . Tali parametri intervengono nel calcolo della radiazione netta ad onde corte R_{ns} e delle resistenze r_c ed r_a secondo le seguenti relazioni (Akdim *et al.*, 2014):

$$R_{ns} = (1 - r) \cdot R_s$$

$$r_{a,mod} = \frac{100}{0.5 \cdot LAI}$$

$$r_c = \frac{\ln\left(\frac{z_u - \frac{2}{3}h_c}{0.123h_c}\right) \ln\left(\frac{z_h - \frac{2}{3}h_c}{0.0123h_c}\right)}{0.168u_z}$$

Per ciascuna specie colturale, i valori di CWR ottenuti dalle immagini sono stati validati confrontandoli con i corrispettivi valori provenienti da un modello matematico per la simulazione del bilancio idrico dei suoli agricoli sviluppato presso ARPA-SIMC: il modello Criterias (Marletto *et al.*, 2007).

Risultati e Discussione

Confrontando i valori di CWR estratti dalle immagini e quelli provenienti dal modello si è visto che la variabile ET_c stimata grazie all'applicazione delle due metodologie ai dati satellitari presenta un andamento simile e, nella maggior parte dei casi, approssima il valore fornito dal modello con un ottimo livello di accuratezza.

Il metodo K_c-NDVI fornisce, in generale, valori di ET_c più accurati rispetto a quelli ottenuti con l'approccio analitico. Entrambi i metodi restituiscono valori di ET_c più veritieri per le colture arboree, rispetto alle colture erbacee.

I problemi di maggiore entità, verificatisi in corrispondenza di alcuni campi di erba medica, sono legati alla saturazione degli indici vegetazionali coinvolti nelle due metodologie.

Conclusioni

Lo studio condotto sui terreni agricoli dell'area di San Vittore ha confermato che il fabbisogno idrico delle colture (CWR) può essere stimato con un'accuratezza soddisfacente utilizzando due algoritmi semi-empirici, che sfruttano immagini satellitari multispettrali e che non richiedono una preventiva classificazione delle colture.

Mettendo a confronto i risultati ottenuti dall'applicazione di entrambe le metodologie con i valori provenienti dal modello Criterias, si può concludere che il metodo K_c-NDVI e l'approccio analitico forniscono valori medi di ET_c piuttosto simili tra loro e altresì coerenti con quelli provenienti dal modello. Il metodo K_c-NDVI risulta però più semplice ed immediato rispetto all'approccio analitico ed in più produce risultati leggermente più accurati, grazie ad una minor sensibilità dell'indice vegetazionale NDVI all'effetto di saturazione dei pixel. Entrambi i metodi sono comunque rapidamente e facilmente applicabili a grandi insiemi di dati e, per questo, risultano particolarmente adatti allo sviluppo di applicazioni operative in tempo reale per la gestione delle risorse irrigue.

Bibliografia

- Akdim N., Alfieri S. M., Habib A., Choukri A., Cheruiyot E., Labbassi K., Menenti M., 2014. Monitoring of irrigation schemes by remote sensing: phenology versus retrieval of biophysical variables. *Remote Sens.*, 6: 5815-5851.
- D'Urso G., Palladino M., 2007. L'impiego di sensori ottici satellitari per la stima dei fabbisogni irrigui. *Atti Progetto AQUATER*: 101-110.
- Marletto V., Ventura F., Fontana G., Tomei F., 2007. Wheat growth simulation and yield prediction with seasonal forecasts and a numerical model. *Agric. For. Meteorol.* 147:71-79.

CONFRONTO TRA 3 SCHERMATURE PER TERMOMETRO

TESTING 3 THERMOMETER SHIELD PERFORMANCE

Giambattista Toller^{1*}, Stefano Corradini¹

¹ ENTE– Fondazione Edmund Mach (FEM), via E. Mach 1, 38010, San Michele all'Adige (Trento)

* giambattista.toller@fmach.it

Abstract

We present the results of a field comparison between a commercial passive shield for a Pt100 thermometric sensor and three modifications for the same shield. The purpose of the test was to verify the possibility of reducing the thermal effect of solar radiation on the overlapped screen rings. The first modification was the removal of the first ring under the top cover, leaving a wider air passage. The second modification replaced the cover with a flat metal disk and the third lengthened the metal cover diagonally on the south side. The thermometers were mounted on a horizontal bar with EW direction and connected with a data-logger recording mean, minimum and maximum temperature every 15 minutes. The field trial lasted from March 1, 2013 to July 31, 2014, and showed incremental, usually pejorative, effects from the first to the third modification.

Parole chiave

Termometro, schermatura

Keywords

Thermometer, shield, screen

Introduzione

Nella misura della temperatura dell'aria in campo, il miglior modo per ridurre gli errori dovuti alla radiazione solare incidente sul sensore è la ventilazione forzata (1). Dove questa non è possibile, si inseriscono i sensori in un adatto schermo radiativo spesso conformato a "persiana". In questa prova sono stati valutati gli effetti di alcune modifiche effettuate su uno schermo commerciale con la finalità di migliorarne le prestazioni.



Fig.1 – Aspetto e disposizione degli schermi passivi.

Fig.1 – Shape and arrangement of the passive screens.

Materiali e Metodi

Lo schermo originale è quello fornito dalla Ditta produttrice (2), con il proprio sensore di temperatura e umidità relativa mod. TU9823B: 12 anelli coassiali con dist. 15.8 mm, stampati in plastica bianca, con diam. ext. 122 mm, diam. int. 38 mm, più un disco di copertura con stessa forma ma senza foro.

Modifica 1 (distanziato): è stato tolto l'anello forato adiacente al coperchio. Modifica 2 (disco): il coperchio originale è stato sostituito con un disco metallico pitturato di bianco. Modifica 3 (inclinato): tolto il più alto anello forato, il coperchio è stato sostituito da una lamiera metallica sagomata in modo da prolungarsi diagonalmente verso il basso in direzione sud. I 4 schermi sono stati fissati ad una barra orizzontale posta in direzione E-W. L'altezza da terra della base degli schermi era di 1.2 m (Fig.1). I termometri Pt100, integrati dal produttore (3) in un'unica sonda che misura anche l'umidità relativa (mod. hmp45D), erano letti ogni 15 min da un data-logger (4) mod. TMF500.

Il confronto tra schermi è stato eseguito a Mezzolombardo (TN) presso la stazione della rete agro-meteo della Fondazione Edmund Mach, che ha fornito i valori di temperatura, umidità relativa, radiazione, vento e precipitazione usati per l'interpretazione dei dati.

Per la prova si è considerato il periodo dal 1 marzo 2013 al 28 febbraio 2014.

Risultati e Discussione

Le differenze tra i valori delle 3 serie di dati provenienti da schermi modificati ed il corrispondente dello schermo originale sono in Fig. 2. Le 3 modifiche hanno mostrato deviazioni crescenti rispetto al test, ma limitatamente alle ore in cui c'è irraggiamento solare.

Conclusioni

Dal test è emerso che tutte e tre le modifiche hanno avuto provocato rispetto al test un aumento dell'errore causato dall'irraggiamento, consigliando dunque di non eseguire con leggerezza manomissioni.

Bibliografia e riferimenti WEB

1) https://www.wmo.int/pages/prog/gcos/documents/gruammanuals/CIMO/CIMO_Guide-7th_Edition-2008.pdf

2) <http://www.siapmicros.com/>

3) <http://www.vaisala.com>

4) <http://www.nesasrl.eu/>

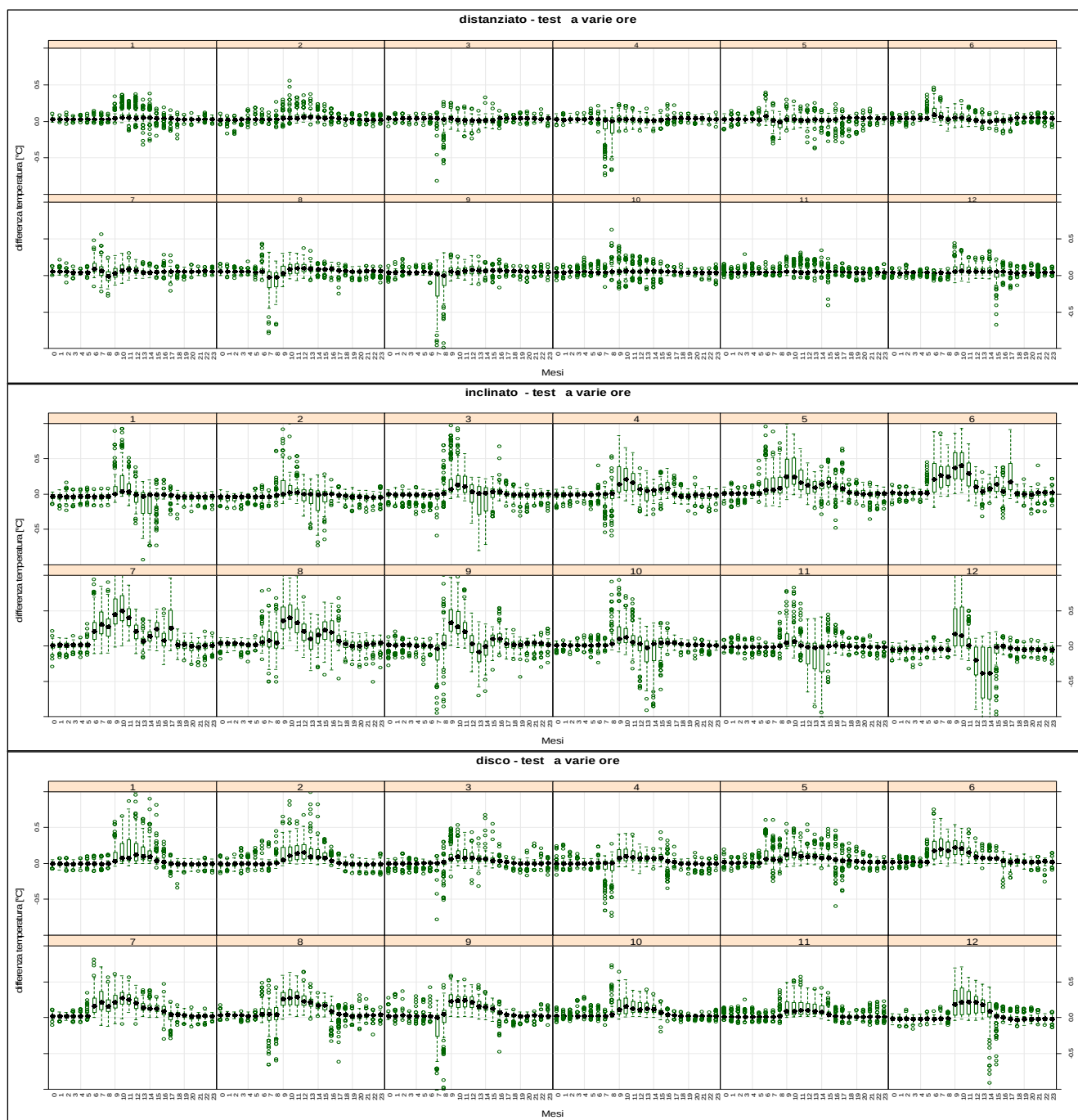


Fig.2 – Differenze di temperatura (distanziato-test), (disco-test), (inclinato-test) vs. mese vs. ora.

Fig.2 – Temperature differences (spaced-test), (disk-test), (inclined-test) vs. month vs. hour.

A TOOL FOR FORECASTING BERRY RIPENING OF THE SANGIOVESE VARIETY

UNO STRUMENTO PER LA PREVISIONE DI MATURAZIONE DELLA BACCA DEL VITIGNO SANGIOVESE

Antonio Volta^{1,2*}, Paola Tessarin¹, Giulia Villani^{2,3}, Adamo Domenico Rombolà¹, Mario Rega⁴, Benjamin Bois⁴, Vittorio Marletto²

¹ Dipartimento di Scienze Agrarie, Università di Bologna, viale Fanin 44, 40127 Bologna (Italy)

² Servizio Idro-Meteo-Clima, ARPA-ER, viale Silvani 6, 40122 Bologna (Italy)

³ Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari, viale Fanin 50, 40127 Bologna (Italy)

⁴ Centre de Recherches de Climatologie, UMR 6282 Biogéosciences CNRS - Université de Bourgogne, 6 boulevard Gabriel, 21000 Dijon, France

* avolta@arpa.emr.it

Abstract

The Sangiovese di Romagna wines are considered in recent years interesting for their quality and for their rising demand. In this work we present an algorithm based on simple agrometeorological data in order to support wine growers for quality productions. The algorithm enables to assess at veraison the maximum reachable sugar concentration. Moreover, if fed by weather forecasts, through a mathematical model we are able to estimate the time course of berry ripening. Here we test our methodology with field data collected in a vineyard located in Tebano within the Emilia-Romagna region.

Keywords

grapevine, plant modelling, sugar concentration, berry ripening

Parole chiave

vite; modellistica della pianta; concentrazione zuccherina; maturazione della bacca

Introduction

Global warming is changing the management in the whole agricultural sector. Seasons, from the weather point of view, are much more variable than in the past decades and extreme events are more frequent. Thus, this brings to outstanding differences in the grapevine development and growth, rising uncertainty on agronomic scheduling and on harvest quality. On the other hand, models are a helpful tool for monitoring and forecasting the behaviour of plants, avoiding several field observations. In this work it is simulated berry ripening in terms of sugar concentration whose we assess the maximal value already at veraison and we provide the time course from veraison onwards. The model is here tested by means of 2 years field data collected in a Sangiovese vineyard located in Tebano (Faenza, Italy).

Materials and Methods

The berry ripening model is thought to be simple and easily usable, having a few parameters to be calibrated. The daily weather variables which feed the model are maximum temperature, minimum temperature and global radiation. The idea is to assess the maximum reachable soluble solids concentration at veraison by analyzing the cumulated global radiation from 400 °D (calculated with null base temperature) after full flowering to veraison. Afterwards the time course of berry ripening is calculated through the conversion of the Force state (Caffarra and Eccel, 2010) into sugar concentration expressed in Brix degrees. This conversion is given by a third polynomial equation. Computation of the Force state was slightly different from

the original in the range of mean daily temperature lower than 18 °C in order to avoid a delay in ripening, as shown in Bois et al., 2014. Calibration was performed using the year 2013, whereas 2014 was used as validation year. The weather data come from a weather station located in Tebano (lat. 44°17', lon. 11°50'). The field data have been collected in a mature organic vineyard of cv. Sangiovese (clone FEDIT 30 ESAVE), *Vitis vinifera* L., grafted on Kober 5BB, trained to cordon de Royat training system (VSP). The vineyard is located in Tebano (Faenza, RA), Italy (44°17'7" N, 11°52'59"E, 117 m a.s.l.), in a medium hill slope, with South-East/North-West and downhill oriented rows. Vines were spaced 2.8 m x 1.0 m (intra- and interrow), 3,571 plants ha⁻¹. Starting in 2007, the vineyard was managed as organic in accordance with Reg. EC 834/2007 (EC., 2007). Since 2007, no irrigation water has been supplied and no fertilizers have been provided.

Phenological and ripening data were collected throughout the summer in both years 2013 and 2014.

Results and Discussion

In Table 1 we list the phenological dates recorded in the last two growing seasons, the comparison between the phenological dates show that spring 2013 was colder with respect to spring 2014. This brought to a delay of about one week up to the beginning of veraison.

In Fig. 1 we show the trend of cumulated global radiation from 15/06 until the end of July, i.e. the period of the year used by the model to assess the maximal sugar concentration and it could be seen that the difference is

about 200 MJ m⁻². The conversion factor to estimate the maximal sugar concentration for Sangiovese is 0.019 (°Bx m² MJ⁻¹). This means that for the two season it was expected a difference of about 200 x 0.019 = 4° Bx.

In Fig. 2 we show the ripening curves of both years. The lines represent the simulation outputs which are compared with field observations, represented by three replicates of the field experiment. Simulations are in good agreement with field data in most of cases. In 2014 we notice the highest discrepancies. The model overestimates in the first 15 days of September, where temperatures resulted definitely colder than climate.

Conclusions

We applied a simple model for simulating berry ripening to Sangiovese variety. A two years time series was used to calibrate (year 2013) and to validate (year 2014) the model. The first results obtained are promising. In particular the model is able to assess correctly the final plateau of sugar concentration in both years. Future publications will provide a longer simulation to strengthen model validation. In addition the model will be tested to more grapevine varieties. Further improvements will take into account topography and details of training system to assess more precisely light interception.

Tab.1 – Phenological dates of flowering and veraison.

Tab.1 – Rilievi fenologici di fioritura e invaiatura.

	2013	2014
Budburst	08/04/2013	28/03/14
Beginning of flowering	27/05/2013	22/05/14
End of flowering	06/06/2013	27/05/14
Beginning of veraison	07/08/2013	24/07/14
End of veraison	20/08/2013	18/08/14
Harvest	01/10/2013	25/09/14

References

Bois B., Volta A., Rega M., Caffarra A., Costa F., Antolini G., Tomei F., Galizia S., Nascimben J., Crestini C., Baret F., Neri M., Bertozzi B., Lughi G., Roffilli M., Botarelli L., Bauer-Marschallinger B., Hasenauer S., Campagnolo S., Dellavalle D., Brossaud F., Grosso V., Marletto V. , 2014: Mechanistic modelling and ontology: a performing mix for precision and sustainable viticulture. Proceedings of the 37th World Congress of Vine and Wine, 9-14 November, Mendoza, Argentina.

Caffarra A., Eccel E., 2010. Int. J. Biometeorol. 54: 255–267.

Parker A. *et al.*, 2013. Agric. For. Meteorol. 180: 249–264.

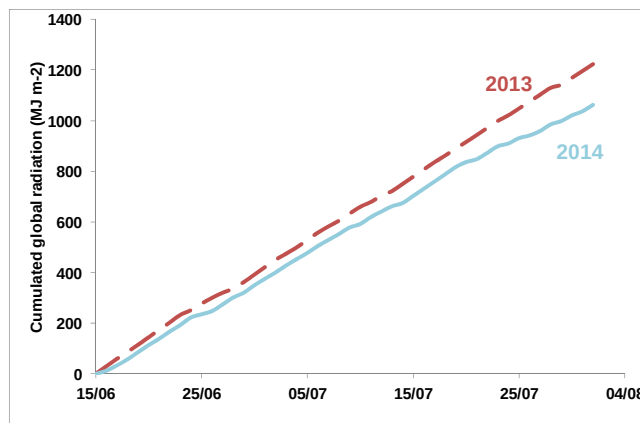


Fig.1- Cumulated global radiation from late spring to midsummer in 2013 (red dashed line) and in 2014 (blue solid line).

Fig.1 –Radiazione globale cumulata dalla tarda primavera a mezza estate per gli anni 2013 (linea rossa tratteggiata) e 2014 (linea blu continua).

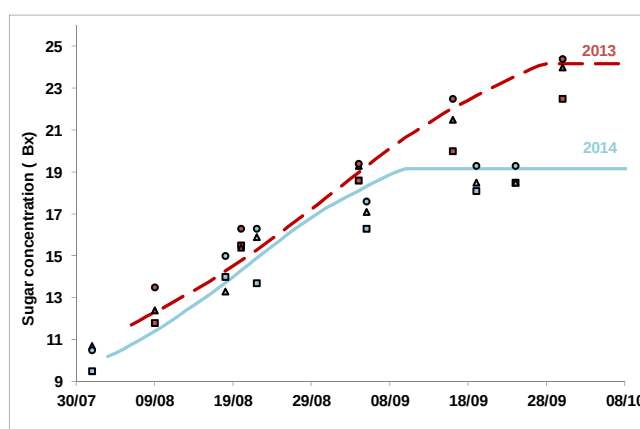


Fig.1- Berry ripening time course. Simulated curves: red dashed line for 2013 and blue solid line for 2014. Field data consist of three replicates (circles, triangles and squares) per date: red for 2013 and blue for 2014 respectively.

Fig.1 –Andamento della maturazione della bacca. Curve simulate: linea rossa tratteggiata per il 2013 e linea azzurra continua per il 2014. I rilievi di campo sono costituiti da tre repliche (cerchi, triangoli e quadrati) per data: rossi per il 2013 e azzurri per il 2014.

IL SUOLO CI REGALA TANTO. NON CALPESTIAMOLO. *SOIL GIVES A LOT. NOT TRAMPLE*

Ilario Abate Daga¹, Simonetta Alberico^{*1}, Stefano Salata², Carolina Giaimo², Michele Munafò³, Andrea Strollo³, Orlando Cimino⁴, Filiberto Altobelli⁴

¹ Centro Agrometeorologico Regionale, via delle Cigne 11, 20164, Torino

² Dipartimenti Interateneo di Scienze, Progetto e Politiche del Territorio, Politecnico e Università di Torino, viale Mattioli 39, 10125, Torino,

³ ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, via Vitaliano Brancati 48, 00151, Roma

⁴ CRA-INEA - Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi Economica, via Nomentana 41, 00161, Roma

*simonetta.alberico@cittametropolitana.torino.it

Abstract

LIFE + SAM4CP "Soil Administration Model 4 Community Profit" (www.sam4cp.com), aims to demonstrate that the planning and regulation of land use require the integration of policies for the protection of soil resources and evaluation the economic implications, in terms of cost / benefit, their impact on the eco systemic functions of the resource itself. With effects on the production capacity, availability of raw materials, biodiversity, carbon cycle, water cycle, landscape heritage and environmental functions of rural areas and on the hydrogeological hazards. The project aims to propose simulation models on the impacts of soil sealing both the consequences, in terms of ecosystem and economic, for the community, to be used in the context of urban planning and policies of government land.

Parole chiave

Suolo, servizi eco sistemici, sostenibilità, pianificazione urbanistica e territoriale

Keywords

Soil, eco systemic functions, sustainability, urban planning, government land

Introduzione

Come sottolineato dalle "Guidelines on best practice to limit, mitigate or compensate soil sealing" del gruppo di lavoro della Commissione Europea (SWD (2012) 101 final), il suolo fornisce una grande varietà di funzioni e servizi eco sistemici. La maggior parte, se non tutti, i servizi resi dal suolo hanno un'utilità diretta ed indiretta per l'uomo, e quindi una rilevanza anche in termini economici. Appare quindi cruciale, nell'ambito delle politiche di gestione e di pianificazione del territorio, valutare le ricadute economiche di diverse scelte di pianificazione territoriale ed urbanistica, attraverso la stima dei costi e benefici associabili a diversi scenari di uso del suolo, e/o a politiche di tutela e indirizzi propri degli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica.

Materiali e Metodi

Il progetto intende sviluppare un simulatore facilmente utilizzabile dai servizi tecnici dei Comuni e anche da altri attori sociali che serve a evidenziare le scelte urbanistiche che consentono di contenere il consumo di suolo e i conseguenti vantaggi tratti dalla collettività sia in termini di tutela delle risorse naturali sia delle finanze pubbliche. All'interno del processo di implementazione del simulatore sono previste due azioni di valutazione. Nelle quali si identificherà: i) all'interno dell'insieme dei metodi e modelli scientifici di valutazione delle funzioni del suolo già esistenti, quelli più efficaci e più idonei ad essere inseriti nel simulatore; ii) successivamente, si identificheranno i modelli utilizzati per la valutazione economica delle funzioni del suolo al fine di scegliere quelle più adatte ad essere inserite nel simulatore. E poi

prevista un'azione di sperimentazione e sviluppo innovativo di un simulatore informatico, che sarà utilizzato in attività dimostrative tese ad evidenziare come si possono attuare politiche di gestione territoriale e modelli di sviluppo urbanistico attenti al patrimonio suolo ed alle sue funzioni eco sistemiche.

Sono previste 3 azioni dimostrative la prima dedicata a misurare quanto suolo è già considerato impermeabilizzabile all'interno dei Piano Regolatore Regionale Vigenti (PRGV) della Città metropolitana di Torino (CMT) al fine di valutare le conseguenze ambientali che il consumo "già pianificato" di suolo avrebbe per la collettività; la seconda e la terza azione mostreranno come si può rimediare, modificando i PRGV di 4 Comuni della CMT con modelli urbanistici meno consumatori di suolo e capaci di salvaguardare e tutelare le funzioni eco-sistemiche dello stesso. In questo caso il simulatore servirà per evidenziare ai Comuni ed al personale tecnico i costi e benefici.

Risultati e Discussione

La prima fase, che coincide con l'azione B1 del progetto è stata avviata e consiste nel reperimento dei dati spazializzati necessari al corretto funzionamento dei modelli di valutazione dei servizi eco sistemici. Le richieste di input sono specifiche e puntuali, motivo per il quale le principali difficoltà si sono concentrate nella reperibilità di questi dati. La disomogeneità delle informazioni territoriali pubblicate nelle cartografie regionali rende spesso l'analisi a livello nazionale poco significativa in quanto, al momento dell'elaborazione, si è costretti a riferirsi a dati territoriali con un livello di dettaglio comune e conseguentemente

inferiore a quello delle Regioni più informatizzate. La Carta della Natura ISPRA, mappa che individua “le linee fondamentali dell’assetto del territorio con riferimento ai valori naturali e ambientali” (ISPRA, 2009), ne è un esempio significativo: non essendo stata ancora redatta per tutte le Regioni, il suo utilizzo è limitato esclusivamente a quelle analizzate, rendendo così necessario il reperimento di altre fonti per ottenere un’uniformità dei risultati a scala nazionale finalizzati allo studio degli habitat.

La scelta del modello è ricaduta sul software InVEST (*Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs*) proposto dall’Università di Stanford nell’ambito del Natural Capital Project. InVEST è un insieme di modelli che include, tra gli altri, tutti quelli utili per la valutazione dei servizi ecosistemici individuati nel progetto, ad eccezione della produzione agricola. Altri software di modelli (MIMES, ARIES, LUCI, TESSA) non sono stati considerati idonei. I problemi riscontrati variano dalla scala di applicazione inappropriata, alla mancanza di copertura di tutti i servizi ecosistemici, passando per la difficoltà nel reperire il software stesso.

La seconda fase (azione B2) è stata condotta utilizzando il software InVEST. Il software è stato impiegato per la mappatura e valutazione di alcune fondamentali funzionalità eco sistemiche di una selezione di Comuni della Città Metropolitana di Torino. La sfida, riferita all’utilizzo di tale *software*, è stata quella di riuscire a costruire un *dataset* locale che generasse *output* di modello adeguati al contesto di lavoro che il progetto si è prefisso di raggiungere, ovvero la guida di un processo di pianificazione locale destinato a determinare delle varianti di PRGV. Ciò implica che InVEST non possa essere utilizzato a scopo meramente didattico/disciplinare, ma debba essere calibrato per produrre mappature di singoli *Ecosystem Service Values* (Helian, et al., 2011) in maniera direttamente “scalabile” alla necessaria “accuratezza tematica” e “precisione” riferite ai quadri conoscitivi normalmente utilizzati nella fase di costruzione del processo decisionale di piano (Artmann, 2014).

Per fare ciò è stata fatta un’adeguata selezione delle banche dati a disposizione per immettere i dati di *input* riferiti agli usi del suolo coerenti con: i) la necessaria precisione richiesta (e in tale caso le mappature di uso del suolo di *input/output* del modello sono prodotte su unità minime di pixel di 5x5 metri) e ii) l’accuratezza tematica richiesta per una condivisione delle informazioni di *input* del modello con le banche dati nazionali e internazionali (in tale caso si è deciso di procedere ad una coerenza tra i livelli di legenda con cui il modello viene utilizzato alla scala locale e quelli con cui il modello può essere utilizzato per valutazioni a scala più ampia).

InVEST, è stato testato, su un campione ristretto di 5 Comuni dell’area torinese (Bruino, Piossasco, Rivalta di Torino, Sangano, Villarbasse), mediante la costruzione di un *dataset* locale che ha prodotto le prime mappature riferite a: qualità degli habitat, sequestro di carbonio, assorbimento di acqua, purificazione dell’acqua, trattenimento dei sedimenti e servizi di impollinazione. I

modelli InVEST, per ognuna delle funzionalità mappate, hanno richiesto l’associazione alla carta di copertura e uso del suolo (chiamata “Land Use Land Cover” – LULC), oltre svariati dati di input immessi in formato tabellare, da associare ai *geodatabase raster*, sulla base dei quali il modello ha prodotto delle carte di valori discreti riferiti alle differenti funzioni mappate.

L’azione B2, è in una fase iniziale pertanto i risultati costituiscono dei tentativi parziali e spesso incerti di una esatta mappatura funzionale dei servizi eco sistemici presi in esame. Infatti, le criticità del modello InVEST sono più di una: la prima è che il modello, sia negli esempi che nelle prime applicazioni sperimentali, viene prevalentemente utilizzato alla macroscala e non alla microscala, e ciò determina un processo di “adattamento” dei dati di *input* che eleva la “discrezionalità” del modellatore, da ciò ne deriva che un secondo aspetto di criticità è riferito alla scarsa attuale conoscenza degli effetti che la modificazione di una singola variabile di *input* del modello generi nell’*output* del modello stesso.

Un’altra delle azioni avviate è stata l’azione B4, che prevede la quantificazione degli effetti ambientali ed economici del consumo di suolo previsto nei piani urbanistici vigenti secondo il PTC2. Lo scopo dell’azione è stabilire, attraverso l’impiego del simulatore quanto suolo i comuni hanno previsto di consumare all’interno dei loro strumenti urbanistici vigenti valutando il costo ambientale delle previsioni ipotizzate. L’attività finora condotta nel progetto ha previsto la valutazione del suolo “prenotato” secondo gli strumenti urbanistici comunali vigenti al momento T e non ancora attuati. Al momento sono stati digitalizzati circa 35 Piani Regolatori Comunali (PRGC), e si è avviata la fase di mosaicatura di 20 PRGC.

Conclusioni

Il progetto è in una fase iniziale ma si prevede che fin dalle sue prime battute potrà essere un valido strumento per le varie attività di pianificazione e di gestione del territorio.

Bibliografia

Guidelines on best practice to limit, mitigate or compensate soil sealing 2012. European Commission. SWD 101 final, pp.1- 64.

Artmann, M., 2014. Institutional efficiency of urban soil sealing management - From raising awareness to better implementation of sustainable development in Germany. *Landscape and urban Planning*, Issue 131, pp. 83-95.

Helian, L., Shilong, W., Hang, L. & Xiaodong, N., 2011. Changes in land use and ecosystem service values in Jinan, China. *Energy Procedia*, Issue 5, pp. 1109-1115.

Pedroli, B. et al., 2007. Europe’s Living Landscapes. *Essays Exploring Our Identity in the Countryside*. Landscape Europe. Wageningen: Wageningen/KNNV Publishing, Zeist.

ASTRO: A PROJECT TO RECOVER, EXPLOIT AND SHARE THE HISTORICAL METEOROLOGICAL ARCHIVES OF TRENTINO

ASTRO: RECUPERO, VALORIZZAZIONE E CONDIVISIONE DEGLI ARCHIVI METEOROLOGICI STORICI DEL TRENTINO

Maria Carmen Beltrano^{1*}, Emanuele Eccel², Rocco Scolozzi², Marco Deromedi², Stanislao Esposito¹, Mariangela Aliazzo¹, Eleonora Gerardi¹, Margherita Falcucci¹, Riccardo Scano¹, Luigi Iafrate¹

¹Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'economia agraria- Unità di ricerca per la climatologia e la meteorologia applicate all'agricoltura

² Fondazione Edmund Mach, - Centro Ricerca e Innovazione. Via Mach, 1. 38010 San Michele all'Adige (TN)

* mariacarmen.beltrano@entecra.it

Abstract

The creation of the digital meteorological archive of Trentino (project ASTRO) was the result of a successful collaboration among CRA-CMA, Fondazione Mach, and Meteotrentino. The three institutions shared some series kept in their archives, laying the foundation for a possible extension of some series, if a digital data translation is carried out, not only in time, but also in the number of physical variables, for the benefit of climate and history researchers. The integration of archives allowed to fill some gaps of knowledge about the start of the meteorological survey in Trentino, acknowledging the work done by the people who worked in the observatories, at the same time weather observers and witnesses of their times.

Keywords

Meteorological observatories, digital archives, history, Trentino

Parole chiave

Osservatori meteorologici, archivi digitali, storia, Trentino

Introduction

Nowadays, meteorological monitoring systems are mainly automated, enabling real-time data processing and analysis. On the contrary, until a few decades ago, volunteers (often friars) mostly took charge of measuring, observing and recording atmospheric conditions. They sent paper forms to several institutions, keeping the original registers by their places. Instrumental data surveyed by official monitoring networks are valid scientific sources, measurements being taken according to standards. However, long and complete series are seldom available, due to several reasons, first of all, the scarce attention paid in the past to the importance of the continuity in metering conditions (site, instruments, protocols). The recover of incomplete or inhomogeneous series is a strategic chance for local climatology studies.

The creation of digital archives is, in general, onerous, and the result can be obtained only by dealing with a large amount of paper. Moreover, original documents are often scattered in several sites, which sometimes changed their role and mission, in some cases dropping their own interest in meteorology (as for convents), and losing their awareness in the worth of their holdings.

Synergy and sharing policies among institutions, main stakeholders for the use of monitoring information, does improve time consistency of series and measurement cover over the territory.

Materials and methods

The material used in ASTRO is made up from the archive series of 12 stations in Trentino, Italy. The series are those kept in CRA-CMA's and FEM's archives (Table 1). Meteotrentino acted with an initiative by its own, contributing with the creation of the digital imaging of

Trento Laste's series. Series mostly date back from '20s to '40s, but for S. Michele and Faedo (FEM stations) early data start as early as 1875.

The paper archives are made up of registers, journals, books, and filed meteorological forms. Documents underwent analytical survey, chronologic organization, and scanning to produce pdf documents. The documents were analysed to gather relevant information and to create cataloguing tables.

Table 1 – Stations of the ASTRO project

Tab.1 – Le stazioni del progetto ASTRO

Ente conservatore	Tipologia stazione	Nome	Periodi presenti in archivio	Numero anni
CRA-CMA	STP	Cadino	1948-1965 / 1971-1999	49
CRA-CMA	STP	Cavalese	1954-1990	40
CRA-CMA	OSS	Cavalese	1926-1935 / 1937-1953	31
CRA-CMA	STP	Mazzin	1948-1965	18
CRA-CMA	STP	Peio	1926-1953	28
CRA-CMA	STP	Pinzolo	1949-1971	13
CRA-CMA	STP	Riva del Garda	1949-1971	13
CRA-CMA	OSS	Rovereto	1919-2013	95
CRA-CMA	OSS	S. Michele all'Adige	1954-1970/1977-1982	21
CRA-CMA	STP	Stenico	1949-1974	26
CRA-CMA	OSS	Trento	1919-1943 / 1945-1992	71
CRA-CMA	OSS, elio	Trento	1953-1964	12
FEM	OSS	S. Michele all'Adige	187-1958 con lacune	84
FEM	OSS	Faedo	1875-1954 con lacune	80
Meteotrentino	OSS	Trento Laste	dal 26/07/1920 al 31/12/1944; dal 01/01/1946 al 31/12/1965; dal 01/01/1968 al 31/12/1968; dal 01/01/1975 al 31/12/1984	54

They concern the presence and type of data inside the documents (survey and consistence), metadata (registry and geographic information, station movements, malfunctioning, instrument change), special notes - recorded by observers - whose interest often goes beyond meteorology.

A specific inventory table was built, to analytically resume the content of series documents, according to the standard archive practice.

A historic investigation on the sources of early meteorological survey in Trentino was included in ASTRO's goals. The latter was carried out by visiting many potential archiving sites - only some of which actually proved to conserve useful documents. Also some interviews were done to people who had worked for years to data collection and recording.

Results and Discussion

All products were made available on the website <http://cma.entecra.it/astro/default.asp>, set up to disseminate and share project results. At this website, digital documents can be visualised, as well as series inventory, the summary tables of series consistence and of meteorological variables observed at any station. Finally, historic forms for all stations were made available.

In the data registers, kept in the different sites of the institution which collaborated in ASTRO, much meteorological information is recorded which has never been suitably valued and recovered, e.g. wind direction and "strength" (often a qualitative assessment by observers), or sky cover and present weather observations, a type of non-instrumental observation which, in the most recent years, was carried out only by the National Meteorological Service, with just two sites in Trentino, located in high mountain areas.

One section of the website is dedicated to the "Special notes", which can be queried by type and station. Some of them deserve a particular interest, for instance those concerning phenological or growing operation timing, or notable events, both natural (earthquakes, aurora borealis, etc...) or historic (e.g. war facts).

As regards the historic section, the sites of ASTRO's observatories and the relevant information were sought. Due to the relevance of continuity and meticulousness in measuring data and recording them into books, almost all

observatories were hosted by friaries, later organized in networks with a continuous exchange of information. In the region, the key monastery for this task was S. Bernardino (Trento), where a true meteorological archive is still kept, even if not yet catalogued. An outstanding role in the start of systematic weather measurement was played by the local mountain club (SAT), which organized a first network with stations not only in mountain areas, but also in valleys and towns. All the information collected gave birth to a chapter which casts light onto the history of the beginning of meteorological survey in Trentino.

Conclusions

The main aim of the project was to create a shared digital meteorological archive, to allow anyone interested in the topic to inspect the high-quality reproduction of original documents. It is a first step to the numeric translation of data kept in the (now) digital files, a necessary job toward a scientific and operational use of data. This source can be used to fill the gaps in Meteotrentino's series, the latter being at the moment the main beneficiary of the outcomes of ASTRO.

The different results of the project comply with scientific needs for climate science, but also with the study and research needs of other users, more history- or archival bound – or even with interest or curiosity of a wider, more general public, who searches the web.

Acknowledgements

ASTRO project was co-funded by Cassa di Risparmio di Trento e Rovereto Foundation in 2013. Several institutions have collaborated: Meteotrentino, Rovereto's Museo Civico, Riva del Garda's Biblioteca Civica, Trento's Libreria Civica, Library of the St. Bernardino Convent (Trento), Soc. Alpin. Trident. (SAT, Trento), Sapienza University of Rome. Thanks to the many people who helped for this work.

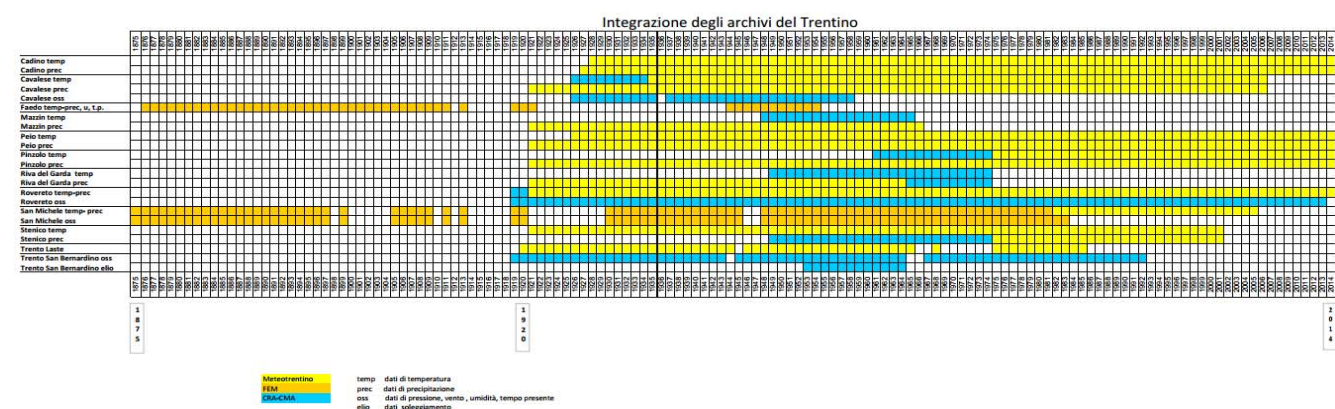


Fig. 1 - Temporal scheme of the archive integration among the partners in ASTRO project
Fig. 1 - Schema temporale dell'integrazione degli archivi degli Enti partner del progetto

MICROMETEOROLOGICAL CONDITIONS IN PIEDMONTESE VINEYARDS

CONDIZIONI MICROMETEOROLOGICHE NEI VIGNETI PIEMONTESE

Valentina Andreoli¹, Claudio Cassardo^{1,2*}, Federico Spanna³

¹University of Torino, Department of Physics and Natrisk center, via Pietro Giuria 1, 10125, Torino, Italy

²University of Torino, Natrisk center, Torino, Italy

³Phyto-sanitary sector, Regione Piemonte, via Livorno 60, 10144, Torino, Italy

*claudio.cassardo@unito.it

Abstract

The aim of this work is the statistical analysis of temperature measurements carried out in three vineyards and in several neighbouring meteorological stations. Measurements have been carried out in northern Italy during the 2008, 2009, 2010 vegetative seasons. The collected data series have been compared with those measured in neighboring stations belonging to Agrometeorological and Regional Meteorological Networks, allowing to study the vineyard micrometeorology. The aim of this analysis is to evaluate the accuracy of the measurements and to reconstruct vineyard microclimate by means of data series from meteorological stations.

Keywords

vineyards, meteorological stations, temperature measurements, Piedmont

Parole chiave

vigneti, stazioni meteorologiche, misure di temperatura, Piemonte

Introduction

In recent years grapevines has received a lot of attention from the scientific community for its worldwide relevance for fruit and wine production. Many studies were carried out in order to support crop management and improve characteristics and quality of final product. In the climate change frame, many researchers studied the exchange processes at the atmosphere – biosphere interface and about plant response to atmospheric carbon dioxide variations (Spano *et al.*, 2008) (Castellvi and Snyder, 2010).

In some northwestern Italy vineyards located in Monferrato and Langhe hilly subregions, several measurements have been performed in the frame of the project MASGRAPE (Francone *et al.*, 2012a) and different modelling approaches (biophysical and ecophysiological) were evaluated (Francone *et al.*, 2012b).

This paper concerns the comparison and the statistical analysis of temperature measurements collected at three vineyards (Castiglione Falletto, Cocconato and Fubine), where the grapevine cultivars were Nebbiolo and Barbera, and in several meteorological stations located in the proximity of the vineyards. In particular, temperature data measured above and within the canopy were compared between each other, and the former also with those recorded in some neighboring meteorological station.

Materials and Methods

The extension and the slope angles of the three analyzed vineyards are different, while the planting layout is similar. The instruments did a continuous measurements of several micrometeorological data with 10 minutes acquisition rate. Air temperature and relative humidity were measured above and within the canopy. Also the photosynthetically active

radiation (PAR) was recorded above and within the canopy. Sensors to monitor temperature and volumetric water content were installed into the top layer of the soil. In addition, three sonic anemometers, one per vineyard, were installed during the last two seasons examined.

Results and Discussion

The comparison between temperatures measured above and within the canopy, during spring 2009, at Castiglione Falletto vineyard, is shown in Fig. 1. Despite the specific behavior of temperature within the canopy depends on the season and vineyard structure, a similar behavior has been observed in all three vineyards (not shown). It is evident that the thermometer within the vineyard detects a higher value one hour earlier, while minima timings coincide; this behavior can be explained by considering that the instrument is close to the soil surface and is thus more influenced by soil surface. This is also evident in the nocturnal temperatures, when the soil surface is generally colder than air. The data shown refer to spring time; in other seasons, temperature behaviors are different, but always explainable with the above considerations.

Fig. 2 shows the temperatures measured above the Cocconato vineyard and in some neighboring meteorological stations. The graphic shows that all behaviors are contained in a fork of about 2°C during daytime and 3°C during nighttime, and this occurs also in the other two vineyards (not shown). These differences (that may vary seasonally) are generally due to the different elevation, slope and exposure of stations. While most of meteorological stations shows similar behaviors in shape and phases of time trends, with few differences mainly in the moments in which temperatures rise and decrease, the

data above vineyard in all three vineyards anticipate their maximum by about one hour, and their thermal excursions are slightly lower than in the standard meteorological stations.

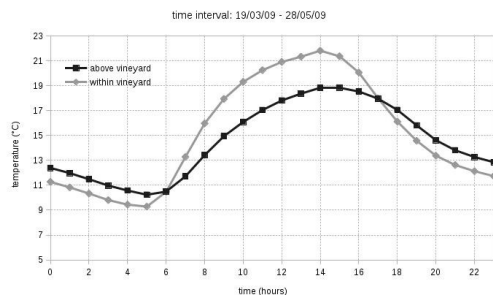


Fig.1 – Temperatura sopra e dentro il vigneto di Castiglione Falletto.

Fig.1- Temperature above and within Castiglione Falletto vineyard.

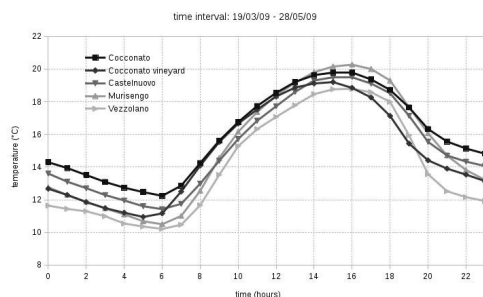


Fig.2 – Temperature misurate sopra il vigneto di Cocconato ed in stazioni meteorologiche vicine.

Fig.2- Temperatures measured above Cocconato vineyard and in neighbor meteorological stations.

A statistical analysis has been carried out in all stations and the main results are summarized in Tab.1. Anomalies (ΔT_{anom}) are always low, and standard deviations (σ_{anom}) range between 0.6 and 1.3 °C. All stations appear highly correlated with the measurements in the vineyards, even if the regression ($y=mx+n$) slopes m are not always close to one. It is also evident as not always the values most correlated (highest R) with the measurements in the vineyards belong to the nearest stations. This is not surprising, as it depends on the characteristics of the stations, such as slope, vegetation cover, exposure, soil and vegetation types, etc. Thus there is a good correlation between measurements within vineyards and in conventional existing stations, making thus possible to reconstruct such data also in absence of measurements.

Conclusions

In this work, some analyses performed on the temperature data recorded during an experimental campaign carried out on three vineyards in Piedmont region during the previous project MASGRAPE were executed. The temperature data measured above vineyards are well correlated with those measured within the vineyards, despite some differences: maxima within vineyards anticipate those above vineyards,

and thermal excursions within vineyards exceed those above vineyards. The comparison between temperatures above vineyards and in conventional meteorological stations shows that the time trends are similar and highly correlated. This kind of results allows to reconstruct the temperatures above and within vineyards by means of data series measured in some neighboring conventional meteorological stations.

Tab.1 – Statistica temperatura di vigneti e stazioni.

Tab.1 – Statistics on vineyards and stations temperatures.

Cast. Falletto vineyard	Barolo	Cast. Falletto	LaMorra	Serralunga		
ΔT_{anom} (°C)	-0.4	0.6	-0.1	1.2		
σ_{anom} (°C)	1.1	1.15	0.9	1.2		
R	0.96	0.94	0.96	0.97		
m (°C)	1.1	1	0.8	1.3		
n (°C)	-2.4	0.9	2.2	2.6		
Cocconato vineyard	Cocconato	Castellnuovo	Murisengo	Vezzolano		
ΔT_{anom} (°C)	1.1	0.4	0.3	-0.9		
σ_{anom} (°C)	0.7	0.8	1	0.8		
R	0.97	0.96	0.96	0.97		
m (°C)	0.9	0.9	1.2	1.1		
n (°C)	2.9	1.4	-2	-1.8		
Fubine vineyard	Casale	Castagnole	Cuccaro	Occimiano	Quargnento	Rosignano
ΔT_{anom} (°C)	0.8	-0.2	0.4	-0.4	-0.9	-1.1
σ_{anom} (°C)	0.6	1.3	1	0.7	1.1	0.8
R	0.99	0.92	0.96	0.99	0.98	0.99
m (°C)	1.1	1	1.3	1.2	1.3	1.2
n (°C)	-1.4	-0.7	-3.8	-2.9	-5	-2.4

Acknowledgements

The work has been supported by regione Piemonte (MASGRAPE project) and University of Torino under the MACSUR project entitled “Modelling European Agriculture with Climate Change for Food Security”.

References

- Castellvi and Snyder, 2010. A new procedure based on surface renewal analysis to estimate sensible heat flux: a case study over grapevines. J. Hydrometeorol., 11:496-508.
- Francone, Cassardo, Richiardone, Confalonieri, 2012a. Sensitivity Analysis and Investigation of the Behaviour of the UTOPIA Land-Surface Process Model: A Case Study for Vineyards in Northern Italy. Boundary-Layer Meteorol., DOI 10.1007/s10546-012-9725-6
- Francone, Katul, Cassardo, Richiardone, 2012b. Turbulent transport efficiency and the ejection-sweep motion for momentum and heat on sloping terrain covered with vineyards. Agric. and Forest Meteorol., 162-163: 98-107.
- Spano, Sirca, Marras, Duce, Arca, Snyder, 2008. Mass and Energy Flux Measurements over Grapevine Using Micrometeorological Techniques. ISHS Acta Horticulturae, 792 V International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops.

MISURE DI RADIAZIONE NEI VIGNETI PIEMONTESI

RADIATION MEASUREMENTS IN PIEDMONTESE VINEYARDS

Valentina Andreoli¹, Claudio Cassardo^{1*}, Federico Spanna²

¹University of Torino, Department of Physics and Natrisk center, via Pietro Giuria 1, 10125, Torino, Italy

²Phyto-sanitary sector, Regione Piemonte, via Livorno 60, 10144, Torino, Italy

*claudio.cassardo@unito.it

Abstract

Grapevine agro-ecosystem has been studied, in recent years, to provide useful information to support and improve crop management and wine-making. In order to investigate vineyard microclimate, an experimental campaign has been carried out during the 2008, 2009 and 2010 vegetative seasons in three Piedmontese vineyards, with the aim to assess micrometeorology processes within vineyards. In the frame of surface energy balance, photosynthetically active radiation (PAR) has been analysed. Global radiation has been estimated from above canopy PAR on the basis of spectral considerations. Estimated global radiation data have been compared with the measurements carried out in several neighbouring stations belonging to Agrometeorological and Regional Meteorological networks.

Parole chiave

vigneti, stazioni meteorologiche, misure, radiazione solare, Piemonte

Keywords

vineyards, meteorological stations, measurements, solar radiation, Piedmont

Introduction

Global and net radiation represent a key element in the surface energy balance (Pitman, 2003). Land surface controls the partitioning of available energy at the surface between sensible and latent fluxes, which in turn affects atmospheric stability and water balance into soil. In the equation representing the surface energy balance, the net radiation appears; this variable is calculated as the balance between incoming and reflected shortwave and longwave radiation, and the former term is dominant during a typical cloudless day.

In three vineyards (Castiglione Falletto, Cocconato and Fubine) located in Monferrato and Langhe hilly subregions of Piemonte (northwestern Italy), some measurements useful to characterize micrometeorological conditions have been performed in the frame of the project MASGRAPE (Francone *et al.*, 2012a), and numerical simulations have been carried out with land surface models (Francone *et al.*, 2012b, Cassardo, 2014).

This paper concerns the comparison and the statistical analysis of radiation measurements collected at these vineyards and in several meteorological stations located in their proximity. In particular, sensors have measured the photosynthetically active radiation (PAR), from which the solar global radiation has been derived looking on the spectral emission of Sun. These solar radiation derived data, obtained by PAR measured above and within the canopy, were compared between each other, and the former also with those recorded in some neighboring meteorological station.

Materials and Methods

The three analyzed vineyards have different extension and slope angles, but a similar planting layout. The instruments

measured almost continuously several micrometeorological parameters with 10 minutes acquisition rate.

The original PAR, recorded above and within the vineyard, was converted into solar global radiation on the basis of the Sun spectrum analysis, by means of the following equation:

$$GR = \frac{PAR}{0.4} \quad (1)$$

where both GR and PAR are expressed in $W m^{-2}$ assuming the ratio between PAR and GR and the factor 0.4 has been derived in Prino (2007).

Results and Discussion

The comparison between radiations measured above and within the canopy has shown various patterns in the three examined vineyards, with differences among vineyards and also among different periods of the year. The amount of radiation intercepted by the plants vary from site to site and from time to time as it depends on how and where the vegetation has covered the sensors, as well as on vegetation structure. For this reason, while the radiation above vineyards appears similar in the three sites, the one within the vineyards does not show unique patterns and has not a similar behavior in the three vineyards. For sake of example, Fig. 1 shows the daily trend during summer 2009 at Castiglione Falletto vineyard. In this location, during summer 2009, the structure of the plant was allowing solar radiation to partially penetrate the vineyard in the morning, while in the other moments of the day, the masking factor was almost complete.

Fig. 2 shows the radiations measured above the Fubine vineyard (also here derived by PAR observations, using eq. 1) and in some neighboring meteorological stations during summer 2009. The graphic shows that the maxima of global

radiation occur at 12 a.m. everywhere; the maximum difference among their values is about 150 Wm^{-2} . The shape of curves is similar, but radiation curve of Fubine vineyard seems to be slightly late by half hour: this difference could be justified by considering slope and exposure of this field.

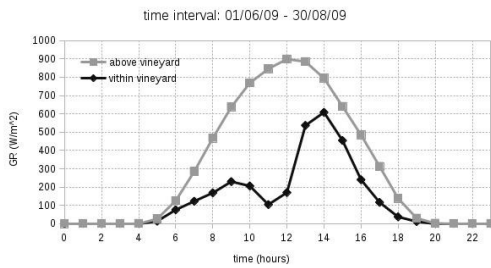


Fig.1 – Radiazione solare globale derivata dalla PAR misurata sopra e dentro il vigneto di Castiglione Falletto.
Fig.1- Global solar radiation derived from PAR measured above and within Castiglione Falletto vineyard.

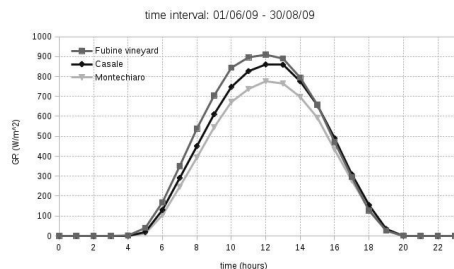


Fig.2 – Radiazione solare globale misurata sopra il vigneto di Fubine (derivata dalla PAR) ed in stazioni meteorologiche vicine.
Fig.2- Global solar radiation measured above Fubine vineyard (derived from PAR) and in neighbor meteorological stations.

Tab. 1 summarize the main results of statistical analysis for all vineyards. All stations appear highly correlated with measurements in the vineyards and regression ($y=mx+n$) slopes m are close to one. Anomalies ($\Delta\text{GR}_{\text{anom}}$) are low, and standard deviations (σ_{anom}) range from 36.5 to 64 Wm^{-2} , except for Cocconato vineyard analysis, where they are larger because the PAR sensor was installed with a small tilting, thus altering the measurement.

The good correlations founded between measurements carried out above vineyards and in meteorological stations allows to reconstruct vineyards data in absence of measurements.

Conclusions

In this work, some analyses performed on radiation data recorded during an experimental campaign carried out on three Piedmontese vineyards during the 3-years of measurements of MASGRAPE project were executed. The radiation data measured above and within vineyards are quite different, and their trend can be explained by the season, vineyard vigor and structure.

The radiation measured above vineyards compares quite well, and is also strongly correlated, with the one measured in conventional meteorological stations. This result allows to reconstruct the radiation by using data series measured in some neighboring conventional meteorological stations.

Tab.1 – Statistica della differenza tra la radiazione solare globale ricostruita dalla PAR misurata sopra il vigneto e quella misurata in alcune stazioni vicine.

Tab.1 – Statistics of difference among solar global radiation reconstructed by PAR measured above vineyard and the one measured in some neighboring stations.

Castiglione Falletto vineyard	Bra	Treiso
$\Delta\text{GR}_{\text{anom}}$ (W m^{-2})	37.8	40.8
σ_{anom} (W m^{-2})	45.6	47.5
R	0.99	0.99
m	0.9	0.9
n (W m^{-2})	1.6	0.8

Cocconato vineyard	Buttiglieria	Casale	Montechiaro	Verolengo
$\Delta\text{GR}_{\text{anom}}$ (W m^{-2})	-6.0	-30.4	3.1	-28.3
σ_{anom} (W m^{-2})	97.9	104.7	100.0	120.0
R	0.95	0.95	0.95	0.94
m	0.9	1.0	0.9	1.0
n (W m^{-2})	22.4	27.0	22.0	26.1

Fubine vineyard	Casale	Montechiaro
$\Delta\text{GR}_{\text{anom}}$ (W m^{-2})	21.0	54.5
σ_{anom} (W m^{-2})	36.5	64.0
R	0.99	0.99
m	0.9	0.8
n (W m^{-2})	-0.1	-2.7

Acknowledgements

The work has been supported by regione Piemonte (MASGRAPE project) and University of Torino under the MACSUR project entitled “Modelling European Agriculture with Climate Change for Food Security”.

References

- Pitman A.J., 2003. The evolution of, and revolution in, land surface schemes designed for climate models, *Int. J. Climatol.*, 23, 479-510.
- Francone C., Cassardo C., Richiardone R., Confalonieri R., 2012a. Sensitivity Analysis and Investigation of the Behaviour of the UTOPIA Land-Surface Process Model: A Case Study for Vineyards in Northern Italy. *Boundary-Layer Meteorol.*, DOI 10.1007/s10546-012-9725-6
- Francone C., Katul G., Cassardo C., Richiardone R., 2012b. Turbulent transport efficiency and the ejection-sweep motion for momentum and heat on sloping terrain covered with vineyards. *Agric. and Forest Meteorol.*, 162-163: 98-107.
- Cassardo C., 2014. UTOPIA: The manual of the version 2014.
- Prino S., 2007. Parametrizzazione tramite simulazioni numeriche ed esperimenti in campo dei processi di scambio che avvengono in un vigneto di Nebbiolo in Piemonte.

BREVE CLIMATOLOGIA DEI TEMPORALI FORTI IN PIEMONTE, BASATA SU OSSERVAZIONI RADAR METEOROLOGICHE

A RADAR-BASED SHORT-TERM CLIMATOLOGICAL ANALYSIS OF SEVERE STORM IN PIEMONTE, ITALY

Roberto Cremonini^{1*}, Claudio Cassardo², Irene Raccanelli¹, Federica Bogo², Renzo Bechini¹, Valentina Campana¹, Mattia Vaccarone²

¹ ARPA Piemonte, Dipartimento Sistemi Previsionali, Torino, Italy, via Pio VII 9, 10135, Torino (TO)

² Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Fisica e Centro NatRisk, via P. Giuria 1, 10125, Torino (TO)

*r.cremonini@arpa.piemonte.it

Abstract

The observations collected by the Piemonte weather radar network between 2009 and 2014 have been analysed using a storm tracking algorithm coupled with a severity storm index (SSI). This radar-based short-term climatology allows to evidence areas favourable to severe storms and to characterize them as a function of season and time of the day. Moreover, some processes underlying the initiation and evolution of storms are discussed. The study defines a preliminary methodology for regional climatological studies of storm events. The achieved knowledge of severe storm distribution provides also a useful background for operational nowcasting.

Parole chiave

Temporal forti, Sistemi radarmeteorologici, Nowcasting, Piemonte

Keywords

Severe storms, Weather radar, Nowcasting, Piemonte

Introduzione

I sistemi convettivi a mesoscala costituiscono una seria minaccia per il rischio di morte e per le ingenti perdite economiche che possono causare. Associate ai sistemi più violenti vi sono precipitazioni intense, che possono causare allagamenti e piene improvvise, grandine, raffiche di vento e talvolta trombe d'aria. A causa delle scale spaziali e temporali tipiche dei sistemi convettivi, le reti meteorologiche a terra sono spesso inadeguate e non riescono a documentare questi fenomeni. Al contrario, i sistemi radar meteorologici sono in grado di fornire misure tempestive e con una risoluzione spaziale e temporale appropriata. Attraverso osservazioni radar meteorologiche pluriennali è possibile effettuare analisi climatologiche su vaste aree, migliorando le conoscenze sulle zone favorevoli allo sviluppo ed alla ricorrenza di fenomeni particolarmente severi. Diversi studi hanno mostrato analisi climatologiche di sistemi convettivi a mesoscala basandosi su osservazioni radar meteorologiche (Falconer, 1984; Overeen *et al.*, 2009). Nella regione alpina, tali studi sono poco frequenti (Rudolph *et al.*, 2009; Davini *et al.*, 2010). Partendo dalle informazioni sulle singole celle temporalesche ricavate tramite un sistema di individuazione ed inseguimento dei temporali, operativo presso l'Agenzia per la Protezione Ambientale del Piemonte (ARPA Piemonte), il presente lavoro analizza la climatologia di tali fenomeni sull'Italia nordoccidentale, caratterizzandola in funzione della severità del fenomeno.

Materiali e Metodi

ARPA Piemonte gestisce due sistemi radar meteorologici Doppler polarimetrici in banda C (5 GHz), posizionati uno sulla collina di Torino, Bric della Croce (TO) e uno sul

Monte Settepani (SV), sull'Appennino Ligure. La figura seguente mostra la copertura dei due sistemi radar meteorologici e l'area nella quale è stata definita la climatologia presentata nello studio.

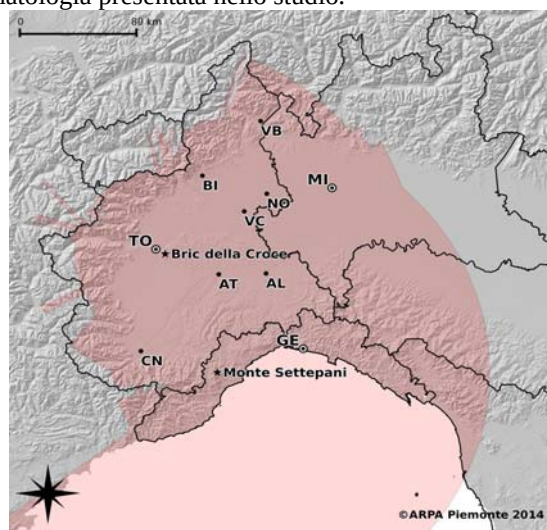


Fig.1 – Copertura dei sistemi radarmeteorologici di Bric della Croce e Monte Settepani

Fig.1 – Area covered by Bric della Croce and Monte Settepani weather radars.

ARPA Piemonte ha implementato un sistema di localizzazione automatica e d'inseguimento dei temporali, basato sullo studio di Handwerker (2002) e sulle osservazioni radar meteorologiche piemontesi. Una volta individuata una cella temporalesca, si determina la sua estensione ricercando una soglia di riflettività minima di 35 dBZ, e calcolando un'ellisse di confidenza al 98%. In

quest'area si derivano tutte le proprietà della cella, come la probabilità di grandine, l'altezza della nube, la sua temperatura ed il contenuto liquido. In funzione di tali parametri, Cremonini *et al.* (2015) hanno definito un indice istantaneo di severità del temporale (SSI), con valori compresi tra 1 e 5, che viene quindi attribuito alla cella per tutta la sua estensione areale. Attraverso l'analisi e la spazializzazione su griglia regolare delle informazioni ottenute dal 2009 al 2014, è stato possibile derivare una climatologia dei temporali violenti per il nordovest italiano.

Risultati e Discussione

Il dataset è costituito da 568.366 celle individuate nel periodo, delle quali 368.703 (circa il 65% delle celle inizialmente disponibili) sono considerate valide dopo i controlli di qualità. La Figura 2 mostra la distribuzione spaziale del numero di eventi dal 2009 al 2014 su una griglia regolare di lato 2,4 km.

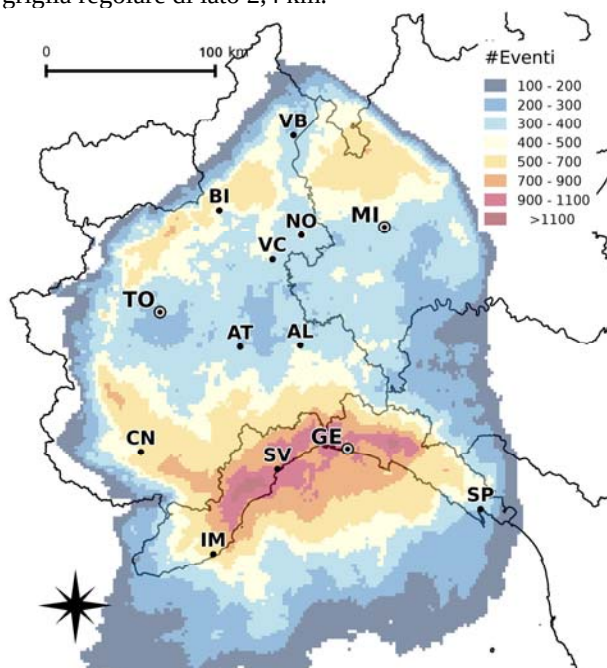


Fig.2 – Spatial distribution of the events detected over the target area. Regional borders and province acronyms are reported.

Fig.2 - Distribuzione spaziale degli eventi sull'area di studio. Sono tracciati anche i confini regionali e le sigle delle province.

La Fig. 2 evidenzia i massimi su tutta la Liguria (con oltre 500 eventi in 6 anni) ed i massimi relativi sulla zona dei laghi, sulle prealpi nordoccidentali e su quelle cuneesi. La Figura 3 mostra la distribuzione areale degli eventi intensi, ovvero con $SSI > 3$. Si osservano due massimi sulla Liguria, tra Savona e La Spezia, e sul Canavese. Altri massimi sono evidenti in corrispondenza allo sbocco della valle del Po, sui laghi e sulle Prealpi Marittime.

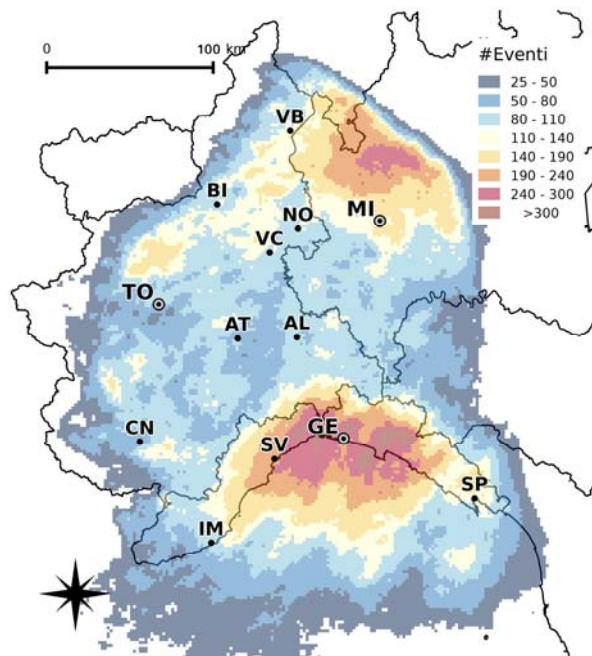


Fig.3 – As in Figure 2 but for severe events $SSI > 3$.

Fig.3 – Come in Figura 2 ma per eventi intensi ($SSI > 3$).

Conclusioni

L'osservazione pluriennale con sistema radar meteorologici e la definizione di un indice di severità consentono di derivare una climatologia dei fenomeni temporaleschi. L'analisi su un periodo di 6 anni mostra lo stretto legame esistente tra i fenomeni ed il territorio: la configurazione sinottica, i venti locali, l'orografia, elevati valori di *mixing ratio* in prossimità del Mar Ligure sono tutti ingredienti necessari per lo sviluppo di celle temporalesche anche violente.

Bibliografia

- Cremonini R., Cassardo C., Raccanelli I., Bechini R., Campana V., A proposal of weather radar-based storm severity index for Piemonte, Italy, 2015, 18° Convegno di Agrometeorologia, Trento, Italy
- Davini P., Bechini R., Cremonini R., Cassardo C., 2010. Radar-Based Analysis of Convective Storms over northwestern Italy. *Atmosphere*. 3: 33-58.
- Falconer P.D., 1984. A radar-based climatology of thunderstorms days across New York State. *J. Clim. Appl. Meteorol.* 23: 1115-1120.
- Handwerker, J., 2002. Cell tracking with TRACE3D: a new algorithm. *Atmos. Res.* 61: 15-34.
- Overeem A., Holleman I., and Buishand A., 2009, Derivation of a 10-year radar-based climatology of rainfall. *J. Appl. Meteor. Climatol.*, 48: 1448-1463.
- Rudolph, J., K. Friedrich, and U. Germann 2009: A 10 year radar-based precipitation climatology for the European Alps. Conf. on Mesoscale Meteorology, Americ. Meteorol. Soc., August 2009, Salt Lake City, USA.

ENERGY PERFORMANCES AND GREENHOUSE GAS EMISSIONS OF TWO CROPPING SYSTEMS IN SWEET SORGHUM FOR THE BIOETHANOL SUPPLY CHAIN

PRESTAZIONI ENERGETICHE ED EMISSIONI DI GAS SERRA DI DUE SISTEMI COLTURALI NEL SORGO ZUCCHERINO PER LA FILIERA DEL BIOETANOLO

Laura D'Andrea^{1*}, Pasquale Garofalo¹, Alessandro Vittorio Vonella¹, Michele Rinaldi², Angelo Domenico Palumbo¹

¹ Consiglio per la Ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria – Unità di Ricerca per i Sistemi Colturali degli Ambienti caldo-aridi (CRA-SCA), via Celso Ulpiani, 5 - Bari, Italy

² Consiglio per la Ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria – Centro di Ricerca per la Cerealicoltura (CRA-CER), S.S. 673 km 25,200 - Foggia, Italy

*laura.dandrea@entecra.it

Abstract

The increase of energy demand determined the fossil fuel depletion and the greenhouse emissions (GHG) rising. To tackle these issues, many investigations have been focussed on renewable energy, as energy crops for biofuel production. In this research sweet sorghum for the bioethanol production was cultivated under conventional and reduced energy input (tillage and nitrogen, N). The reduced input cropping system guaranteed good crop performances and bioethanol yield and increased the energy balance and efficiency of the bioethanol supply chain, by ensuring a considerable reduction in Greenhouse Gas (GHG) emission when compared to the conventional crop management.

Keywords: Greenhouse gas; energy balance; energy efficiency; energy crops

Parole chiave: Gas serra; bilancio energetico; efficienza energetica; colture energetiche

Introduction

The primary energy needed worldwide is provided by the fossil fuels for a percentage equal to 80% and the combustion of fossil fuels accounts for 73% of carbon dioxide emissions in the world (Nigam and Singh, 2011). Moreover, the greenhouse emissions (GHG) rising have directed the research on alternative, renewable and with low environmental impact energy sources. Thus EU commission, throughout the Directive “20-20-20 targets”, established that GHG emission and the amount of primary energy should be reduced of 20% and 20% of energy consumption coming from renewable resources (EU Renewable Energy Directive, 2009). The suitability of a crop for energy purposes as sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) for bioethanol production can be assessed by several energy indicators as the ratio or the difference between the energy output and the input for cultivation, transport and conversion. Moreover, the biofuels can significantly contribute to GHG emissions abatement with a reduction of the GHG emissions of gasoline production pathway of about 67% (Liska *et al.*, 2009). Crop management (tillage and N fertilisation) could heavily impact not only on biomass production but also on energy input and GHG emissions. So, the aim of this research was to assess: i) the biomass and energy yield of sweet sorghum under high and low energy input and ii) compare the GHG emissions of the two cropping systems.

Materials and methods

The field experiment was carried out over the 3-year period from 2010-2012 in Foggia, (Southern Italy) at the experimental farm of CRA-SCA. Sweet sorghum (SUCROS hybrid) was sown at the beginning of May and harvested before heading (August). Irrigation was managed according to the water consumed by plants determined with the gravimetric method. Each time the water used by the crop reached 60 mm irrigation was triggered (199 mm as average seasonal volume). Two energy input systems were compared: *High* (150 kg N ha⁻¹ and conventional tillage) and *Low* (no N and no- tillage) treatments. Energy input was determined according to the amount and energy coefficient (RED, 2009) of materials used during crop cultivation, the fuel for transportation of materials (chemicals, seed and biomass) (Tab. 1) and energy to convert sugar in bioethanol (18.33 MJ kg⁻¹ bioethanol; Monti and Venturi, 2003).

Indirect cost of durable items was estimated by considering the lifespan and the energy cost for building and maintenance of each item (Nagy, 1999). The energy output was calculated taking into account the energy density (26.8 GJ t⁻¹; Monti and Venturi, 2003) of potential bioethanol according to Wortmann *et al.* (2010). The differences between energy output from bioethanol yield and input furnished the net energy gain (*NEG*); the ratio between the net bioethanol energy output and energy input furnished the energy efficiency (*EF*). The GHG emissions chain were obtained multiplying the amount of materials and energy in input by their emission coefficient as reported by the RED protocol.

Tab.1 – Amount and energy coefficient of materials used in the sweet sorghum cultivation.

Tab.1 – Quantità e coefficiente energetico dei materiali impiegati nella coltivazione del sorgo zuccherino.

Input level	Amount High	Amount Low	Energy coefficient
	kg ha ⁻¹		MJ kg ⁻¹
Seed	15	15	50
Chemical	0	5	268.4
N fertilization	150	0	49.0
P fertilization	100	100	15.2
Diesel (F)*	104.6	55.1	43.1
Diesel (T)**	81.5	73.1	43.1
Irrigation	20*10 ⁵	20*10 ⁵	0.00127

*Diesel for crop management measured at farm and material transportation; **Trasportation of fresh biomass, assuming a payload of 27 tons and 70 km as field-bioethanol plant distance (short supply chain in Apulia Region).

Results and Discussion

Fig. 1a shows the energy input in the field and that one for transportation of fresh biomass for both managements. For *High* treatment the highest energy cost was due to diesel (36.5%) followed by the N fertilizer (36.2%) and irrigation (12.5%). On the other side, in *Low* treatment, annulling the energy cost of N and soil tillage, the energy input resulted almost halved if compared with *High* treatment. However, the main crop parameters and potential bioethanol production resulted not so compromised at lowest energy input with comparable values between treatments (Tab. 2).

Tab.2 – Productivity performance, energy balance and energy efficiency of sweet sorghum.

Tab.2 – Prestazioni produttive, bilancio energetico ed efficienza energetica del sorgo zuccherino.

Treat.	FB ^a	DB ^b	Ethanol	NEG ^c	EF ^d
	t ha ⁻¹	t ha ⁻¹	t ha ⁻¹	GJ ha ⁻¹	
High	104.72	26.15	4.15	14.84	1.73
Low	93.94	22.19	3.73	22.28	2.79

^aFresh biomass; ^bDry biomass; ^cNet Energy Gain; ^dEnergy Efficiency

The *NEG* resulted in favour of *Low* treatment (+ 5.4 GJ ha⁻¹) with *EF* improved of 61% if compared with *High* treatment. As shown in Fig. 1b, the emissions of CO_{2eq} due to the crop management and transport were equal to 2105 and 1040 kg CO_{2eq} ha⁻¹ for *High* and *Low*, respectively.

Essentially, the share of GHG emissions followed the fluxes of materials for the bioethanol supply chain (excluding the conversion process) with the highest impact of N and diesel input in *High* treatment and diesel and electricity for irrigation in the *Low* one.

Finally, to produce 1 MJ of energy from the bioethanol supply chain in sweet sorghum, the CO_{2eq} emissions resulted equal to 18.9 and 10.4 g for *High* and *Low* treatment, respectively.

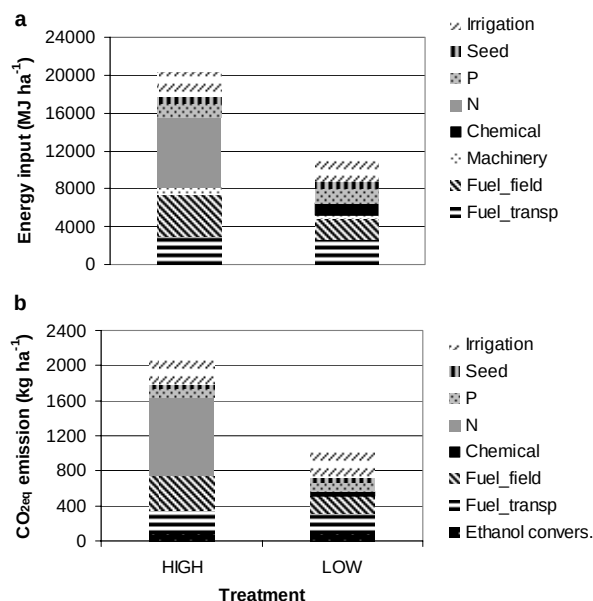


Fig.1 – Energy input (a) and CO_{2eq} emissions (b) for the fluxes of materials in sweet sorghum.

Fig.1 – Input energetici (a) ed emissioni di CO_{2eq} (b) per i diversi flussi di materiali in sorgo zuccherino.

Conclusions

From this research, by reducing the energy input for the cultivation of sweet sorghum not only the crop productivity remained stable, when compared to the conventional cropping system, but also the energy performances resulted boosted. Consequently, the sorghum-bioethanol supply chain in reduced input systems heavily lowered the GHG emission. The low input is a crucial aspect when the substitution of energy from fossil resources by renewable resources has to be evaluated.

Aknowledgements

This work has been supported by Italian Ministry of Agriculture, Food and Forestry Policies (MiPAAF) under BIOSEA project (Ottimizzazione delle filiere bio-energetiche esistenti per una sostenibilità economica e ambientale) (D.M. 16916/7303/10, 23 July 2010).

References

- Nagy C.N., 1999. Energy coefficient for agriculture inputs in Western Canada, Canadian Agricultural Energy End-Use Data Analysis Centre. (CAEEDAC), Canada, pp.41.
- Liska A.J., Yang H.S., Bremer V.R., Klopfenstein T.J., Walters D.T., Erickson G.E., Cassman K.G., 2009. Improvements in life cycle energy efficiency and greenhouse gas emissions of corn-ethanol. J Ind Ecol, 13: 58–74.
- Monti A., Venturi G., 2003. Comparison of the energy performance of fibre sorghum, sweet sorghum and wheat monocultures in northern Italy. Eur J Agron, 19 (1): 35-43.
- Nigam P., Singh A., 2011. Production of liquid biofuels from renewable resources. Progress in Energy and Combustion Science, 37: 52-68.
- RED; 2009/28/EC; <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32009L0028>
- Wortmann C.S., Liska A.J., Ferguson R.B., Lyon D.J., Klein R.N., Dweikat I., 2010. Dryland Performance of Sweet Sorghum and Grain Crops for Biofuel in Nebraska. Agronomy Journal, 102 (1): 319-26.

NUOVA CARTOGRAFIA CLIMATICA DEL TERRITORIO ITALIANO

NEW CLIMATIC MAPS OF ITALIAN TERRITORY

Stanislao Esposito^{1*}, Roberta Alilla¹, Maria Carmen Beltrano¹, Giovanni Dal Monte¹, Edmondo Di Giuseppe¹, Flora De Natale¹, Luigi Iafrate¹, Angelo Libertà², Barbara Parisse¹, Elisabetta Raparelli¹, Massimo Scaglione¹

¹ Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria – Unità di ricerca per la climatologia e la meteorologia applicate all'agricoltura, CRA-CMA, via del Caravita 7°, 00186 Roma

² Sistema Informativo Nazionale per lo sviluppo dell'agricoltura, SIN, Via A. Salandra, 13 - 00187 Roma

*stanislao.esposito@entecra.it

Abstract

The growing influence of climate on all human activities implies an extension of climatology research. In this context, CRA-CMA has published an updated climate Atlas related to the whole national territory. It contains the climate framework of the Italian climatology about the last fifty years, through maps, graphs and tables which describe the main climatic variables and agroclimatic indices for the three periods 1961-1990, 1971-2000, 1981-2010.

Parole chiave

Atlante climatico, cambiamenti climatici, indici agroclimatici, cartografia climatica.

Keywords

Climatic atlas, climate change, agroclimatic indices, climatic maps.

Introduzione

Negli ultimi anni l'impatto della maggiore variabilità del clima su tutte le attività umane ha creato un'attenzione crescente riguardo ai cambiamenti climatici. Anche se in passato sono state realizzate numerose carte climatiche del territorio italiano, tuttavia mancava un quadro d'insieme aggiornato delle caratteristiche climatiche dell'Italia. Per tale motivo, nell'ambito del progetto AGROSCENARI, si è realizzato un *Atlante italiano del clima e dei cambiamenti climatici* contenente una serie di cartografie climatiche a scala mensile, stagionale e annuale relative a tutto il territorio nazionale.

L'Organizzazione Meteorologica Mondiale ritiene importante mantenere lo stesso periodo di riferimento a livello internazionale, affinché le informazioni sul clima siano coerenti anche oltre i confini di un singolo Paese. Pertanto, nel 2011 ha confermato l'uso del periodo 1961-1990 come *Climate Normal* fino al 2021 e ha comunque riconosciuto l'opportunità di utilizzare altri periodi di riferimento, aggiornandoli ogni 10 anni (WMO, 2011). Seguendo queste indicazioni, nell'Atlante si è fatto riferimento ai trentenni 1961-1990, 1971-2000 e 1981-2010 e inoltre si è voluto fornire un quadro rappresentativo della climatologia italiana degli ultimi cinquant'anni.

Materiali e Metodi

I dati utilizzati per calcolare le statistiche e realizzare le mappe sono stati estratti dalla Banca Dati Agrometeorologica Nazionale (BDAN) del Sistema Informativo Agricolo Nazionale (SIAN) del MiPAAF. I valori giornalieri delle variabili meteorologiche sono stati stimati su 3193 *grid-cells* con risoluzione 0.14° di longitudine e 0.10° di latitudine (circa 10 km di lato, alle nostre latitudini) e disponibili dal 1961 ad oggi.

La precipitazione giornaliera al suolo è stata stimata attraverso un metodo di *Ordinary Kriging* (OK),

assumendo l'ipotesi di quasi stazionarietà della variabile. Le temperature minima e massima giornaliera al suolo sono state invece ricostruite mediante *CoKriging* (CoK) non stazionario con deriva esterna, assumendo il trend termico geografico proporzionale a: *i.* quota sul livello del mare (derivata dal modello digitale del terreno con risoluzione orizzontale di 20 m, presente nel SIAN); *ii.* dato meteorologico di previsione riferito alle prime 24 ore fornito dal modello meteorologico idrostatico DALAM, (<https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/6401>); *iii.* campo meteorologico del giorno precedente in assenza del dato al punto *ii.* Tale approccio è stato scelto per imporre alla stima delle temperature giornaliere la coerenza fisica tra le due variabili e, allo stesso tempo, per migliorare la precisione di stima nei casi di mancata rilevazione di una temperatura (T_x o T_n) in alcune stazioni della rete di monitoraggio.

L'accuratezza dei modelli adottati è stata verificata con tecniche di validazione esterna, ovvero dal confronto statistico dei dati osservati ("dati veri") in un set di stazioni non incluse nella rete di monitoraggio utilizzata per riprodurre i campi termici e pluviometrici, con i dati stimati ("dati attesi") dai modelli di CoK e OK per le medesime stazioni. I risultati del Mae (*Mean absolute error*) indicano un errore medio di stima di circa ± 2 °C per le temperature e ± 2.4 mm per le precipitazioni, il coefficiente di massa residua (C_{rm}) evidenzia altresì una lieve tendenza a sottostimare le temperature massime e sovrastimare quelle minime (Chilès e Delfiner, 1999 e 2012).

Le elaborazioni condotte con la metodologia illustrata hanno prodotto la base dati di riferimento per ricostruire i valori climatici e degli indici agro-climatici rappresentati nelle mappe. Dopo un ulteriore controllo di qualità di coerenza interna, temporale e spaziale, i dati giornalieri sono stati aggregati alle scale mensile (in presenza di almeno l'84% di stime giornaliere nel mese), stagionale ed

annua, in modo da rappresentare sia le *Climatic Normal* (1961-1990) sia gli altri trentenni di riferimento (1971-2000 e 1981-2010) per tutto il territorio nazionale. Tutti i risultati sono riferiti all'anno solare mentre per la scala stagionale si è fatto riferimento alle stagioni meteorologiche: inverno (Dicembre-Febbraio), primavera (Marzo-Maggio), estate (Giugno-Agosto) e autunno (Settembre-Novembre). Altre elaborazioni hanno riguardato il calcolo di alcuni indici di cambiamento climatico, come ad esempio *Growing Season Length Index* (GSLI) e *Warm Spell Duration Index* (WSDI), indicati nel *Report 4th Session CCI/CLIVAR/JCOMM*, del Gruppo ETCCDI; <http://www.clivar.org/clivar-panels/etccdi> e l'applicazione della *change-point analysis* sulle serie storiche mensili delle variabili temperatura media (Tm) e precipitazione (Rr) riferiti a tutto il territorio nazionale.

Le analisi, le elaborazioni e le rappresentazioni spaziali sono state realizzate utilizzando i *software open source* GRASS (GRASS Development Team, 2015) e R (R Core Team, 2013) ed in particolare le librerie *gstat*, *raster*, *rts*, *climdex.pcic*, *spgrass6*.

Tab.1 – Valori medi mensili di precipitazione totale, temperatura minima e massima del trentennio 1981-2010 sull'intero territorio nazionale.

Tab.1 - Monthly average of total precipitation, minimum and maximum temperature of the thirty years 1981- 2010 related to the whole country.

	Precipitazione totale mm	Temperatura minima °C	Temperatura massima °C
Gennaio	57,3	1,2	7,7
Febbraio	50,1	1,2	8,6
Marzo	56,8	3,7	11,9
Aprile	70,9	6,5	15,0
Maggio	64,0	10,9	20,1
Giugno	52,5	14,5	24,1
Luglio	40,0	17,1	27,2
Agosto	48,6	17,2	27,1
Settembre	76,5	13,8	22,7
Ottobre	89,8	10,2	17,9
Novembre	95,5	5,5	12,1
Dicembre	77,2	2,2	8,5
Anno	779,2	8,7	16,9

Risultati e Discussione

Le serie storiche ricostruite per il cinquantennio 1961-2010 sono sufficientemente omogenee e complete. Le mappe rappresentano le variabili principali, alcuni indici climatici e agroclimatici (esempi in Fig. 1 e 2).

Le elaborazioni relative al trentennio 1981-2010, che è stato assunto rappresentativo del clima attuale, sono più dettagliate rispetto ai periodi 1961-1990 e 1971-2000.

Il volume comprende anche una sezione tabellare (Tab.1) in cui i dati climatici sono riferiti a livello regionale e provinciale.

Infine alcuni grafici illustrano l'andamento delle principali variabili e di alcuni indici climatici, che consentono di valutare sinteticamente e in maniera complessiva il rapporto esistente tra le variazioni delle caratteristiche climatiche e l'agricoltura.

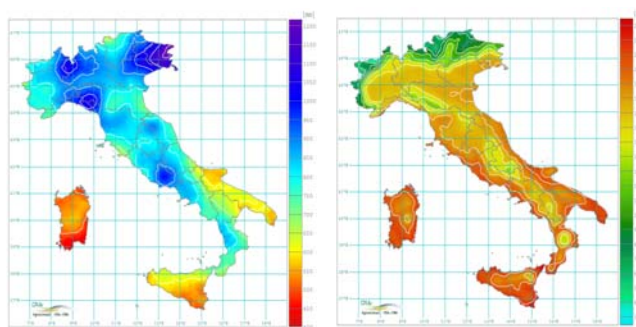


Fig.1 - Valori annuali medi di precipitazione totale (sx) e temperatura massima (dx) del trentennio 1981-2010.

Fig.1- Yearly mean values of total precipitation (l) and maximum temperature (r) for the period 1981-2010.

Conclusioni

L'analisi congiunta dei tre trentenni fornisce un quadro d'insieme sulle variazioni intercorse nel clima degli ultimi cinquant'anni in Italia, tuttavia è bene tenere presente che la presenza di un decennio di sovrapposizione esistenti nei diversi trentenni non consentono valutazioni statisticamente corrette sulle variazioni climatiche.

La scelta di pubblicare i risultati ottenuti per i tre trentenni deriva dalla consapevolezza che, negli studi sul clima, sono spesso adottati l'uno o l'altro periodo di riferimento.

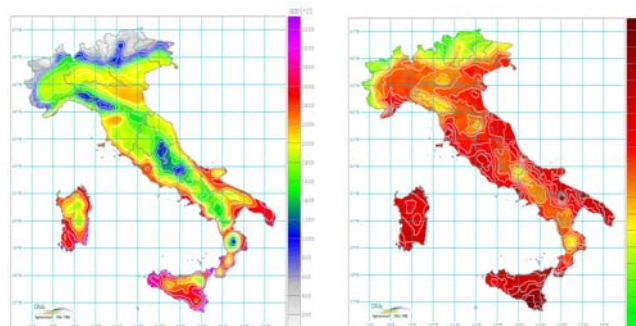


Fig.2 – Valori annuali medi delle sommatorie termiche per soglia > 10 °C (sx) ed evapotraspirazione potenziale di luglio (dx) del trentennio 1981-2010.

Fig.2- Yearly mean values of thermal summations threshold for >10 °C (left) and potential evapotranspiration of July (r) of the period 1981-2010.

Ringraziamenti

Lavoro realizzato nell'ambito del Progetto "AGROSCENARI - Scenari di adattamento dell'agricoltura italiana ai cambiamenti climatici", finanziato dal MiPAAF con D.M. 8608/7303/08 del 07/08/2008.

Bibliografia

WMO, 2011. Guide to Climatological Practices No. 100. Geneva.
Chilès, J-P e Delfiner, P. 1999 e 2012 "Geostatistics: Modelling Spatial Uncertainty". John Wiley & Sons, New York.

EFFICIENZA D'USO DELLA RADIAZIONE DI UNA COLTURA PERENNE PER BIOENERGIA IN AMBIENTE MEDITERRANEO

RADIATION USE EFFICIENCY OF A PERENNIAL BIONERGY CROP IN MEDITERRANEAN ENVIRONMENT

Gianfranco Rana e Rossana M. Ferrara*

Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CRA) – Research Unit for Cropping Systems in Dry Environments (SCA), via C. Ulpiani 5, 70125, Bari, Italy

*rossana.ferrara@entecra.it

Abstract

Cardoon (*Cynara cardunculus* L.) is a herbaceous perennial species recently used for bioenergetics purposes. It is a rainfed crop, then it is particularly adapted to the Mediterranean environments, where the major limiting production factor is water. To evaluate the adaptability of a biomass crop to an environment, it is essential to investigate its use of natural resources such as water, carbon dioxide (CO₂) and radiation. By means of the eddy covariance technique, three successive growth seasons of this crop have been monitored in terms of CO₂ exchange, determining its Net Ecosystem Exchange (NEE) and, then, its Gross Primary Production (GPP). The Radiation use efficiency (RUE, as ratio between total GPP and seasonal incident Photosynthetically Active Radiation, PAR) was analysed. Here the efficiency of the photosynthetic response of the crop to the PAR improves the performance with the environmental adaptation of the crop from the first to the last growth season.

Parole chiave

Cardo, eddy covariance, produzione primaria, assimilazione fotosintetica

Keywords

Cardoon, eddy covariance, gross primary production, photosynthetic assimilation

Introduzione

Il cardo (*Cynara cardunculus* L.) è una specie perenne nativa del Mediterraneo. Può essere coltivata senza irrigazione (*rainfed*), quindi risulta particolarmente adatta all'ambiente Mediterraneo, dove il principale fattore limitante è l'acqua. Alcuni lavori ne hanno mostrato una forte potenzialità come coltura energetica in ambienti aridi e semi-aridi (Gominho *et al.*, 2011).

Tuttavia, per valutare l'adattabilità di una coltura ad un ambiente è essenziale avere informazioni sull'uso delle risorse naturali nella formazione della biomassa, specialmente per colture bioenergetiche. In ambiente Mediterraneo, per colture *rainfed* come il cardo, tre sono le principali risorse utili alla crescita: l'acqua, l'anidride carbonica (CO₂) e la radiazione. Questo studio è stato condotto in Italia meridionale, con l'obiettivo di indagare su come il cardo utilizza la radiazione solare nell'arco di tre stagioni di crescita successive.

Materiali e Metodi

Lo studio su come il cardo utilizza la radiazione è stato condotto analizzando la "Radiation Use Efficiency":

$$RUE = GPP / PAR \quad (1)$$

dove GPP (μmol m⁻² d⁻¹) è la produzione primaria (Gross Primary Production) e rappresenta l'assimilazione di CO₂ per fotosintesi, e PAR è la radiazione fotosinteticamente attiva (MJ m⁻² d⁻¹). La GPP si determina (Reichstein *et al.*, 2005) come

$$GPP = NEE - R_{eco} \quad (2)$$

con NEE, *Net Ecosystem Exchange*, calcolata come somma dei flussi di CO₂ dalla coltura verso l'atmosfera e viceversa. R_{eco} è la perdita di CO₂ dal sistema come respirazione di suolo, foglie e fusti ed è difficile da ottenere perché la respirazione diurna delle foglie è incognita. I flussi di CO₂ sono stati misurati a livello orario con la tecnica eddy covariance (EC, e.g. Lee *et al.*, 2004). I dati sono stati processati con il programma EddyPro® 4.1 (www.licor.com/eddypro). I flussi di CO₂ misurati sono stati partizionati in GPP e R_{eco} con la procedura *online* CarboEurope IP (Reichstein *et al.*, 2005), basata sul modello Lloyd and Taylor (1994). Inoltre, poichè è necessario avere la serie storica completa dei flussi e, ovviamente, a causa di malfunzionamenti degli strumenti o avverse condizioni meteorologiche ci sono sempre dei dati mancanti, il *gap-filling* è stato fatto seguendo la procedura *online* CarboEurope IP www.bgc-jena.mpg.de/bgc-mdi/html/eddyproc/index.html.

Il cardo è stato coltivato dal 2009 al 2012 nell'azienda sperimentale del CRA-SCA a Rutigliano-Bari (40° 59' N, 17° 54' E, altitudine 122 m a.s.l.), sottoposto a tipico clima semi-arido Mediterraneo. Il suolo è superficiale (0.6 m), argilloso (43%), con un buon drenaggio per la presenza di substrato roccioso, con 96 mm di acqua disponibile totale. La torre EC consisteva di un anemometro sonico tridimensionale (USA-1, Metek GmbH, Germany) posizionato a 1 m dalla coltura, accoppiato a un analizzatore veloce (IRGA, LI-7500, Li-COR Inc., Lincoln

NE, USA) per la misura della concentrazione di CO₂. Le grandezze meteo, inclusa la PAR, sono state misurate con una stazione standard su un prato di riferimento a 100 m dal cardo.

Risultati e Discussione

La RUE del cardo è illustrata in Fig. 1 (pannello inferiore) insieme alla PAR (pannello superiore) per le tre stagioni di crescita. RUE presenta valori crescenti dalla prima all'ultima stagione. In particolare, durante la prima stagione RUE assume il massimo valore di 3.59 (gC MJ⁻¹ d⁻¹) il 20 Maggio 2010, durante la seconda stagione RUE è stata di 4.42 gC MJ⁻¹ d⁻¹ il 30 Aprile 2011 e durante la terza stagione RUE è stata di 5.25 gC MJ⁻¹ d⁻¹ il 7 Aprile 2012. Il giorno della massima RUE è anticipato dalla prima all'ultima stagione e non corrisponde al massimo valore di PAR, ma al massimo sviluppo della coltura.

Generalmente la RUE di una coltura diminuisce con l'aumento del VPD (deficit di pressione di vapore, in kPa, Kiniry *et al.*, 1999) con un comportamento descrivibile con una funzione lineare. Ciò è vero anche per il nostro cardo, per tutte le stagioni di crescita (Fig. 2). Nel nostro caso i valori di RUE sono graficati solo per giornate serene e, anche qui, i valori aumentano dalla prima all'ultima stagione, seguendo un andamento quasi lineare tra 0 e 2 kPa, mentre dopo questa soglia la RUE è quasi sempre intorno a 0. Un comportamento simile è stato trovato da Sinclair *et al.* (2005) per sorgo coltivato in condizioni idriche ottimali in Australia.

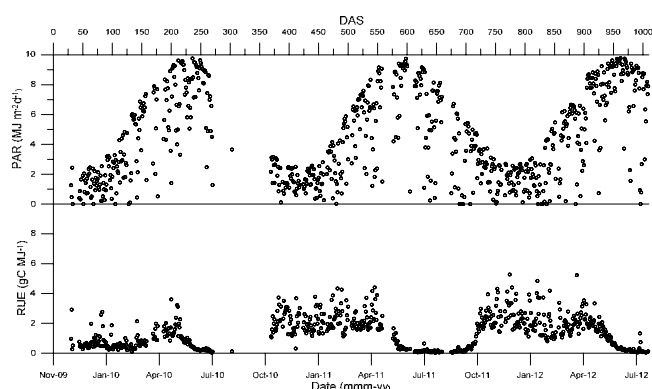


Fig.1 - Andamento di RUE e PAR nelle tre stagioni di crescita del cardo (DAS è giorni dopo la semina).

Fig.1- Trend of RUE and PAR in the three cardoon growth seasons (DAS is day after sowing).

Conclusioni

Per la radiazione fotosinteticamente attiva il cardo mostra un aumento di efficienza d'uso dalla prima alla terza stagione di crescita, con una chiara relazione con il VPD nel range 0-2 kPa.

Il confronto con le efficienze di altre colture da biomassa non è agevole per la radiazione per scarsa presenza di dati in letteratura e per la varietà di definizioni che possono trovarsi relativamente a produzione e input radiativo. Nel nostro caso la RUE è stata di 0.78±0.63, 1.63±1.09 e

1.54±1.13 molC/MJ per la prima, la seconda e la terza, rispettivamente, per cui a livello stagionale la RUE è aumentata dalla prima alla seconda stagione, rimanendo pressoché costante nella terza stagione.

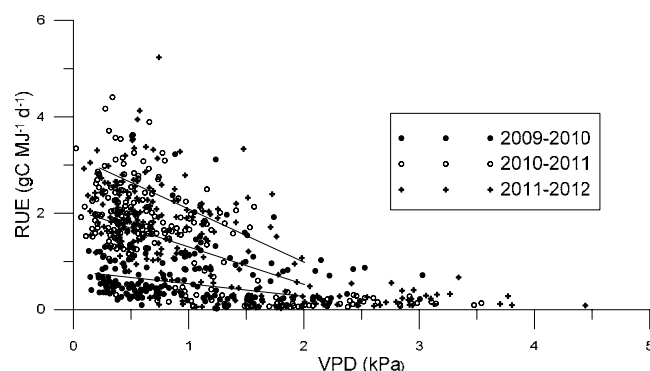


Fig.2 - Relazione tra RUE e VPD del cardo per le tre stagioni di crescita.

Fig.2- Relationship between RUE and PAR in the three cardoon growth seasons.

Ringraziamenti

La prova è stata finanziata dal progetto BIOSEA. Gli autori ringraziano il Dott. Domenico Palumbo per la gestione agronomica della prova e i Sigg. Nicola Martinelli e Michele Introna per le attività di misura in campo.

Bibliografia

- Gominho J., Lourenço A., Palma P., Lourenço M.E., Curt M.D., Fernández J., Pereira H., 2011. Large scale cultivation of *Cynara cardunculus* L. for biomass production—A case study. *Ind. Crop Prod.*, 33: 1-6.
- Kiniry J.R., Tischler C.R., Van Esbroeck G.A., 1999. Radiation use efficiency and leaf CO₂ exchange for diverse C4 grasses. *Biom. Bioener.*, 17: 95-112.
- Lee X., Massman W., Law B.E., 2004. Handbook of micrometeorology: a guide for surface flux measurement and analysis. Atmospheric and Oceanographic Sciences Library. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 250 pp.
- Lloyd J., Taylor J.A., 1994. On the temperature dependence of soil respiration, *Funct. Ecol.*, 8: 315-323.
- Reichstein M., Falge E., Baldocchi D., Papale D., 2005. On the separation of net ecosystem exchange into assimilation and ecosystem respiration: review and improved algorithm. *Global Change Biol.*, 11: 1-16.
- Sinclair T.R., Graeme, A., Hammer, L., van Oosterom, E.J., 2005. Potential yield and water-use efficiency benefits in sorghum from limited maximum transpiration rate. *Funct. Plant. Biol.*, 32(10): 945-952.

A@GRES: MODELLO DI E-GOVERNMENT DEL SETTORE AGROALIMENTARE PUGLIESE PER FAVORIRE L'ADOZIONE DI STRATEGIE DI ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

A@GRES: E-GOVERNMENT MODEL OF THE APULIAN FOOD SECTOR TO ENCOURAGE THE ADOPTION OF CLIMATE CHANGE ADAPTING STRATEGIES

Carmine Massarelli^{*1}, Angelantonio Calabrese¹, Vito Felice Uricchio¹, Erminio Riezzo², Mario Zippitelli², Michela Del Prete², Luigi Trotta³, Francesco Schiavone⁴, Gennaro Laera⁴, Angelo Petrelli⁴

¹Consiglio Nazionale Delle Ricerche, Istituto di Ricerca sulle Acque, V. le F. De Blasio, 5 – 70125 Bari

²Sysman Progetti & Servizi S.r.l., V.le Della Resistenza n. 48 - 70123 Bari

³Servizio Agricoltura, Assessorato Risorse Agroalimentari Regione Puglia, Lungomare Nazario Sauro n.45 - 70121 Bari

⁴Associazione Regionale dei Consorzi di Difesa della Regione Puglia, Via Devitofrancesco 2N, 23-25 70124 BARI (BA)

*carmine.massarelli@ba.irsra.cnr.it

Abstract

The task of the Authority in the food sector need to implement programmed adaptation actions to be taken to face the possible adverse impacts of climate change through strategies based on community involvement. In addition, it is increasingly necessary a way of action that could be called at regional level for the emerging need to create and promote adaptation strategies able to overcome any local conflicts and to promote the adaptive capacity of the food sector as a whole. In this direction, and on the basis of the needs expressed by the Apulian Region, the CNR - Institute of Water Research and SYSMAN Projects & Services Srl have created a system of e-government for the food sector able to represent complex information arising from environmental variables in the form of synthetic indexes in order to promote a better understanding of the trends and changes in climate aspects facilitating the activities of PA. The system, tried by the *dall'Assessorato Regionale alle Risorse Agroalimentari e dall'Associazione regionale Consorzi di Difesa Puglia (ASSOCODIPUGLIA)* concerning action to battle the spread of the *Complesso del disseccamento rapido dell'Olivo* (CoDiRO) caused by *Xylella fastidiosa*, has led to significant advantages: the greater sharing and usability of data (meteorological, agricultural, plant health, land use, etc.), to the management of an operational workflow can enhance cooperation between institutions and stakeholders.

Parole chiave: Geodatabase, Cambiamento climatico, *Xylella fastidiosa*, e-government

Keywords: Geodatabase, Climate Change, *Xylella fastidiosa*, e-government

Introduzione

I cambiamenti climatici in atto (IPPC, 2000) sono destinati ad impattare pesantemente nel settore agroalimentare al punto da rendersi necessaria l'adozione di misure per implementare strategie di adattamento e di mitigazione degli impatti. Tali strategie devono innanzitutto partire da una approfondita conoscenza delle componenti bio-geo-chimiche dei territori di interesse.

È dunque necessario che la PA abbia a disposizione strumenti in grado di fornire e produrre queste informazioni utili, sintetiche, immediatamente disponibili e provenienti da un sistema *ad hoc* realizzato in grado di potersi arricchire sempre più di dati e soprattutto di elaborazioni *on-demand*. Con queste premesse di utilità nasce il sistema informatico alla base del Living Labs A@GRES - *Agroindustrial e-Government system supporting adaptation to climate change in Apulia Region* ammesso al finanziamento dalla Regione Puglia – Area Politiche per lo sviluppo, il Lavoro e l'Innovazione – Servizio Ricerca Industriale e Innovazione P.O. FESR 2007-2013 – Asse I – Linea di Intervento 1.4 – Azione 1.4.2 in attuazione del Progetto Esecutivo *Apulian ICT Living Labs*.

Il sistema è stato sperimentato attraverso il *Demo Lab* dal titolo “Analisi delle correlazioni tra cambiamenti climatici e la diffusione della sindrome del Complesso del Disseccamento Rapido dell'Olivo, nota anche con

l'acronimo CoDiRO, in provincia di Lecce partendo dall'identificazione degli areali e focolai di distribuzione di *Xylella fastidiosa* presenti nel Salento (Carlucci et al., 2013) ed applicando il sistema alla ricerca di eventuali correlazioni con i fattori climatici per individuare criteri ecologici in grado di discriminare ed influenzare la diffusione del batterio “killer”.

Materiali e Metodi

A@GRES è una piattaforma informativa (Fig. 1) che supporta la PA nell'analisi di dati scientifici, fornendo una banca dati in grado di gestire sorgenti informative eterogenee (A@GRIBASE) e un'area di lavoro comune accessibile ai *policy makers*, al personale tecnico e alla cittadinanza in cui poter collaborare e interagire (A@GRIFLOW).

A@GRIBASE è una banca dati progettata per gestire dati eterogenei e creare un catalogo di elaborazioni già eseguite e d'immediato utilizzo. Le elaborazioni a catalogo riguardano aree distinte (limiti amministrativi, aree protette, aree d'interesse specifico, ecc.), intervalli temporali (decadi, mesi, anni, ecc.) e variabili di tipo diverso (grandezze agrometeorologiche, rilievi fitosanitari, ecc.).

Il secondo modulo del sistema, A@GRIFLOW, è costituito dall'area web che permette di utilizzare i dati presenti nel catalogo di A@GRIBASE.

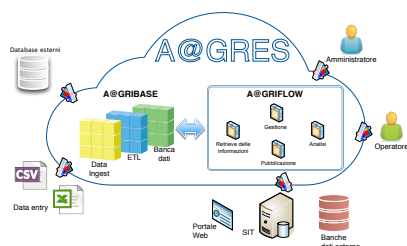


Fig. 1- Architettura del sistema A@GRES e dei moduli A@GRIBASE e A@GRIFLOW

Fig. 1 – A@GRES system architecture and A@GRIBASE and A@GRIFLOW modules

Questi consentono di gestire l'intero ciclo di vita di una particolare analisi che va dall'emissione di una certa richiesta al suo espletamento e la successiva pubblicazione dei risultati. A@GRIFLOW è strutturato in un portale web in cui l'utente, in base al proprio ruolo può accedere alle varie funzionalità del sistema come la gestione e monitoraggio delle richieste, la personalizzazione del catalogo elaborazioni attraverso la definizione di aree e di variabili e attraverso l'integrazione di nuove sorgenti di dati, la creazione di strumenti in grado di analizzare le serie storiche presenti nel catalogo e di visualizzare, in un webgis, tematismi utili a comprendere l'effetto al suolo delle condizioni climatiche (ciò attraverso la consultazione di dati georiferiti importati dall'utente o prelevati da banche dati esterne secondo gli standard OGC), la redazione di report contenenti i risultati delle analisi; la creazione di un archivio dei report redatti per la loro pubblicazione (Fig. 2).

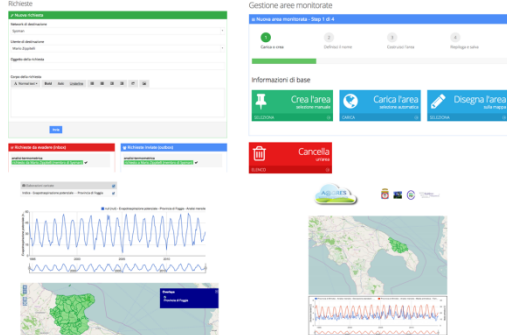


Fig. 2 - Funzionalità di A@GRIFLOW. In senso orario: 1) gestione delle richieste; 2) personalizzazione del catalogo delle elaborazioni; 3) analisi di serie temporali in un webgis; 4) consultazione delle analisi da un "Archivio".

Fig. 2 - Functionality of A@GRIFLOW. Clockwise view: 1) management of requests; 2) customization of the catalog of the processing; 3) time series analysis in a webgis; 4) consultation of analysis by an "Archive".

In aggiunta ed allo scopo di ottenere maggiori informazioni possibili sono anche stati acquisiti, in un area test, e successivamente integrati in A@GRES i dati relativi ad un sorvolo con sensore VNIR su aree colpite dal parassita al fine di individuarne la reale distribuzione in base ai sintomi di disseccamento della chioma evidenziabili attraverso il calcolo dell'NDVI ed altri indici di stress. Le mappe sono state elaborate dall'IRSA e sono state utilizzate per

individuare delle correlazioni tra i dati dell'Osservatorio fitopatologico regionale nelle zone identificate come focolai anche al fine di realizzare, in futuro, un sistema di rapida identificazione della sindrome.

Risultati e Discussione

Il sistema è in grado di discriminare anche dei limiti ecologici che dovrebbero essere considerati per la delimitazione delle aree a rischio, infatti la biologia e l'ecologia vanno oltre i limiti territoriali utilizzati per tracciare le linee di delimitazione del CoDiRO. Nella fig. 3 si riporta la delimitazione "Amministrativa" delle aree interessate dal CoDiRO, un'elaborazione di mappe di concentrazione delle zone colpite dal batterio che coincidono sorprendentemente con la distribuzione dell'umidità relativa minima mensile del mese più freddo dell'anno, in linea con Henneberger et al. (2003)

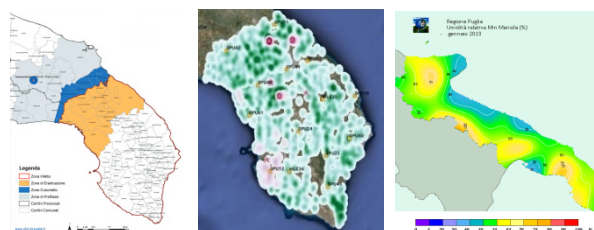


Fig. 3 – Da sinistra a destra: delimitazione delle aree interessate da CoDiRO; mappe di concentrazione delle zone colpite dal batterio; distribuzione dei valori dell'umidità relativa del mese più freddo

Fig. 3 - From left to right: delimitation of areas affected by CoDiRO; concentration maps of the areas affected by the bacterium; distribution of the values of the relative humidity of the coldest month

Conclusioni

La gestione integrata delle informazioni riferita a fenomeni complessi e diffusi sul territorio risulta vincente per l'adozione di strategie che possano essere in grado di affrontare al meglio le evoluzioni nel settore agro-alimentare in funzione delle dinamiche dei cambiamenti climatici e delle tendenze climatiche in atto. La sperimentazione sul CoDiRO necessita di ulteriori approfondimenti soprattutto legati alla fisiologia vegetale ed all'ecologia del territorio in funzione delle differenze climatiche presenti e già evidenziate.

Bibliografia

European Environmental Agency (2012), *Climate change, impacts and vulnerability in Europe*. EEA Report no. 12/2012

Henneberger T.S., Stevenson, K. L., Britton, K. O., and Chang, C. J., (2003) "Distribution and population density of *Xylella fastidiosa* in naturally infected sycamore associated with low winter temperatures." *Plant Dis* 01/2004; 88(9):951-958. DOI: 10.1094/PDIS.2004.88.9.951

Special Report on Emissions Scenarios IPCC (2000), *SRES - Special Report on Emissions Scenarios*. A special report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Eds. Nakićenović, N., and Swart, R., Cambridge University Press, ISBN 0-521-80081-1

LA CREAZIONE DI UN SISTEMA DI ALLERTA INNOVATIVO: DAI DATI TERRITORIALI ALL'ELABORAZIONE DEGLI SCENARI, APPLICAZIONE IN CAMPO DI NUOVE TECNOLOGIE ATTRAVERSO IL MONITORAGGIO METEOCLIMATICO.

CREATION OF AN INNOVATIVE ALERT SYSTEM: FROM SPATIAL DATA TO PROCESSING SCENARIOS, APPLICATION IN THE FIELD OF NEW TECHNOLOGIES THROUGH METEO CLIMATIC MONITORING.

Angelantonio Calabrese¹, Carmine Massarelli¹, Vito Felice Uricchio¹, Erminio Efizio Riezzo², Mario Zippitelli², Nicola Dongiovanni³, Stefania Napoletano³, Apolonia Netti³, Edoardo Celiberti⁴, Luigi Trotta⁵, Francesco Schiavone⁶, Gennaro Laera⁶, Angelo Petrelli⁶

¹Istituto di Ricerca Sulle Acque del CNR, Viale F. De Blasio 5, 70132 Bari, Italy

²Sysman Progetti & Servizi Bari, Via Della Resistenza 48, 70125 Italy

³Servizi di Informazione Territoriale S.r.l. P.zza Papa Giovanni Paolo II, 8/1 70015 Noci (BA), Italy

⁴INGLOBA360 s.r.l via Gattini n. 22 , 75100 Matera, Italy

⁵Servizio Agricoltura, Assessorato Risorse Agroalimentari Regione Puglia, Lungomare Nazario Sauro n.45 - 70121 Bari

⁶Associazione Regionale dei Consorzi di Difesa della Regione Puglia, Via Devitofrancesco 2N, 23-25 70124 BARI (BA)

*angelantonio.calabrese@ba.irsra.cnr.it

Abstract

Hydro-geological instability is an important problem for Italy due to damage to private properties and public infrastructure and to the considerable loss of life. Therefore it is important that a culture of prevention and prediction arises, based on identification of risk conditions and adoption of measures aimed to minimize environmental impacts. It is not easy to define precursors and thresholds: this is the goal of project "Smart Multichannel Open Standard Data System Platform to Natural Risk Assessment-MODS". MODS is an innovative vigil and pre-alert system for hydro-geological warning; applied for the first time in Apulia, it collects data from weather stations, processing them in order to elaborate maps of territorial rain distribution. MODS is able to manage a huge quantity of data using a spatial datawarehouse and the subsystem of Recording Weather Alert and Relevant Events - ReWARE. The application of MODS allows continuous monitoring of the 94% of the Apulia region.

Parole chiave: Dissesto idrogeologico, ReWARE, rischio

Keywords : Hydro-geological instability; ReWARE; Hydro-geological risk

Introduzione

L'Italia è costituita da terreni collinari e montagnosi con numerosi fattori naturali che creano un alto rischio di frane e alluvioni (Araneo et al, 2008; Catenacci, 1992). I fattori principali sono la conformazione geologica e geomorfologica. Tuttavia, il rischio è stato fortemente influenzato dalle attività umane e dai continui cambiamenti del territorio che hanno aumentato la possibilità di insorgenza di fenomeni e allo stesso tempo hanno aumentato la presenza di costruzioni e persone nelle aree in cui era possibile il verificarsi di tali eventi e in alcuni casi si sono verificati con effetti catastrofici (Pasquareà, Pozzetti, 2007; Leroy, 2006). A tutto questo si aggiunge un fattore di rilevante importanza quale i cambiamenti climatici che determinano eventi ad alto rischio causa precipitazioni in periodi non ordinari caratterizzati da eventi di breve durata e grande intensità che sommati alle problematiche precedentemente descritte possono causare danni di ingenti entità come gli eventi verificatisi nei mesi di giugno e luglio del corrente anno (Carraro et al, 2007). Il continuo verificarsi di questi episodi ha indotto l'utilizzo di una politica di gestione del rischio che affronti il problema, non solo durante le emergenze. Questo è passata da un approccio di base che si concentra sulla riparazione dei danni ad una cultura

della prevenzione e previsione, diffusa a vari livelli, basata sull'individuazione delle condizioni di rischio e l'adozione di misure volte a ridurre al minimo l'impatto degli eventi. Un problema importante è quello di definire i limiti di rischio e le soglie, intese come quantità di pioggia che potrebbe innescare i vari pericoli e oltre la quale si potrebbe avere il collasso delle masse instabili. Le alluvioni sono tra le manifestazioni più tipiche del dissesto idrogeologico e sono causate da un corso d'acqua che, arricchita con una portata superiore a quello previsto, rompendo gli argini, invadono le zone circostanti, causando danni agli edifici, ai siti industriali, alle strade e alle aree agricole. "Smart Multichannel Open Standard Data System Platform for Natural Risk Assessment-MODS" è un sistema innovativo ed automatico di veglia e pre-allerta per il monitoraggio e il controllo del pericolo idrogeologico. Il sistema è in grado di gestire in modo interoperabile una quantità enorme di dati basati su un data warehouse con un sottosistema di registrazione allarme meteo a cui si affianca un sistema di ReWARE. Per la prima volta è stato creando un sistema in cui tutti i dati, che giungono da diverse reti di monitoraggio, sono raccolte ed elaborate dal sistema in maniera automatizzata. Attraverso l'utilizzo del sistema GIS e di

tutte una serie di nuove tecnologie consente l'elaborazione della situazione territoriale in tempo reale e puntuale.

Materiali e Metodi

Il progetto MODS utilizza per la prima volta dati meteo climatici provenienti da due diverse reti di monitoraggio la prima è la rete dell'Associazione dei Consorzi di Difesa della Puglia (ASSOCODIPUGLIA), che nasce nel 1996 in un progetto regionale atto a creare un sistema di meteo-controll per aiutare l'attività agricola. Si compone di 94 stazioni presenti in tutto il territorio pugliese e dispone di un sistema di telemetria radio per trasferire i dati acquisiti. Ogni stazione misura un serie di parametri : il vento (direzione a 2 m, la velocità a 2 e 10 m), la temperatura (da 10 cm, 50 cm, 2 e 5 m dal suolo), l'umidità relativa a 2 m, l'umidità relativa a 50 cm dal suolo, pressione atmosferica, radiazione globale e precipitazioni, per un totale di 1.085 parametro misura nella regione. Ogni stazione è tarata per effettuare una misurazione ogni 10 minuti. La seconda rete di monitoraggio è quella istituita dalla protezione civile, il Centro Funzionale decentrato (CFD) della Regione Puglia si fonda con DGR n. 2217 del 23/12/2003 con l'obiettivo strategico nelle attività di Protezione Civile. Il DPCM 27/02/2004 definisce gli indirizzi lui operativa per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allerta nazionale e regionale per il rischio idrogeologico ed idraulico ai fini di protezione civile. Attività principali sono: monitoraggio e sorveglianza nell'ambito del sistema di allarme e le attività di previsione. La rete della Protezione Civile è composto da 171 stazioni termo / pluviometriche, di cui 27 di sensore idrometrici, per un totale di 414 parametri nella regione. L'integrazione di dati eterogenei è importante per la correlazione tra il rischio meteo e la vulnerabilità del territorio.

Risultati e Discussione

Una delle sfide tecnologiche del progetto MODS è stata la raccolta e l'integrazione di questo tipo di dati in modo semplice ed efficiente. *MODS-Cloud* è il modulo dedicato a questo compito e gestisce il flusso di dati da e verso *MODS-BASE*, che memorizza tutti i dati ambientali provenienti da fonti diversificate. *MODS-BASE* è un database progettato per rendere l'integrazione dei dati provenienti da questa architettura multi-canale e per gestire il flusso di dati dalla sorgente esterna con tutti i moduli del sistema MODS dedicati a trasformarli in modulo GIS. Uno dei moduli dedicati alla post-elaborazione è il sistema *ReWARE*. Questo è un archivio, che memorizza tutti i dati correlati a un particolare evento. Il tutto è stato progettato per consentire all'utente di interrogare il sistema in maniera molto flessibile, trovare nuove relazioni tra dati e correlare le cause di evento pericoloso per i suoi effetti. Una tra le innovazioni più rilevanti del progetto è lo sviluppo di un monitoraggio intelligente basato sul *Geographic Information System* (GIS) per il monitoraggio e la valutazione del rischio. Questa applicazione web ha il compito di raccogliere, trattare, gestire e fornire dati riguardanti le alluvioni, condizioni meteo e inondazioni. L'integrazione delle informazioni permette di avere una visione centralizzata e

unificata, che consente di affrontare i problemi legati alla gestione del territorio in modo organico e unico, incrementando la sicurezza, l'efficienza e la comunicazione e permettendo un miglioramento nella qualità della vita e nella sicurezza. Data l'adozione di protocolli standard e aperti, la piattaforma "*Smart Platform Multichannel Open Standard in Data System Natural Risk Assessment-MODS*" supporta le comunicazioni multicanale. L'*App Mobile* è una nuova fonte di dati per il sistema completo, *multi-vendor*, disponibile per i dispositivi *iOS* e *Android*, reattivo e in grado di lavorare online e offline al fine di offrire una grande flessibilità durante il suo utilizzo. Allo stesso tempo la gestione del territorio diventa più facile, avendo un sacco di informazioni disponibili in tempo reale, che andranno ad aggiungersi a quelle già rilevato dalle stazioni di controllo, al fine di migliorare i processi di intervento. L'applicazione ha inoltre la possibilità di catturare foto o video sul campo con la fotocamera del dispositivo, acquisire automaticamente e modificare manualmente sulla mappa la posizione GPS. A sostegno dell'*App Mobile*, per quelle persone che non hanno l'applicazione installata sul proprio dispositivo è possibile interagire con il sistema centrale semplicemente utilizzando il browser web, indipendentemente dal sistema operativo installato.

Conclusioni

Il territorio della regione Puglia è divisa in 9 zone di allerta, definite con la direttiva del PCM del 27/02/2004 ed è condivisa dalla DPC della regione Puglia. La rete di monitoraggio creata con il nuovo sistema ha integrato la rete della protezione civile con le stazioni della rete dell'Associazione dei Consorzi della Difesa della Puglia formate rispettivamente da 171 e 94 stazioni per un totale di 265 stazioni meteorologiche. L'integrazione ha portato ad una grande copertura del territorio, infatti, con le 265 stazioni totali si è passati da una copertura di 109 comuni a 198 comuni su un totale di 258 invece dal 42% dei comuni della Puglia al 75%. Tale risultato ha dato nel mese di Luglio 2014 risultati sorprendenti permettendo alla protezione civile della regione Puglia di monitorare l'intero territorio pugliese con un sistema in *real time* andando a colmare le lacune precedentemente presenti nel sistema di monitoraggio dello stesso ente.

Bibliografia

Araneo F., Basili R., Valensise G., Vannoli P., Burrato P., Fracassi U., Mariano S., Tiberti M. M., Boschi E, 2008. "The Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), version 3: Summarizing 20 years of research on Italy's earthquake geology", *Tectonophysics*, 453:20-43
Catenacci V., 1992. "Il dissesto geologico e geoambientale in Italia dal dopoguerra al 1990", *Servizio Geologico Nazionale*.
Pasquarè F., Pozzetti M., 2007. "Geological hazards, disasters and the media: The Italian case study", *Quaternary International*, 173/174:166-171.
Leroy S.A.G., 2006. "From natural hazard to environmental catastrophe: past and present", *Quaternary International*, 158: 4-12.
Carraro C., Crimi J., Sobbi A., 2007. "La valutazione degli impatti dei cambiamenti climatici in Italia e le relative misure di adattamento", *Apat - Centro Euro Mediterraneo per i Camb Clim*.

I CAMBIAMENTI CLIMATICI E LA SALUTE UMANA: IPPOCRATE UN NUOVO SISTEMA PER LA PREVENZIONE ATTRAVERSO IL MONITORAGGIO AMBIENTALE.

CLIMATE CHANGE AND HUMAN HEALTH: IPPOCRATE A NEW SYSTEM FOR THE PREVENTION THROUGH THE ENVIRONMENTAL MONITORING

Angelantonio Calabrese^{1*}, Vito Felice Uricchio¹, Domenico di Noia², Erminio Efizio Riezzo³, Mario Zippitelli³, Michele Toriello³, Giorgio Pietro Maggi⁴, Edoardo Celiberti⁵, Donato Festa⁵, A. Colaianni⁶, Luigi Trotta⁷, Francesco Schiavone⁸, Gennaro Laera⁸, Angelo Petrelli⁸

¹Istituto di Ricerca Sulle Acque del CNR, Viale F. De Blasio 5, 70132 Bari, Italy

²Dipartimento Emergenza Urgenza U.O. Cardiologia d'Urgenza Policlinico di Bari Piazza Giulio Cesare 11 70120 Bari - Italy

³Sysman Progetti & Servizi Bari, Via Della Resistenza 48, 70125 Italy

⁴Istituto Nazionale di Fisica Nucleare – Sezione di Bari Via E. Orabona 4 70125 Bari Italy

⁵INGLOBA360 s.r.l via Gattini n. 22 , 75100 Matera Italy

⁶SICONET s.r.l. via Lungomare Starita 62 70122 Bari Italy

⁷Servizio Agricoltura, Assessorato Risorse Agroalimentari Regione Puglia, Lungomare Nazario Sauro n.45 - 70121 Bari

⁸Associazione Regionale dei Consorzi di Difesa della Regione Puglia, Via Devotofrancesco 2N, 23-25 70124 BARI (BA)

*angelantonio.calabrese@ba.irsra.cnr.it

Abstract

Many studies demonstrate the impact of the temperature increase on cardiovascular diseases, highlighting how this climatic effect represents an important risk for human health. "Internet Platform for Characterizing the Pathology Research Atmospheric Technology in health Environment-IPPOCRATE" is an innovative alert system whose purpose is to assess climate risk through the use of an integrated system based on the use of data from meteorological stations in Puglia regional councillorship to the agrifood resources of associations of defence of Apulia (ASSOCODIPUGLIA) and to dispatch the computed informations to the interested population, suggesting prevention and mitigation actions. E-health system IPPOCRATE uses mobile technologies and cloud to acquire and share information about different data channels: "WeHeart", a collection of wearable devices used to monitor health and environment in which people live; Smart Application, the mobile application; Easy Box, a VoIP telephone device. These channels enable the system IPPOCRATE to reach a large part of the population, including the elderly. IPPOCRATE is the first e-Health system focused on prevention of climatic risks.

Parole chiave: Cambiamenti climatici, rischio per la salute, sanità elettronica, nuovo sistema tecnologico

Keywords : Climate change, health risk, e-health system, new technological system

Introduzione

Nell'ultimo report dell'Intergovernmental Panel for the Climatic Changes (IPCC), i gas della serra emissioni legate alle attività antropiche sono aumentato del 30% dalla rivoluzione industriale a partire da oggi e l'aumento della temperatura media è di 0,74 ° C (IPCC, 2013). Gli studi mostrano un aumento fino al 2100 con un riscaldamento globale di 4 gradi rispetto ai livelli effettivi (IPCC, 2013).

L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) considera gli effetti dei cambiamenti climatici sulla salute umana, specialmente per quanto riguarda l'aumento di temperatura, come uno dei più gravi pericoli futuri (World Health Statistics, 2009).

Gli effetti meteorologici estremi sulla mortalità estiva è un problema grave per il servizio sanitario pubblico (Bosello et al., 2005), soprattutto nelle aree urbane. Secondo recenti ricerche, ci sarà un aumento del numero di malattie legate al caldo, in particolare alle temperature, che triplicherà (> 257%) entro il 2050. La popolazione maggiormente colpita sarà quella anziana, soprattutto oltre i 75 anni e affetta da malattie cardiovascolari. I sistemi di monitoraggio da remoto, potrebbero consentire l'aumento dell'efficienza sanitaria per ridurre le

ospedalizzazioni inutili, garantendo tempestività e qualità degli interventi diagnostici e terapeutici durante le emergenze meteo (Willow and Connell, 2003). Ci sono complesse correlazioni tra fattori climatici e salute umana: il decreto n. 3 del 2001 ha determinato l'assetto istituzionale sulla sanità che ogni regione è obbligata ad adottare nel proprio territorio.

In questo contesto normativo si svolge il progetto "IPPOCRATE": è un innovativo sistema ICT che supporta la valutazione del rischio climatico trasferendo le informazioni utili alla popolazione a rischio.

Il progetto ha tre obiettivi principali: la creazione di un'infrastruttura di comunicazione multi-canale in grado di acquisire informazioni da fonti diverse e di trasferirle attraverso canali di comunicazione eterogenei, per sostenere le attività di prevenzione dei centri sanitari; lo sviluppo di specifici indici per correlare le condizioni meteorologiche con l'insorgenza di malattie cardiovascolari per definire una scala di rischio da utilizzare per i nuovi sistemi di allerta; la creazione di un set di strumenti web, chiamato "Registro territoriale", in grado di supportare il personale medico per prevenire e gestire i rischi associati a malattie cardiovascolari, analizzando la distribuzione spaziale della popolazione a

rischio, permettendo l'accesso ai dati raccolti da fonti strumentali e la visualizzazione storia clinica dei soggetti monitorati.

Materiali e Metodi

Il CNR-IRSA e il Dipartimento di Cardiotoracica dell'Università di Bari hanno condotto numerose attività di ricerca per individuare il corretto approccio scientifico per analizzare l'influenza e l'impatto del cambiamento climatico sulla fisiologia umana.

I cambiamenti climatici sono causati da una serie di vettori, naturali o antropici, che influenzano il bilancio energetico della terra. Lo studio di questi sono eseguite applicando vari modelli matematici utilizzati per la loro quantificazione e classificazione e utilizzando una serie di variabile unificate in indicatori principali, quali temperatura e umidità. Tutti i modelli consentono di ottenere risultati significativi a causa dell'utilizzo dell'output degli indici ambientali.

Data l'alta variabilità di indici presenti è stato condotto uno studio territoriale per selezionare l'indice ambientale più adatto. Lo studio è stato sviluppato su un periodo di 30 anni e sono stati forniti dalla rete di monitoraggio della associazione dei consorzi di difesa della regione Puglia (ASSOCODIPUGLIA). Lo studio è stato condotto analizzando i dati, le caratteristiche territoriali e possibile applicazione di una serie di indici per il territorio. È stato scelto come migliore indice per l'applicazione del sistema IPPOCRATE l'indice termoisometrico(1)

$$THI = T\alpha - (0.55 - 0.0055 * YP)(T\alpha - 14.5) \quad (1)$$

TA = aria temperatura (° C) RH = umidità relativa (%). L'indice, sulla base della temperatura percepita, che viene calcolata con la formula (1), determina lo stato di stress umano.

Il gruppo di lavoro del Dipartimento di Cardiotoracica nel progetto ha identificato, inoltre, un set di variabili utili per definire un indice che descriva la condizione di salute del soggetto monitorato. Essi sono: peso, frequenza cardiaca, pressione arteriosa sistolica e diastolica, saturimetria e frequenza respiratoria, la glicemia del corpo. Tali variabili sono fortemente correlate con le condizioni ambientali e, quindi, con le condizioni di rischio soprattutto per le persone più esposte (ad esempio lavoratori che operano all'aperto, le persone che soffrono di malattie cardiovascolari).

Risultati e Discussione

Il Sistema IPPOCRATE è stato progettato per fornire supporto tecnologico, l'analisi di rischio per la salute connessi ai cambiamenti climatici e strumenti per la prevenzione e gestione degli eventi critici. È il primo sistema integrato di prevenzione del rischio umano causato dal cambiamento climatico. IPPOCRATE calcola rischio ponderando i dati meteorologici con la vulnerabilità dei soggetti monitorati.

Il sistema IPPOCRATE è basato sulla ricerca scientifica del CNR-IRSA, per la parte ambientale, e dal Dipartimento di Cardiotoracica dell'Università di Bari per la parte medica, che ha permesso lo sviluppo di cinque componenti. L'**Hub multicanale** che permette di

collegare le fonti dati di diversa natura (i dispositivi di monitoraggio remoto o database meteorologici), con i canali di uscita attraverso un'architettura cloud. **WeHeart** è un set di dispositivi, anche indossabili, di facile di utilizzo e non invasivi in grado di rilevare variabili biometriche come: frequenza cardiaca, pressione arteriosa sistolica e diastolica, saturazione di ossigeno del sangue e glicemia. La **Smart Application**, è stata creata con una duplice funzionalità: per l'utilizzo dal paziente per immettere dati sullo stato di salute personale, ricevere informazioni dal sistema IPPOCRATE o dal proprio medico di base, o utilizzabile dai medici per monitorare i pazienti e creare eventuali segnalazioni in caso di situazioni di pericolo. **Easy Box**, è costituito da un sistema telefonico VoIP in grado per connettersi con il personale medico e con il sistema IPPOCRATE consentendo di notificare in modo dinamico all'utente avvisi o consigli. Il **Registro territoriale** è il modulo web riservato al personale medico per il monitoraggio e l'attività di ricerca. Permette di accedere a tutte le informazioni raccolte da Ippocrate per effettuare analisi spaziale, tramite GIS, combinando dati geografici con informazioni riguardanti la storia clinica degli utenti. È stato progettato per diversi tipi di utenti diversificando l'accesso alle funzionalità del sistema. È inoltre dotato di un sistema di comunicazione integrata che permette la condivisione tra gli utenti e i dispositivi collegati al sistema cloud di Ippocrate.

Conclusioni

L'obiettivo di IPPOCRATE è stato la creazione di una "connessione" tra lo studio dei fenomeni meteo e i cambiamenti climatici, la correlazione tra l'insorgenza di malattie e le condizioni meteorologiche estreme e l'utilizzo di sistemi ICT innovativi in grado di elaborare i dati per la previsione di eventi meteorologici estremi e raccogliere dati in tempo reale provenienti dal sensore meteo e dispositivi di monitoraggio remoto. La creazione della piattaforma integrata che raccoglie, riceve e condivide i dati, fornisce informazioni in tempo reale alla popolazione a rischio, raccoglie dati utili per il personale medico per monitorare la popolazione e comunicare con il personale coinvolto nella gestione delle emergenze mediche.

Bibliografia

- IPCC, "Climate Change 2013 - The Physical Science Basis", 2013.
World Health Statistics, WHO's annual compilation of data from its 193 Member States and a summary of progress towards the health-related Millennium Development Goals and targets, 2009.
Bosello F., Roson R., Tol S.J.R., "Economy-Wide Estimates of the Implications of Climate Change: Human Health", FEEM Working Paper, 2005.
Willows R.I. and Connell R.K., "Climate Adaptation: Risk, Uncertainty and Decision making", UKCIP Technical Report, Oxford: UKCIP, 2003.
Decreto Ministeriale Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio n. 3 del 04/giugno/2001.

YIELD RESPONSE OF SWEET SORGHUM (*Sorghum bicolor* (L.) var. *Saccharatum*) FOR THE PRODUCTION OF BIOETHANOL UNDER DIFFERENT WATER REGIMES

RISPOSTA PRODUTTIVA DEL SORGO ZUCCHERINO (*Sorghum vulgare* (L.) var. *Saccharatum*), PER LA PRODUZIONE DI BIOETANOLO, A DIFFERENTI REGIMI IDRICI

Marco Mancini^{1*}, Anna Dalla Marta², Francesca Orlando¹, Francesca Natali², Giampiero Maracchi¹, Simone Orlandini²

¹ Fondazione per il Clima e la Sostenibilità. Via Giacomo Caproni 8, 50144, Firenze, Italia.

² Dipartimento di Scienze delle Produzioni Agro-alimentari e dell'Ambiente, Università di Firenze. Piazzale delle Cascine 18, 50144, Firenze, Italia

* marco.mancini@unifi.it

Abstract

In recent years, sorghum has gained more and more importance due to its multi-functionality and versatility of cultivation. In fact, it can be used for the production of feed, fibre and food, and it can be cultivated with short cycle and with high biomass production.

The cultivation of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) var. *Saccharatum*) for the production of biofuels is an attractive option for meeting the challenges of climate change and variability. First, it is an interesting mitigation strategy and secondly, the use of drought-resistant species could be considered as an opportunity to adapt to changes in rainfall patterns. On the basis of these considerations, the present study has the purpose to monitor the growth of sorghum subjected to different water regimes in order to evaluate the resistance to water stress, with particular attention to the production of bioethanol of first and second generation obtainable by harvesting at flowering and physiological maturity, respectively.

Parole chiave: Efficienza d'uso dell'acqua, sorgo zuccherino, bioetanolo, regime d'irrigazione.

Keywords: Water use efficiency, sweet sorghum, bioethanol, water regime.

Introduzione

Fra le misure più importanti per la mitigazione dei cambiamenti climatici ritroviamo l'uso dei biocarburanti. Per questo motivo è sorto molto interesse per le colture idonee alla loro produzione, quali il sorgo zuccherino per il bioetanolo. Il bioetanolo può essere prodotto dalla fermentazione di substrati ricchi di zuccheri semplici (prima generazione) oppure da una complessa serie di trasformazioni che consentono l'impiego di matrici ligno-cellulosiche (seconda generazione). L'interesse verso il sorgo zuccherino è legato, anche, alla sua fama di pianta tollerante la siccità legata e con buona capacità di accumulo della sostanza secca in quanto pianta con fissazione della CO₂ a ciclo C₄.

Rispetto ad altre colture C₄ da noi tradizionalmente coltivate, quali il mais, il sorgo mostra una più alta efficienza d'uso dell'acqua.

Sulla base di queste considerazioni, il presente studio ha avuto l'obiettivo di:

- monitorare la crescita e la produttività del sorgo zuccherino in condizioni climatiche costanti e con differenti livelli di stress idrico;
- valutare l'efficienza d'uso dell'acqua per la produzione di bioetanolo di prima e seconda generazione.

Materiali e Metodi

Il sorgo zuccherino (*Sorghum vulgare* (L.) var. *Saccharatum*) è stato coltivato in vasi da 18 litri di capacità, mettendo 3 piantine per ciascun vaso.

Il disegno sperimentale è stato progettato con 3 trattamenti irrigui ripetuti in 3 blocchi randomizzati per un totale di 162 vasi.

L'irrigazione è stata effettuata ogni qualvolta il contenuto di acqua nel suolo scendeva sotto 27% della AWC (Available Water Capacity). I tre trattamenti irrigui corrispondono ad un reintegro della AWC rispettivamente di una percentuale del 50% (LI), del 75% (MI), e del 100% (HI). La ricerca è stata condotta sotto copertura con film plastico in PVC per avere il controllo dell'acqua apportata.

La performance della coltura è stata valutata a due differenti tempi di raccolta, 130 e 169 giorni dalla semina, corrispondenti rispettivamente al periodo immediatamente dopo la fioritura e alla maturazione.

Sono stati rilevati i pesi secchi e la concentrazione zuccherina nel fusto.

Per valutare l'efficienza d'uso dell'acqua, per la produzione di bioetanolo, sono stati usati i coefficienti di conversione di 0,6 per la fermentazione alcolica e di 0,11 e 0,27 per la seconda generazione, considerando due estremi di efficienza come riscontrato in bibliografia. Sono state considerate sia le singole trasformazioni sia la loro combinazione con utilizzo degli zuccheri semplici per la prima generazione e la valorizzazione dei residui ligno-cellulosici con la seconda generazione.

La produttività in bioetanolo è stata espressa in litri per ettaro, mentre la WUE (Water Use Efficiency) in litri di acqua somministrata per litro di etanolo prodotto.

Le correlazioni sono state distinte per livello di significatività in non significative (ns), $P \leq 0.05$ (*), $P \leq 0.01$ (**), $P \leq 0.001$ (***)

Risultati e Discussione

In generale l'aumento dei volumi di irrigazione ha promosso la crescita della coltura con differenze

significative riscontrate in termini di biomassa secca (DB) steli secchi (DS) e zuccheri accumulati (SP) (Tab.1).

Tab. 1 - Crescita e produzione a tre differenti regimi irrigui e due differenti fasi fenologiche.

Tab. 1 - Crop growth and production under the irrigation treatments at two different time.

130 giorni dalla semina		LI	MI	HI	
Growth variables (g per plant)	Mean	Mean	Mean	sig	
DB	23.71	32.01	42.34	***	
DS	19.34	25.41	33.51	***	
Productive variables (per plant)					
SP (g)	7.07	10.57	12.26	***	
WUE biomass (g/l)	2.48	2.58	3.1	*	
WUE sugar (g/l)	0.74	0.85	0.89	ns	
169 giorni dalla semina		LI	MI	HI	
Growth variables (g per plant)	Mean	Mean	Mean	sig	
DB	26.88	35.61	44.62	***	
DS	18.71	26.08	32.96	***	
Productive variables (per plant)					
SP (g)	6.06	10.55	11.91	***	
WUE biomass (g/l)	2.01	2.08	2.38	ns	
WUE sugar (g/l)	0.45	0.61	0.63	**	

Tab. 2 – Produzione di bioetanolo con tre differenti regimi d’irrigazione a due differenti fasi fenologiche.

Tab. 2 - Bioethanol production under the irrigation treatments at two different time.

130 giorni dalla semina		LI	MI	HI	
BIOETHANOL PRODUCTION	Mean	Mean	Mean	sig	
1st generation (l/ha)	1824	2729	3164	***	
2nd generation low (l/ha)	786	1014	1422	***	
2nd generation high (l/ha)	1931	2489	3492	***	
Productive variables (l/l)					
WUE 1st generation (l/l)	2890	2189	2507	ns	
WUE 2nd generation low (l/l)	6533	5767	4913	*	
WUE 2nd generation high (l/l)	2661	2349	2001	*	
Productive variables (l/l)					
WUE bioethanol low (l/l)	1920	1554	1548	*	
WUE bioethanol high (l/l)	1322	1103	1039	*	
169 giorni dalla semina		LI	MI	HI	
BIOETHANOL PRODUCTION	Mean	Mean	Mean	sig	
1st generation (l/ha)	1564	2723	3074	***	
2nd generation low (l/ha)	984	1185	1547	***	
2nd generation high (l/ha)	2417	2908	3797	***	
Productive variables (l/l)					
WUE 1st generation (l/l)	4576	3455	3451	**	
WUE 2nd generation low (l/l)	6893	7389	6102	ns	
WUE 2nd generation high (l/l)	2808	3010	2486	ns	
Productive variables (l/l)					
WUE bioethanol low (l/l)	2573	2300	2129	ns	
WUE bioethanol high (l/l)	1643	1560	1393	ns	

Il sorgo zuccherino è una pianta selezionata per l'accumulo di zucchero nel gambo a spese della produzione di granella e la varietà utilizzata ha mostrato tale tendenza (Tab. 1). Tuttavia i risultati, confermano la capacità della coltura di utilizzare l'acqua in modo più efficiente se mantenuta in condizioni idriche ottimali e sono in contrasto con altri studi che hanno mostrato una migliore WUE del sorgo se sottoposto a regimi idrici di moderato stress. La motivazione potrebbe essere legata alle condizioni sperimentali di coltivazione in vaso, infatti, in pieno campo la capacità di resistenza allo stress idrico è in parte motivata, in letteratura, dall'apparato radicale capace di penetrare il suolo e di raggiungere maggiori profondità.

Analizzando i risultati, per quanto riguarda la produzione di biocarburanti di prima generazione, le maggiori performance si ottengono subito dopo la fioritura con produzioni significativamente crescenti all'aumentare dell'acqua somministrata (Tab. 2). Anche per la seconda generazione il livello irriguo è correlato alla produttività, ma le produzioni maggiori si ottengono alla seconda data di raccolta.

L'efficienza dell'uso dell'acqua migliore è stata ottenuta alla prima data di raccolta considerando la possibilità di impiegare la parte più pregiata della pianta per bioetanolo di prima generazione e i residui ligno-cellulosici per la seconda. Il peggioramento della WUE osservato in generale nel passaggio tra le date di raccolta è probabilmente da attribuire al fatto che l'efficienza produttiva della pianta ha un picco intorno la fase di fioritura, corrispondente al massimo LAI, e un progressivo peggioramento nelle fasi successive.

Conclusioni

Questi risultati dimostrano che sorgo zuccherino, anche se considerato una "pianta cammello" per la sua tolleranza alla siccità, è in grado di capitalizzare e beneficiare della disponibilità idrica fornendo migliori prestazioni sia in termini di produttività sia di efficienza d'uso della risorsa idrica.

Ringraziamenti

Gli autori desiderano ringraziare l'Ente Cassa di Risparmio di Firenze, per il costante supporto fornito.

Bibliografia

Kumar S, Singh SP, Mishra IM, Adhikari DK. Recent avances in production of bioethanol from lignocellulosic biomass. Chem Eng Technol 2009;32:517e26.

Dalla Marta A, Mancini M, Natali F, Orlando F, Orlandini M, Mastorilli M, Katerji N, Rana G. Productivity and water use efficiency of sweet sorghum as affected by soil water deficit occurring at different vegetative growth stages. Eur J Agronomy 1999;11:207e15.

Farre' I, Faci JM. Comparative response of maize (Zea mays L.) and sorghum (Sorghum bicolor L. Moench) to deficit irrigation in a Mediterranean environment. Agric Water Manag 2006;83:135e43.

Muchow RC. Comparative productivity of maize, sorghum and pearl millet in a semi-arid tropical environment. II. Effect of water deficits. Field Crops Res 1989;20:207e19.

Singh BR, Singh DP. Agronomic and physiological responses of sorghum, maize and pearl millet to irrigation. Field Crops Res 1995;42:57e67.

Zhang C, Xie G, Li S, Ge L, He T. The productive potentials of sweet sorghum ethanol in China. Appl Energy 2010;87:2360e8.

Teetor VH, Duclos DV, Wittenberg ET, Young KM, Curt MD, Fernandez J, Martinez M. Productivity and water use efficiency of sweet sorghum (Sorghum bicolor (L.) Moench) cv. "Keller" in relation to water regime. Biomass Bioenergy 1995;8:401e9.

EFFETTI DI SCALA TEMPORALE NEL SEQUESTRO DI CARBONIO DA PARTE DI UN MELETO DEDOTTI DA MISURE DI CORRELAZIONE DI TURBOLENZA, METEOROLOGICHE E SATELLITARI

TIME-SCALE EFFECTS IN CARBON SEQUESTRATION BY AN APPLE ORCHARD INFERRED BY EDDY COVARIANCE, METEOROLOGICAL AND SATELLITE OBSERVATIONS

Leonardo Montagnani^{1,2*}, Massimo Tagliavini¹, Enrico Tomelleri³, Damiano Zanotelli¹

¹ Facoltà di Scienze e Tecnologie, Libera Università di Bolzano, Piazza Università 5, 39100 Bolzano, (BZ)

² Servizi Forestali, Provincia Autonoma di Bolzano, Via Brennero 6, 39100 Bolzano (BZ)

³ European Academy Bozen/Bolzano (EURAC Research), Viale Druso 1, 39100 Bolzano (BZ)

*leonardo.montagnani@unibz.it

Abstract

Physiological relations between cultivated plants and the environment are currently defined by instantaneous correlations with environmental drivers. It is still unknown if these direct controls hold at seasonal or annual time scales. The different resources (i.e. light), conditions (i.e. temperature) and biological responses (photosynthesis, evapotranspiration) were studied at different time-scales using the data collected in an apple orchard in Caldaro. Multiple regression modelling integrated by a matrix for assessing the regressors importance (relaimpo), and wavelet coherence analysis were used. We found that the relationship between environmental drivers and GPP and ET is strong at half-hour to daily time scale and decreases its influence at seasonal to annual scale, when biologically mediated drivers eventually prevail. This study suggests caution when predicting the effects over time of climate variability on crop production by simple extrapolation of instantaneous correlations with environmental drivers.

Parole chiave: Scala temporale, correlazione di turbolenza, NDVI, meleto, fotosintesi

Keywords: Time-scale, eddy covariance, NDVI, apple orchard, photosynthesis

Introduzione

Le relazioni ecofisiologiche tra le piante coltivate ed i fattori ambientali sono normalmente definite con una buona accuratezza in base a studi sugli scambi gassosi condotti tramite cuvette a livello fogliare. Tuttavia, non è stabilito con chiarezza se le relazioni istantanee trovate con i fattori ambientali si mantengano se ci si sposta verso scale temporali stagionali, annuali o interannuali, oppure verso scale spaziali diverse, ad esempio quella di ecosistema. Altri processi infatti, aventi scala spazio-temporale diversa, possono essere influenzati da fenomeni che includono lo sviluppo delle foglie, la variazione della conduttanza stomatica o l'acclimatazione delle capacità fotosintetiche all'andamento meteorologico o viceversa la fotoinibizione. Questo studio ha l'obiettivo di comprendere le diverse dinamiche temporali dei legami fra pianta coltivata ed ambiente per migliorare le capacità predittive nei modelli biogeochimici.

Materiali e Metodi

Lo studio è stato condotto presso il sito di Caldaro/Kaltem (BZ), in un impianto moderno di melo a conduzione biologica. Le misure sono iniziate nel 2009, con l'installazione della torre per le misure di eddy covariance e di molteplici sensori meteorologici, ed hanno consentito di avere a disposizione 6 anni di valori di scambi gassosi di anidride carbonica e di vapor d'acqua, di radiazione, temperatura e deficit di pressione di vapore. Misure

biometriche complementari di produttività primaria (Zanotelli et al., 2013; Zanotelli et al., 2015) hanno consentito di avere un quadro completo del ciclo del carbonio a scala annuale e multiannuale. Sono stati presi in considerazione la produttività netta dell'ecosistema, la produttività lorda, l'evapotraspirazione ed il valore di NDVI, la temperatura dell'aria, il PAR ed il deficit di pressione di vapore.

I dati raccolti sono stati sottoposti a test di qualità, interpolati tramite SSA (singular spectral analysis) in modo da evitare fenomeni di auto-correlazione con le variabili ambientali. L'analisi dei dati è stata condotta tramite tre distinte metodiche: a. la correlazione con i singoli fattori ambientali su scala istantanea, b. la valutazione dell'importanza dei singoli fattori nelle regressioni multiple (relaimpo) e c. la "wavelet coherence analysis" in modo da determinare in modo qualitativo la correlazione tra flussi e fattori ambientali in modo sintetico a scale temporali diverse.

Risultati e Discussione

La relazione misurata a scala semioraria tra la temperatura dell'aria e la produzione netta dell'ecosistema mostra un massimo a 22.9°C mentre la produttività lorda (GPP) raggiunge valori massimi tra 24.3 e 26.7 (Fig. 1). La differenza può essere spiegata considerando la relazione positiva tra la temperatura e la respirazione ecosistemica. Viceversa, l'evapotraspirazione non mostra un massimo

intorno ai 30°C, come osservato in altri studi, ma tende a crescere fin'oltre i 35°C.

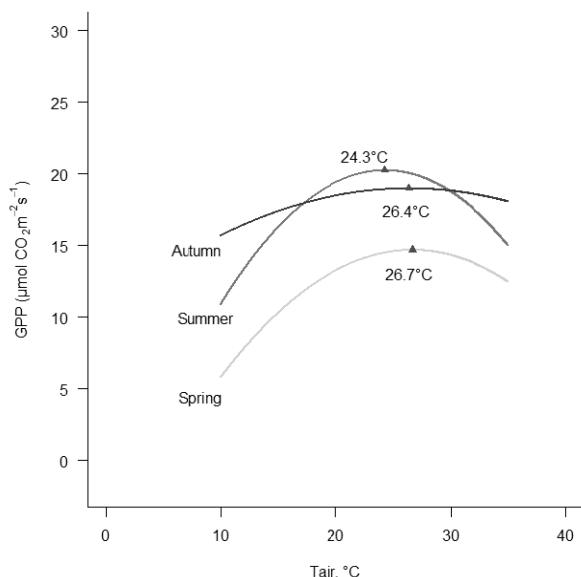


Fig.1 – Relazione tra la temperatura dell'aria e l'assimilazione lorda, musurata meieto di Caldaro, tramite eddy covariance. Dati divisi per stagione. Il valore medio è vicino ai 25°C, valore spesso usato nella modellistica.

Fig.1 – Relations observed between air temperature and gross photosynthesis, as measured in Caldaro by eddy covariance. Average maximum is close to 25°C, value frequently used in modelling exercises.

La correlazione tra flussi osservati e variabili ambientali varia nel tempo, con una generale diminuzione a scala maggiore di quella giornaliera, come si può osservare in Fig. 2 per la temperatura.

A scala semioraria la radiazione è il miglior predittore degli scambi ecosistemici. A scala stagionale invece il parametro più importante per la predizione dei flussi assimilativi è la temperatura, mentre il deficit di pressione di vapore è quello più fortemente correlato con l'evapotraspirazione. L'analisi dell'indice NDVI, ottenuto da satellite, mostra che questo è in grado di spiegare solo una parte limitata della variabilità a tutte le scale temporali, probabilmente per l'incapacità di questo indice di riflettanza di cogliere la massima assimilazione, parametro recentemente riconosciuto come responsabile della maggior parte della variabilità interannuale dei flussi fotosintetici (Xia et al. 2015).

Conclusioni

L'analisi delle relazioni funzionali a differenti scale indica con chiarezza che le relazioni istantanee non devono essere estrapolate a scale temporali più lunghe senza correzioni, in quanto diversi processi non rilevanti a scala breve possono risultare prevalenti a scala stagionale o annuale. L'analisi delle immagini da satellite conferma che l'NDVI è un indice importante per spiegare la variabilità dei flussi legata alla fenologia, mentre non riesce a spiegare la variabilità nella capacità massima di fotosintesi. L'uso di

informazione satellitare derivante dalla fluorescenza potrà aumentare la capacità di interpretare la variabilità inter-annuale dell'assimilazione da parte degli ecosistemi agricoli.

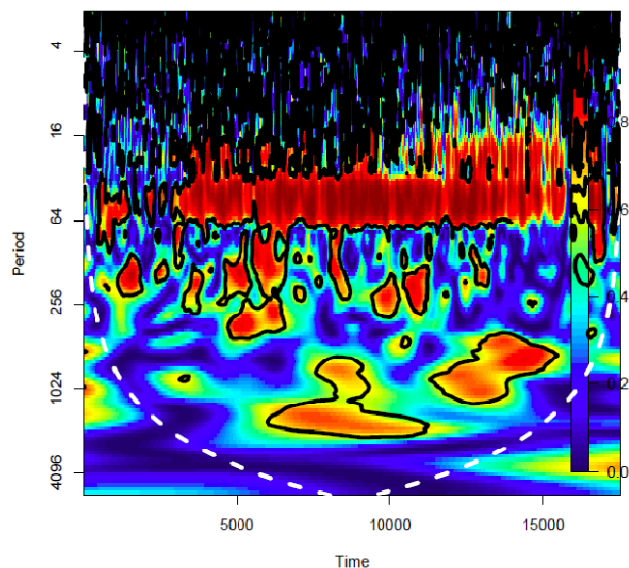


Fig. 2. Analisi di coerenza tramite onine tra temperatura dell'aria e produzione netta ecosistemica durante il 2013. Le linee continue delimitano periodi con correlazione significativa. Sulle ascisse sono riportate le 17520 mezzore, sulle ordinate le frequenze. Si noti l'evidente correlazione a scala giornaliera (48 mezzore).

Fig. 2. Wavelet coherence analysis between air temperature and net ecosystem production during the year 2013. Continuous lines separate periods with significant correlation. Units are half-hours, on the x axis 17520 half-hours are reported, on the y axis (frequencies) the strong daily correlation (48 half-hours) can be seen.

Bibliografia

- Zanotelli D., Montagnani L., Manca G., Scandellari F., Tagliavini M. (2015) Net ecosystem carbon balance of an apple orchard, *Eur J Agron*, 63, 97–104.
- Zanotelli D., Montagnani L., Manca G., Tagliavini M. (2013). Net primary productivity, allocation pattern and carbon use efficiency in an apple orchard assessed by integrating eddy-covariance, biometric and continuous soil chamber measurements. *BG*, 10 (5), 3089-3108.
- Xia J. et al. (2015) Joint control of terrestrial gross primary productivity by plant phenology and physiology, *PNAS*, 112 (9) 2788–2793.

EVOLUZIONE DEI CONTRATTI ASSICURATIVI IN CAMPO AGRICOLO IN FUNZIONE DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO

EVOLUTION OF INSURANCE CONTRACTS IN AGRICULTURAL FIELD ACCORDING TO CLIMATE CHANGE

Fiorenzo Salvatorelli¹, Francesca Ventura^{*1}, William Praticelli²

¹Dipartimento di Scienze Agrarie, Università di Bologna.

²Servizio Idro-Meteo-Clima, ARPA Emilia-Romagna.

*francesca.ventura@unibo.it

Abstract

In recent years the risk in agriculture has increased, due both to an oscillation of prices of agricultural products and of climate changes. In particular this last aspect is generating a greater number of extreme events, of greater intensity and of different types (IPCC, 2013). In this scenario insurance contracts have evolved, going from policies that ensured solely for the hail, to policies which cover most adverse weather and extreme events, such as floods, drought, frost, excessive snow or rainfall, hail, strong winds, sudden changes in temperature, sunstroke and warm wind. In particular in this work we focused on two of these adversities, excessive rain and drought, for which were defined by the insurance companies specific indices. For their verification insurance companies may obtained data from agro-meteorological services. Analyzing four indices of excess rain and drought in three agro-meteorological stations in Emilia-Romagna for a period of about 25 years it was seen that only two of the four appear to be effective in the detection of adverse events.

Parole chiave: Avversità, cambiamento climatico, assicurazioni

Keywords: Adversities, climate change, insurance

Introduzione

La politica nazionale di sostegno alla gestione del rischio in agricoltura negli ultimi anni ha subito importanti cambiamenti. Essa ha inizio con l'istituzione, nel 1970, del fondo di solidarietà nazionale (FSN) che in primis era destinato a indennizzare i danni subiti dagli agricoltori a seguito di calamità naturali, e poi al sostegno del pagamento dei premi assicurativi; oggi l'importanza dei due strumenti risulta rovesciata (Cafiero et al, 2007). Il mercato delle assicurazioni agevolate in agricoltura è stato riformato con il D.lgs. 102/2004, spostando l'intervento pubblico, che interveniva a seguito di danni causati da calamità naturali, verso un sistema basato sui contratti d'assicurazione.

Dal 2010, con il regolamento (CE) n. 73/2009, si è potuto trasferire in parte il costo del sostegno ai pagamenti dei premi assicurativi su fondi comunitari. Con la nuova Politica Agricola Comunitaria (PAC) 2014-2020 infine, si andrà verso una semplificazione della burocrazia, garantendo agli imprenditori agricoltori una stabilità del reddito nonostante gli effetti causati dalle nuove avversità atmosferiche.

Negli ultimi anni il rischio in agricoltura è aumentato, a causa sia di un'oscillazione dei prezzi dei prodotti agricoli che dei cambiamenti climatici in atto (Matthews, 2010). In particolare questo ultimo aspetto sta generando un numero maggiore di eventi estremi, di maggiore intensità e di tipi diversi (IPCC, 2013). Quando inizialmente si parlava di assicurare le produzioni agricole ci si riferiva alla sola avversità grandine, ad oggi vi è la possibilità di assicurare la propria produzione anche da molte altre avversità atmosferiche (alluvione, siccità, gelo, brina, eccesso di

neve, eccesso di pioggia, grandine, venti forti, sbalzi termici, colpo di sole e vento caldo).

Nel corso dell'ultimo decennio, c'è stata una evoluzione anche nel tipo di contratto assicurativo, passando da polizze monorischio, dove ci si assicurava per la sola grandine, a polizze pluri-rischio, fino ad arrivare alle multi-rischio, che assicurano da più avversità atmosferiche.

Questo passaggio è stato necessario anche perché le nuove avversità, ora assicurabili, causano danni da non sottovalutare alle produzioni.

L'obiettivo di questo lavoro è quello di studiare l'evoluzione dei contratti assicurativi e delle avversità assicurate in funzione del cambiamento climatico.

Materiali e Metodi

Il lavoro è stato condotto nella regione Emilia-Romagna, scegliendo gli areali a vocazione ortofrutticola, e precisamente analizzando i dati delle stazioni di ARPA-Simc di Finale Emilia (MO), Copparo (FE) e S. Agata sul Santeramo (RA).

Fra le nuove avversità assicurabili si è focalizzata l'attenzione su eccesso di pioggia e siccità, perché sono tra gli eventi che hanno causato più danni negli ultimi anni.

Nel presente lavoro, seguendo l'allegato 4 del Piano Assicurativo Agricolo Nazionale (PAAN, 2015) si è definito l'eccesso di pioggia come:

- precipitazioni di breve durata ma con intensità di almeno 40 mm nell'arco delle 3 ore ("nubifragio"), P_3 ;
- precipitazioni di particolare intensità, cioè 80 mm di pioggia caduta nelle 72 ore, P_{72} ;

- precipitazioni che eccedono per oltre il 50% le medie del periodo di riferimento, comunque non inferiori ad 80 mm su un arco temporale di dieci giorni, P_{10} .

L'evento atmosferico *siccità* (I_s) viene definito come il numero di giorni con straordinaria carenza di precipitazioni, pari almeno ad un terzo rispetto alle medie del periodo di riferimento, calcolato in un arco temporale di trenta giorni, che comporti l'abbassamento del contenuto idrico del terreno al di sotto del limite critico di umidità e/o il depauperamento delle fonti di approvvigionamento idrico, tale da rendere impossibile anche l'attuazione di interventi irrigui di soccorso. Questo indice viene calcolato contando il numero di giorni siccitosi, ovvero sotto la suddetta soglia.

Il clima di riferimento per la determinazione degli eventi "estremi" è stato studiato a partire dai dati dal 1991 al 2010. Essi sono stati utilizzati per confrontare ogni singolo anno dal 1989 al 2014, mettendo in evidenza i periodi in cui si sono verificati eventi estremi. Per talune stazioni la base di dati è diversa poiché alcuni anni presentavano dei "buchi", e sono stati eliminati (ad es. il 2005 e 2009 a Finale Emilia).

Risultati e Discussione

- Indici di eccesso di pioggia: gli indici P_3 e P_{72} sembrano essere efficaci descrittori del fenomeno individuato, mentre il limite evidenziato da P_{10} viene superato quasi tutti gli anni, e più volte l'anno, per tutte le stazioni, senza dare dunque indicazioni significative. La fig.1 mostra l'andamento dei valori massimi raggiunti da P_3 per Finale Emilia, nel periodo 1989-2014. Si vede come il limite dei 40mm sia stato superato negli anni 1998 (1 volta), 2001 (1), 2003 (2), 2007-08 (3), 2010 (1), 2012 e 2014 (3 volte). In questa stazione si nota un incremento dei superamenti in tempi recenti. Situazioni analoghe nelle altre stazioni considerate, e per l'indice P_{72} , ma in generale non si nota un trend per l'andamento degli indici proposti.

- Indice di siccità: sui circa 15 anni nei quali è stato calcolato (dipendentemente dalla stazione) I_s è verificato da 11 a 13 volte, con deficit massimo rispetto alla soglia di circa 20 mm. Questo risultato rende l'indice poco efficiente nell'individuazione di situazioni di siccità, considerando il solo dato meteorologico precipitazione. In effetti I_s non tiene conto né dell'aumento della temperatura, né in alcun modo di ETo, che sono invece fondamentali per lo stress idrico delle piante. La fig. 2 mostra l'andamento di I_s per la stazione di Copparo.

Contemporaneamente però le assicurazioni hanno subito un incremento nella superficie assicurata, passando dai circa 1.0×10^6 a circa 1.3×10^6 ettari di colture assicurate in Italia dal 2005 al 2014, e passando quasi integralmente da polizze mono-rischio (erano il 95% nel 2003) alle pluri- e multi-rischio (rispettivamente 73% e 27% nel 2014, fonte ISMEA).

Conclusioni

Negli ultimi anni le assicurazioni si sono trovate a dover fronteggiare una mutata condizione climatica e dunque

nuovi tipi di avversità che hanno causato danno per colture, dai quali gli agricoltori richiedono di essere assicurati. In questa ottica hanno cercato di individuare degli indici meteorologici oggettivi, da affiancare alle perizie effettuate in campo, che determinano la reale estensione e intensità del danno. Osservando gli indici di eccesso di pioggia e di siccità in tre stazioni agrometeorologiche dell'Emilia-Romagna solo due dei quattro analizzati sembrano essere efficaci nel riconoscimento degli eventi avversi. In futuro sarebbe opportuno sviluppare degli indicatori più significativi.

Bibliografia

Cafiero C., Capitanio F., Cioffi A., Coppola A. (2007), "Risk and Crises Management in the reformed European Agricultural Crises Policy", Canadian Journal of Agricultural Economics, Special Issue December 2007.

IPCC, 2013. Annex I: Atlas of Global and Regional Climate Projections [van Oldenborgh, G.J., M. Collins, J. Arblaster, J.H. Christensen, J. Marotzke, S.B. Power, M. Rummukainen and T. Zhou (eds.)]. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Matthews A., 2010. Perspectives on Addressing Market Instability and Income Risk for Farmers. IIIS Discussion Paper No. 342. Dublin, April.

PAAN, 2015. Piano assicurativo agricolo nazionale. Decreto n. 5447 del 10/03/2015, Ministero delle Politiche Agricole e Forestali.

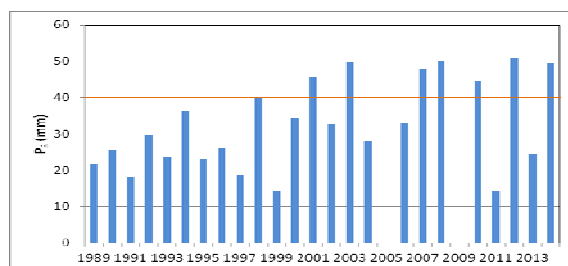


Fig.1 - Andamento dei valori raggiunti da P_3 per la stazione di Finale Emilia (1989-2014).

Fig.1 - Trend of the P_3 index for the station Finale Emilia (1989-2014).

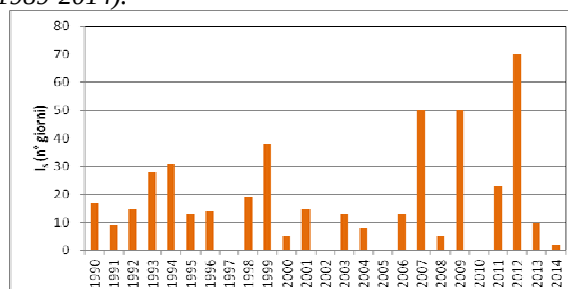


Fig.2 - Andamento dell'indice I_s per la stazione di Copparo (1990-2014).

Fig.2- Trend of the I_s index for the station Copparo (1990-2014).

HIGH-RESOLUTION NUMERICAL SIMULATIONS OF WINTERTIME ATMOSPHERIC BOUNDARY LAYER PROCESSES IN THE ADIGE VALLEY DURING AN ALPNAP PROJECT FIELD CAMPAIGN

SIMULAZIONI NUMERICHE AD ALTA RISOLUZIONE DI PROCESSI DELLO STRATO LIMITE ATMOSFERICO NELLA VALLE DELL'ADIGE DURANTE UNA CAMPAGNA DI MISURE INVERNALE DEL PROGETTO ALPNAP

Elena Tomasi^{1*}, Lorenzo Giovannini¹, Dino Zardi¹, Massimiliano de Franceschi^{1,2}

¹ Gruppo di Fisica dell'Atmosfera, Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Meccanica, Università degli Studi di Trento, via Mesiano 77, 38123 Trento (TN)

² CINFAI - Consorzio Interuniversitario Nazionale per la Fisica delle Atmosfere e delle Idrosfere, Roma (RO)

*elena.tomasi@unitn.it

Abstract

High-resolution simulations are performed with the Weather Research and Forecasting (WRF) model, coupled with the Noah_MP land surface model (LSM), to reproduce specific meteorological conditions during the winter season in the Adige Valley. Model results are compared against data collected during a measurement campaign performed in the cropland surrounding the town of Aldeno, within the ALPNAP project, to assess the model ability to reproduce the 2-m temperature and the surface energy fluxes. Validation of model results highlights that WRF underestimates near-surface temperature over snow-covered terrain and fails to capture specific atmospheric processes, such as the development of ground-based thermal inversions. These errors are mainly caused by the wrong initialization of snow cover on the ground and the erroneous characterization of the cropland land use type. Modifications to the model are performed and a better reproduction of both the surface energy fluxes and the near-surface temperature is achieved.

Keywords

Meteorological modeling, WRF, land surface models, land use characterization, snow cover

Parole chiave

Modellazione meteorologica, WRF, schemi fisici al suolo, caratterizzazione uso del suolo, copertura nevosa

Introduction

Most of local meteorological phenomena typically occurring in mountainous areas are driven by energy exchanges between the atmosphere and the ground. Simulations of these meteorological processes are then strictly related to the appropriate modelling of the land surface processes, which becomes even more complex when a melting snow cover lies on the ground. For this reason it is essential to test and keep improving the performance of meteorological models in complex terrain and their ability to properly reproduce near-ground variables, such as 2-m temperature and the fluxes composing the surface energy balance.

Materials and Methods

High-resolution numerical simulations with the Weather Research and Forecasting (WRF, Skamarock *et al.*, 2008) model were performed to reproduce meteorological conditions occurred during an intensive measurement campaign of the European ALPNAP Project (de Franceschi and Zardi, 2009). This campaign was carried out in February 2006 in the cropland surrounding Aldeno, a small village in the Adige Valley, with both conventional instruments and advanced sensors for the measurement of surface energy and mass budgets. The existence of such a detailed and broad dataset of meteorological measurements

allowed the accurate validation of the numerical results, especially as regards the meteorological variables near the ground and the interactions between soil and atmosphere. The length of the performed simulations is 4 days, from the 12th to the 16th of February, 2006: 4 nested domains were used to achieve a 400-m resolution in the inner domain, centred over Aldeno. Numerical results from the simulations with WRF were first compared with the available observations to evaluate the ability of the standard released version to reproduce 2-m temperature: some weaknesses of the model in the representation of the observed atmospheric processes were highlighted and therefore some modifications to the initialization of the model and to the Noah_MP land surface scheme (Niu *et al.*, 2011) were performed. In particular, the attention focused on the treatment of the existing snow on the ground: on the basis of field observations, the initial amount of snow was halved; the initial density of the ground snow was changed from the default fresh-snow value to a denser-snow value, in order to properly reproduce the actual age of the snow cover, which was fallen 15 days before the simulation starting time; the surface temperature of each partially snow-covered cell was allowed to grow over 0°C if its snow cover is less thick than 15 cm. The other modification deals with the characterization of the local cropland land use type, which consists in apple orchards. Once these

modifications to the WRF code were implemented, a new simulation was run and improved results were obtained.

Results and Discussion

The results of two simulations are presented: the simulation run with the standard versions of WRF and Noah_MP LSM (Std. ver.) and the simulation run with the modified versions (Mod. ver.). The first panel of Fig. 1 shows the comparison between model results of both the simulations and the observed values of 2-m temperature in the valley floor: while the standard version of the model underestimates the 2-m temperature both during daytime and nighttime, the modified version succeeds in properly identifying the temperature minima and in increasing the maxima. The same result is also achieved in all the other available weather stations within the domain, as shown by the second panel of Fig. 1, where the comparison between 2-m temperature root mean square error (RMSE) before and after the modifications to the code is reported.

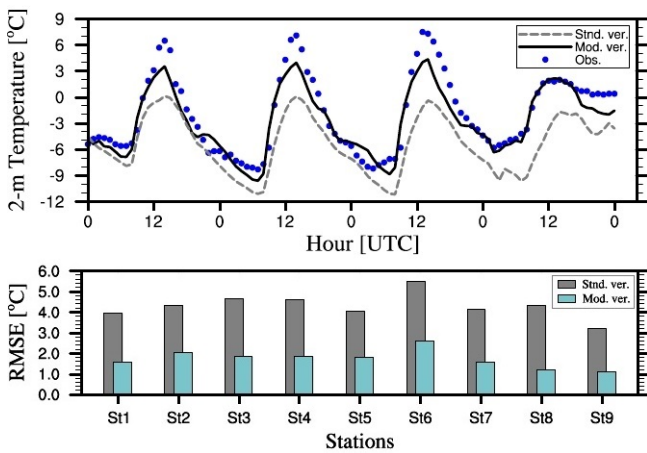


Fig.1 – 2-m temperature observed and modeled in the valley floor (top) and the RMSE registered in the other stations within the domain (bottom).

Fig.1 – Temperatura a 2 m misurata e calcolata nel fondovalle (sopra) ed errore quadratico medio calcolato nelle altre stazioni di misura nel dominio (sotto).

Fig. 2 shows the results in terms of outgoing shortwave radiation: it is clear how the implemented modifications reduce the loss of energy from the surface energy budget.

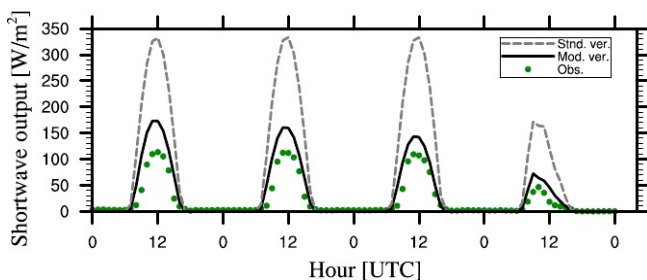


Fig.2 – Outgoing shortwave radiation observed and modeled in the valley floor.

Fig.2 – Radiazione ad onda corta in uscita misurata e calcolata sul fondovalle.

Finally, a comparison between the 2-m temperature measured and calculated at a station on the valley floor (~200 m a.s.l.) and at one located on the sidewall at 400 m a.s.l. is presented (Fig. 3): the standard version of the model is unable to reproduce the daily evolution of the observed strong ground-based thermal inversion but, thanks to the proposed modifications, both its developing during nighttime and its decaying during daytime are caught by the model.

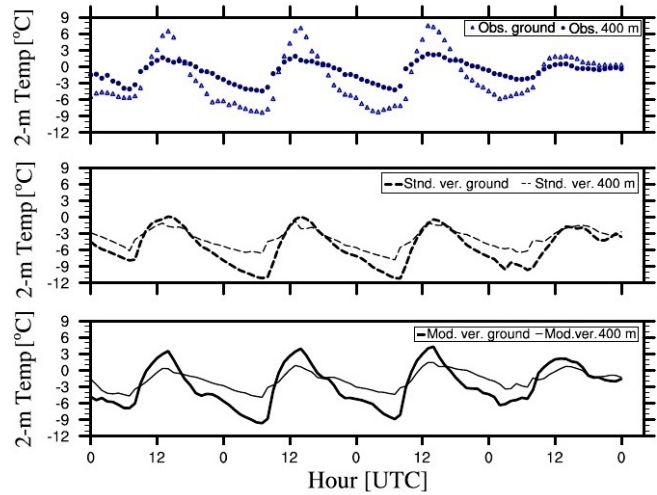


Fig.3 – 2-m temperature observed and modeled in a station in the valley floor and in one at 400 m along the sidewalls.

Fig.3 – Temperatura a 2 m misurata e calcolata in una stazione del fondovalle e in una a 400 m di quota.

Conclusions

WRF model results are very sensitive to the initialization of the snow cover and to the snow-related variables treated within the model land surface scheme. Moreover, results of the Noah_MP LSM may be improved thanks to the proposed modifications, which take into account the characteristics of the land use and of the snow covering the analyzed domain cell.

References

- Skamarock W. C., Klemp J. B., Dudhia J., Gill D. O., Barker D. M., Duda M. G., Huang X.-Y. et al., 2008: A description of the advanced research WRF version 3. Tech. rep., NCAR Technical Note TN-475+STR, 125.
- de Franceschi M. and Zardi D., 2009. Study of wintertime high pollution episodes during the Brenner-South ALPNAP measurement campaign. Meteorol. Atmos. Phys. 103: 237-250.
- Niu G.-Y., Yang Z.-L., Mitchell K.E., Chen F., Ek M.B., Barlage M., Kumar A., Manning K., Niyogi D., Rosero E., Tewari M., Xia Y., 2011. The community Noah land surface model with multiparameterization options (Noah-MP): 1. Model description and evaluation with local-scale measurements. J. Geophys. Res. 116 (D12109): 1-19.

WEATHER FORECAST SERVICES ON THE WEB: AN OPPORTUNITY FOR RESEARCH AND MODELLING

SERVIZI METEO PREVISIONALI SUL WEB: UNA OPPORTUNITÀ PER LA RICERCA E LA MODELLISTICA

Roberto Zorer ^{1*}, Luca Delucchi ¹, Duccio Rocchini ¹, Amedeo Fadini ¹, Markus Neteler ¹

¹ GIS and Remote Sensing Unit

Biodiversity and Molecular Ecology Department - DBEM

Fondazione Edmund Mach - www.fmach.it

Via E. Mach 1, 38010 San Michele all'Adige (TN) - Italy

T.+39 0461 615570 - F.+39 0461 650956

* roberto.zorer@fmach.it

Abstract

Weather forecasting is a very important issue not only for agriculture but also for tourism, and particularly for the management of extreme events. Web-services and apps for mobile devices are becoming increasingly popular, providing weather forecast related to the user location or to points of interest selected interactively on the map or from destinations lists. There are both free and paid services available, and some of them follow open-data policy.

Services that provide the ability to perform requests via API are of particular interest, since they allow machine-to-machine calls, by automating the population of local databases, and, finally, developing and implementing new services.

In the present work, we developed and implemented Python-scripts and libraries to obtain a fully automated data flow from the daily download of data from two weather forecast web-services, to the population of a PostgreSQL geo-database.

The accuracy assessment of the forecasting time-series of mean daily air temperature is presented and discussed.

Keywords

Weather, web-service, yr.no, meteoblue.com, uncertainty

Parole chiave

Meteo, servizio web, yr.no, meteoblue.com, incertezza

Introduction

The offer of online weather services is continuously growing on the web and, at the same time, the number of people depending on weather forecast to plan their schedules is increasing. On the contrary, accurate monitoring of current conditions by means of weather stations and the implementations of forecast models is demanding and expensive.

Moreover, some weather forecast services offer data by means of Application Programming Interface (API) providing access to weather related data ("API Data") with direct http-queries to their servers. The queries can be executed instantaneously or scheduled through machine-to-machine automated requests, providing latest up-to-date data as eXtensible Markup Language (XML) text. These can be automatically processed with scripts (i.e. Python programming language) and the data stored back into local databases for any use.

In the present work we assessed a free online weather service from both the Norwegian Meteorological Institute (<http://met.no>) and the Norwegian Broadcasting Corporation (NRK - <http://yr.no>), and the commercial online weather forecast service provided by Metoblue/Meteoarena (<http://www.meteoblue.com>) with respect to their degree of certainty, using ground-truth weather data.

Materials and Methods

yr.no free weather data service

Yr.no offers free weather data in XML format for 7 million places around the world or for user-specified coordinates. The module implements a full forecast with several parameters for a nine-day period. The mandatory input parameters of the http-request are latitude and longitude (decimal degrees), optional is the elevation (whole meters above sea level).

The XML-output include air temperature and humidity, wind speed, wind direction, pressure, precipitation, cloudiness, fog, low clouds, medium clouds, high clouds.

We monitored 20 of 64 sites corresponding to the location of the weather stations used for validation.

meteoarena.com/meteoblue.com

The meteoblue API is a weather interface designed for professional clients. With the API, clients can link to meteoblue live forecasts with direct http-queries to meteoblue servers. The queries are executed instantaneously and always provide latest up-to-date data. These can be automatically downloaded to local system through a web-service. The PointAPI-service requires an user API-key, the localisation by geographic latitude /longitude coordinates (decimal degrees) or location ID, and the elevation of the site (meters above sea level). The http-request returns data as text (XML with CSV) or images (meteogram). We obtained access to the meteoblue services through the Italian distributor Meteoarena (<http://www.meteoarena.com>) for 40 sites, of which 20 correspond to weather stations.

XML processing

The XML-outputs of both the online weather forecast services have been processed using Python programming language scripts and libraries (python-yr), to allow the automated extraction of the meteorological features and to upload the values into a local PostgreSQL geo-database (ver. 9.1 - PostgreSQL Global Development Group).

meteo.fmach.it

Ground-truth weather data used for the assessment of certainty of the two online forecast services were acquired every 15 minutes by 64 automatic weather stations of the CTT – SIG network (Fondazione Edmund Mach – FEM San Michele all'Adige, Trento, Italy). We firstly focused on the time-series of daily average air temperature.

Results and Discussion

The comparison occurred on a 117-day period from December 19, 2014 to April 14, 2015, in which all three datasets were available and complete.

The measured air mean temperatures from 20 meteorological stations varied between -6.0 and 17.1 °C with an average of 4.2° C and a standard deviation of 4.2 °C. Table 1 reports the main parameters to measure forecast accuracy (Sum of Forecast Errors – SFE, Mean Absolute Deviation – MAD, Mean Absolute Percentage Error – MAPE, Mean Squared Error – MSE, Tracking Signal (TS), slope, intercept Pearson and determination coefficient of the linear regression are reported (Mahadevan, 2009).

Conclusions

Most of the indicators for accuracy show a better performance of the meteoblue.com service, but both datasets are close to the 1:1 ratio and with a limited spread of the residuals.

The two tested weather forecast services seem to be promising and represent a viable solution to complement physical networks of weather stations.

Tab.1 – Summary of the main parameters used to assess forecast accuracy.

Tab.1 – Sommario dei parametri principali utilizzati per la determinazione dell'accuratezza della previsione.

Stats	meteoblue.com	yr.no
SFE	1507.2	387.9
MAD	1.3	1.8
MAPE	23.2	31.7
MSE	2.6	5.7
RMSE	1.6	2.4
TS	1191.1	210.9
Slope	0.949	0.910
Intercept	-0.397	0.228
Pearson	0.935	0.825
r^2	0.874	0.681

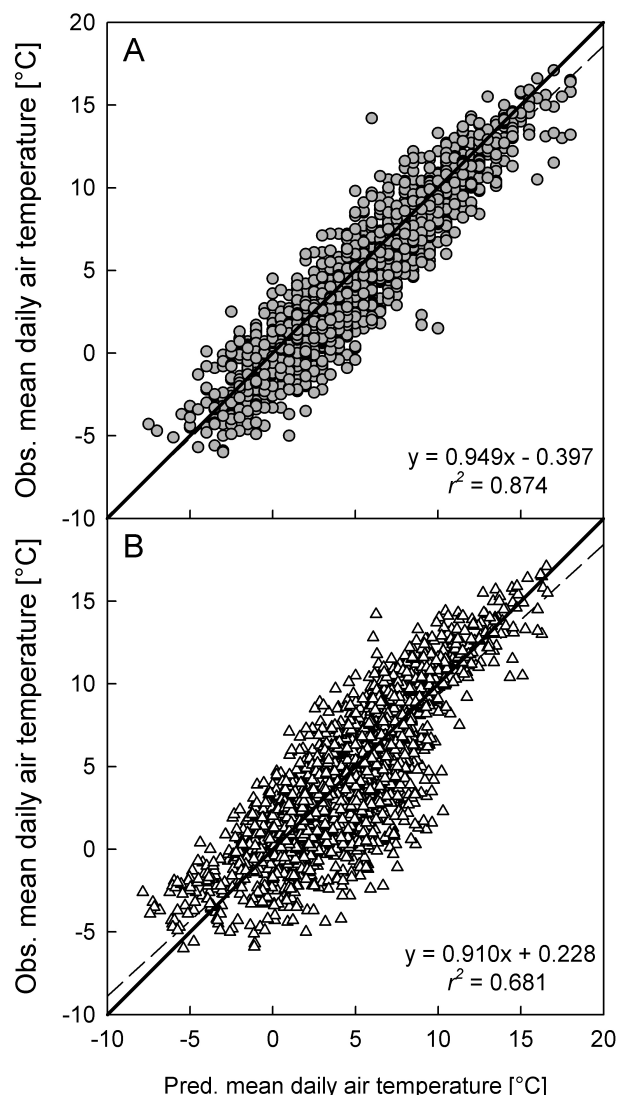


Fig.1- Linear regression (medium-dashed line) between predicted and observed values of daily mean air temperature. A. Data from meteoblue.com service. B. Data from yr.no free forecast service. The bold-solid line represents the 1:1 correlation.

Fig.1 – Regressione lineare (linea tratteggiata) tra valori predetti e attesi di temperatura media dell'aria. A. Dati del servizio PointAPI di meteoblue.com. B. Dati del servizio libero di previsione yr.no. La linea continua in grassetto indica la correlazione 1:1.

Acknowledgments

We greatly thank the colleagues of FEM CTT-SIG for providing (<http://meteo.fmach.it>) weather station data used for validation.

This activity was co-funded by the EU-WineNet project (<https://sites.google.com/site/progettowinenet/>).

References

Mahadevan B., 2009. Operations Management; Theory and Practice. 2nd Ed., Pearson Education, New Delhi, 672 pp.

NITROGEN UPTAKE OF ANNUAL CROPS: A FIRST ASSESSMENT IN ITALY

ASPORTAZIONI DI AZOTO NELLE COLTURE ANNUALI: UNA PRIMA VALUTAZIONE

Filiberto Altobelli^{1*}, Flavio Lupia¹, Giuseppe Pulighe¹, Marco Napoli², Simone Orlandini², Anna Dalla Marta²

¹CRA – INEA - Council for Agricultural Research and Economics, Via Nomentana 41- 00161 Roma.

²DISPAA – Università di Firenze, Piazzale delle Cascine 18, 50144, Firenze (Fi)

*altobelli@inea.it

Abstract

Nitrogen (N) is one of the major limiting factors of crop production, and the crop uptake is highly variable within a single year, between years, sites, and crops. The uptake variability is influenced by numerous agronomic, environmental and genetic factors. Therefore, coefficients of nutrient content in crop production may vary between regions, reflecting differences in farming practices and climate, but also depends on the methodology applied for their assessment (measurements, scientific research, expert judgments). This work reports the results of a literature review on N usage for some crops grown in Italy compiled by collecting data on the use of fertilizers, inorganic nutrient applications and organic nutrient inputs. This work is the first step for investigating the relationships between crop N uptake, fertilization plans and water pollution, and for contributing to Eurostat requests on Gross Nutrient Balance estimation of Member States.

Keywords: Crop nutrient content, Fertilization, Gross Nutrient Balance

Parole chiave: Contenuto dei nutrienti nelle colture, Fertilizzazione, Bilancio dei nutrienti

Introduction

Crop yield efficiency depends on the available nutrient status of the soil. Crops require high quantity of nutrients, which must be supplied through fertilization for obtaining optimum yields. A better understanding of the plant nutrient response is the main target to improve nutrient utilization, optimize the mineral fertilization and reduce risk of ground-water pollution (Mahler *et al.*, 1994). Therefore, maintaining a balance between nutrients added to the soil and removed by crops is essential to ensure optimal use of resources, and to limit environmental problems, particularly those associated with N surpluses (Pulighe *et al.* 2014). The aim of the study was to collect, through a literature review, data on N uptake for some annual crops cultivated in Italy. Results will be used for further research activities focussed on the analysis of the relationships between crop N uptake, fertilization plans and water pollution. In addition, results will be useful to satisfy Eurostat requirements regarding Gross Nutrient Balance estimation at Country level.

Materials and methods

N uptake is influenced by numerous agronomic, environmental and genetic factors. Therefore, coefficients of nutrient content of crop production may vary between regions, reflecting differences in farming practices, climate, soil and, partly, in the applied methodology. Thus, there is not a single value able to represent the N uptake of each single crop. A literature survey is therefore a good mean to summarize a range of N uptake values conditioned by these variables. The survey was carried out by considering the most relevant annual crops in terms of cultivated surface in Italy based on the data reported in the General Agricultural Census 2010 (ISTAT). In particular, the following crops were selected: winter and bread wheat, corn and barley.

Results and Discussions

Winter wheat (*Triticum durum* L.) - Distributing winery sludge on wheat, Masoni *et al.* (2002) found N concentration of 20.6 and 4.8 g kg⁻¹ in grains and straws, respectively. Similar result were found by the same authors (Masoni *et al.*, 2007) in an other experiments that considered different soil types. They found N concentration of 15.1 and 4.5 g kg⁻¹ for grains and straws, respectively. Cecchi *et al.* (2010), studying nitrates pollution due to agricultural activities in Val di Chiana found a N concentration of 31.1 g kg⁻¹ in grains. Lulli and Masoni (2010), in a similar study in Tuscany found a N removal of 15.3 g per kg of grains, while higher removals were found by Massa *et al.* (2010) (26.5 g per kg of grains). Tosti and Guiducci (2010), studying the effect of nitrogen supply in wheat-faba bean intercropping, reported a N concentration of 18.1 and 3.7 g kg⁻¹ for grains and straws respectively. Perego *et al.* (2012) found a plant N removal of about 12 g kg⁻¹ (above ground biomass) in Po Valley. Ercoli *et al.* (2013) in Central Italy found average N concentration of about 24.0 and 5 g kg⁻¹ in grain and straw, respectively.

Bread wheat (*Triticum aestivum* L.) - Cecchi *et al.* (2010) found a N concentration of 24.1 g kg⁻¹ of grains. Lulli and Masoni (2010) found a N removal of 23.4 g per kg of grains. Massa *et al.* (2010) reported a N uptake of 32.7 g per kg of grains.

Corn (*Zea mays* L.) - In central Italy Cecchi *et al.* (2010) found N uptake of 19.2 g per kg of grains, while Lulli and Masoni (2010) reported a N removal of 15.3 g per kg of grains. Massa *et al.* (2010) found N removal of 20.8 g per kg of grains. In Northern Italy, Perego *et al.* (2012) found crop N removal of about 10.4 g per kg of above ground biomass.

Barley (*Hordeum vulgare* L.) - Delogu *et al.* (1998), assessed barley productivity by applying N rates of 0, 80 and 140 kg N ha⁻¹ for studying N uptake and its agronomic efficiency. They found the highest yield with 80 kg N ha⁻¹, without further increases occurring above 140 kg N ha⁻¹. Moreover, they reported a N concentration of 17.14 and 4.54 g kg⁻¹ in grain and straw dry matter, respectively. Albrizio *et al.* (2010) assessed barley production under 120 kg N ha⁻¹ in a Mediterranean environment. They reported a yearly increment in the soil mineral N content by about 30 kg N ha⁻¹. Therefore, it can be assumed that 90 kg ha⁻¹ of N are sufficient for crop production, confirming the rate reported by Delogu *et al.* (1998). In Central Italy, Cecchi *et al.* (2010) found a N uptake of 12.8 g per kg of grains, confirmed by Massa *et al.* (2010). Finally, Lulli and Masoni (2010) found a N removal of 64 kg N ha⁻¹.

In general, a few references for N removal in the major crops cultivated in Italy have been found. Difficulties have been faced in the analysis of literature on a regional basis, mainly due to the lack of agricultural research institutes (universities, research institutes, etc.) in the territory. Moreover, existing centers often focus their activities on the major crops cultivated in their respective territories, hence some crops have been extensively studied in some areas of Italy and very little in others. Substantial differences between N removal units have been identified. One of the reasons is a strong south-north trend of biomass production per hectare. The values reported for N removal in barley were similar in south and central Italy. However, these removals were 2.56 times lower than those measured by considering the North as a macro-region. Due to the low water availability in the regions of southern Italy, corn is not widely cultivated. Therefore, little research has been found, and in particular data relating to the removal of N have not been found. The average removal measured in the North is 1.39 times higher than that measured in the Center macro-region. As for winter wheat, the average N content in grain measured in the North macro-region was 1.14 and 1.86 times higher, compared with that measured in the Center and South macro-regions, respectively. Indeed, the removal of N by straw, measured in the North is 3.76 times higher than those measured in the South.

Conclusions

The study reports the data available in the scientific literature on N uptake for some annual crops cultivated in Italy. Results show a strong variability in the number of references for the different crops, as well as in the values reported in the different studies. Next step of this study will be the analysis of correlation between N uptake value and climate conditions at geographical level.

References

Albrizio, R., Todorovic, M., Matic, T., Stellacci, A.M. 2010. Comparing the interactive effects of water and nitrogen on durum wheat and barley grown in a Mediterranean environment. *Field Crops Research* 115. 179–190

Cecchi, S., Lazzerini, G., Zanchi, C., Vazzana, C. 2010. Caratterizzazione della ZVN “Zona del Canale Maestro della Chiana”. In Masoni A. (Eds.) *Riduzione dell'inquinamento delle acque da nitrati provenienti dall'agricoltura*. Felici Editore. San Giuliano Terme (PI). 151-190.

Delogu, G.; Cattivelli, L.; Pecchioni, N.; De Falcis, D.; Maggiore, T.; Stanca, A.M. 1998. Uptake and agronomic efficiency of nitrogen in winter barley and winter wheat. *European Journal of Agronomy*, Volume 9, Number 1, pp. 11-20.

Ercoli, L., Masoni, A., Pampana, S. Mariotti, M., Arduini, I. 2013. As durum wheat productivity is affected by nitrogen fertilisation management in Central Italy. *Europ. J. Agronomy* 44. 38–45.

Guo, H.C., Ding, N., Mahmood, T., Zhang, Q.C., Wang, G.H. 2009. Responses of soil microbial community to phosphate rock and annual ryegrass (*Lolium multiflorum*). *Pak. J. Bot.*, 41(6): 3149-3157.

ISTAT (2010). General Agricultural Census. <http://dati-censimentoagricoltura.istat.it/>

Lulli, L., Masoni, A. 2010. Caratterizzazione della ZVN “Lago di Massaciuccoli”. In Masoni A. (Eds.) *Riduzione dell'inquinamento delle acque da nitrati provenienti dall'agricoltura*. Felici Editore. San Giuliano Terme (PI). 39-87.

Mahler, R.L., Koehler, F.E., Lutchter, L.K.. 1994. Soils. Nitrogen source, timing of application, and placement: effects on winter wheat production. *Agron. J.* 86, 637–642.

Masoni, A., Ercoli, L., Mariotti, M., Arduini, I. 2007. Post-anthesis accumulation and remobilization of dry matter, nitrogen and phosphorus in durum wheat as affected by soil type. *European Journal of Agronomy*. 26(3) 179–186.

Masoni, A., Mariotti, M., Arduini, I., Ercoli, L. 2002. Distribution of winery sludge on wheat. *Ital. J. Agron.*, 6, 2, 85-95.

Massa, D., Incrocci, L. Pardossi, A. 2010. Caratterizzazione della ZVN “Zona costiera tra Rosignano marittimo e Castagneto Carducci” e “Zona costiera tra San Vincenzo e la Fossa Calda”. In Masoni A. (Eds.) *Riduzione dell'inquinamento delle acque da nitrati provenienti dall'agricoltura*. Felici Editore. San Giuliano Terme (PI). 89-149.

Perego, A., Basile, A., Bonfante, A., De Mascellis, R., Terribile, F., Brennac, S., Acutis, M. 2012. Nitrate leaching under maize cropping systems in Po Valley (Italy). *Agriculture, Ecosystems and Environment* 147. 57–65.

Pulighe, G., Vanino, S., Lupia, F., Altobelli, F. (2014) Spatialised agricultural nitrogen balance of Veneto region, Northern Italy: Sources identification, assessment and policy relevance. *Global NEST Journal*, vol.16, n.2.. 293-305.

Tosti, G., Guiducci, M. 2010. Durum wheat–faba bean temporary intercropping: Effects on nitrogen supply and wheat quality. *European Journal of Agronomy*. 33(3). 157–165.

MITIGAZIONE DELLE EMISSIONI AGROZOOTECNICHE IN EMILIA-ROMAGNA: IL PROGETTO LIFE+ CLIMATE CHANGE-R *MITIGATION OF LIVESTOCK AND AGRICULTURE EMISSIONS IN EMILIA-ROMAGNA REGION: THE LIFE+ PROJECT CLIMATE CHANGE-R*

Vittorio Marletto^{1*}, Lucio Botarelli¹, Fausto Tomei¹, Giulia Villani^{1,2}, Claudio Selmi³, Teresa Pacchioli⁴,
Laura Valli⁴, Aldo Dal Prà⁴, Carlo Malavolta⁵

¹ Servizio Idro-Meteo-Clima, ARPA-ER, viale Silvani 6, 40122 Bologna (BO)

² Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari, viale Fanin 50, 40127 Bologna (BO)

³ C.R.P.V. - Centro Ricerche Produzioni Vegetali, Via dell'Arrigoni 120, 47522 Cesena (FC)

⁴ C.R.P.A. - Centro Ricerche Produzioni Animali, viale Timavo 43/2, 42121 Reggio Emilia (RE)

⁵ Regione Emilia-Romagna, viale della Fiera 8, 40127 Bologna (BO)

* vmarletto@arpa.emr.it

Abstract

Emissions of greenhouse gases such as methane (CH₄) and nitrogen dioxide (N₂O) usually come from intensive bovine livestock and from agricultural productions, typical of the Emilia-Romagna animal and crop production systems. One of the main aim of the Life+ Climate change-R project is to test and enable three levels of guidelines for farming and livestock rearing, leading to a decrease of 200,000 tons CO₂eq of greenhouse gases from regional agriculture in a 3-year period. To assess the impacts of the guidelines, LCA (life cycle assessment) methods are used, based on data contained on a specific database including sets of data about agriculture and livestock farm cycles, collected in Emilia-Romagna region before and during the project.

Parole chiave

Database, LCA, impronta del carbonio, disciplinari produzione

Keywords

Database, LCA, carbon footprint, product specifications

Introduzione

Negli ultimi cinquant'anni, le emissioni di gas serra da parte dell'agricoltura, delle foreste e della pesca sono quasi raddoppiate e potrebbero aumentare di un ulteriore 30% entro il 2050, se gli sforzi per ridurle non saranno intensificati (Tubiello *et al.*, 2013). Inoltre, dalle analisi del database FAOSTAT, inserite nel Quinto Rapporto di Valutazione dell'IPCC emerge che le emissioni di gas serra provenienti dall'agricoltura e dall'allevamento sono passate dai 4,7 miliardi di tonnellate di CO₂eq nel 2001 a oltre 5,3 miliardi di tonnellate nel 2011 (Smith *et al.*, 2014).

Ne consegue che nelle politiche regionali e locali orientate all'adattamento e alla mitigazione del cambiamento climatico, sia necessario in primo luogo quantificare le emissioni dei sistemi agro-zootecnici per l'area in esame e, alla luce di queste valutazioni, mettere a punto nuovi disciplinari di produzione che riducano le emissioni di gas serra limitando le risorse impiegate.

Il progetto Climate change-R, coordinato dall'assessorato agricoltura della Regione Emilia-Romagna e attivato nel 2013, si propone questo scopo. Esso si inquadra nell'ambito programma europeo LIFE+, e prevede l'individuazione, e la valutazione presso le aziende dimostrative, di buone pratiche per la riduzione dei gas serra, con intenzione di introdurle nelle misure della programmazione regionale e di applicarle nelle relazioni di filiera. Le buone pratiche tengono conto e valorizzano l'esperienza già consolidata dei disciplinari di produzione integrata e i risultati di altri

progetti sia in campo vegetale che zootecnico, nonché di altri progetti LIFE.

Un particolare valore aggiunto del progetto è dato dalla partecipazione di alcuni tra i più importanti gruppi nazionali e internazionali dell'agroalimentare e della grande distribuzione, che si impegnano a inserire i nuovi disciplinari nei loro contratti di fornitura: Barilla, Coop, Granarolo, Parmareggio, Centro servizi ortofrutticoli, Apo Conerpo e Unipeg. Partner scientifici del progetto sono invece l'Agenzia regionale di prevenzione e ambiente (Arpa) e altri due enti di ricerca: il Centro ricerche produzioni vegetali (Crpv) di Cesena e il Centro ricerche produzioni animali (Crpa) di Reggio Emilia.

Materiali e Metodi

Scopo di questo lavoro è la presentazione del database di progetto, uno strumento per la valutazione e quantificazione delle emissioni di gas serra da parte dei sistemi agricoli emiliano romagnoli, curato da Arpa-Simc. Il db Climate change-R contiene una vasta raccolta di dati tecnici relativi a cicli colturali e zootecnici messi a disposizione dai partner del progetto.

Si tratta di dati finalizzati alla valutazione del ciclo di vita dei prodotti agro-zootecnici regionali (Life Cycle Assessment, Lca). Si tratta di dati finalizzati alla valutazione del ciclo di vita dei prodotti agro-zootecnici regionali (Life Cycle Assessment, Lca). In generale, attraverso gli studi di Lca si quantifica quanta energia e quanti materiali sono stati impiegati (ad es. consumi di

combustibili ed energia elettrica, impiego di mezzi tecnici) quanti rifiuti ed emissioni sono stati prodotti; poi, attraverso specifiche metodiche, questi flussi si trasformano in appositi indicatori di impatto ambientale. Nel caso specifico, la metodologia è utilizzata per valutare l'impatto dei prodotti agricoli in termini di emissioni di gas serra in tutte le fasi della filiera produttiva considerate come interdipendenti, dall'ingresso all'uscita dell'azienda agro-zootecnica. La procedura Lca è standardizzata a livello internazionale dalle norme Iso (International Organization for Standardization) 14040 e 14044.

Questo approccio, quando è rivolto al solo impatto delle emissioni di gas serra, viene definito calcolo dell'impronta di carbonio (Carbon Footprint, CF).

La prima versione della banca dati, rilasciata alla fine del 2014, liberamente scaricabile al seguente link: <http://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/climatechanger/temi/database> include sia i dati raccolti dai partner prima dell'inizio del progetto (dati di Tipo 1), sia i dati raccolti durante il primo anno di attività del progetto (dati di Tipo 2).

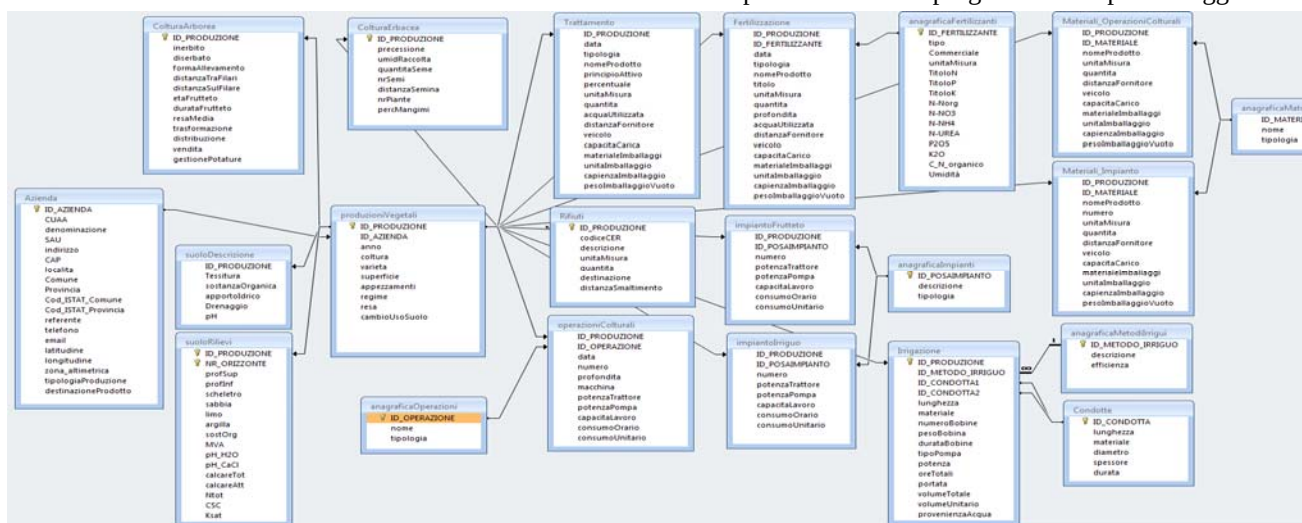


Fig.1 – Schema concettuale del database relativo ai cicli di produzione vegetale.

Fig.1 - Conceptual schema of crop production cycle database

Resultati e Discussione

Al termine della prima fase di lavoro sul db, conclusasi alla fine del 2014, i dati di Tipo 1 presenti nel db includono:

- 3200 cicli di produzione per le colture di cui al progetto (frutticole, orticole, cereali e colture foraggere) con dati agronomici, fertilizzazioni e trattamenti con fitofarmaci, raccolti da 765 aziende agricole nel corso del 2009-2010-2011, secondo lo schema rappresentato in Figura 1;
- 7000 analisi chimiche degli alimenti e diete da allevamenti della regione Emilia-Romagna;
- analisi chimica di 339 fanghi bovini;
- 38 determinazioni BMP di bovini. I dati di Tipo 2 comprendono un primo campione di dati raccolti nel primo anno di attività del progetto in alcune aziende dimostrative.

I documenti che possono essere scaricati dal sito del progetto sono:

- dbClimateChangER_V1.0.mdb: database MS-Access, include 44 tabelle, 14 anagrafiche, 42 maschere per l'inserimento facilitato di tutti i dati che verranno raccolti nel corso del progetto;
- dbClimateChangER_V1.0.htm: punto di ingresso della documentazione relativa al database, con descrizione delle tabelle e relazioni in formato html.

Inoltre, sono state create guide alla compilazione del DB per l'inserimento di dati di tipo 2 sia per produzioni vegetali che animali, rese disponibili solo ai partner.

Conclusioni

Si tratta del primo database realizzato col fine specifico di supportare la valutazione delle emissioni di gas serra da parte del settore agricolo con metodo Lca e con dati provenienti solo da aziende rappresentative della realtà produttiva emiliano-romagnola.

Le prossime fasi del progetto contemplano l'aggiornamento

del database con l'inserimento di nuovi cicli aziendali e di informazioni relative a tutte le aziende dimostrative. A partire da questi dati, nei prossimi mesi verranno effettuate le analisi LCA.

Bibliografia

- Tubiello, F. N., Salvatore, M., Rossi, S., Ferrara, A., Fitton, N., Smith, P., 2013. The FAOSTAT database of greenhouse gas emissions from agriculture. *Environmental Research Letters*, 8(1), 015009.
- Smith P., M. Bustamante, H. Ahammad, H. Clark, H. Dong, E. A. Elsiddig, H. Haberl, R. Harper, J. House, M. Jafari, O. Masera, C. Mbow, N. H. Ravindranath, C. W. Rice, C. Robledo Abad, A. Romanovskaya, F. Sperling, and F. Tubiello, 2014. Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU). In: *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

RELAZIONI TRA PORTATA DELLA SORGENTE VERDE, PRECIPITAZIONI E NAO INDEX IN ABRUZZO NEL PERIODO 1987-2005

RELATIONSHIPS BETWEEN VERDE SPRING DISCHARGE, PRECIPITATION AND NAO INDEX IN ABRUZZO DURING 1987-2005 PERIOD

A. Chiaudani^{1*}, W. Palmucci¹, D. Di Curzio¹, S. Rusi¹

¹Dipartimento di Ingegneria e Geologia "InGeo" Università degli Studi "G. d'Annunzio", Chieti-Pescara

*achiaudani@unich.it

Abstract

The availability of monthly discharge data for the 1986-2005 period relative to Verde spring in the Majella massif, has given the chance to deepen the relationships with rainfall data and with NAO circulation pattern index, by means of autocorrelation univariate analysis and cross-correlation, cross-amplitude spectral bivariate statistics.

Parole chiave

Portata sorgentizia, Precipitazioni, Autocorrelazione, Cross-correlazione, Analisi spettrale

Keywords

Spring Discharge, Rainfall, Autocorrelation, Cross-Correlation, Spectral analysis

Introduzione

L'analisi dei rapporti esistenti tra i valori di portata mensili della sorgente Verde situata nel massiccio della Maiella l'input pluviometrico mensile monitorato da tre pluviometri afferenti al bacino idrogeologico (Fig. 1) e l'influenza circolatoria rappresentata dal NAO Index mensile (Fiorillo et al. 2015), ha permesso di verificare l'esistenza di correlazioni nel tempo in riferimento al modello idrogeologico di Nanni e Rusi (2003) e Rusi (2005).

Materiali e Metodi

Lo studio è stato effettuato utilizzando i dati mensili dell'ex Servizio Idrografico della Regione Abruzzo per il periodo 1986-2005. Le serie storiche dei valori del NAO index di Hurrell (NAOI) sono state reperite dal sito <http://climatedataguide.ucar.edu/guidance/hurrell-north-atlantic-oscillation-nao-index-pc-based>

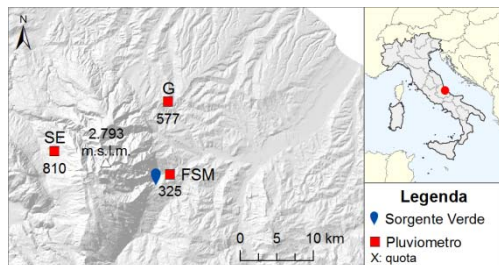


Fig. 1- Localizzazione dei pluviometri e della sorgente
Fig. 1- Localization of rain-gauges and spring sites

L'autocorrelazione ha permesso di valutare la dipendenza lineare dei dati successivi di portata, pluviometrici e relativi al NAOI valutandone "l'effetto memoria" ovvero il tempo necessario a dimenticarsi delle proprie condizioni iniziali (Mangin, 1984). La cross-correlazione, analisi bivariata effettuata tra i dati di output della portata e le rimanenti variabili, oltre ad individuare il segno e l'entità della relazione esistente, evidenzia il "tempo di risposta" (lag) all'input pluviometrico o circolatorio, dando informazioni sulla capacità modulatrice del sistema in termini di tempi di risposta del deflusso e dei tempi di residenza (Laroque et

al., 1998). L'analisi spettrale bivariata, previo il calcolo della cross-ampiezza, mette in evidenza quali sono i "cicli temporali comuni" alle diverse variabili; tale covariazione di breve o lungo periodo fornisce informazioni sulla natura meteorologica o climatica del legame esistente tra le variabili in oggetto (Thanh Tam et al., 2004). Queste analisi sono state confrontate con l'anno tipo normalizzato del periodo considerato.

Risultati

L'analisi dell'anno tipo normalizzato per il periodo considerato (Fig. 2) mette in evidenza come da maggio a luglio, in corrispondenza di precipitazioni minime, la sorgente Verde presenti invece i valori più alti di portata con il picco massimo a giugno, mentre il NAOI meno rappresentativo delle precipitazioni estive risulta essere leggermente negativo. I picchi di precipitazione massimi di novembre-dicembre e aprile cadono coerentemente in corrispondenza di NAOI negativi; negli stessi mesi la portata assume valori appena sotto la media mentre risulta essere minima nei mesi di settembre-ottobre. In generale il comportamento mensile della portata è sfasato temporalmente rispetto agli andamenti pluviometrici monitorati dai tre pluviometri ed ai valori del NAOI, che tra loro invece risultano più coerenti per i mesi invernali.

Nel caso delle precipitazioni e dell'indice sinottico, il carattere maggiormente random dei dati mensili, conferisce al correlogramma autocorrelativo (Fig. 3) una pendenza maggiore ad indicare una maggiore velocità di decorrelazione mentre, nel caso della portata sorgiva, la pendenza è minore ad indicare il maggiore legame ed effetto memoria tra le portate mensili susseguenti.

L'analisi cross-correlativa (Fig. 4) tra la portata e le precipitazioni mette in evidenza un primo picco di risposta correlato positivamente dopo circa 1-2 mesi seguito dopo 5-6 mesi da un secondo picco con correlazione massima (0,30 circa); dopo 11 mesi è evidente invece un picco negativo di anticorrelazione massima (-0,15). L'anno tipo conferma questa analisi in quanto è molto evidente che, dai massimi pluviometrici di aprile alla portata massima di maggio-

giugno, trascorrono 1-2 mesi mentre l'intervallo compreso tra le piogge massime di novembre-dicembre al massimo di portata è nuovamente di 5-6 mesi; inoltre, dal mese di luglio a giugno, in corrispondenza dei minimi pluviometrici e dei massimi valori di portata, trascorrono 11 mesi.

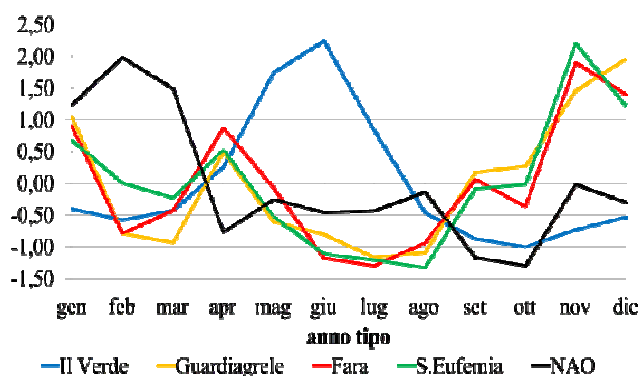


Fig. 2- Anno tipo normalizzato
Fig. 2- Normalized year type

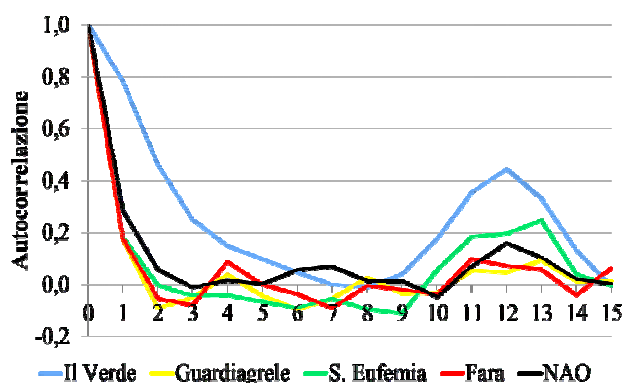


Fig. 3- Autocorrelazioni mensili
Fig. 3- Monthly Autocorrelations

La cross-correlazione tra la portata e il NAOI è massima dopo 3-4 mesi che è anche il numero di mesi compresi tra febbraio, quando il NAOI è massimo, e maggio-giugno quando la portata è massima.

La cross ampiezza tra i dati di portata, le precipitazioni e il NAOI individua, oltre ai cicli meteorologici semestrali e annuali, due periodicità comuni di lungo periodo pari a 80 mesi (6,6 anni) e 120 mesi (10 anni).

Conclusioni

Si deduce che le piogge a cadenza mensile inducono in 1-2 mesi e soprattutto in 5-6 mesi un risposta sorgiva dello stesso segno. In accordo con il sopracitato modello idrogeologico la prima risposta, evidente in primavera è dovuta alle precipitazioni liquide e rappresenta il tempo di transito tra aree di ricarica e la sorgente basale. La seconda risposta sarebbe un effetto indiretto dovuto all'azione di permanenza al suolo della neve caduta nei mesi invernali e persistente fino a tarda primavera. Il picco di portata

sarebbe dovuto alla sovrapposizione degli effetti delle precipitazioni di 1-2 mesi prima e dello scioglimento delle nevi accumulate 5-6 mesi prima.

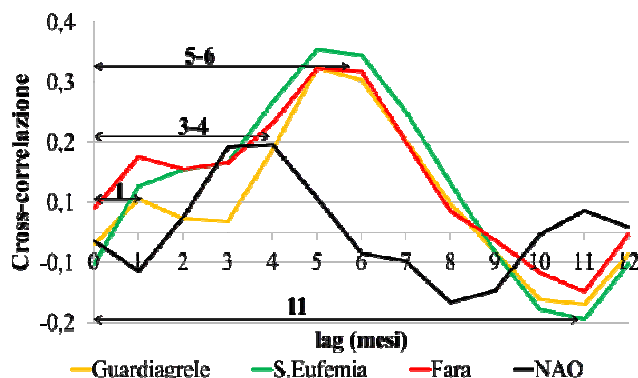


Fig. 4- Cross correlazione precipitazioni e NAOI vs portata
Fig. 4- Cross correlation precipitation and NAOI vs discharge

L'andamento mensile della configurazione pressoria del NAO risulta dopo 3-4 mesi positivamente correlata alla risposta sorgentizia; una prima considerazione preliminare sembra suggerire come soprattutto a febbraio il NAOI positivo contribuisca all'instaurarsi delle configurazioni pressorie utili all'inizio dello scioglimento delle nevi che concorre ad alimentare i picchi massimi di portata primaverili-estivi. Nelle serie storiche sembrano essere presenti oltre ai cicli stagionali periodicità pluriennali ad individuare possibili influenze di natura climatica.

Bibliografia

- Fiorillo F., Petitta M., Preziosi E., Rusi S., Esposito L., Tallini M., 2014. Long-term trend and fluctuations of karst spring discharge in a Mediterranean area (central-southern Italy). *Environmental Earth Sciences*, DOI 10.1007/s12665-014-3946-6.
- Larocque M., Mangin A., Razack M., Banton O., 1998. Contribution of correlation and spectral analyses to the regional study of a karst aquifer (Charente, France). *Journal of Hydrology*, 205, 217-231.
- Mangin A., 1984. Pour une meilleure connaissance des systemes hydrologiques à partir des analyses corrélatrice et spectrale, *Journal of Hydrology*, 67, 25-43.
- Nanni T., Rusi S., 2003. Idrogeologia del massiccio carbonatico della montagna della Majella (Appennino centrale), *Bollettino della Società Geologica Italiana*, 122(2), pp.173-202.
- Rusi S. 2005. Influenza chimico fisica dello scioglimento delle nevi sulle acque delle grandi sorgenti nel Massiccio della Majella (Italia Centrale) e suo contributo nella valutazione della vulnerabilità. *Italian Journal of Agrometeorology*. Anno 9, n.1, Febbraio 2005, pp.88-89.
- Thanh Tam V., De Smedt F., Batelaan O., Dassargues A., 2004. Characterization of a cavern conduit system in Vietnam by time series correlation, cross-spectrum and wavelet analyses. *Hydrological Sciences Journal*, 49, 5.

Progetto HELPSOIL - AGRICOLTURA CONSERVATIVA PER L'USO SOSTENIBILE DELLE RISORSE NATURALI

HELPSOIL - CONSERVATIVE TECHNIQUE IN AGRICULTURE TO PRESERVE NATURAL RESOURCES

Carlo Tieghi², Silvia Renata Motta¹, Andrea Giussani¹, Marco Sciacaluga¹, Alberto Rocca¹, Carlo Riparbelli¹, Lorenzo Craveri^{3*}, Stefano Brenna¹

1 ERSAF - Ente Regionale per i Servizi all'Agricoltura e alle Foreste

2 Università degli Studi di Milano, DISAA

3 ARPA Lombardia

*L.CRAVERI@arpalombardia.it

Abstract

Life HelpSoil (LIFE12 ENV/IT/000578) - a project financed by European Union - proposes to demonstrate and promote Conservation Agriculture practices helpful to enhance soil properties as well as resilience and adaptability of agricultural systems to the impact of climate change. The introduction of farm management practices following the principles of Conservation Agriculture will lead to: (i) decrease of greenhouse gases emissions; (ii) more efficient use of irrigation water and fertilizers; (iii) enhancement of the soil biological fertility; (iiii) reduction of fuel consumption.

4 different agricultural managements were tested in an experimental field in Bigarello (province of Mantua, Italy) where soya (ASCASUBI variety) was grown between 06 May 2014 and 3 October 2014. Comparison focused on: 2 different irrigation systems (under drip irrigation vs sprinkler irrigation) and 2 different conservative techniques (strip till vs sod seeding). The water requirements and the fuel consumption were estimated through the use of monitoring system for each of the above trial. The results show a comparable yields production for all treatments. However a more sustainable use of water for irrigation, and fuel to mechanical work, is measured when the under drip irrigation system is applied.

Parole chiave: Agricoltura conservativa, semina su sodo, sostenibilità, strip-till, subirrigazione.

Keywords: Conservation Agriculture, sod seeding, strip-till, under drip irrigation, sustainability

Introduzione

In Italia lo sviluppo sempre maggiore dell'agricoltura e degli allevamenti, unitamente al cambiamento climatico in atto negli ultimi decenni, ha portato ad una domanda di acqua in continuo aumento da parte delle aziende agricole. Tale domanda è determinata dalla presenza di sistemi colturali ad alta esigenza idrica e da di sistemi di irrigazione a bassa efficienza. La tecnica della subirrigazione risulta notevolmente più efficiente rispetto alle tecniche convenzionali (Lamm and Trooien, 2003). Life HelpSoil (LIFE12 ENV/IT/000578) è un progetto quadriennale finanziato dalla Comunità Europea, che si propone di dimostrare e promuovere tecniche di agricoltura conservativa in grado di migliorare la funzionalità dei suoli e di aumentare la capacità di adattamento dei sistemi agricoli nei confronti degli impatti del cambiamento climatico.

Materiali e Metodi

Nell'azienda di Carpaneta, Bigarello (MN) sono stati presi in considerazione 4 appezzamenti di circa 8000 m² ciascuno, 2 gestiti con un sistema di subirrigazione e 2 mediante irrigazione per aspersione, e sono state inoltre confrontate due tecniche di agricoltura conservativa, la semina su sodo e lo strip-till (tabella 1). E' stata seminata soia (varietà ASCASUBI, gruppo maturazione +1) su tutti i campi-prova. Sono stati presi in considerazione diversi parametri, inerenti l'efficienza di irrigazione, produttiva e reddituale.

Tab.1 - Descrizione dei trattamenti gestiti nei 4 appezzamenti.

Tab.1 - Description of the different management in 4 test plots.

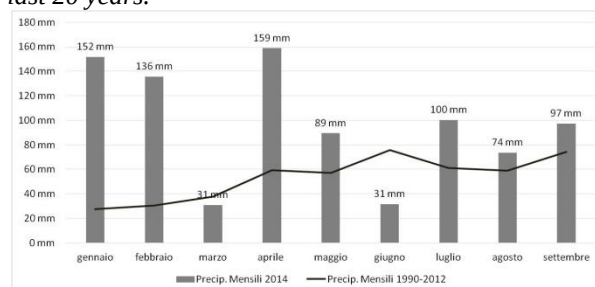
Parcella	Tesi	SAU (ha)	Lavorazione	Irrigazione
1	T1	0.81	strip-till	subirrigazione
2	T2	0.72	semina su sodo	subirrigazione
3	T3	0.75	strip-till	aspersione
4	T4	0.72	semina su sodo	aspersione

Risultati e Discussione

Nella Figura 1, sono riportate le medie mensili di precipitazione della stazione di riferimento (Bigarello MN - ARPA) nel corso degli ultimi 20 anni (dal 1990 al 2012).

Fig.1 - Confronto fra le precipitazioni mensili del 2014 e quelle degli ultimi 20 anni a Bigarello (MN).

Fig.1 - Mean monthly rain (mm) in 2014 compared to last 20 years.



Se confrontate con il 2014, quest'ultimo evidenzia una maggiore precipitazione riferito sia ai mm di pioggia sia al numero di eventi: ciò ha determinato una diminuzione del numero di interventi irrigui se paragonato alla media stagionale, e concentrato tra i mesi di giugno e luglio.

In Tabella 2 sono riportate le date e i volumi utilizzati per ciascun intervento irriguo; i volumi utilizzati nei 4 appezzamenti sono stati pressoché gli stessi ma con un numero di interventi maggiore nel caso della subirrigazione rispetto all'aspersione.

Tab.2 - Apporti idrici, espressi in m^3 per data di irrigazione.

Tab. 2 - Dates of irrigation and water supplied (m^3)

Tesi	m^3 distribuiti per intervento						m^3 distribuiti ha^{-1}	pulizia $fikri m^3$
	9-giu	20-giu	24-giu	11-lug	18-lug	27-ago		
T1	74	62	91	154	142	76	739	32
T2	72	128	36	105	108	78	732	27
T3	266			320			781	
T4	255			307			781	

Nei grafici riportati in Figura 2 è possibile osservare l'evapotraspirazione simulata (Allen et al. 1998) della soia durante il ciclo colturale. I valori più alti fanno riferimento al mese di luglio con una media giornaliera di circa 5 mm e si mantengono sui medesimi valori in entrambi i sistemi di irrigazione, ad eccezione per l'irrigazione per aspersione che presenta un picco in corrispondenza del secondo intervento irriguo.

Il contenuto idrico del suolo risulta pressoché simile nei due sistemi di irrigazione durante il ciclo colturale. In entrambe i sistemi si è avuta perdita di acqua per percolazione in corrispondenza di un evento di pioggia intenso (47 mm) in maggio. Nel sistema per aspersione un secondo evento di percolazione profonda è stato simulato in corrispondenza della seconda irrigazione (35 mm).

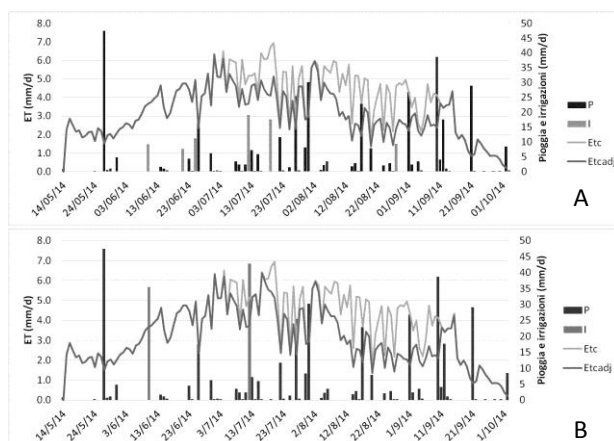


Fig.2 - Precipitazioni, irrigazioni ed ET colturale e effettiva. (A) Subirrigazione (B) Aspersione

Fig.2 - Rain, irrigation, crop ET and adjusted crop ET. (A) drip irrigation (B) sprinkler irrigation.

Durante il mese di luglio, il contenuto idrico si è mantenuto sopra il punto di stress idrico, con l'eccezione di una breve fase, tra agosto e settembre,

dove è stata registrata una lieve condizione di stress idrico.

È stata valutata la produttività: gli appezzamenti hanno mostrato una resa granellare simile, con valori che oscillano tra 4,2 e 4,6 $t ha^{-1}$, e un valore di umidità al momento della raccolta nel range 17.5 - 18.7%. La biomassa totale è risultata essere compresa tra 9,3 e 9,7 $t ha^{-1}$. Per la di granella il valore più alto è stato registrato nell'appezzamento 3 (6549 $kg ha^{-1}$).

E' stato eseguita l'analisi dei costi variabili e del valore della produzione per valutare la performance economica di ciascuna gestione (tabella 3).

Tab.3 - Input economici e valore della produzione.

Tab.3 - Economic inputs and values of gross production.

Tesi	Input ($€ ha^{-1}$)	Valore della produzione ($€ ha^{-1}$)	Netto ($€ ha^{-1}$)
T1	517	1338	821
T2	648	1438	789
T3	587	1395	808
T4	719	1374	655

Dai dati è emerso che il consumo di carburante è stato nettamente maggiore nei campi irrigati per aspersione rispetto agli appezzamenti gestiti con la subirrigazione. Dal bilancio finale, in cui sono riportati gli input totali (costi del combustibile più quelli relativi alle materie prime) e il valore della produzione (dato dalla resa della granella), le migliori performance economiche sono state ottenute nell'appezzamento in cui è stata adottata la subirrigazione come tecnica irrigua associata allo strip-till come gestione agronomica (821 $€ ha^{-1}$).

Conclusioni

Sebbene l'annata agraria sia stata condizionata da elevate precipitazioni che non hanno permesso di evidenziare differenze nell'efficienza d'uso dell'acqua, la tecnica della subirrigazione associata allo strip-till ha ottenuto la migliore performance economica, nonostante la resa in granella è stata migliore nello strip-till irrigato per aspersione.

Bibliografia

- Allen R., Pereira L.S., Raes D., and Smith M.: FAO, Irrigation and drainage Paper 56, Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements, 1998.
- Gandolfi C., Bischetti G.B., Facchi A. Ortuani B, Bassi L, Chiaradia E. A., Mauro M, 2003. Ricerca sui consumi irrigui e le tecniche di irrigazione in Lombardia, Università degli Studi di Milano, Istituto di Idraulica Agraria, pag. 149.
- Laam F.R., Trooien T.P., 2003. Subsurface drip irrigation for corn production: a review of 10 years of reaserch in Kansas. Irrigation Science, 22: 195-200.

UNA PROPOSTA DI INDICE DI SEVERITÀ DI TEMPORALI IN PIEMONTE, BASATO SU OSSERVAZIONI RADAR METEOROLOGICHE *A PROPOSAL OF WEATHER RADAR-BASED STORM SEVERITY INDEX FOR PIEMONTE, ITALY*

Roberto Cremonini^{1*}, Claudio Cassardo², Irene Raccanelli¹, Renzo Bechini¹, Valentina Campana¹

¹ ARPA Piemonte, Dipartimento Sistemi Previsionali, Torino, Italy, via Pio VII 9, 10135, Torino (TO)

² Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Fisica e Centro NatRisk, via P. Giuria 1, 10125, Torino (TO)

[*r.cremonini@arpa.piemonte.it](mailto:r.cremonini@arpa.piemonte.it)

Abstract

Severe thunderstorms represent a threat in farming, causing large economic losses. During springtime and summertime the Po valley, Italy, is often hit by these extreme phenomena with floods, hailstorms, wind gusts and even tornadoes. Polarimetric Doppler weather radar allows observations of storms, inferring their main characteristics with the proper spatial and temporal resolution. A proposal of radar-data-based index addressing the severity of storms, validated for Piemonte region, is here presented. This severity storm index has been defined on the basis of 5-years observations derived by the two weather radars operated by ARPA Piemonte. The storm index has been validated analysing several thunderstorms that interested Piemonte region from 2011 to 2013.

Parole chiave

Indice di temporali forti, Sistemi radarmeteorologici, Nowcasting, Piemonte

Keywords

Severe storms index, Weather radar, Nowcasting, Piemonte

Introduzione

Grandine, precipitazioni brevi ed intense, raffiche di vento e trombe d'aria sono fenomeni che spesso si accompagnano ai sistemi convettivi a mesoscala. Tali fenomeni arrecano frequentemente ingenti danni, specie alle colture, con conseguenti perdite economiche. I sistemi radar meteorologici polarimetrici sono gli unici che possano fornire osservazioni di tali fenomeni con una scala temporale e spaziale appropriata. Sono quindi in grado di fornire una stima di parametri propri del sistema a mesoscala.

Nonostante le osservazioni accurate, è complesso definire oggettivamente ed in modo automatico la severità di un fenomeno convettivo. Negli Stati Uniti, Galway (1989) ha classificato i temporali in 5 classi di severità. In questa classificazione, i temporali sono definiti forti quando sono associati a fulmini, grandine di dimensione superiore ai 2 cm, precipitazioni oltre 25 mm/h e raffiche di vento oltre i 93 km/h. Hering *et al.* (2008) ha incluso una severità nell'algoritmo di inseguimento dei temporali operativo presso MeteoSvizzera (Hering *et al.*, 2004). Anche Rossi *et al.* (2010) hanno classificato tali fenomeni a partire da osservazioni radar meteorologiche e fulminazioni. Il presente studio propone un'innovativa classificazione automatica ed oggettiva dei sistemi convettivi a mesoscala basata su osservazioni radar meteorologiche.

Materiali e Metodi

L'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente del Piemonte (ARPA Piemonte) gestisce due sistemi radar meteorologici polarimetrici Doppler in banda C: il sistema di Bric della Croce (TO) e di Monte Settepani (SV). Il mosaico di riflettività delle osservazioni dei due radar costituisce il

dato in input di un algoritmo di identificazione ed inseguimento delle celle temporalesche (Handwerker, 2002). Per definire una cella convettiva, sono prima identificati tutti i punti del mosaico con valori di riflettività superiore a 45 dBZ. Tutti i punti della griglia superiori a 35 dBZ e contigui al massimo già rilevato sono associati ad esso: le aree contigue costituite da almeno 5 punti della griglia sul dominio del mosaico (circa 3 km² alla risoluzione corrente) sono considerati validi. Per ogni temporale si definisce un centroide, mentre la forma della cella temporalesca è semplificata con un'ellissi di confidenza al 98% (Press, 2007). Una volta che le celle attive sono localizzate, vengono valutate area, riflettività media e massima, top della nube, Vertical Integrated Liquid (VIL), seguendo Doviak e Zrnic (1984), e la probabilità di grandine (Holleman, 2001), e sono associati alla cella. Il *dataset* considerato nello studio è costituito da 257.367 celle, rilevate tra Gennaio 2011 e Settembre 2013 sull'intero dominio del mosaico.

Risultati e Discussione

Il primo passo è un controllo di qualità sui parametri associati alle celle temporalesche. L'obiettivo è quello di eliminare contaminazioni da echi spuri e parametri fisicamente inammissibili, presenti per problemi ai sistemi osservativi o introdotti nei processi di elaborazione. Dopo l'applicazione dei controlli di qualità, il *dataset* si è ridotto a 99.649 celle (pari al 39% circa dei dati originali). L'indice di severità del sistema convettivo può essere definito a partire dai parametri osservati considerando che:

- maggiore è la riflettività media o massima, maggiori sono le precipitazioni associate;

- la grandine è un fenomeno che determina gravi perdite economiche;
- il rapporto tra VIL ed altezza della nube (*VIL density*) è proporzionale alle dimensioni dei chicchi di grandine.

A partire da tali informazioni, è stato possibile definire una funzione continua di severità (SF), definita come:

$$SF = MEAN + \delta VIL + POH + R_{eq} \quad (1)$$

dove MEAN è la riflettività media della cella, δVIL il *VIL density*, POH la probabilità di grandine ed R_{eq} il raggio equivalente della cella. Al fine di normalizzare ad un intervallo compreso tra 0 ed 1 i valori dei singoli termini in Eq (1), si è applicata ad ogni parametro la trasformazione:

$$x'_i = \frac{x - \min(x_i)}{\max(x_i) - \min(x_i)} \quad (2)$$

dove l'indice $i = [1,4]$ corrisponde ai termini additivi nell'eq. (1). Tale funzione continua è stata calcolata per tutte le celle del *dataset*, ottenendo una distribuzione campionaria per la quale i valori elevati corrispondono a massimi dei singoli termini, e quindi a fenomeni violenti. L'indice di severità del sistema convettivo a mesoscala è stato ottenuto dalla funzione SF attraverso il confronto con i quantili ricavati dalla distribuzione campionaria. Sono state definite 5 classi di severità (da 1 – debole, a 5 – violento) corrispondenti rispettivamente al 50°, 70°, 85° e 97° percentile. L'indice SSI è stato validato considerando 23 eventi convettivi che hanno interessato il Piemonte e le aree limitrofe tra Gennaio 2011 e Settembre 2013: di essi, 9 sono stati classificati “forti” e 14 “molto forti o violenti”. La validazione è stata effettuata recuperando informazioni da giornali ed internet sulla localizzazione del fenomeno e sui danni arrecati, e confrontando i danni osservati con la stima di severità ottenuto con l'indice proposto.

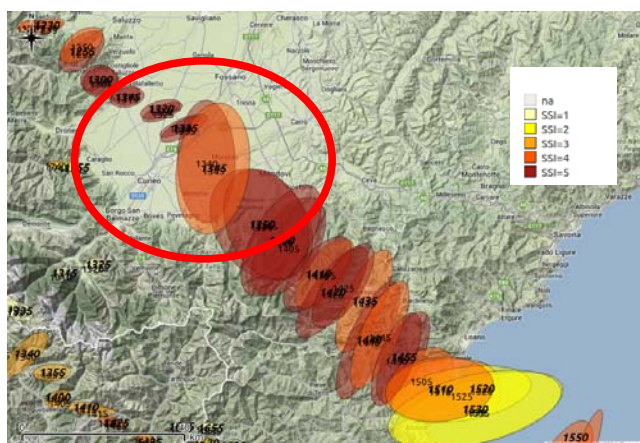


Fig.1 – Esempio del temporale che ha colpito Centallo il 19 Agosto 2013 tra 12:30 e 15:40 UTC. Nel testo i dettagli.

Fig.1- Track of severe storm that hit Centallo (CN) on 19th August 2013 between 12:30 and 15:40 UTC. See text for details.

La Figura 1 mostra il percorso di una cella temporalesca che ha interessato la pianura del cuneese il 19 agosto 2013. Le ellissi corrispondono alla posizione della cella temporalesca individuata dal processo di inseguimento realizzato da ARPA Piemonte ed ora operativo. Il colore corrisponde alla severità, mentre il cerchio in rosso indica l'area nella quale si sono registrati i danni. La cella si è mossa dai rilievi in prossimità di Saluzzo (CN) verso sudest, ed alle 13.35 UTC ha raggiunto Centallo (CN), dove ha prodotto i maggiori danni. In seguito il sistema convettivo si è trasferito sull'Appennino Ligure, dove non si hanno informazioni su possibili effetti al suolo per la scarsa vulnerabilità ed abitabilità della zona; raggiunto il Mar Ligure, la cella si è poi estinta.

Conclusioni

Attraverso osservazioni radar meteorologiche ed algoritmi di localizzazione ed inseguimento di temporali, è possibile caratterizzare oggettivamente i sistemi convettivi a mesoscala classificandoli in funzione della loro violenza e dei conseguenti effetti attesi al suolo. Tale indice costituisce uno strumento essenziale per il monitoraggio dei fenomeni temporaleschi, ed è operativo presso ARPA Piemonte dal 2013. L'analisi dell'indice di severità con le fulminazioni prodotte del sistema convettivo associato permette un'estensione della definizione dell'indice. Infine l'analisi dell'andamento temporale dell'indice consente il miglioramento delle conoscenze sull'evoluzione a breve termine (*nowcasting*) dei sistemi convettivi a mesoscala.

Bibliografia

Doviak R.J. and Zrnice D.S., 1984. Doppler radar and weather observations. Academic Press.

Handwerker, J., 2002. Cell tracking with TRACE3D: a new algorithm. Atmos. Res. **61**: 15–34.

Hering A., Morel C., Galli G., Sényesi S., Ambrosetti P., and Boscacci M., 2004. Nowcasting thunderstorms in the Alpine region using a radar based adaptive thresholding scheme. ERAD 2004 - the 3th European conference on radar in meteorology and hydrology.

Hering, A. M., German U., Galli, G., Boscacci, M., Sényesi, S., 2008, Operational nowcasting of thunderstorms in the Alps during MAP D-PHASE. ERAD 2008 - Proceedings of the 5th European Conference on Radar Meteorology.

Holleman, I., 2001, Hail detection using single polarization radar. Scientific report WR82001801, Royal Netherlands Meteorological Institute (KNMI).

Press W.H., 2007, Numerical Recipes. The Art of Scientific Computing. Cambridge University Press.

Rossi P., Hasu V., Koistinen J., Moiseev D., Mäkelä A., and Saltikoff E., 2010. Radar and lightning data based classification scheme for the severity of convective cells. ERAD 2010 - the 6th European conference on radar in meteorology and hydrology.

BIOETHANOL PRODUCTION FROM CARDOON GROWN IN MEDITERRANEAN ENVIRONMENT

PRODUZIONE DI BIOETANOLO DAL CARDO COLTIVATO IN AMBIENTE MEDITERRANEO

Laura D'Andrea^{1*}, Giuseppe De Mastro², Angelo Domenico Palumbo¹

¹ Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CRA) - Unità di Ricerca per i Sistemi Colturali degli Ambienti caldo-aridi (SCA), via Celso Ulpiani, 5 - Bari, Italy

² Dipartimento di Scienze Agro-Ambientali e Territoriali (Di.S.A.A.T.), Università degli Studi di Bari 'Aldo Moro', via Amendola 165/A - Bari, Italy

*laura.dandrea@entecra.it

Abstract

Cardoon (*Cynara cardunculus* L. var. *altilis* DC.), is a perennial herbaceous species native to the Mediterranean region. It is used for a multitude of industrial applications, among which the lignocellulosic biomass production. Raw material produces second generation bioethanol after a pre-treatment. The experimental field was carried out in Southern Italy for two years, aiming to evaluate the biomass production and to analyze the chemical composition of biomass. The harvest was carried out in August when the plants were completely dry. The content of cellulose, hemicellulose and lignin were determined by Van Soest method. Subsequently, the ethanol content and bioethanol yield were calculated. The values obtained were similar to those of cardoon cultivated in other field experiments as well as for other species used in bioethanol chain. The results of the research encourage further studies on cardoon as a raw material source of second generation biofuels.

Keywords: cardoon, biomass yield, ethanol content

Parole chiave: cardo, resa di biomassa, contenuto di etanolo

Introduction

The cultivation of energy crops plays a key role as a source of renewable energy, which has been confirmed by the Directive 2009/28/EC on National Renewable Energy Action Plans.

Among energy crops, perennial species seem to be more promising of annual plants in consideration of the their more favourable benefits.

Among perennial plants the cardoon (*Cynara cardunculus* var. *altilis* DC., *Asteraceae* family, Wiklund, 1992) represents a crop with low energy input. This species is perennial with an annual development cycle in which the seed reproduction is completed by the summer (Fernandez *et al.*, 2006). It has high growth and biomass production, fully adapted to Mediterranean climate conditions. The typical characteristics of semi-arid Mediterranean climate are the low annual rainfall regime as well as its irregular distribution and the hot dry summer. The way in which cardoon overcomes this unfavorable season is the so-called "drought-escape strategy".

Cardoon can be cultivated as an energy crop for a multitude of industrial applications (Maccarone *et al.*, 1999; Foti *et al.*, 1999; Piscioneri *et al.*, 2000; Curt *et al.*, 2002; Gominho *et al.*, 2001; Mantineo M., *et al.*, 2009) among which that for lignocellulosic chain. The whole above-ground lignocellulosic biomass can be directly used for heating or for electric power generation or can produce second generation bioethanol after a pre-treatment.

The aim of this study was to evaluate the biomass production for bioethanol and to analyze the chemical composition of biomass.

Materials and Methods

Field experiment was carried out at the experimental farm of CRA-SCA located in Rutigliano (Bari, Southern Italy), (41°01'N; 17°01'E; 147 m a.s.l.) for two cropping seasons (2009-2010 and 2010-2011).

The soil was a clay soil classified as Rodoxeralph (USDA). The meteorological data were measured by a climatological station in the experimental farm (Tab. 1).

Seeds of a cultivar from Polytechnic University of Madrid (Spain) were sown on October 2009 with a plant density of 30,000 plants ha⁻¹ with inter-row spacing of 1.2 m. Experimental design was a randomised block with four replications and each plot size was 2,250 m². Tillage was carried out in the autumn of 2009 by medium-depth ploughing (0.3 m). Seed bed preparation was shaped by a pass with a disk harrow. Pre-plant fertiliser was distributed at a rate of 100 kg P₂O₅ ha⁻¹.

The above-ground biomass was harvested on 18th and 10th, August 2010 and 2011 respectively, when the plants were completely dry (about 70-80% of dry matter) and then was placing in a thermoventilated oven at 65 °C until constant weight.

Chemical analysis: neutral detergent fiber (NDF) was determined without sodium sulfite and with a heat-stable amylase; acid detergent fiber (ADF) and acid detergent lignin (ADL) were determined by sequential analysis of the residual NDF; hemicellulose was calculated as NDF-ADF, and cellulose as ADF-ADL (Van Soest *et al.*, 1991).

Subsequently, the ethanol content was calculated multiplying the percentages of cellulose and hemicellulose with correction coefficients and, furthermore, bioethanol yield was calculated (bioethanol content per biomass yield).

Tab. 1 - Meteorological data in two cropping seasons (2009-2010 and 2010-2011) compared to long-term (31 years).

Tab. 1 – Dati meteorologici nelle due stagioni colturali (2009-2010 and 2010-2011) confrontati con i dati di lungo periodo (31 anni).

Month	Min Temp (°C)			Max Temp (°C)			Rainfall (mm)		
	2009-2010	2010-2011	long-term	2009-2010	2010-2011	long-term	2009-2010	2010-2011	long-term
September	16.2	14.7	15.8	26.3	25.1	25.9	44.8	51.4	56.4
October	10.5	11.2	12.9	19.6	20.0	21.9	149.8	222.8	48.4
November	7.8	9.6	8.6	17.4	18.6	16.5	34.6	68.2	71.9
December	6.3	5.2	5.7	14.2	13.1	12.9	71.8	41.5	69.2
January	4.5	3.8	4.5	11.5	11.6	12.0	32.3	33.8	61.4
February	5.0	3.3	4.3	13.4	12.9	12.1	38.4	35.2	57.7
March	5.6	6.6	6.1	15.3	14.7	15.1	55.8	102.6	56.3
April	8.2	7.9	8.3	18.8	19.1	18.0	47.0	19.6	40.7
May	12.7	11.6	12.4	23.2	22.8	23.0	73.3	36.6	36.0
June	16.0	18.0	16.0	27.0	31.5	27.3	25.6	30.6	29.1
July	19.7	20.6	18.3	30.4	35.3	29.8	18.0	34.0	22.0
August	22.3	20.8	18.5	32.6	36.4	29.8	13.2	0.0	26.7
Average/									
Total	11.2	11.1	11.0	20.8	21.8	20.3	604.6	676.3	575.8

Tab. 2 - Chemical analysis of dry above-ground biomass of cardoon in the first and second year of the experimental trial.

Tab. 2 - Analisi chimiche della biomassa areica secca del cardo nel primo e secondo anno della prova sperimentale.

Chemical analysis		Mean	Dev.St.
Neutral detergent fiber	NDF	72.3	1.3
Acid detergent fiber	ADF	48.8	1.5
Acid detergent lignin	ADL	7.3	0.9
Cellulose	ADF-ADL	41.4	1.5
Hemicellulose	NDF-ADF	23.6	0.7

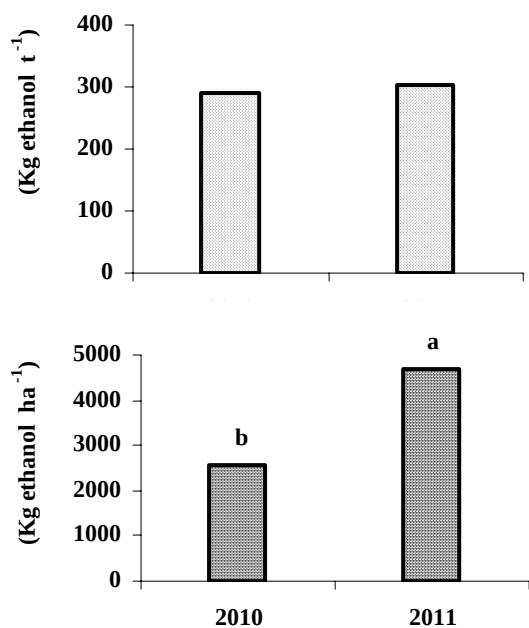


Fig. 1 - Ethanol content and yield in the dry above-ground biomass of cardoon in the first and second year of the experimental trial.

Fig. 1 - Contenuto e resa di etanolo nella biomassa areica secca del cardo nel primo e secondo anno della prova sperimentale.

Results and Discussion

The meteorological data (Tab. 1) showed that: minimum temperatures were higher when compared to long-term data and winter months (December, January, and February) were coldest; maximum temperatures were higher in July and August and in general were higher when compared to long-term data; rainfall was higher in the first (604.6mm) and second (676.3mm) year of cropping season when compared to average of long-term (575.8mm). The wettest month was October and the driest month was August.

The dry above-ground biomass yield was 8.7 and 15.6 t ha⁻¹ in the first and second year (data not shown). These data are similar at other research in open field (Maccarone *et al.*, 1999; Foti *et al.*, 1999; Piscioneri *et al.*, 2000; Curt *et al.*, 2002; Mantineo *et al.*, 2009).

The values of chemical analysis (Tab. 2), mean of two years, were similar to those of cardoon cultivated in other field experiments in Europe (Fernandez *et al.*, 2006) as well as for other species used in bioethanol chain (Godin *et al.*, 2010).

Ethanol content was not different between years, but ethanol yield was directly proportional to the biomass yield (Fig. 1).

Conclusion

The results of the this research encourage further studies on cardoon as a raw material source of second generation biofuels.

Acknowledgements

This work has been supported by Italian Ministry of Agriculture, Food and Forestry Policies (MiPAAF) under BIOSEA project (Ottimizzazione delle filiere bio-energetiche esistenti per una sostenibilità economica e ambientale) (D.M. 16916/7303/10, 23 July 2010).

References

- Curt M.D., *et al.*, 2002. The potential of *Cynara cardunculus* L. for seed oil production in a perennial cultivation system. *Biomass & Bioenergy*, 23: 33-46.
- Fernandez J., *et al.*, 2006. Industrial applications of *Cynara cardunculus* L. for energy and other uses. *Industrial crops and products*, 24: 222-229.
- Foti S., *et al.*, 1999. Possibile alternative utilization of *Cynara* ssp. I. Biomass, grain yield and chemical composition of grain. *Ind. Crops Prod.*, 10: 219-228.
- Godin *et al.*, 2010. Determanation de la cellulose, des hemicelluloses, de la lignine et des cendres dans diverses cultures lignocellulosiques dediees a la production de bioethanol de deuxieme generation. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*: 549-560.
- Gominho J., *et al.*, 2001. *Cynara cardunculus* L. - A new fiber crop for pulp and paper production. *Industrial Crops and Products*, 13: 1-10.
- Maccarone E., *et al.*, 1999. Possibile alternative utilization of *Cynara* ssp. II. Chemical characterization of their grain oil. *Ind. Crops Prod.*, 10: 229-237.
- Mantineo M., *et al.*, 2009. Biomass yield and energy balance of three perennial crops for energy use in the semi arid Mediterranean environment. *Field Crop Research*, 114: 204-213.
- Piscioneri I., *et al.*, 2000. Promising industrial energy crop, *Cynara cardunculus*: a potential source for biomass production and alternative energy. *Energy Conversion & Management*, 41: 1091-1105.
- Van Soest, *et al.*, 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74, 3583-3597.
- Wiklund A., 1992. The genus *Cynara* L. (Asteraceae-Cardueae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 109: 75-123.

PERENNIAL RHIZOMATOUS GRASSES GROWN AS BIOENERGY CROPS ON MARGINAL LAND *SPECIE RIZOMATOSE PERENNI* *COLTIVATE COME COLTURE ENERGETICHE IN UN TERENO MARGINALE*

Laura D'Andrea*

Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CRA) - Unità di Ricerca per i Sistemi Culturali degli Ambiente Caldo-Aridi (SCA), via Celso Ulpiani, 5, Bari

*laura.dandrea@entecra.it

Abstract

Perennial rhizomatous grasses (PRG) have high biomass yields and good bioenergy characteristics. Among PRG crops, giant reed and switchgrass were chosen for this research to study their biomass yield potential. The study was carried out on marginal land in order to one possible strategy for reducing competition for land with food production and for improving soil quality. The experimental field was carried out by in a hilly area, located in Alberobello (BA), where the soil was a "Typical Palexeralf clayey-skeletal" and the climate was an "accentuated thermo Mediterranean". The results were lower compared to data obtained in other trial carried out in Europe. In conclusion, these energy crops can not be grown in this area because of the pedo-climatic conditions from the point of view of sustainable agriculture. Whereas, they can increase ecological advantages e.g. reduced risk of soil erosion and increase in soil carbon content, because of their rhizome systems.

Keywords: energy crops, biomass yield, marginal land, giant reed, switchgrass

Parole chiave: colture energetiche, resa di biomassa, terreno marginale, canna comune, panico

Introduction

The European Union Directive 2009/28/EC defined the so-called "20-20-20 targets": a reduction in EU greenhouse gas emissions of at least 20% below 1990 levels; 20% of EU energy consumption to come from renewable resources; a 20% reduction in primary energy use compared with projected levels, to be achieved by improving energy efficiency.

Energy from green plants has much to offer, being renewable and largely carbon neutral in comparison to fossil fuel combustion (Rowe *et al.*, 2009).

Many energy crops were tested in Europe and among those the perennial rhizomatous grasses (PRG) showed high biomass yields and good bioenergy characteristics (Lewandowski *et al.*, 2003).

Among PRG crops, giant reed (*Arundo donax* L.) and switchgrass (*Panicum virgatum* L.) were chosen for this research in order to study their biomass yield potential on marginal land.

Giant reed was chosen because of its widespread distribution and its multiple uses (musical instruments, rayon, paper and pulp, particle boards, hand-woven baskets, fishing roars, fencing, shading or as ornamental) (Lewandowski *et al.*, 2003).

Switchgrass was chosen because the US experience showed that it is a promising bioenergy crop and has many varieties divided into upland and lowland ecotypes (Sanderson *et al.*, 1996).

The study was carried out on marginal land in order to one possible strategy for reducing competition for land with food production (sustainable agriculture) and for improving soil quality (environmental impact).

Materials and Methods

The research was carried out by CRA-SCA of Bari in a hilly area, located in Alberobello (BA) (latitude 40°45'35" N, longitude 17°12'21" E, 428 m above mean sea level).

The soil was a Typical Palexeralf clayey-skeletal (Soil Taxonomy), characterised by 35% rock fragment (>2 mm) and 20% slope. Soil samples were collected within 0 to 40 cm of the surface on September 2010 and analyzed.

The climate in the area of Alberobello is generally "accentuated thermo Mediterranean" (UNESCO-FAO), with temperatures below 0 °C in the winter and above 30 °C in the summer. Annual rainfall is concentrated during the winter months. Air temperature and rainfall data during the experimental period were collected from a weather station that was installed in the field.

In both crops, minimum tillage was conducted in the autumn of 2010 on a soil previously for a set aside, then one harrowing (at 10 cm) was conducted immediately before planting to seedbed preparation.

Three treatments were carried out: zero nitrogen supply (N0), one fertilisation level with 50 kg N ha⁻¹ (N50) and intercropping with subterranean clover *Trifolium brachycalycinum* Katzn. and Morley) (NT). Nitrogen fertiliser (ammonium sulfate) was applied at the beginning of the growing season in April. The seeds of subterranean clover were sown manually in late March using 30 kg ha⁻¹ of seed.

The experimental design was a randomized block with three replications (plot size 5 m x 15 m each).

The rhizomes of giant reed (*Arundo donax* L.), "local" ecotype, from the Salento (Southern Italy), were planted manually on 22th December 2010, at 10-20 cm of soil depth, at 0.50 m x 1.0 m spacing (20.000 plants ha⁻¹).

The seeds of switchgrass (*Panicum virgatum* L.), "wild" ecotype, from arid areas of Wisconsin (USA), were sown manually on 5th April 2011, in rows spaced 0.80 m, using 4.5 kg ha⁻¹ of seed.

In the second year of the trial, the total dry above-ground biomass yield was harvested on 20th December 2012 per giant reed and on 23th October 2012 per switchgrass.

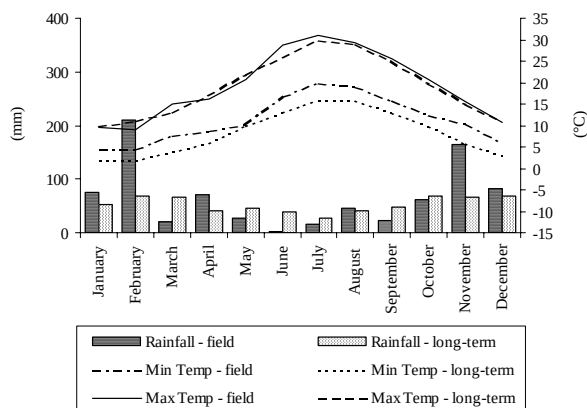


Fig.1 - Meteorological data during 2012 in field of Alberobello (BA), compared to long-term (30 years) data of weather station of Gioia del Colle (BA).

Fig.1 – Dati meteorologici durante il 2012 nel campo di Alberobello (BA), confrontati con i dati di lungo periodo (30 years) della stazione meteorologica di Gioia del Colle (BA).

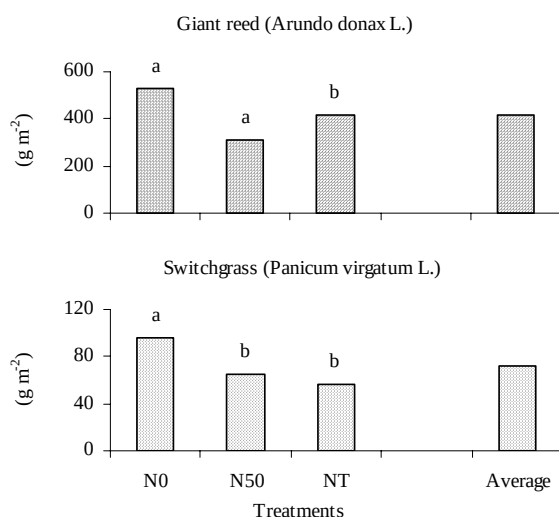


Fig.2 - Total dry above-ground biomass yield of giant reed (*Arundo donax* L.) and switchgrass (*Panicum virgatum* L.), in the second year of the experimental trial.

Fig.2 - Resa areica in biomassa secca totale della canna comune (*Arundo donax* L.) e del panico (*Panicum virgatum* L.), nel secondo anno di prova sperimentale.

Results and Discussion

The soil was clayey-silty (sand=5.5%, silt=42.0%, clay=52.5%) and was characterised by: pH=8.2, organic matter content=33.1%, total nitrogen=1.5 g Kg⁻¹, available phosphorus=8.5 mg Kg⁻¹, exchangeable potassium=315.0

mg kg⁻¹, field capacity water content=31.0 wt % and the permanent wilting point water content=10.0 wt %.

The meteorological data were presented in Fig. 1. Minimum temperatures were higher compared to long-term data. Winter months (December, January and February) were coldest. Minimum values were determined in the half of January (-1.02°C) and in the half of February (-1.16°C). Maximum temperatures were higher in July and August and in general were lower compared to long-term data. The hottest day was on 6th August (37.1°C) and the hottest period was in mid-July (35.8°C). Rainfall was higher (790.9mm) compared to the annual average of long-term (519.0 mm). The wettest months were February (210.9mm) and November (165.6mm). The driest months were June, July and August with 63 mm in total.

The results (Fig. 2) of total dry above-ground biomass yield were 420 g m⁻² and 72 g m⁻² in average, respectively per giant reed and switchgrass. They were lower compared to data obtained in other trial carried out in Europe (Alexopoulou *et al.*, 2000; Angelini *et al.*, 2005; Christou *et al.*, 2005; Mantineo *et al.*, 2009; Sanderson *et al.*, 1996). The yield was not influenced by fertilization in both energy crops. In fact treatment not fertilized (N0) had a higher yield than the treatment fertilized (N50). Moreover, the subterranean clover has shown a very strong competition with the both crops.

Conclusion

In conclusion, these two energy crops can not be grown in this marginal land because of the pedo-climatic conditions from the point of view of sustainable agriculture. Whereas, they have a low demand for nutrient inputs and a long periods without tilling, so they can increase ecological advantages e.g. reduced risk of soil erosion and increase in soil carbon content, because of their rhizome systems.

Acknowledgements

This work has been supported by Italian Ministry of Agriculture, Food and Forestry Policies (MiPAAF) under SOBIMA project (D.M. 26278/7303/09, 12th November 2009) (Sostenibilità di filiere bioenergetiche per valorizzare le aree semi-marginali e marginali del comprensorio meridionale).

References

- Alexopoulou E., *et al.*, 2000. Switchgrass in the Mediterranean region. Proceedings of the 1st World Conference on Biomass for Energy and Industry, Vol. II, 1634.
- Angelini L.G., *et al.*, 2005. Biomass yield and energy balance of giant reed (*Arundo donax* L.) cropped in central Italy as related to different management practices. European Journal of Agronomy 22, 375–389.
- Christou M., *et al.*, 2005. Biomass production from perennial crops in Greece. In Presented in the 14th European Biomass Conference in Paris, 17-21 October 2005.
- Lewandowski I., *et al.*, 2003. The development and current status of perennial rhizomatous grasses as energy crops in the US and Europe. Biomass Bioenergy 25, 335–361.
- Mantineo M., *et al.*, 2009. Biomass yield and energy balance of three perennial crops for energy use in the semi arid Mediterranean environment. Field Crop Research 114, 204-213.
- Rowe R.L., *et al.*, 2009. Identifying potential environmental impacts of largescale deployment of dedicated bioenergy crops in the UK. Renewable and Sustainable Energy Reviews 13, 271–290.
- Sanderson M.A., *et al.*, 1996. Switchgrass as a sustainable bioenergy crop. Bioresource Technology, 56, 83–93.

COMPETITION OF ENERGY CROPS FOR LAND USE

COMPETIZIONE DELLE COLTURE DA ENERGIA PER L'USO DEL SUOLO

Laura D'Andrea¹, Enrico Ceotto²

¹Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CRA) - Unità di Ricerca per i Sistemi Colturali degli Ambienti caldo-aridi (SCA), via Celso Ulpiani, 5, Bari, Italy

²Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CRA) - Centro di Ricerca per le Colture Industriali (CIN), via di Corticella 133, Bologna, Italy
laura.dandrea@entecra.it

Abstract

The cropland is a finite and vulnerable resource at global scale. Many human activities compete for land use with agriculture. The objective of this study is to discuss the competition of bioenergy versus food crops for land use. Between now and 2050, the global demand for food is expected to double. Therefore, of the main argument against the diffusion of energy crops is their competition for land with food and feed crops. Because the amount of land that could be conveniently devoted to grow energy crops without detrimental effects on greenhouse gases emissions and food availability is limited, it is crucial to enhance productivity per unit land. We believe that a proper classification and quantification of "land suitable for dedicated bioenergy production" is needed.

Keywords: energy crop, food crop, sustainability

Parole chiave: colture energetiche, colture alimentari, sostenibilità

Introduction

In 2009, through Directive 2009/28/EC on the promotion of the use of energy from renewable sources (Renewable Energy Directive -RED), the EU adopted mandatory targets to achieve by 2020 a 20% overall share of renewable energy and a 10% share for renewable energy in the transport sector. Yet, through Directive 2009/30/EC (Fuel Quality Directive) the EU adopted a mandatory target to achieve by 2020 a 6% reduction in the greenhouse gas intensity of fuels used in transport. While the production of biofuels is growing rapidly, the main argument against the diffusion of energy crops is their competition for land with food and feed crops. The objective of this study is to discuss the competition of bioenergy versus food crops for land use.

Human activities

Cropland is a finite and vulnerable resource at global scale. Many human activities compete for land use with agriculture. As a results, in Italy, in the period from 1971 to 2010 cultivated cropland has been reduced of about 5 million hectares. Koning *et al.* (2008) estimated that by 2050 human settlement (buildings, roads, parkings) requires about 50 ha per 1,000 people, so would claim 3% of all potential farmland.

Demand for food

Between now and 2050 the global demand for food is expected to double (from the actual 40 to 80 kg per capita per year of meat consumption) (Spiertz and Ewert, 2009). Moreover, the growing production of non ruminants, e.g. pigs and chicken, compared to ruminants, e.g. cattle and sheep, is shifting the demand from forages to grain crops, leading to increased pressure on arable land. Nevertheless,

Thaler *et al.* (2015) indicated that a shift to a healthy balanced diet would lead to a 30% reduction of land being used for agricultural production. The average amount of arable land per capita is about 0.45 ha, the question is: how much of this 0.45 ha per person for producing food, could be displaced for producing bioenergy? (Spiertz, 2009).

Biofuels "done right" and "done wrong"

Tilman *et al.* (2009) pointed out that society cannot afford to miss out on the benefits of biofuels "done right" while not accepting the undesirable impacts of biofuels "done wrong". Biofuels "done right" must be derived from feedstocks produced with much lower life-cycle greenhouse-gas emissions than traditional fossil. Feedstocks may be grouped in these following categories: 1) Perennial plants grown on degraded lands abandoned from agricultural use; 2) Crop residues; 3) Sustainably harvested wood and forest residues; 4) Double crops and mixed cropping systems; 5) Municipal and industrial wastes. Therefore, marginal lands have received an increased attention by the bioenergy industry as an alternative to cropland for feedstock supply.

Competition of bioenergy versus food crops for land use

Use of these abandoned lands minimizes the competition with food crops and the potential for direct and indirect land use change (DLUC and ILUC) (Popp *et al.*, 2014).

The estimated global area of abandoned agricultural is 385-472 million hectares and showed the global potential for bioenergy on abandoned agriculture lands to be about 8% of current primary energy demand, based on historical land use data, satellite derived land cover and global ecosystem modeling (Campbell *et al.*, 2008).

Definition of marginal land

The term “marginal land” is often used, but there is no unique and rigorous definition of this concept in the literature. The concept of marginal lands has evolved across time, space, and discipline. The concept is often interchangeably used with other terms such as unproductive, waste, under-utilized, idle, degraded or abandoned lands. Marginal lands are typically characterized by low productivity and reduced economic return or by severe constraints for agricultural cultivation. Some lands previously cultivated are converted into marginal, due to impacts resulting from inappropriate management or external factors (e.g. climate change or soil degradation), or when excess pollution is generated by human-dominated processes (including inaccurate or illegal disposal of liquid and solidwaste). In such cases, cropping for bioenergy might be an option for land recovery.

In the land use management framework of Food and Agricultural Organization, United Nation (FAO, 1993), marginal land was described as the lands with limitations such as soil loss, wetlands, soil salinization, unfit for crop cultivation or production. Marginal farming land and prime farming land are commonly used for farming suitability assessment in the US (USDA-NRCS, 2010).

Sustainable bioenergy production

A proper classification and quantification of “land suitable for dedicated bioenergy production” is needed. A number of studies indicated that bioenergy crop production on marginal lands can benefit environmental quality, ecosystem service and sustainability. Environmental quality could increase wildlife habitat, improve water quality, reduce erosion, enhance ecological functions and increase carbon sequestration in soils. Ecosystem services can minimize the potential of long-term carbon debt and biodiversity loss in comparison to land clearing (Tilman *et al.*, 2009). Nevertheless, low-productive land are often characterized by high carbon stock and high level of biodiversity, that should be preserved.

The concept of marginality can be studied at the level of integrated systems, by combining the various factors affecting marginality: environmental factors (slopes, soil fertility and other land use limitations), demographic factors (active, density and migration of population), economic factors (employment, infrastructure etc.), cultural and psychological factors. A number of variables quantifying economic, demographic and environmental factors are used to compute a number of indicators of relative marginality, but cultural and other factors linked to the perception of marginality are difficult to quantify (Bertaglia *et al.*, 2007).

Liu *et al.* (2011), used the Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threat (SWOT) analysis to investigate the current state of energy crop growing on marginal land and identify future action needed regarding economic viability, environmental impact, and social development.

Kang *et al.*, (2013) classified land resources into four categories of marginal land using suitability and limitations

associated with major management goals, including 1) physically, 2) biologically, 3) environmentally-ecologically, and 4) economically marginal land. A total 30 variables are initially identified to quantify land functions associated with current land use management goals. Twenty-one of them are currently applied because the data for the other nine variables are not available to be effectively quantified using existing databases.

References

- Andreoli, M., Tellarini, V., 1998. Marginality and development in Italy: a study review. Perceptions of marginality. In: Jussila, H., Leimgruber, W., Majoral, R. (Eds.), *Theoretical Issues and Regional Perceptions of Marginality in Geographical Space*. Ashgate, Aldershot, pp. 101–121.
- Bertaglia M., Joost S., Roosen J., Econogene Consortium, 2007. Identifying European marginal areas in the context of local sheep and goat breeds conservation: A geographic information system approach. *Agricultural Systems*, 94: 657–670.
- Campbell J.E., Lobell D.B., Genova R.C., Field C.B., 2008. The global potential of bioenergy on abandoned agriculture lands. *Environ. Sci. Technol.*; 42:5791-5794.
- European Commission. Directive 2009/28/EC of the European parliament and of the council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing directives 2001/77/EC and 2003/30/EC. Brussels, Belgium; 2009.
- European Commission. Directive 2009/30/EC of the European parliament and of the council of 23 April 2009 on amending directive 98/70/EC as Regards the specification of petrol, diesel and gas-oil and introducing a mechanism to monitor and reduce greenhouse gas emissions and amending council directive 1999/32/ec as regards the specification of fuel used by inland waterway vessels and repealing directive 93/12/ EEC. Brussels, Belgium; 2009.
- Food and Agricultural Organization of United Nations (FAO), 1993. FESLM: an international framework for evaluating sustainable land management. World Resources Report 73. FAO, Rome, Italy.
- Kang S., Post W., Wang D., Nichols J., Bandaru V., West T., 2013. Hierarchical marginal land assessment for land use planning. *Land Use Policy*, 30: 106–113.
- Koning N.B.J., Van Ittersum M.K., Becx G.A., Van Boekel M.A.J.S., Brandenburg W.A., Van Den Broek J.A., Goudriaan J., Van Hofwegen G., Jongeneel R.A., Schlere J.B., Smies M., 2008. Long term global availability of food: continued abundance or new scarcity? *NJAS – Wageningen J Life Sci* 55: 229–292.
- Liu T.T., McConkey B.G., Ma Z.Y., Liu Z.G., Li X., Cheng L.L., 2011. Strengths, weaknessness, opportunities and threats analysis of bioenergy production on marginal land. *Energy Procedia*, 5: 2378–2386.
- Popp J., Lakner Z., Harangi-Rákos M., Fári M., 2014. The effect of bioenergy expansion: Food, energy, and environment. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 32: 559–578.
- Spiertz J.H.J., 2009. Nitrogen, sustainable agriculture and food security. A review. *Agron Sustain Dev*. doi:10.1051/agro/2008064
- Spiertz J.H.J., Ewert F., 2009. Crop production and resource use to meet the growing demand for food, feed and fuel: opportunities and constraints. *NJAS Wageningen J Life Sci* 56–64:281–300.
- Thaler S., Zessner M, Weigl M., Rechberger H., Schilling K., Kroiss H., 2015. Possible implications of dietary changes on nutrient fluxes, environment and land use in Austria. *Agricultural Systems*, 136: 14–29.
- Tilman D., Socolow R., Foley J.A., Hill J., Larson .E, Lynd L., Pacala S., Reilly J., Searchinger T., Somerville C., Williams R., 2009. Beneficial biofuels: The food, energy, and environment trilemma. *Science*, 325: 270–271.
- United States Department of Agriculture- Natural Resources Conservation Services (USDA-NRCS), 2010. National Soil Survey Handbook 430-VI. Available online at <http://soils.usda.gov/technical/handbook/>

RELAZIONE TRA INDICE NAO ED ALCUNI INDICATORI DI PRECIPITAZIONE ESTREMA INVERNALE NELLA REGIONE ABRUZZO

RELATIONSHIP BETWEEN THE NAO INDEX AND SOME INDICES OF EXTREME PRECIPITATION IN THE ABRUZZO REGION

Bruno Di Lena¹, Lorenzo Vergni², ¹Alessandro Chiaudani³

¹Regione Abruzzo - Direzione Agricoltura- Centro Agrometeorologico Regionale - Scerni (Ch) (bruno.dilena@regione.abruzzo.it)

²Università degli Studi di Perugia, Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali DSA3 (lorenzo.vergni@unipg.it)

³Dipartimento di Ingegneria e Geologia "InGeo" Università degli Studi "G. d'Annunzio", Chieti-Pescara (achiaudani@unich.it)

*bruno.dilena@regione.abruzzo.it

Abstract

In the work, a composite analysis based on the negative and positive phases of the NAO index, is used to compare the mean values of the maximum 1-day and 5-day precipitation, in relation to some stations of the Abruzzo region and to the period 1951-2012.

Parole chiave: CLIVAR index, NAO index, Abruzzo region

keyword: indice CLIVAR, indice NAO, regione Abruzzo

Introduzione

La North Atlantic Oscillation (NAO) identifica un'anomalia pressoria che si manifesta tra l'anticiclone subtropicale delle Azzorre e il ciclone subpolare d'Islanda e viene comunemente quantificata per mezzo del NAO Index (NAOI). Nella regione Abruzzo sono state già condotte delle ricerche che hanno messo in evidenza il rapporto esistente tra NAOI e precipitazioni invernali (Chiaudani et al., 2014)

In questo lavoro l'attenzione è stata rivolta alla valutazione dell'influenza della fase NAO su alcuni indicatori di precipitazione estrema invernale: massima precipitazione di durata 1 giorno (Rx1) e 5 giorni consecutivi (Rx5).

Materiali e Metodi

Lo studio è stato effettuato utilizzando i dati pluviometrici giornalieri rilevati, nell'arco temporale 1951-2012, dal Servizio Idrografico Regionale, in 24 località della regione Abruzzo. (Fig.1).

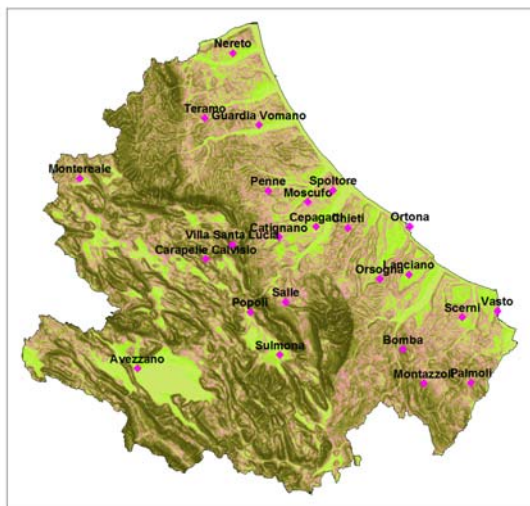


Fig. 1 Distribuzione territoriale dei 24 pluviometri
Fig. 1 Spatial distribution of the 24 rain gauges

Per tutte le località sono state determinate le serie storiche degli indici CLIVAR (Klein Tank A.M.G et al., 2009) relativi alle precipitazioni massime registrate in un giorno (Rx1) e in 5 giorni consecutivi (Rx5) nei mesi di gennaio, febbraio, marzo e dicembre. Dalle serie complete sono state identificate le sottoserie associate alle fasi dell'indice NAO con segnale chiaramente positivo e negativo (ovvero con NAOI rispettivamente $> +1$ e < -1).

Le medie campionarie di Rx1 e Rx5 delle sottoserie così individuate sono state confrontate mediante il test t di Student, assumendo un livello di significatività $\alpha = 0,10$.

Le serie storiche dei valori del NAO index di Hurrell (NAOI) relative ai mesi di gennaio, febbraio, marzo e dicembre sono state reperite dal sito <http://climatedataguide.ucar.edu/guidance/hurrell-north-atlantic-oscillation-nao-index-pc-based>.

Risultati

I segnali più evidenti dell'effetto della NA si registrano per il mese di febbraio, dove, in generale, le medie delle precipitazioni massime registrate in 1 un giorno (Rx1) e in 5 giorni consecutivi (Rx5) risultano maggiori nella fase negativa dell'indice NAO (< -1). Nel primo caso (Rx1), le differenze significative interessano le stazioni dislocate nella fascia collinare litoranea, mentre nel secondo caso questa condizione riguarda anche le località interne di Villa S. Lucia e Avezzano (Tab.1, Fig.2). I risultati confermano quanto già evidenziato in precedenti ricerche (Chiaudani et al., 2014) le quali avevano mostrato precipitazioni mensili superiori alla media nella fase negativa dell'indice NAO. Prevalgono differenze positive anche nel mese di marzo per entrambi gli indici Clivar, pur con una generale assenza di quelle significative.

Le differenze negative, che indicano precipitazioni massime maggiori nella fase positiva dell'indice NAO ($> +1$), interessano in particolare l'indice RX1 nei mesi di gennaio e dicembre.

RX1	Δ		Δ significativi	
	positivi	negativi	positivi	negativi
gennaio	6	18	3	0
febbraio	23	1	7	0
marzo	22	2	1	0
dicembre	5	19	0	2
RX5				
gennaio	17	6	3	0
febbraio	22	2	5	0
marzo	23	1	1	0
dicembre	18	2	0	0

Tab. 1 Caratteristiche di sintesi delle differenze (Δ) tra le medie delle precipitazioni massime registrate in un giorno (Rx1) e in 5 giorni consecutivi (Rx5) associate alle fasi estreme dell'indice NAO ($> +1$ e < -1) in gennaio, febbraio, marzo e dicembre. I valori positivi indicano che le precipitazioni sono maggiori nella fase negativa dell'indice NAO ($NAOI < -1$) mentre quelli negativi indicano che le precipitazioni sono maggiori nella fase positiva dell'indice NAO ($NAOI > +1$).

Tab. 1 Summary characteristics of the differences (Δ) between mean values of Rx1 and of Rx5 during opposite NAOI phases ($> +1$ e < -1) related to January, February, March, and December. Positive Δ indicate that the precipitation is higher during the negative NAO phase ($NAOI < -1$), while negative Δ indicate that precipitation is higher during the positive NAO phase ($NAOI > +1$).

Conclusioni

L'analisi ha evidenziato come la NAO eserciti nella regione Abruzzo un effetto sul regime pluviometrico prevalentemente nel mese di Febbraio. In particolare, i valori delle precipitazioni massime registrate in 1 giorno, Rx1, e in 5 giorni consecutivi, Rx5, risultano correlati negativamente con l'indice NAO. Il confronto tra valori medi di Rx1 e di Rx5 calcolati in relazione a fasi NAO opposte ha permesso di rilevare differenze significative in diversi stazioni soprattutto per l'indice Rx1 e la fascia costiera. Tale risultato è in linea con quanto riportato in altre ricerche e sottolinea l'opportunità di sfruttare le informazioni relative alla dinamica NAO in modelli previsionali pluviometrici a scala regionale.

Bibliografia

A. Chiaudani, L. Vergni, B. Di Lena., 2014. NAO index and winter precipitation in Abruzzo region. Italian Journal Agrometeorology- Atti convegno AIAM 2014 – Roma 10-12 giugno 2014, 21-22

Klein Tank A.M.G., Zwiers F.W., Zhang X., 2009. Guidelines on Analysis of extremes in a changing climate in support of informed decisions for adaptation. World Meteorological Organization Climate Data and Monitoring WCDMP-No. 72

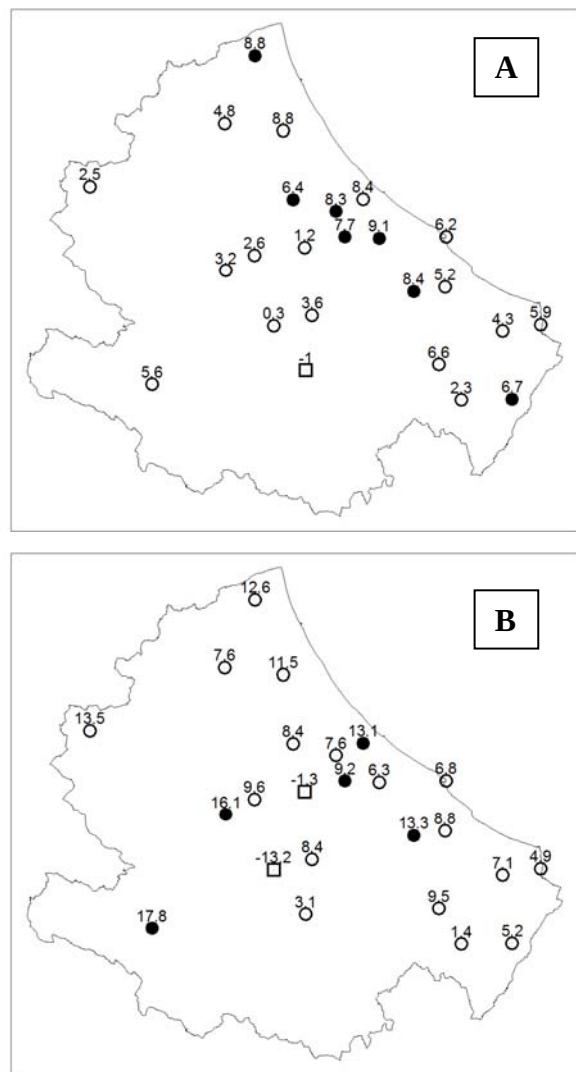


Fig. 2 Differenze tra le medie delle precipitazioni massime registrate in un giorno (Rx1) (A) e in 5 giorni consecutivi (Rx5) (B) associate alle fasi estreme dell'indice NAO nel mese di febbraio. I valori positivi indicano che le precipitazioni sono maggiori nella fase negativa dell'indice Nao ($NAOI < -1$), mentre quelli negativi indicano che le precipitazioni sono maggiori nella fase positiva dell'indice Nao ($NAOI > +1$). $\bigcirc$ Differenze positive; $\square$ differenze negative. I simboli pieni indicano differenze significative.

Fig. 2 Differences between mean values of the maximum 1-day (Rx1) (A) and 5-day (Rx5) (B) precipitation associated with extreme negative and positive NAO phases in February. Positive values indicate that the precipitation is higher during the negative NAO phase ($NAOI < -1$), while the negative ones indicate that precipitation is higher during the positive NAO phase ($NAOI > +1$). $\bigcirc$ Positive differences; $\square$ Negative differences. Filled symbols indicate significant differences.

RELAZIONE TRA PATTERN CIRCOLATORI E PRECIPITAZIONE NEI MESI INVERNALI IN ABRUZZO NEL PERIODO 1951-2009

RELATIONSHIPS BETWEEN CIRCULATION PATTERNS AND WINTER MONTHS PRECIPITATION IN ABRUZZO REGION IN THE 1951-2009 PERIOD

Alessandro Chiaudani^{1*}, Lorenzo Vergni², Bruno Di Lena³

¹Dipartimento di Ingegneria e Geologia "InGeo" Università degli Studi "G. d'Annunzio", Chieti-Pescara

²Università degli Studi di Perugia, Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali DSA3

³Regione Abruzzo - Direzione Agricoltura- Centro Agrometeorologico Regionale - Scerni (CH)

*achiaudani@unich.it

Abstract

Abruzzo Region rainfall historical data availability for the 1951-2009 period, has given the chance to deepen their relationships during the winter months with the main circulation pattern index NAO, SCAND, EA and EA/WR and to analyze the orography effect on their distributions.

Parole chiave

Precipitazioni invernali, Pattern circolatori, Trend, Correlazione, Orografia

Keywords

Winter Rainfall, Circulation Patterns, Trend, Correlation, Orography

Introduzione

Sull'area Mediterranea tra i principali pattern circolatori di tipo troposferico influenzanti le condizioni meteorologiche, si individuano il North Atlantic Oscillation (NAO), l'East Atlantic-West Russian (EA/WR), lo Scandinavian (SCAND) e l'East Atlantic (EA). Tali sistemi pressorari con i loro centri di azione situati rispettivamente sull'Atlantico, il Mar Caspio, la Scandinavia e Nord Africa influenzano in diversa misura le piovosità dei mesi invernali sulla regione Abruzzo. Si è voluto verificare tale relazione per il periodo di dati disponibili 1951-2009, e si è cercato di verificare come la morfologia del territorio, caratterizzata dalla presenza dei massicci della Maiella del Gran Sasso, determini la distribuzione delle correlazioni pluviometrico-circolatorie.

Materiali e Metodi

Lo studio è stato effettuato utilizzando i dati pluviometrici mensili rilevati, nell'arco temporale 1951-2009, dal Servizio Idrografico Regionale, in 75 località uniformemente distribuite nella regione Abruzzo (Fig.1).



Fig. 1- Distribuzione territoriale dei 75 pluviometri
Fig. 1- Territorial distribution of the 75 rain gauges

Le serie storiche dei valori del NAO index di Hurrell (NAOI) relative alla stagione invernale ed ai mesi di

gennaio, febbraio, dicembre sono state reperite dal sito <http://climatedataguide.ucar.edu/guidance/hurrell-north-atlantic-oscillation-nao-index-pc-based>; mentre gli indici relativi ai rimanenti pattern sono stati reperiti sul sito del NOAA-Climate Prediction Center Internet Team: www.cpc.ncep.noaa.gov/data/teledoc/telecontents.shtml. La significatività dei trend pluviometrici mensili è stata verificata con il test di Mann-Kendall mentre per descrivere le relazioni significative tra le serie pluviometriche e gli indici circolatori mensili è stata calcolata la correlazione di Pearson e il test del t di student.

Risultati

L'analisi delle pluviometrie ha messo in evidenza come soprattutto a gennaio nella parte nord orientale della regione in provincia di Teramo siano localizzati il maggiore numero di pluviometri caratterizzati da trend pluviometrici significativamente negativi (Fig. 2).

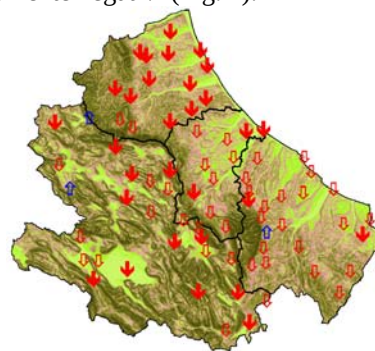


Fig. 2- Trend delle precipitazioni a gennaio ($p < 0,1$).

Fig. 2- January precipitation trends

↓ trend neg. sig. ↘ trend neg.n.s. ↑ trend pos. n.s.

Si è potuto verificare che nel periodo considerato durante i mesi invernali il NAO, l'EA/WR e l'EA Index tendono a positivizzarsi così come anche la diminuzione dello SCAND Index indica l'instaurarsi di configurazioni

sinottiche favorevoli alla diminuzione delle piogge. Di conseguenza a gennaio le correlazioni pluvio-circolatorie significative sono risultate essere tutte di segno tale da favorire la diminuzione delle precipitazioni nel periodo considerato (Tab.1°); l'unico pattern che non sembra avere un ruolo nella diminuzione delle precipitazioni sembra essere l'EA che ricordiamo essere rappresentativo della disposizione dei promontori di origine subtropicale africana e quindi delle intrusioni di aria calda da sud, tipiche dell'estate (Papadopoulos et al., 2012).

Tab. 1- Correlazioni pluviometria-indici pattern climatici

Tab. 1- Precipitation-climatic pattern index correlations

n° correlazioni significative ($p < 0,1$) e correlazione media (r)	r
NAO (18/75)	-0,36
EA/WR (19/75)	-0,34
SCAND (40/75)	0,27
EA (0/75)	-

Il NAO e l'EA-WR risultano influenzare le precipitazioni significativamente sul versante occidentale dei massicci appenninici come del resto rilevato da Federico et al. (2010) e Ferrari et al. (2013) per la vicina regione Calabria. Lo SCAND, che invece descrive irruzioni di aria fredda dalle alte latitudini nell'area mediterranea (Wibig, J., 1999), sembra essere la configurazione che maggiormente ha influenzato nel periodo considerato il calo di precipitazioni nella parte centro-settentrionale della regione e quindi anche sul massiccio del Gran Sasso.

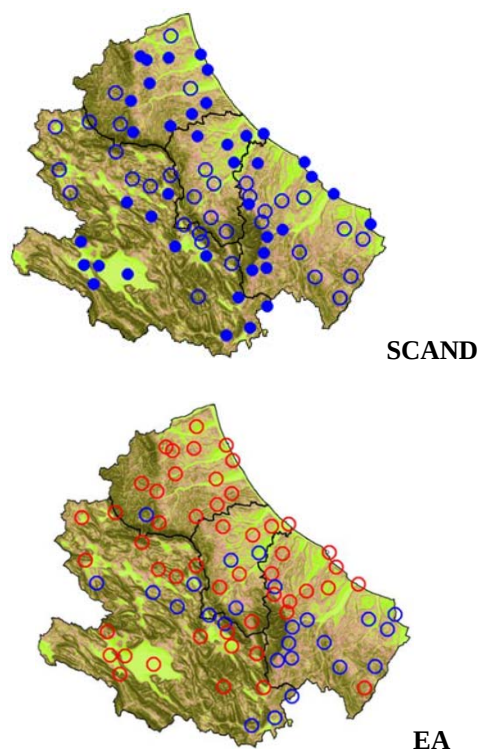
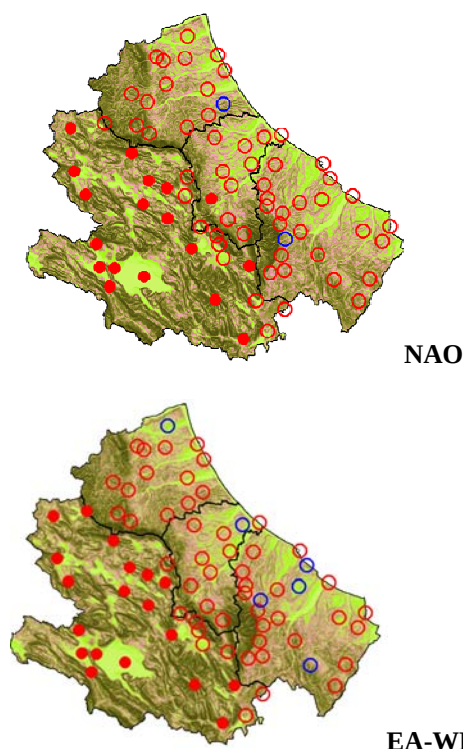


Fig. 3- Distribuzione territoriale delle correlazioni

Fig. 3- Correlations territorial distribution

● corr. neg. sig. ● corr. pos. sig. ○ corr. neg. pos. n.s.

Conclusioni

Nella Regione Abruzzo durante i mesi invernali del periodo 1951-2009 il calo delle precipitazioni più significativo che si è verificato nel mese di gennaio nella parte centro settentrionale della regione è stato fortemente influenzato dai pattern circolatori quali il NAO, l'EA-WR nella porzione ad occidente dei massicci del Gran Sasso e della Maiella e soprattutto dallo SCAND nella parte centro-settentrionale della regione e sul Massiccio del Gran Sasso, mentre meno influente risulta essere l'azione della configurazione pressoria rappresentata dall'EA.

L'aggiornamento delle serie storiche sarà in grado di meglio descrivere i rapporti attualmente in corso tra le configurazioni pressorie e gli andamenti pluviometrici.

Bibliografia

- Federico S., Pasqualoni L., Avolio E., Bellecci C., (2010). *Calabria daily rainfall from 1970 to 2006*. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 10, 717-722.
- Ferrari E., Caloiero T., Coscarelli R., (2013). Influence of the North Atlantic Oscillation on winter rainfall in Calabria (southern Italy), Theoretical and Applied Climatology.
- Papadopoulos Vassilis P., Kontoyiannis H.s, Ruiz S., Zarokanellos N., (2012). *Influence of atmospheric circulation on turbulent air-sea heat fluxes over the Mediterranean Sea during winter*. Journal of Geophysical Research: Oceans, 117, C3. Wiley Online Library.
- Wibig, J., 1999. *Precipitation in Europe in relation to circulation patterns at the 500 hPa level*. International Journal of Climatology 19, 253-269.

ClimClass AND ClimClassMap: TWO R-PACKAGES FOR CLIMATIC AND AGRO-BIOCLIMATIC INDICES. AN APPLICATION TO TRENTINO

ClimClass E ClimClassMap: DUE LIBRERIE R PER IL CALCOLO DI INDICI CLIMATICI E AGRO-BIOCLIMATICI. UN'APPLICAZIONE AL TRENTINO

Emanuele Eccel^{1*}, Emanuele Cordano^{1,2}, Fabio Zottele³, Giambattista Toller³

¹ Fondazione Edmund Mach - Centro Ricerca e Innovazione. Via Mach, 1. 38010 San Michele all'Adige (TN)

² EURAC Accademia Europea Bolzano, Institute for the Alpine Environment Viale Druso 1. 39100 Bolzano

³ Fondazione Edmund Mach - Centro Trasferimento Tecnologico. Via Mach, 1. 38010 San Michele all'Adige (TN)

*emanuele.eccel@fmach.it

Abstract

Information required for climate classifications is usually simple: monthly means of temperature and precipitation. R-library ClimClass allows the calculation of the most widely climate classification – Köppen - and of several indices of aridity and continentality. If a time series is available, the package can calculate Thornthwaite's water balance, and classify or compare climate at different sites with the relevant statistics. The graphical section of ClimClass plots three classes of diagrams: Bagnouls – Gausse's, Péguy's, and the percentiles of a family of water balance variables. ClimClass also includes two functions for the calculation of agro-bioclimatic indices developed by the Intern. Organiz. of Grapevine and Wine (OIV). ClimClassMap applies some functions of ClimClass to raster objects, allowing to trace index maps. An application of some functions is proposed for Trentino, northern Italy; the comparison of two climate periods (1961-'90 and 1981-'10) allows to assess the climatic and bioclimatic shift in the last decades.

Keywords

Climate classifications, indices, R, maps, Trentino

Parole chiave

Classificazioni climatiche, indici, R, mappe, Trentino

Introduction

In Trentino, a mountain region in the Italian Alps, agriculture is widespread, and about 35% (apart pasture lands) is devoted to vineyards. Automatic climatic and bioclimatic classification can help to track both climatic differences among complex territory and index shifts between different periods.

Materials and Methods

Monthly and daily gap-filled, homogenized series of temperature and precipitation at 29 stations were available from previous works (Eccel et al., 2012), supplied by E. Mach Foundation and Autonomous Province of Trento. They were averaged over two 30-year reference periods: 1981-'10 (for present climate) and 1961-'90 (for a comparison with the past standard).

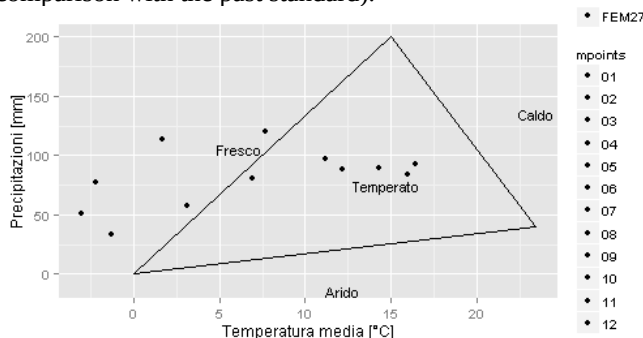


Fig.1 –Péguy's chimograph, station of S. Michele

Fig.1 –Chimogramma di Péguy, stazione di S. Michele

Two packages were developed in R open source environment: ClimClass (<https://github.com/ecor/ClimClass>, Eccel et al., 2014) and ClimClassMap (<https://github.com/ecor/ClimClassMap>, to be contributed to R-Cran in 2015).

The former calculates Köppen's climate classification, six aridity indices, four continentality indices, Thornthwaite – Mather's water balance, and OIV's bio-climatic indices for

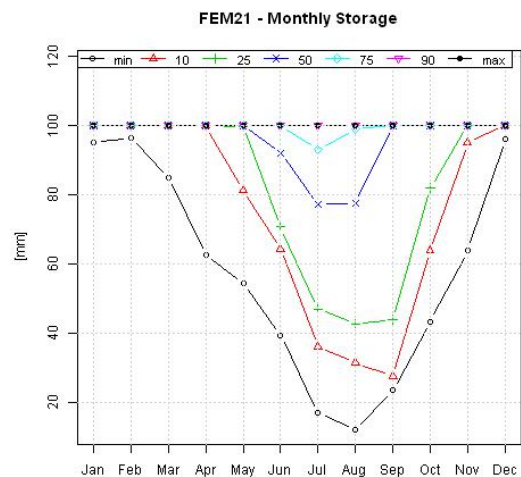


Fig.2 – Soil water storage by Thornthwaite's model, percentiles over years in 1981-2010

Fig.2 – Immagazzinamento acqua nel suolo con il modello di Thornthwaite, percentili sugli anni 1981-2010

vine growing. Some graphic functions allow straightforward plots of Bagnouls – Gausson's and Péguy's plots and water balances percentiles.

ClimClassMap package applies ClimClass' functions to raster objects producing raster maps.

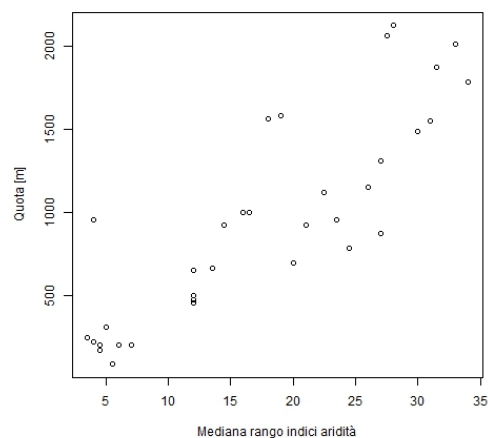


Fig.3 – Median of ranks of all aridity indices vs. elevation
Fig.3 – Mediana dei ranghi di tutti gli indici di aridità in relazione alla quota

Results and Discussion

An example of Péguy's climograph is given in Fig. 1. An example of a quantile plot of soil water storage according to Thornthwaite and Mather's water balance model is represented in Fig. 2; several variables can be plotted with the specific function of package ClimClass.

Aridity indices showed a very good collinearity and a consistent trend with elevation; if ranks are used (to deal with all the different indices) a good correlation can be obtained (Fig. 3), yielding the expected result of less humid classes at the lowest elevation sites.

Tab.1 – Class transition '81-'10 vs. '61-'90 of viticultural climate types according to Tonietto and Carbonneau (2004)
Tab. 1 - Transizioni di classe '81-'10 / '61-'90 dei tipi climatici viticoli secondo Tonietto and Carbonneau (2004).

ID	Huglin's heliothermic index (HI)		Cool Night Index (CI)		Riou's Drought Index (DI)	
	'61-'90	'81-'10	'61-'90	'81-'10	'61-'90	'81-'10
FEM21 / T0211	HI-3	HI-3	CI+2	CI+2	DI-2	DI-2
FEM27 / T0038	HI-1	HI+1	CI+1	CI+1	DI+1	DI-1
FEM30 / T0154	HI+1	HI+1	CI+1	CI+1	DI-1	DI-1
FEM31 / T0083	HI-2	HI-2	CI+2	CI+2	DI-1	DI-1
FEM52 / T0010	HI-1	HI+1	CI+2	CI+2	DI-2	DI-1
FEM58 / T0090	HI+1	HI+1	CI+2	CI+2	DI-1	DI-1
FEM67 / T0001	HI-1	HI-1	CI+2	CI+2	DI-1	DI-1
T0014	HI-3	HI-3	CI+2	CI+2	DI-2	DI-2
T0018	HI-3	HI-3	CI+2	CI+2	DI-2	DI-2
T0129	HI+1	HI+1	CI+1	CI+1	DI-1	DI-1
T0139	HI-3	HI-2	CI+2	CI+2	DI-2	DI-2
T0147	HI+1	HI+2	CI+1	CI-1	DI-1	DI-1

When climate shift is indexed, a clear pattern is shown toward a warmer, more arid climate, while no major shift can be detected for continentality. This was assessed for both climatic and viticultural bio-climatic indices (the latter in Tab. 1, for 1981-'10 vs. 1961-'90, where orange is a transition to a warmer or drier class, blue is the opposite). Finally, an application of ClimClassMap is given in Fig. 4, where the shift in De Martonne's aridity index is shown between the past (1961-'90) and the present (1981-'10) climate conditions. The mean value was only slightly negative (drier).

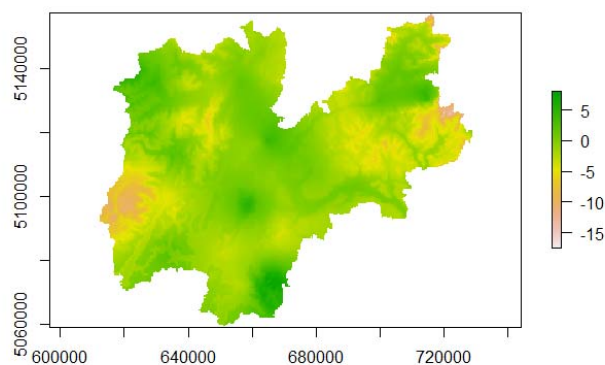


Fig.4 – Climatic shift in De Martonne's annual aridity index. Positive: more humid. Negative: drier.

Fig.4 – Spostamento climatico dell'indice di aridità annuale di DeMartonne. Positivo: più umido. Negativo: più secco.

Conclusions

The two R packages ClimClass and ClimClassMap are useful tools for assessing climate and agro-climatic features at both single locations and areas. Their use is particularly recommended for viticultural zoning and for assessment of shift due to climate change.

Acknowledgements

Work co-funded by project IndiClima, Fondo Cambiamenti Climatici, Prov. Aut. Trento, 2013.

Bibliography

- Eccel, E., Cau, P., Ranzi, R., 2012. Data reconstruction and homogenization for reducing uncertainties in high-resolution climate analysis in Alpine regions. *Theoretical and Applied Climatology*, 110(3):345-358.
- Eccel, E., Cordano, E., Toller, G., 2014. R-package ClimClass: Climate Classification According to Several Indices. <http://cran.r-project.org/>
- Tonietto, J., Carbonneau, A., 2004. A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. *Agricultural and Forest Meteorology*. 124(1/2): 81-97.

COMPARISON BETWEEN LINEAR AND NON-LINEAR MODELS FOR ESTIMATING GHG FLUXES BY STATIC CHAMBERS IN A ITALIAN PADDY

CONFRONTO TRA UN MODELLO LINEARE E UNO NON-LINEARE PER LA STIMA DEI FLUSSI DI GHG CON CAMERE STATICHE IN UNA RISAIA ITALIANA

Rossana M. Ferrara^{1*}, Cristina Muschitiello¹, Alessandro E. Agnelli², Alessandra Lagomarsino²

¹ Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CRA) – Research Unit for Cropping Systems in Dry Environments (SCA), via C. Ulpiani 5, 70125, Bari, Italy

² Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CRA) - Centre for Research for Agrobiological and Pedology (ABP), Piazza Massimo D'Azeglio 30, 50121, Florence, Italy

*rossana.ferrara@entecra.it

Abstract

The closed chamber method for quantifying surface-atmosphere trace gas exchanges is widely employed since it is a low cost technique, simple in operating and it is particularly suitable for studies that require treatment replications. However, against its simplicity in the measurement procedures, the complexity and the uncertainty in flux estimates rely on the approach used for computation. The alteration in the boundary conditions, due to the covering of the soil by the chambers, disturbs the gas exchange processes and, then, the widely diffuse linear approach for the interpretation of the increase or decrease in trace gas concentration over time could be not correct. Non-linear models have been developed for estimating fluxes, showing that the linear approach often underestimate fluxes when compared with these alternative methods. These results have been confirmed in this study, where the linear model has been compared to a non-linear one, for a sub-set of data collected in an Italian paddy cropped in permanent flooding.

Parole chiave

Modello HM, CH₄, N₂O, CO₂, riso

Keywords

HM model, CH₄, N₂O, CO₂, rice

Introduction

Trace gas exchanges between ecosystems and atmosphere can be monitored by means of the close chamber method (Livingston and Hutchinson, 1995). This approach is worldwide used for its low cost and ease of use. However, the placement of chambers on the soil perturbs natural conditions and can alter the process involved in the gas exchanges. In particular, the assumed linear gradient between concentration and time can be not satisfied and non-linear models can be employed in order to compensate feedback between the increase of gas concentration inside the chamber and the diffusion process. Kroon *et al.*, (2008) demonstrated that the assumption of linearity may not be justified even over short-time scale in well-sealed chambers and with small rate of fluxes. More rigorous models than the linear one are reported in literature (Hutchinson and Mosier, 1981; Kroon *et al.*, 2008) and they highlight that the linear regression model underestimates static chamber fluxes.

Here, we compare the linear regression model (LR) with a non-linear one for calculation of greenhouse gas (GHG) fluxes by static chambers' data in a paddy soil.

Materials and Methods

The data reported here are parts of a dataset relative to two-year experiment conducted from 2012 to 2013 in rice fields, located in the province of Bologna (central Italy). The fields were planted with rice cultivar *Gladia* under continuous flooding. Carbon dioxide (CO₂), methane (CH₄)

and nitrous oxide (N₂O) were monitored by means of vented, closed chamber method described in Adviento-Borbe *et al.* (2013). Four chambers were closed for 63 min and four gas samples were collected at 0, 21, 42, and 63 min between 10:00–12:00 a.m.. Concentrations of CO₂, CH₄ and N₂O were analysed using a GC-2014 gas chromatograph (Shimadzu Scientific). The GC detection limits were 11.6 ng l⁻¹ for N₂O, 84.8 ng l⁻¹ for CH₄ and 8.36 ng l⁻¹ for CO₂. The data are relative to the period around the peak of N₂O emission, from 08 July to 08 August 2013 (10 sampling dates).

GHG fluxes were calculated using: (i) the slope of linear regression of gas concentration versus chamber closure time and the enclosed soil surface area (LR approach); (ii) the HMR approach presented by Pedersen *et al.*, (2010) which starts from the non-linear model by Hutchinson and Mosier (1981), trying to apply it first of all, otherwise it applies the linear model. In the HMR routine (developed in R, www.r-project.org), the parameterization of the HM is:

$$C_t = \varphi + f_0 \frac{\exp(-\kappa t)}{-\kappa h} \quad (1)$$

where C_t is the chamber concentration at time $t > 0$, f_0 is the initial flux, h is the effective chamber height, φ is the constant source concentration, κ is the effective gaseous diffusion coefficient and it determines the curvature of the model. The model parameters φ , κ and f_0 are estimated by the least squared method (Seber and Wild, 1989), MSE. Synthetically, the HM model is approximately linear for

small value of κ , while it approaches to constant concentration model, indicating no-flux data for κ tending to infinity.

In this study, fluxes were set to zero if the change in gas concentration during chamber enclosure fell below the minimum detection limit determined for the GC both in the LR and the HMR approach (HMR_DL). Moreover, flux values were rejected (i.e. treated as missing data) if they passed the detection test, but had a $r^2 < 0.90$ for LR.

Results and Discussion

An example of the HMR procedure is given in Fig. 1 for two typical situations: best performance by LR (Fig 1a) and by HM (Fig. 1b). In limiting cases, with almost linear data, HMR estimates the same fluxes as the LR. The comparison between the two models on the three gases is reported in Fig. 2. It is clear the fluxes's underestimation of the LR approach with respect to HM. However, when the HMR routine suggests HM model instead of LR, the maximum percentages of underestimation of LR with respect to HM are 53, 51 and 61% for N_2O , CH_4 and CO_2 , respectively. These values agree with those founded in literature (e.g. Kroon et al., 2008).

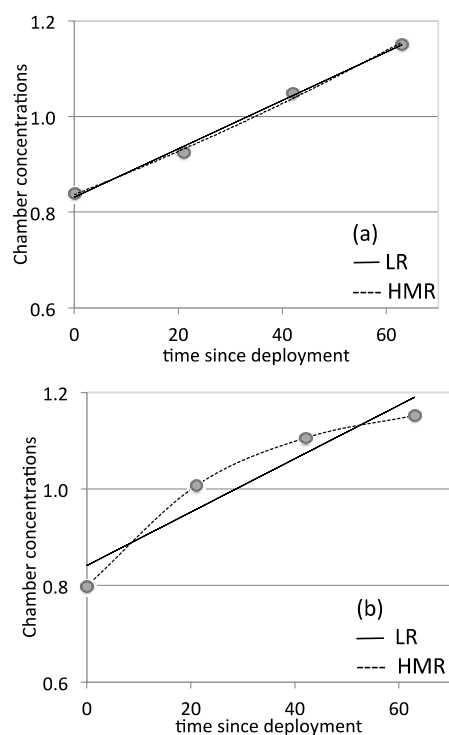


Fig.1 – The HMR approach applied to: (a) data with flux well estimated by linear regression. LR; (b) data with HM model flux estimation better than the linear one.

Fig.1- Applicazione della procedura HMR a: (a) dati per i quali il flusso è ben stimato usando una regressione lineare, LR; (b) dati per i quali il modello HM produce una stima di flusso migliore rispetto al modello lineare.

Conclusions

The application of the HMR approach highlights that the LR model underestimates GHG fluxes of static chambers, confirming the results reported in literature. Next step will be its application to all the experimental campaign to test the results obtained by the LR model in the quantification of the Global Warming Potential of two water managements: one under continuous flooding and the other under alternate wetting and drying.

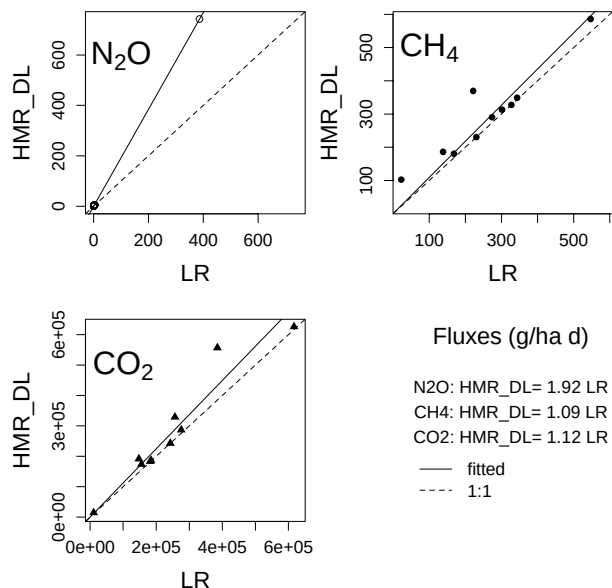


Fig.2 – Scatter plot GHG fluxes estimated by the two models, linear (LR) and non-linear (HMR_DL) with a test on detection limit of the GC measurements (see text).

Fig.2 – Scatter plot dei flussi di GHG stimati mediante i due modelli di regressione lineare (LR) e non lineare (HMR_DL) con la condizione sul limite di misura del GC (vedi testo).

References

- Adviento-Borbe M.A., Pittelkow C.M., Anders M., van Kessel C., Hill J.E., McClung A.M., Six J., Linquist B.A., 2013. Optimal Fertilizer Nitrogen Rates and Yield-Scaled Global Warming Potential in Drill Seeded Rice. J. Env. Qual., 42: 1623–1634.
- Livingston G. and Hutchinson G., 1995. Enclosure-based measurements of trace gas exchange: Applications and sources of error. In: Biogenic Trace Gases: Measuring Emissions from Soil and Water. Matson P. and Harriss R., Blackwell Science, pp. 14-52.
- Hutchinson G.L. and Mosier A.R., 1981. Improved soil cover method for field measurement of nitrous oxide fluxes. Soil Science Society of America Journal, 45: 311–316.
- Kroon P.S., Hensen A., van den Bulk W.C.M., Jongejan, P.A.C., Vermeulen A.T., 2008. The importance of reducing the systematic error due to non-linearity in N_2O flux measurements by static chambers. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 82: 175–186.
- Seber G.A.F. and Wild C.J., 1989. Nonlinear Regression. J. Wiley and Sons, New York.

FLUSSI DI CO₂ DAL SUOLO SU UNA COLTURA DA SOVESCIO: EFFETTI DELLE CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE E METEOROLOGICHE

SOIL CO₂ FLUXES BY GREEN MANURE: PEDOLOGICAL AND METEOROLOGICAL EFFECTS

Rossana M. Ferrara, Roberta Rossi, Cristina Muschitiello*, Pasquale Campi, Anna M. Stellacci, Angelo D. Palumbo, Francesco Fornaro, Michele Introna, Nicola Martinelli, Gianfranco Rana

Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CRA) – Research Unit for Cropping Systems in Dry Environments (SCA), via C. Ulpani 5, 70125, Bari, Italy

*muschitiello@gmail.com

Abstract

Soil carbon dioxide (CO₂) fluxes are affected by soil properties and meteorological conditions. To investigate the gas exchange dynamics, the enclosure method can be used for taking into account the spatial and temporal variability of the phenomenon. Here, a set of static chambers coupled to two dynamic chambers have been employed for analysing the soil respiration in a field characterized by two areas where the soil is characterized by different fractions of stone. The influence of standard meteorological variables have been studied, correlating their effects to the different pedological characteristic of the site cropped with green manure.

Parole chiave

Respirazione suolo, anidride carbonica, camere statiche e dinamiche

Keywords

Soil respiration, carbon dioxide, static and dynamic chambers

Introduzione

I processi di scambio gassoso all'interfaccia suolo-pianta-atmosfera sono affetti da diversi parametri quali le caratteristiche pedologiche, idrologiche e meteorologiche del sito. Tra i vari metodi sviluppati per studiare le dinamiche di scambio gassoso, il metodo delle camere consente di cogliere l'evoluzione temporale del fenomeno (mediante le cosiddette camere dinamiche), senza prescindere dalla variabilità spaziale (mediante le cosiddette camere statiche) (Livingston and Hutchinson, 1995). L'utilizzo congiunto di queste tipologie di camere ha permesso di studiare l'effetto della variabilità spaziale del contenuto di scheletro sulle dinamiche di emissione dell'anidride carbonica (CO₂) in una coltura di favino sottoposta a clima semi-arido Mediterraneo, cercando di definirne anche l'effetto di alcune delle variabili meteorologiche più comuni.

Materiali e Metodi

La prova è stata svolta nell'azienda sperimentale del CRA-SCA a Rutigliano-Bari (40° 59' N, 17° 54' E, altitudine 122 m a.s.l.) su un campo di circa 2 ha di favino nella fase iniziale di crescita (24/02-28/03/2014, con semina il 19/02/2014). Si sono individuate 2 aree, pietrosa (P) e non pietrosa (NP), con diverso contenuto di scheletro: 42% e 5% in peso, rispettivamente per P e NP (Rossi *et al.*, 2014). Mediante 2 camere dinamiche (ACE Automated Soil CO₂ Exchange system station, ADC Bioscientific Ltd, UK) si sono monitorati in continuo a livello orario gli scambi di CO₂ nelle due zone, mentre 8 camere statiche (LCPro+, ADC Bioscientific Ltd, UK) sono state posizionate nelle vicinanze delle dinamiche per validarne, con successo, i

dati continui e per cogliere la variabilità spaziale del fenomeno. Nelle stesse zone, mediante sonde capacitive (10HS, Decagon Devices, US) è stato misurato a scala oraria il contenuto idrico a due profondità (20 e 40 cm), SWC₂₀ e SWC₄₀, e la temperatura del suolo a 5 cm, T_s. Le grandezze meteo sono state misurate con una stazione standard su un prato di riferimento a circa 100 m dal campo sperimentale.

Le serie dei dati di flusso delle camere dinamiche sono state ottenute colmando i *gap* mediante interpolazione lineare. Quindi, è stata verificata la plausibilità dei valori misurati, l'eventuale presenza di *outliers* e si è fatta un'analisi della collinearità per trovare eventuali correlazioni tra le variabili esplicative a disposizione: temperatura dell'aria (T_a), T_s, SWC₂₀, SWC₄₀, radiazione globale incidente (R_g) e pioggia. Infine, i dati orari sono stati studiati attraverso modelli additivi generalizzati (GAMs) caratterizzati da diverse combinazioni di variabili esplicative e *smoothing function*. I GAM rappresentano una flessibile estensione dei modelli di regressione parametrica nei quali la relazione ipotizzata tra la variabile risposta e le variabili esplicative può essere di tipo lineare o non lineare, stimabile per mezzo di funzioni parametriche e/o non-parametriche. Il modello è stato stimato con il metodo della massima verosimiglianza penalizzata (Wood, 2011). La scelta fra i diversi modelli testati è stata basata sul confronto fra significatività delle variabili esplicative, devianza spiegata dal modello e AIC-Akaike Information Criterion (Aho *et al.* 2014). Tutte le analisi sono state effettuate in ambiente statistico R (R Core Team, 2013).

Risultati e Discussione

L'analisi di collinearità ha confermato la presenza di forte correlazione nel contenuto idrico alle due profondità (quasi 100%) e, inoltre, fra la temperatura dell'aria e la radiazione globale incidente (70% circa).

Le emissioni di CO₂ sono state modellizzate in funzione di *smoothing* cubici del tempo e del contenuto idrico a 20 cm, SWC_20, e uno *smoother* della temperatura dell'aria del tipo TPS (*Thin plate splines*). Tale modello è risultato il migliore in termini di devianza spiegata (30,3%) e di significatività dei predittori, nonché quello con AIC minore (13,64% inferiore all'AIC del modello contenente solamente il tempo come variabile esplicativa).

La Tab.1 riporta i risultati del modello scelto. I valori di flusso sono globalmente più bassi nell'area P rispetto all'area NP, infatti, la stima della superficie di regressione nell'area P è significativamente ($p\text{-value} < 0.001$) più bassa di 5.913 unità rispetto alla stessa stima nell'area NP (data dalla stima in corrispondenza dell'intercetta). Inoltre, il tempo (*time*) agisce in modo non lineare in entrambe le aree (questo è confermato dal fatto che il numero di gradi di libertà dei termini *smooth s(time):zonaNP* e *s(time):zonaP*, è significativamente maggiore dell'unità, laddove un solo grado di libertà starebbe a significare che si è in presenza di *smooth* lineare), mentre le altre variabili considerate influiscono sulle dinamiche di emissione di CO₂ in modo differente nelle due zone. In particolare, nell'area NP la temperatura dell'aria influisce in termini non lineari, mentre l'umidità SWC_20 in termini lineari, dato che i gradi di libertà in corrispondenza di *s(swc20):zonaNP* e *s(T_a):zonaNP* convergono all'unità. Al contrario, nell'area P la temperatura dell'aria converge alla linearità ($gl=1$ e $p\text{-value} < 0.001$) e l'umidità è significativamente non lineare.

Tab.1 – Stima dei termini parametrici e gradi di libertà (*gl*) per i termini non parametrici del modello GAM selezionato con relativi *p-value*.

Tab.1- Estimates of the parametric terms and degrees of freedom (*gl*) of non-parametric ones with corresponding *p-values* for the selected GAM model.

Parametri	stima	p-value
Intercetta	6,903	< 0,001
zona:P	-5,913	< 0,001
termini smooth	gl	p-value
s(time):zona NP	8,714	< 0,001
s(time):zona p	6,838	< 0,001
s(T _a):zonaNP	7,011	< 0,001
s(T _a):zonaP	1,000	< 0,001
s(swc20):zonaNP	1,000	< 0,001
s(swc20):zonaP	6,520	< 0,001

Conclusioni

L'analisi effettuata ha messo in luce che i flussi di CO₂ sono complessivamente inferiori nell'area pietrosa di circa il 14,4% rispetto all'area non pietrosa (Fig.1 e Tab.1). Inoltre è chiaramente emersa la complessità nelle relazioni tra le variabili che guidano il fenomeno dell'emissione di CO₂ in presenza di percentuali di scheletro differenti, con il

solo tempo che agisce in maniera non lineare in entrambe le zone e la T_a e la SWC_20 che agiscono in maniera opposta nelle due zone. Per cogliere tale complessità, i modelli additivi generalizzati (GAM) si sono mostrati validi strumenti di analisi, consentendo di modellare in modo differente ciascuna variabile predittiva, in termini parametrici o non parametrici e di spiegare la variabilità del fenomeno in esame.

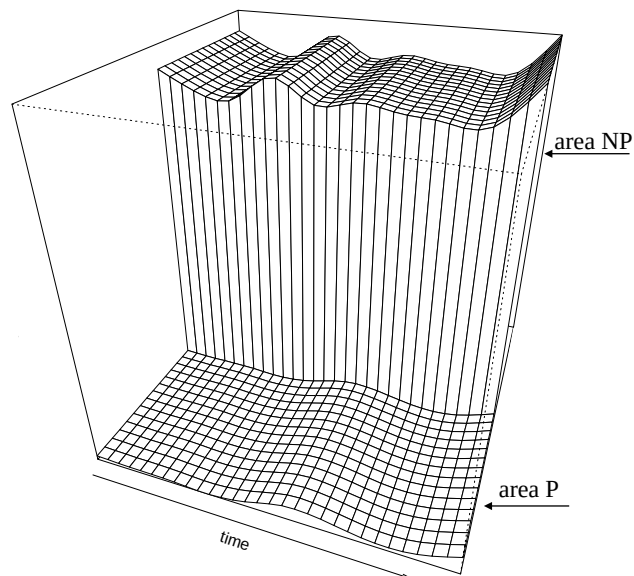


Fig.1 – Grafico 3D delle superfici di regressione dei flussi orari di CO₂ nelle due zone P ed NP, stimati attraverso il GAM prescelto.

Fig.1- 3D plot of the regression surfaces of hourly CO₂ fluxes estimated via the selected GAM in the two areas P and NP.

Bibliografia

- Livingston G. and Hutchinson G., 1995. Enclosure-based measurements of trace gas exchange: Applications and sources of error. In: Biogenic Trace Gases: Measuring Emissions from Soil and Water. Matson P. and Harriss R., Blackwell Science, pp. 14-52.
- Rossi, R, Ferrara, RM, Amato M., Lovelli S., Labella S., Introna M., Rana G., 2014. La variabilità spaziale dei suoli pietrosi: effetti sulla corretta quantificazione dell'acqua disponibile e della densità radicale. In Atti XLIII Convegno SIA Pisa 17-19 Settembre 2014, poster D-11.
- Wood S., 2011. Fast Stable Restricted Maximum Likelihood and Marginal Likelihood Estimation of Semiparametric Generalized Linear Models. Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology), 73, 3–36.
- Aho K., Derryberry D., Peterson T., 2014. Model selection for ecologists: the worldviews of AIC and BIC, Ecology 95, 631–636.

INVESTIGATION OF TEMPERATURE AND PRECIPITATION EFFECTS ON CONTROL LEVEL AND SUNN PESTS POPULATION IN ZANJAN

Pegah Mollaei^{1*}, Majid Khiavi², Sona Sarfi³, Ahad Yaghmuri⁴

¹ Msc in Agrometeorology, ZANJAN Bureau of meteorology , ZANJAN, IRAN.

² Msc in Agronomy , Researches center of agriculture , ZANJAN, IRAN.

³ Msc in meteorology, ZANJAN Bureau of meteorology, ZANJAN, IRAN.

⁴ Ba in meteorology, ZANJAN Bureau of meteorology, ZANJAN, IRAN.

*p.mollaei@yahoo.com

Abstract

Sunn pest is the most important pest of wheat in Iran, which leads to low nutritional value and loss a large amount of wheat product. In this study, the average minimum temperature variations, average maximum and average number of frost days in the state of (high, medium and low), the amount of thermal unit and rainfall which are seasonally divided during period (2003-2013) with determination of the density of adult and nymphs of sunn pest per square meters Throughout the control area (in acres) in the city of Zanjan were studied. After reviewing the station Statistics, to investigate the data homogeneity (RUN TEST) was done and the homogeneity of the data was ensured. Then temperature and frost days , amount of thermal units and precipitation in the period were examined. The results showed Sunn Pest in terms of control level and the density is dependent on temperature conditions so that During the years with high temperature and thermal units and the low annual number of frost days during autumn and winter of previous year, the control level is increased and vice versa. The results of the analysis of correlation shows that the highest correlation is between the annual values of thermal units , the density of nymphs and the control level and Is significant at the 0.05 level.

Keywords : sunn pest nymphs, Zanjan, control level, adult sunn pest, frost

Introduction

Wheat as a staple food and also as a strategic crop in the world, is of particular importance (Zarnegar, 1374). Damage caused by pests, diseases and weeds has been estimated about 30-35 percent that 10 to 12 percent of it is devoted to harmful insects (Yahyavi Matin et al. 1384). Thompson et al (2009) considered the Effects of climate change on the natural enemies of agricultural pests and concluded that climate change causes spatial and temporal mismatch between the activity period of pests and their natural enemies. Mozaffari and Azizian (1390) examined the Sunn pest outbreak due to the thermal properties in the Kordestan province .

Materials and Methods

To carry out this project temperature and precipitation records of Zanjan station during the years 82-92 were used. In order to evaluate the homogeneity of the data run test was done. Using Daily minimum temperature, the total number of annual frost days, week (0 to 3), moderate (-3.1 to -5) and severe (-5.1 or less) frosts separately for each month, season and crop year were evaluated. This review was necessary because there are so many cases in the various sources about the relationship between previous year frost severity and the extent and outbreak of pests in the next year. In addition, the amount of thermal unit for the different stages of its growth and development in the considered years was obtained. (calculation of thermal unit should be determined based on a specific temperature which is the basic temperature for

sunn pest influx from grasslands to the farms). Also the sum of the thermal units of crop year (from September to the end of June) with base temperature of 5 ° C were obtained. In addition to the temperature because of the importance of rainfall sum , distribution and the type of precipitation, this subject also was discussed in the spring, summer and fall .

Results and Discussion

Sunn Pest in the city of Zanjan in terms of control level and the density is dependent on temperature conditions so that During the years with high temperatures and thermal units and the low annual number of frost days during autumn and winter of previous year, the control level is increased and vice versa. The results of the analysis of correlation shows that the highest correlation is between the annual values of thermal units , the density of nymphs and the control level and Is significant at the 0.05 level.

Among the factors studied in the field of pests , nymphs density factor per square meter in spring has a special importance.

The results suggest that some factors other than reviewed parameters are important in the density and pest outbreaks. Moreover, it seems that it may be necessary to examine the parameters from other aspects and at different time periods. Also with regard to the role of natural enemies of sunn pest control, study of atmospheric parameters and their influence on these enemies can also be of great importance for the control of sunn pest.

Conclusions

Studies on the population density of adult Sunn and nymphs, and also of control level showed that during different years they were almost consonant and whenever the density increased the control level amplified and vice versa

Tab.1 .control level of sunn pest

year	Average adult sunn density (m ²)	Average nymphs density (m ²)	control level of adult sun (ha)pest	control level of nymphs (ha)	total control level ((ha)	The percentage of crop injury
1382	3	15	32960	73495	106455	2.8
1383	2	11	33454	32184	65638	1.5
1384	1	4	722	3490	4212	0.8
1385	1	8	780	1607	2387	0.5
1386	1.5	7	1636	11105	12741	1.5
1387	3	8	5255	16620	21875	2.5
1388	2	8	2500	2052	4552	2
1389	1.5	12	350	26500	26850	3
1390	7	25	86352	212517	298869	4
1391	5	12	119000	95000	214000	0.5
1392	1	4	2075	5750	7825	0

The studies shows that (figure1)the amount of frost days and rainfall don't directly related to the control level over the years in Zanjan. What is comes from the amount of thermal units is that in the years with high thermal unit the nymph pest outbreaks have been more severe and its effects on sunn have been revealed at the next year. Correlation analyses between thermal and rainfall circumstances with sunn pest control level indicated that control level of sunn pest with annual thermal unit was significant at the 5% level.

Tab2.correlation between frost, temperature, thermal unit and rainfall with sunn pest control level.

	Spring frost (day)	Spring rainfall(mm)	Min temp(c)	Max temp(c)	Average temp(c)	Annual degree days(GDD)
Control level of nymphs (ha)	0.108	0.307	0.233	0.008	0.108	.647*
Control level of adult sunn(ha)	0.061	0.338	0.137	-0.064	0.016	0.571

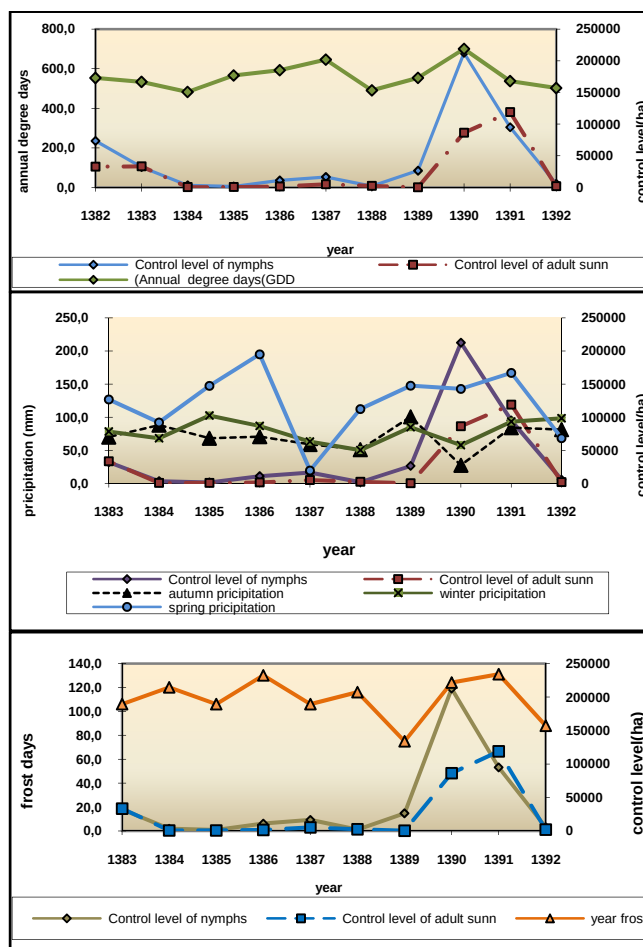


Fig.1. control level of sunn pest status, and number of frost days, the amount of thermal unit and rainfall

References

- Kavehro, A., 2012, Zabul Agriculture Engineering Community, t
- Kinaci, E.G., 2004, Quality and Yield Losses due to Sunn Pest (Hemiptera: Scutelleridae) in Different Wheat Types in Turkey, Field Crop Research, 89 (2004), pp. 187-195.
- Mozaffary, G., Azizian, M., 2011, A Study about Wheat Sunn Pest Diffusion According Temperature Characteristics in Kordestan Province, Journal of Physical Geography, PP121-135.
- Zarnegar, A., 1997, The possibility of physiological control of sunn pest, Ms thesis, Field of Entomology, Agricultural Department, Tarbiat Modarres University.
- Thomson, L.J., Macfadyen, S., Hoffmann, A.A., 2009, Predicting the Effects of Climate Change on Natural Enemies of Agricultural Pests, Biological Control, and Available at: www.elsevier.com/locate/ybcon, p. 8
- Yahyavi, M., Shokohi, F., Afshin pajoh, R., 2005, Research Center for Knowledge Based educators Zarnam, The project Sunn pest of wheat.

VARIABILITA' SPAZIALE E TEMPORALE DELLA RESPIRAZIONE DEL SUOLO IN RELAZIONE ALLE VARIABILI AMBIENTALI IN UN VIGNETO DEL NORD ITALIA

SPATIAL AND TEMPORAL VARIATION OF SOIL RESPIRATION IN RELATION TO ENVIRONMENTAL CONDITIONS IN A VINEYARD OF NORTHERN ITALY

Luca Tezza¹, Franco Meggio², Nadia Vendrame², Andrea Pitacco^{1,2*}

¹ Centro Interdipartimentale per la Ricerca in Viticoltura ed Enologia - Università di Padova, Via XXVIII Aprile 14, I- 31015 Conegliano (TV), Italy

² Department of Agronomy Food Natural resources Animals and Environment – Università di Padova, Viale dell'Università 16 35020, Legnaro (PD) Italy

*andrea.pitacco@unipd.it

Abstract

In the current climate change perspective, a thorough knowledge of carbon budgets of vineyards and orchards may play an important role in improving sequestration capacity of these crops. Some research efforts have focused on vineyard soil respiration (R_s), but there is a lack of information about the magnitude of actual carbon fluxes in relation to soil management. The purpose of the investigation was to study the spatial and temporal variability of R_s and the partitioning between main components – autotrophic (R_A) and heterotrophic (R_H) respiration. In a commercial vineyard in Northern Italy, an automated soil CO₂ flux measurement system has been deployed on inter-row (grass covered soil), vine row (bare soil) and on trenched areas, intended to eliminate root contribution on total R_s and quantify actual R_H . Average R_s fluxes measured in vine rows were about 57% of inter-row. The contribution of R_A was about 67% of total R_s . The remarkable relevance of these findings for the improvement of vineyard C budget may result in the development of more sustainable cultivation practices.

Keywords:

Soil temperature, grass cover, carbon fluxes, grapevine, heterotrophic respiration;

Parole chiave:

Temperatura del suolo, inerbimento, flussi di carbonio, vite, respirazione eterotrofa;

Introduction

The effects of climate change on agricultural ecosystems and productivity of crops are already taking place, and will likely increase in future decades. A need exists to understand which land management has the greatest potential to mitigate greenhouse gas (GHG) emissions. A common belief is that agricultural fields cannot be net carbon sinks due to many technical interventions and repeated disturbances. However, perennial tree crops (vineyards and orchards) can behave differently: they grow a permanent woody structure, stand undisturbed in the same field for decades, originate woody pruning debris, and are often grass-covered. In this context, detailed informations on carbon fluxes exchanged by the canopy and soil respiration (R_s) are required (Gianelle *et al.*, 2015). The partitioning of R_s between its main components – autotrophic (R_A) and heterotrophic (R_H) respiration – can enable a better understanding of complex below-ground carbon dynamics. Especially for vineyards these data are scant and relatively sparse, and more information is needed on management practices in order to generate an accurate vineyard GHG footprint. The purpose of this investigation was to study the partitioning of vineyard R_s between autotrophic and heterotrophic components.

Materials and methods

Trials were carried out in North-Eastern Italy on a commercial vineyard located in Lison di Portogruaro (45°44'25.80"N 12°45'1.40"E). The vineyard mainly

composed by *Vitis vinifera* L. cv. 'Sauvignon blanc' was planted in 2001 with vines spaced 2.2 m by 0.9 m. Vineyard alleys were grass covered (1.6 m wide) whereas 0.6 m wide strip along row was chemically treated (bare soil). In late summer 2014, an automated dynamic soil CO₂ flux system (Li-Cor LI-8100) was installed, with 5 long-term chambers mounted on PVC soil collars and connected by a dedicated multiplexer. Dedicated soil temperature (T_{soil}) and volumetric soil water content (SWC) probes were installed close to each chamber. Each of the five soil CO₂ flux sampling points was monitored with a 30' temporal resolution. To partition the two components of R_s – microbial respiration and root respiration – two trenched plots (60×60×60 cm³) were established in the vine alleys to exclude roots using two different nylon meshes (5 µm internal; 50 µm external) on soil plot walls (Fisher and Gosz, 1986). Measurements were carried out from August 26th to November 20th 2014, on two adjacent alleys. One chamber was installed on grass-covered inter-row, two on the trenched plots and one along the row. One additional chamber was placed within the row from August 26th to October 7th; thereafter it was relocated in the alley and remained until the end of the experiment. The dataset was filtered for rainy days and for SWC >0.35, to avoid erroneous measurements caused by transient flooding of the sample soil.

Results and discussion

Throughout the experimental period, the total average R_s was 10.7 g CO₂ m⁻² d⁻¹ with a standard deviation (SD) of 4.9 g CO₂ m⁻² d⁻¹, with consistent differences between

positions and times. In the same period, average inter-row (R_{SI}), trenching (R_{SH}) and row (R_{SR}) soil respiration were 12.4, 3.4 and 6.7 g CO₂ m⁻² d⁻¹, respectively. Spatial variability was higher in the inter-row, with average SD between measurement points of 1.65, 0.47 and 1.19 g CO₂ m⁻² d⁻¹ for R_{SI} , R_{SH} and R_{SR} respectively. Table 1 reports average R_S values for selected time intervals based on similar daily air temperature trend. In this case, SD showed temporal variability between R_{SI} , R_{SH} and R_{SR} and between different seasons. Inter-row fluxes presented higher time variability, i.e. greater R_S fluctuations during days and seasons. Such as for seasonal variability, there were daily fluctuation patterns, for both R_{SI} and R_{SR} , but with higher values and scattering for R_{SI} . Roots represent major sources of carbon dioxide within the soil therefore stimulating soil efflux. The areas of highest soil respiration activity are generally concentrated around the plant roots and their associated microbes, the rhizosphere zone (Bardgett, 2011). Moreover, higher root respiration is associated with fine root density (Ceccon *et al.*, 2010). As shown in Figure 1, R_{SI} resulted more closely related to R_A than R_H , and R_{SR} better related to R_H than R_A . R_S fluxes measured in the vine rows were about 57% of the inter-row on average. Therefore, in the inter-rows there was much more autotrophic activity (due to the presence of grass and vine fine roots) than along the rows, i.e. higher fine root density compared to the vine row, where a higher number of older medium-large roots are expected (Franck *et al.*, 2011). Autotrophic component was about 67% of the total CO₂ fluxes on average, reaching a minimum of about 30%. A robust exponential relationship ($R^2 = 0.7$) was found between R_S and soil temperature (for all datasets). R_A values were more temperature-related ($R^2 = 0.65$) than R_H ($R^2 = 0.4$), probably as a consequence of a greater dependence of heterotrophic microflora on soil O₂ levels as compared to autotrophic component. With values of SWC higher than 0.34, the heterotrophic component of R_S tended to zero, suggesting transient anoxia conditions due to rainfall events leading to a break in basal microbial metabolism.

Tab. 1- R_S Mean $\pm$ SD, average T_{soil} and SWC for time intervals with homogeneous temperature trend.

Tab. 1- R_S Media $\pm$ SD, T_{soil} e SWC medie per intervalli temporali con simili andamenti di temperatura.

	R_{SI}	R_H	R_{SR}	R_A	T_{soil}	SWC
	(g m ⁻² d ⁻¹)				(°C)	
26/08 - 13/09	15.6 $\pm$ 3.5	4.9 $\pm$ 1.7	9.9 $\pm$ 2.6	9.5 $\pm$ 2.6	20.76	0.32
14/09 - 22/10	14.7 $\pm$ 5.2	3.5 $\pm$ 0.9	7.8 $\pm$ 1.7	8.6 $\pm$ 4.3	18.11	0.3
23/10 - 4/11	7.8 $\pm$ 3.5	2.6 $\pm$ 0.9	3.5 $\pm$ 1.7	3.5 $\pm$ 1.7	10.58	0.29
5/11 - 20/11	6 $\pm$ 3.5	1.3 $\pm$ 0.3	2.8 $\pm$ 1.7	3.9 $\pm$ 2.6	12.55	0.33

Conclusions

Vineyard soil respiration presents high spatial variability, with higher respiration fluxes in the vine alleys. Within optimal SWC range, temporal soil respiration variation resulted strongly related to temperature, whereas SWC represent the limiting factor at high values ($\sim$ 0.35). Attention to SWC levels and collar conditions is recommended. Autotrophic respiration is responsible for most CO₂ emissions, about 67% on average. A deeper understanding of carbon balance in vineyards is of great

importance to promote sustainability and to improve cultivation practices.

Acknowledgments

Research funded by the Italian Ministry of Education, University and Research (Contract PRIN 2010-11 CARBOTREES).

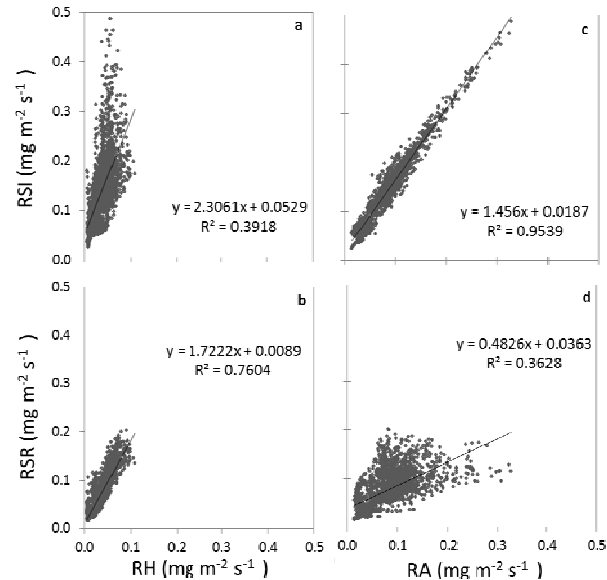


Fig. 1- R_S components relationship: a) heterotrophic (R_H) vs. inter-row (R_{SI}); b) heterotrophic (R_H) vs. row (R_{SR}); c) autotrophic (R_A) vs. inter-row (R_{SI}); d) autotrophic (R_A) vs. row (R_{SR});

Fig. 1- Relazione tra componenti di R_S : a) Eterotrofa (R_H) vs. Interfila (R_{SI}); b) Eterotrofa (R_H) vs. Fila (R_{SR}); c) Autotrofa (R_A) vs. Interfila (R_{SI}); d) Autotrofa (R_A) vs. Fila (R_{SR});

References

- Bardgett, R. D., 2011. Plant-soil interactions in a changing world. F1000 Biology Reports, 3:16.
- Blanke, M. M., 1996. Soil respiration in an apple orchard. Environmental and Experimental Botany, 36:339–348.
- Ceccon, C., Panzacchi, P., Scandellari, F., Prandi, L., Ventura, M., Russo, B., Tagliavini, M., 2010. Spatial and temporal effects of soil temperature and moisture and the relation to fine root density on root and soil respiration in a mature apple orchard. Plant and Soil, 342:195–206.
- Fisher, F. M., Gosz, J. R., 1986. Effects of trenching on soil processes and properties in a New Mexico mixed-conifer forest. Biology and Fertility of Soils, 2:35–42.
- Franck, N., Morales, J. P., Arancibia-Avenidaño, D., de Cortázar, V. G., Perez-Quezada, J. F., Zurita-Silva, A., Pastenes, C., 2011. Seasonal fluctuations in *Vitis vinifera* root respiration in the field. The New Phytologist, 192:939–51.
- Gianelle D., Gristina L., Pitacco A., Spano D., La Mantia T., Marras S., Meggio F., Novara A., Sirca C., Sottocornola M., 2015. The role of grapevine cultivation in the carbon balance through Italy. In Valentini R. and Miglietta F. (Eds): The Greenhouse Gas Balance of Italy: An Insight on Managed and Natural Terrestrial Ecosystems. Springer. pp. 159-171.

EMERGENZA E SVILUPPO RADICALE A POCHI GIORNI DALLA SEMINA IN PIANTE DI MAIS (*Zea mays* L.) SU SUOLO NATURALE E RICOSTITUITO

EMERGENCE AND ROOTS DEVELOPMENT AFTER FEW DAYS FROM SEEDING IN MAIZE (*Zea mays* L.) ON NATURAL SOIL AND RECONSTITUTED ONE

Paolo Manfredi^{1*}, Roberta Salvi², Chiara Cassinari³, Raffaella Battaglia⁴, Adriano Marocco², Marco Trevisan³

¹ m.c.m. Ecosistemi srl, località Faggiola, 29027 Gariga Podenzano, Italia.

² Istituto di Agronomia, Genetica e Coltivazioni erbacee, Università Cattolica del Sacro Cuore sede di Piacenza, via E. Parmense 84, 29122 Piacenza, Italia.

³ Istituto di Chimica Agraria e Ambientale, Università Cattolica del Sacro Cuore sede di Piacenza, via E. Parmense 84, 29122 Piacenza, Italia.

⁴ Centro di ricerca per la genomica e la postgenomica animale e vegetale, Sede (GPG) Via San Protaso 302, 29017 Fiorenzuola d'Arda, Italia

*manfredi@mcmecosistemi.com

Abstract

LIFE10 ENV/IT/000400 “New Life” is a project, co-financed by the European Union, to test the effectiveness of the reconstitution technology to counter the soils desertification. The reconstitution is an innovative technology, patented by the company mcm Ecosistemi, that allows to restore degraded soils through chemical-mechanical actions in order to produce reconstituted soils with excellent agronomic qualities. The described test investigates how reconstituted soil affects the emergence speed and roots development of *Zea mays* L. seedlings, in comparison with a natural degraded soil. The test is set up in greenhouse conditions and 200 seedlings are monitored up to the 16th day after the seeding. The emergence percentage is 98% on reconstituted soil and 91% on natural one. On reconstituted soil the emergence percentage is 90% after 6 days from the seeding, while on natural one the same value is reached the 12th day after. Average length and average weight of roots are higher in plants on reconstituted soil; for the latter ANOVA test provided is significance.

Parole chiave

Suolo ricostituito, suolo naturale, mais, sviluppo radicale, % emergenza.

Keywords

Reconstituted soil, natural soil, maize, roots development, % emergence.

Introduzione

La desertificazione è la fase finale del processo di degrado dei suoli; è caratterizzata dalla perdita dello strato superficiale dello stesso e da una progressiva riduzione della fertilità fisica e chimica. Nei Paesi sviluppati il degrado del suolo, originato da azioni antropiche e dai cambiamenti climatici, provoca processi di perdita della produttività biologica ed economica del territorio. La lotta contro la desertificazione è una delle più importanti sfide ambientali attuali e numerosi sono gli strumenti finanziari disponibili per questo fine. Già nel 2006 la Commissione della Comunità Europee espone nella Comunicazione “Strategia tematica per la protezione del suolo” la condizione dei suoli Europei unitamente alle politiche, agli obiettivi e agli strumenti messi a disposizione per contrastare i processi di degrado e di desertificazione in atto. Il progetto LIFE10 ENV/IT/000400 “New Life” testa l’efficacia di una tecnologia innovativa, brevettata dalla società mcm Ecosistemi, nella lotta contro il degrado dei suoli. Tale tecnologia produce suoli ricostituiti mediante lavorazioni meccaniche e chimiche applicate a suoli degradati. Tali lavorazioni agiscono sulla struttura, sulla disposizione della sostanza organica e sulla policondensazione del carbonio organico. Nel presente studio sono confrontati un suolo ricostituito e uno naturale, tendenzialmente degradato, valutandone la loro influenza sulla velocità di emergenza e sullo sviluppo radicale di piantine di *Zea mays* L. a pochi giorni dalla semina, applicando condizioni ecologiche identiche per entrambe.

Materiali e Metodi

I due suoli naturale e ricostituito sono stati prelevati da due campi siti nell’Azienda Agricola Vercesi a Gossolengo (Pc). I suoli sono stati prelevati tra 5-15 cm di profondità. Dopo il prelievo sono stati lasciati asciugare all’aria e preparati per il letto di semina. Le analisi di tessitura, massa volumica apparente, pH, contenuto in carbonio totale e organico e azoto totale, salinità e contenuti volumetrici di acqua a diverse suzioni sono state eseguite secondo i Metodi Ufficiali di Analisi Chimica e Fisica del Suolo, pubblicati nella Gazzetta Italiana. Il mais utilizzato è della varietà ibrida Antiss prodotta dall’azienda Limagrain Italia S.p.A. Per ciascuna tesi, A suolo naturale e B suolo ricostituito, sono stati realizzati 50 vasi con due semi ciascuno, per un totale di 100 semi a tesi. Il letto di semina è stato posto a 2 cm di profondità. I 2 semi per vaso sono stati distanziati di 5 cm l’uno dall’altro, lungo la diagonale. Ciascun vaso alla semina è stato bagnato con 250 ml di acqua. Le successive irrigazioni sono avvenute a 2 giorni dalla semina (250 ml) a 6 giorni (100 ml) a 9 giorni (100 ml) a 10 giorni (150ml), a 13, 14 e 15 giorni dalla semina (100 ml). La percentuale di emergenza totale è stata calcolata con la formula:

$$E = \frac{\sum_0^n P^n}{\text{Tot.S}} * 100.$$

Dove: n = numero giorni, P = piante emerse, S = semi.

Al fine di effettuare le analisi sull’apparato radicale, dopo 16 giorni dalla semina sono state sradicate tutte le piantine. Per evitare rotture delle radici le attività di rimozione sono

avvenute manualmente e con l'ausilio di acqua corrente. Con un metro e una bilancia di precisione sono state effettuate le misurazioni di lunghezza e peso. Test-F e ANOVA sono stati effettuati sui dati, con il programma IBM SPSS Statistics 21.

Risultati

Nella tabella 1 sono presentati i principali parametri chimico-fisici dei due suoli, i dati derivano dalla media di 4 repliche per suolo. Il suolo della tesi A presenta valori di massa volumica apparente superiori rispetto a quello della tesi B. Il contenuto in carbonio organico nella tesi B è circa tre volte superiore rispetto alla tesi A, così come il contenuto in azoto totale che è circa il doppio. La tabella 2 presenta i contenuti volumetrici di acqua dei due suoli a diversi valori di suzione. Dai tali dati è stato possibile valutare i contenuti idrici alla capacità di campo, al punto di appassimento e calcolare il contenuto di acqua disponibile alle piante. Risulta evidente che i suoli della tesi B hanno maggiore capacità di ritenzione idrica rispetto a quelli della tesi A. Nella figura 1 e nella tabella 3 sono presentati i dati relativi alle piante di mais; lunghezza e peso delle radici sono presentati come media delle piante germinate per tesi (98 nella tesi B e 91 nella A). L'emergenza è iniziata a 4 giorni dalla semina; nella tesi B il 90% delle piante è emersa al 6 giorno e nella A al 12 giorno. Al termine della prova, momento in cui la maggior parte delle piante ha raggiunto lo stadio V2, coincidente con la comparsa della seconda foglia, l'emergenza è 98% nella tesi B e 91% nella tesi A. La percentuale di emersione finale, la velocità e le medie di lunghezza e peso radicale sono maggiori nelle piante della tesi B (fig.1, tab.3). Sono stati eseguiti sui dati di lunghezza e peso radicale il Test-F e il test ANOVA. Gli esiti delle elaborazioni hanno evidenziato differenze significative solo sui dati riferiti al peso con $P = 0,05$.

Discussione e Conclusioni

Analizzando i parametri del suolo è evidente come il processo di ricostituzione generi un suolo con caratteri migliori e con maggiore fertilità rispetto al suolo naturale tendenzialmente degradato, ciò viene confermato anche dagli esiti delle prove su mais. La maggiore capacità di ritenzione idrica dei suoli ricostituiti e la maggiore concentrazione di carbonio organico e azoto hanno permesso di ottenere una percentuale e una velocità di emersione maggiore nella tesi B. La minor massa volumica apparente dei suoli della tesi B ha permesso inoltre un miglior sviluppo radicale, sia in termini di lunghezza sia di peso. Il maggior peso delle radici nella tesi B potrebbe essere legato alla maggiore disponibilità idrica, nonché di nutrienti presenti nei suoli, a parità di quantità di acqua fornita. Questi dati confermano la maggior fertilità dei suoli ricostituiti, osservata anche in prove di campo (Manfredi *et al.*, 2012) con le quali si sono ottenute produzioni maggiori di mais su suoli ricostituiti, con un risparmio idrico del 45%.

Tab.1 - Caratteristiche fisiche e chimiche dei suoli.

Tab.1 - Physical and chemical characteristics of soils.

		Tessitura			M. Vol. App.	pH	C. tot	C. org	N. tot	Salinità
		S.	A.	L.						
		gKg ⁻¹			gcm ⁻³	[-]	gKg ⁻¹			dSm ⁻¹
TESI A	M.	355	147	498	1,64	8,1	35,50	12,1	1,87	0,26
	St. Dev.	44	15	45	0,19	0,1	2,23	0,6	0,38	0,06
TESI B	M.	330	107	563	1,08	7,9	67,08	43,9	3,93	0,80
	St. Dev.	87	90	89	0,07	0,1	10,30	4,2	0,42	0,37

Tab.2 - Contenuti volumetrici di acqua alle diverse suzioni.

Tab.2 - Volumetric water contents at different suction values.

	Suzione (-kPa)								
	0,1	3	10	31	100	316	1000	1500	
Φ% M. TESI A	47,6	39,6	38,1	35,4	34,3	33,5	31,9	30,2	5,13
Φ% M. TESI B	69,6	50,2	45,6	40,1	39,0	37,1	35,7	33,1	6,95
	C. Campo							P. App.	H ₂ O Disp.

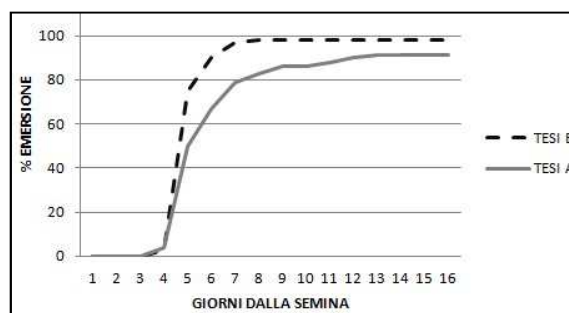


Fig.1 - Emersione (%) nei due suoli.

Fig.1 - Emergence (%) in the different soils.

Tab.3 - Emersione (%), lunghezza e peso radicale (medie e deviazione standard).

Tab.3 - Emergence (%), length and weight (average and standard deviation).

	Emersione finale	Lunghezza	Peso
	%	cm	g
TESI A	91	Media: 27,68 St. dev.: 12,28	Media: 1,31 St. dev.: 0,61
TESI B	98	Media: 31,06 St. dev.: 7,99	Media: 1,64 St. dev.: 0,73

Bibliografia

Manfredi P., Tassi D., Cassinari C., 2012. Confronto tra dati produttivi di mais coltivato su terre ricostituite e terre naturali. EQAbook - l'uomo e il suolo: una storia infinita-, 2012/1: 69-80.

IMPRONTA ECOLOGICA DI CULTIVAR DI VITE IN AGRO DI VELLETRI, CASTELLI ROMANI.

ECOLOGICAL FOOTPRINT OF DIFFERENT GRAPE CULTIVAR IN VELLETRI FIELDS.

Serra M.C.^{1*}, Casadei G.², Bevilacqua N.¹, Cecchini F.¹, Calanducci N.¹, Morassut M.¹

¹ CRA-ENC Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria - Unità di ricerca per le produzioni enologiche dell'Italia centrale

² ARSIAL (Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione dell'Agricoltura nel Lazio)

*mariacecilia.serra@entecra.it, Via Cantina Sperimentale 1, 00049, Velletri, Roma

Abstract

Sustainability and gas emission is a growing interest aspect of agriculture and European Union in future will apply an ecological certification for all agri-food products. Big interest reached in viticulture and oenology the Life Cycle Assessment and several studies, to analyze the carbon dioxide emission, use a methodology developed by Wine Institute of California: the "International Wine Carbon Calculator". This study represents our first approach to sustainable viticulture and oenology. We tested this calculator on data coming from the experimental vineyard of CRA-ENC in Velletri (Rome). We considered a red and a white grapevine cultivar (Verdicchio and Calabrese) and 2 training systems (double Guyot and a Cordon Spoor). Also if further analyses are needed we can see that the 2 cultivar showed different results and agronomist can improve the gas emission profile also changing the production system.

Parole chiave

Impronta ecologica, Enologia, Viticoltura, Life Cycle Assessment, Sottoprodotti enologici

Keywords

Ecological Carbon Footprint, Oenology, Viticulture, Life Cycle Assessment, Oenology by products,

Introduction

Nowadays big concern is given to sustainability and to agri-food gas emission; oenology is not immune from it. Several sustainability initiatives and certification schemes are present (Corbo *et al.*, 2014) but is not yet stated an unique definition for sustainable viticulture. The need to develop a unique methodology it became very important in order to use international recognized schemes to certify the emission and obtain comparable data at national and international level. In Italy, also because the raising interest about this fields in academic word, several articles focused their attention on greenhouse gas emission and the Life Cycle Assessment Method (Corbo *et al.*, 2014, Ardente *et al.*, 2006, Bosco *et al.*, 2011, Vazquez Rowe., 2013). At the moment the majority of the oenological studies published use a methodology developed by the California Sustainable Winegrowing Alliance that it offers a protocol and a tool for data calculation (<http://www.wineinstitute.org>). This approach takes in consideration the whole productive cycle from the ground to the final consumer. It calculates the emissions due to all the energy font used, the cultivation method, the storage, the packaging and the transportations. But an important aspect of this tool is that currently does not includes all elements (Pattara *et al.*, 2012) and is still in improvement phase. For this reason we tested this methodology with our data.

Material and Methods

From several cultivar present in the experimental vineyard of CRA-ENC in Velletri (Rome) we took in consideration a white and a red grapevine: Verdicchio and Calabrese (from Sicilian slang *Colla e Anlise*, *Calavrise*, *Calabrese* = *Uva di*

Avola, *Nero D'Avola*). To test the weight of different cultivation we analysed for both the cultivar a double Guyot and a Cordon Spoor training system. We considered the period from 1998 to 2003.

The tool used to analyze the carbon dioxide emission is the "International Wine Carbon Calculator" produced by Wine Institute of California.

To obtain comparable data our reference unit was the grape production in Kg for hectare. For fuel consumption the reference unit used was grape production in Kg.

Results and Discussion

For agronomical practice we focused our attention on fuel consumption.

Table 1. Gas emission due to gasoline used for each kilos of grape produced from 1998 to 2003 (means values)

Cultivar	Training system	Kg CO ₂
Verdicchio	Cordon Spoor	69.9
Verdicchio	Double Guyot	48.5
Calabrese	Cordon Spoor	49.6
Calabrese	Double Guyot	50.9

For Verdicchio cultivar Carbon Dioxide emission is higher with Cordon Spoor training system respect to Double

Guyot, without statistical difference; for Calabrese the 2 systems are quite equivalent.

For what concern the vintage, we focused our attention on emissions due to waste production: vineyard woody pruning, pomace, grape stalks and lees.

Table 2. Carbon Dioxide production due to waste produced for each hectare of cultivated field, mean values from 1998 to 2003 (kg).

Cultivar	Training system	vineyard woody prunings	pomace, grape stalks	lees
CO₂				
Verdicchio	Cordon Spoor	8.75	5.38	0.04
Verdicchio	Double Guyot	11.15	7.74	0.05
Calabrese	Cordon Spoor	9.05	6.38	0.06
Calabrese	Double Guyot	12.04	6.23	0.06

The table 2 shows the results by cultivar and training system: for Verdicchio higher values are registered for vineyard woody prunings and pomace in Double Guyot training system even if without statistical difference; for Calabrese is not registered a difference in emission due to pomace and grape stalks, but for vineyard woody prunings we have bigger values for Double Guyot training system.

Our study presents some limit due to the methodology used not yet completely adapted to our grapevine production methodology and also to the fact that some year, like 2002 presented extraordinary whether characteristics with consequently drastic reduction in quality and quantity production. The climatic situation of 2002 with severe propagation of grapevine fungal diseases compromised especially Calabrese production also because the Sicilian origins makes it more sensitive.

From our preliminary data, we can see that there is a difference in Carbon Dioxide emission between the 2 training systems for Verdicchio, a white grapevine cultivar: for Cordon Spoor we registered an higher CO₂ production due to the fuel used for the agronomical practices but a lower values due to the waste production. For Calabrese was not registered the same difference between the training methods, further analyses are needed to study in-depth this aspect.

Conclusions

Also if further analyses are needed we can see that, for Verdicchio cultivar, the training system can influence the sustainability of the production. The agronomist can improve the gas emission profile of one farm also changing the production system but only thorough good knowledge and experience in cultivar and training system.

References

Ardente F., Beccali G., Cellura M., Marvuglia A. 2006. POEMS: A Case Study of an Italian Wine-Producing Firm. *Environmental Management* 6, Volume 38, Issue 3, pp 350-364

Bosco S., Di Bene C., Galli M., Remorini D., Massai R., Bonari E. 2001. Greenhouse gas emissions in the agricultural phase of wine production in the Maremma rural district in Tuscany, Italy. *Ital J Agron.*; 6:93-100.

Corbo C, Lamastra L., Capri E. 2014. From Environmental to Sustainability Programs: A Review of Sustainability Initiatives in the Italian Wine Sector. *Sustainability* 6(4), 2133-2159

Pattara C., Raggi A., Cichelli A. 2012. Life Cycle Assessment and Carbon Footprint in the Wine Supply-Chain. *Environmental Management* Volume 49, Issue 6, pp 1247-1258

Vázquez-Rowe I., Rugani B., Benetto E. 2013. Tapping carbon footprint variations in the European wine sector. *Journal of Cleaner Production* 43:146- 155

<http://www.wineinstitute.org/files/International%20Wine%20Carbon%20Calculator%20Protocol%20V1.2.pdf>

CONFRONTO TRA VALORI NDVI RICAVATI DA MODIS (250m) E MSG (4km) SU AREE FORESTALI DELL'EMILIA-ROMAGNA AI FINI DEL MONITORAGGIO DELLA SICCIÀ

COMPARISON OF NDVI BETWEEN MODIS (250m) AND MSG (4km) OVER FOREST AREA OF EMILIA-ROMAGNA FOR DROUGHT MONITORING

Andrea Spisni^{1*}, Enrico Muzzi²

¹ Servizio Idro-Meteo-Clima, Arpa Emilia-Romagna, Viale Silvani 6, 40122, Bologna (BO)

² DipSA, Università di Bologna, Viale Fanin 44, 40127, Bologna (BO)

* aspisni@arpa.emr.it

Abstract

Since 2007 in Emilia-Romagna stress conditions of forest vegetation are measured with analysis of Ndvi anomalies through product Mod13q1 at 250m spatial resolution coming from Modis (Nasa's Terra satellite). Because the sensor has already 15 years of operation, the problem arises to replace it with other data in order to continue the service.

In this framework, since the activities carried out by the regional weather service employs Meteosat Second Generation (Msg) data, we wanted to compare the Ndvi summer's series 2013 and 2014 from Modis and Msg to understand if migration from 250m of Modis to 4km of Msg is able to detect stressed vegetation. Shifting to Meteosat system will ensure continuity over time and in 2019 with the launch of Meteosat Third Generation (Mtg) also an increasing spatial resolution of 1km instead of 4km. The validated data may be as well extended to whole Italy as a reference of drought support data. Analysis of data shows a linear relationship between the two Ndvi composite. The decrease of the geometric resolution causes a loss of information that is still acceptable, allowing migration of the service towards Mtg.

Parole chiave

Modis, Meteosat, Ndvi, Siccità, Telerilevamento

Keywords

Modis, Meteosat, Ndvi, Drought, Remote sensing

Introduzione

A partire dall'estate 2007 Arpa Emilia-Romagna ha implementato una metodologia di monitoraggio della siccità forestale basata sui dati Modis Mod13q1 [1] che rappresentano le composizioni Ndvi a 16 giorni a 250m di risoluzione geometrica (Spisni *et al.*, 2012). Visto che il sensore Modis montato sul satellite Terra inizia ad essere obsoleto, il Servizio Idro-Meteo-Clima (Simc) che gestisce la procedura ha predisposto una validazione al fine di verificare se il passaggio ad una risoluzione spaziale minore permette ancora di monitorare lo stato di stress idrico della vegetazione forestale regionale. Il confronto è stato eseguito sulle estati del 2013 e 2014 (periodo compreso tra il 25/05 e 15/10) tra Mod13q1 e Msg. A tal fine sono state create le composizioni Msg sulle stesse date di Modis prendendo come ora di riferimento le 10:00 Utc che rappresenta un compromesso sull'ora giornaliera di acquisizione di Modis variabile a seconda dell'orbita tra le 09:00 e le 11:00 Utc. Ricordiamo che mentre Terra è un satellite polare con passaggio giornaliero, Msg è geostazionario, quindi sempre fisso sulla stessa porzione di superficie terrestre ed in grado di acquisire una scena ogni 15 minuti.

Le immagini dei due sensori sono caratterizzate da vari aspetti che le differenziano, come:

- ora di acquisizione
- orbite del satellite Terra

- presenza di nuvole ad una determinata ora
- risoluzione spettrale delle bande
- risoluzione geometrica: una cella Msg corrisponde a 256 celle Modis
- i dati Modis sono generati a partire da immagini corrette atmosfericamente (riflettenza alla superficie), mentre i dati Msg rappresentano le riflettenza alla cima dell'atmosfera

Nell'analisi è quindi utile tenere a mente questi aspetti.

Materiali e Metodi

Le immagini Msg in formato Hrit sono ricevute in continuo al Simc. Per la loro elaborazione viene utilizzata la libreria *meteosatlib* [2] che permette di fare la georeferenziazione del full disk di acquisizione e calibrazione radiometrica alla cima dell'atmosfera. Le immagini Msg sono poi elaborate per ricreare le composizioni a 16 giorni di Modis a partire dal 25/05 (giorno 145) al 15/10 (inizio della composizione il giorno 30/09 → 273). L'immagine così generata rappresenta il valore più alto del periodo e compensa la presenza di nubi.

Risultati e Discussione

Partendo dai rilievi di Msg si sono selezionati 258 pixel caratterizzati da una copertura forestale prevalente. Per ognuno di queste celle, caratterizzate da una risoluzione

geometrica a terra di 4 x 4 km , sono stati individuati i pixel corrispettivi di Modis, che all'opposto hanno una risoluzione a terra di 250 x 250 m. Negli anni 2013 e 2014 in ognuno degli intervalli temporali scanditi da Modis si sono calcolati gli Ndvi massimi per entrambe le piattaforme e successivamente si è operato un loro confronto. Innanzitutto si sono analizzate le distribuzioni dei rilievi Modis ricadenti nelle celle Msg al fine di individuare andamenti asimmetrici. Il confronto tra medie e mediane nelle 258 celle non ha evidenziato particolari distorsioni per cui si è operato un successivo confronto tra i valori Medi di Modis ed i singoli rilievi Msg in tutti i 9 intervalli temporali analizzati nei due diversi anni. Una primo Mixed Model evidenzia la presenza di una interazione tra Anni Date e Satelliti (Fig.1 e 2): nei due anni si evidenziano risposte diverse.

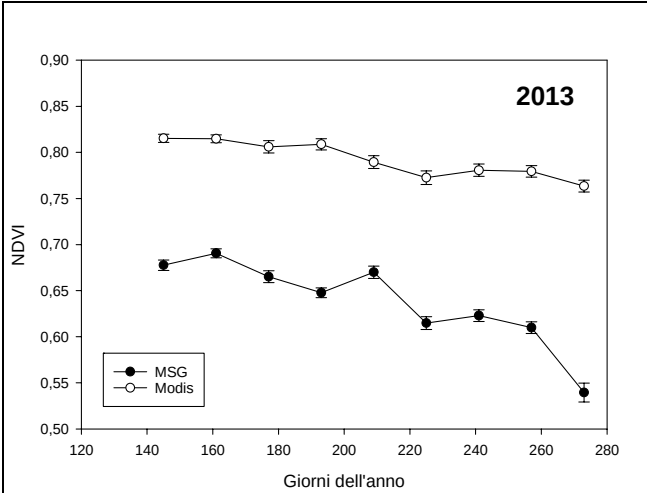


Fig.1– Andamento Ndpi per l’estate 2013

Fig.1– Ndpi trend for summer 2013

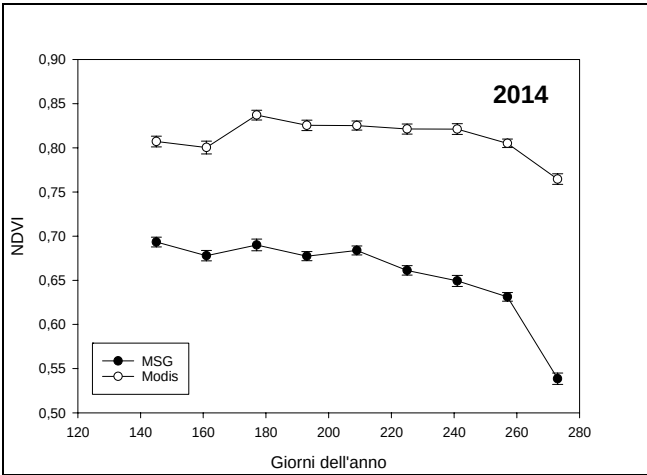


Fig.1– Andamento Ndpi per l’estate 2014

Fig.1– Ndpi trend for summer of 2014

I valori di Ndpi rilevati da Msg risultano essere più bassi e più variabili rispetto a quelli di Modis. Nel contempo si evidenzia una risposta sovrapponibile tra le due piattaforme: gli andamenti dei rilievi evidenziano un comportamento simile fatta eccezione per la sola data di

maggio (145): il Test del Segno evidenzia un comportamento non casuale ($p = 0,002$). Si è così proceduto al calcolo della correlazione tra le risposte di Msg e Modis (Tab. 1): emergono coefficienti altamente significativi, con la sola eccezione del maggio 2013 ($r = 0,011$), e variabili tra lo 0,499 e lo 0,841. Il passaggio dai rilievi Modis ai rilievi Msg risulta perciò supportato dall’analisi anche se comporta una parziale perdita di informazioni specie nelle date estreme.

Tab.1 – Correlazione tra valori Ndpi di Msg e Modis nelle diverse date
Tab.1 – Correlation between Ndpi from Msg and Modis in different periods

Giorno	2013		2014	
	Coef.corr.	Signif.	Coef.corr.	Signif.
145	0.011	ns	0.835	**
161	0.724	**	0.840	**
177	0.482	**	0.656	**
193	0.716	**	0.747	**
209	0.808	**	0.841	**
225	0.807	**	0.551	**
241	0.800	**	0.739	**
257	0.786	**	0.813	**
273	0.499	**	0.627	**

Questa variabilità nelle correlazioni tra le risposte pone il problema della qualità del dato ottenuto. A tale proposito si è operato un confronto tra i valori di correlazione Modis Msg ottenuti data per data ed i parametri statistici relativi alle distribuzioni dei rilievi Msg: l’obiettivo era quello di trovare un indice della distribuzione dei dati ottenuti fortemente correlato con i coefficienti di correlazione per qualificare il rilievo effettuato. Dal confronto dei diversi parametri delle distribuzioni dei dati Msg ed i coefficienti di correlazione emerge una stretta relazione con l’asimmetria definita dalla skewness ($r = 0,84$): tanto più la distribuzione dei dati raccolti è asimmetrica tanto più la correlazione con i dati Modis è bassa.

Conclusioni

Dai confronti effettuati emerge che la migrazione verso Msg risulta essere accettabile, pur in presenza di una perdita di informazione legata alla diversa risoluzione geometrica. Il parametro di asimmetria della distribuzione (skewness) ci consente infine di valutare la qualità della risposta ottenuta.

Bibliografia

Spisni A, Marletto V., Botarelli L., 2012, Indici vegetazionali da satellite per il monitoraggio in continuo del territorio, Italian Journal of Agrometeorology, 3: 49-55

Riferimenti internet

- [1]https://lpdaac.usgs.gov/products/Modis_products_table/mod13q1
- [2] <http://sourceforge.net/p/meteosatlib/wiki/Home/>

L'IMPATTO DELLE GRANDINATE SULLO SCENARIO METEO ITALIANO

THE IMPACT OF HAILSTORMS ON THE ITALIAN WEATHER CLIMATE

Paolo Caraccio¹, Cristian Rendina¹, Simona Busacca²

¹ Datameteo weather provider LRC Servizi Srl via Piave 4/c 12022 Busca (CN)

² Exeter University Master in Climate Change 8th Floor Laver Building North Park Road Exeter UK

* info@datameteo.it

Abstract

In the latest years climate change has created serious difficulties who must make choices in the medium to long term. After a long testing work we have created a scalable hail storm index (Hail, composite index + Significant hail parameter) in house developed with the integration of various multi physical parameterization and model schemes based on high resolution and ensemble weather models. A complete hail index validation forecast versus observation on the Italian area has been made in order to better understand the hail season trend and improve the nowcasting and short term forecast accuracy, in case of extreme weather.

On one hand, this innovative analysis approach comparing the hail index forecast versus observations for the past season 2013 (2014 is under development) has opened new horizons to better calibrate the weather model output related with the forecast target related to the agricultural or the risk assessment insurance sector.

On the other hand, a new exciting frontier we are testing is the full interaction of the weather hail index forecast model platform with nowcasting or short term sources like: radar and lightning outputs to improve the model score skills for the next hours.

Parole chiave

indice di previsione rischio grandine, modelli meteo alta risoluzione, grandine, validazione grandinate ambito agro, previsione breve termine.

Keywords

High resolution weather predictions, hail, hail validation tool, storm tracking

Introduzione

In un contesto di profondo cambiamento climatico abbiamo creato un indice scalare di previsione del rischio grandine (*Hail, composite index + Significant hail parameter*), sviluppato con l'integrazione di diverse parametrizzazioni sia sulla microfisica, che su indici convettivi dei modelli meteorologici ad alta risoluzione. L'approccio deterministico basato sul frame work modellistico WRF (DTCenter, 2014), particolarmente strutturato per verticalizzare in modo accurato i moti ascendenti dell'atmosfera è interfacciato con le corse previsionali di un modello ensemble probabilistico.

La scalabilità del progetto è poi dimostrata dalla versatilità dell'output caratterizzabile a seconda del target di ricerca (*agro, rischio* etc.).

Materiali e Metodi

La suite modellistica di calcolo contiene un insieme di modelli meteo ad altissima ed alta risoluzione (1-7,5 Km) con approccio deterministico e probabilistico con integrato modulo SKEB (*Stochastic Kinetic Energy Backscatter*). Le probabilità sono ottenute da indici convettivi relativi al profilo termodinamico (*lifted index, k index* ecc), da indici dinamici (*magnitudine dello shear, helicity* e correlati, *CAPE, CIN* ecc) o compositi (*SHIP, significant tornado parameter, Sweat* ecc).

Calcoliamo l'indice tendendo conto di due differenti metodi definiti: «*loose*» and «*strict*». Il primo è utilizzato per definire le aree con potenziali zone temporalesche. Il

secondo è più conservativo ed investiga solo i punti di griglia ove la probabilità di grandinate diviene «reale» per il modello. Questo sistema permette di eliminare una percentuale di punti ove il potenziale non supera il cross-check di validazione. E' quindi possibile agire sulle soglie o trigger per «tarare il modello».

Il trigger di segnalazione fenomeno o indice di rischio viene parametrizzato all'area di riferimento. L'output numerico previsionale è aggiornato 2 volte al giorno e mostra la *probabilità di indice di rischio grandine* suddiviso in 5 categorie basate sulla *magnitudine* Molto basso (< 10%), Basso (10%-14%), Medio (15%-30%), Alto (31%-40%), Molto Alto (> 40%). Un'altra parte dell'output è la grandezza prevista dei chicchi, classificati in 3 categorie: Piccola (< 3 cm), Media (3-4.5 cm), Grande (> 4.5 cm). Combinando la probabilità del rischio grandine e la grandezza prevista dello stesso possiamo costruire un servizio personalizzato sulle esigenze di ricerca, in quanto un target agro è molto differente da uno assicurativo per danno.

Risultati e Discussione

I risultati operativi delle emissioni modellistiche sono stati testati nell'ambito di una tesi sviluppata dalla dottoressa Simona Busacca in collaborazione con l'Università di Exeter nell'ambito del suo Master in Climate Changes.

L'analisi è stata condotta in modo veramente capillare ed innovativo. Scartate le fonti meteorologiche tradizionali quali le stazioni meteorologiche che emanano bollettini

meteo orari per una novantina di località in Italia, poco rappresentative del fenomeno grandine ci si è concentrati allora su due altre fonti. Quella che abbiamo denominato Corporate e che afferisce ad una'utenza privata (report sul web, database di aziende ed assicurazione) e quella che fa capo alle varie Condifesa. Queste osservazioni sono state raccolte, catalogate e validate confrontandole con le immagini radar di archivio , riscontri visivi (video) etc. al fine di accertarne la validità.



Fig.1 – Distribuzione dei report grandine validati dell'analisi (Marzo-Novembre 20123) del sistema di previsione indice grandine. In verde chiaro i report corporate controllati di assicurazioni, associazioni. Tratteggiati in verde scuro i dati di Condifesa.

Fig.1- Report density distribution of the comparing benchmark (March-November 2013) of the hail index forecast. In light green validated reports coming from insurances and associations. In dark green dashed lines data coming from Condifesa.

Il processo di validazione ha poi evidenziato come i dati da utenza privata provengano in maggioranza dai centri urbani, soprattutto quelli di una certa rilevanza. L'ente Condifesa raccoglie invece osservazioni di agricoltori convalidate da periti e le utilizza come riscontro di danni agricoli causati dalle grandinate. Per questo motivo i dati si riferiscono principalmente alle aree rurali.

Il confronto è stato fatto analizzando le previsioni orarie di indice rischio grandine nella corsa modellistica mattutina, con i relativi report grandine nel periodo 26 Marzo 15 Novembre 2013 (234 giorni) costellato da numerosissimi eventi. L'analisi è stata condotta attraverso la caratterizzazione di casistiche, come Il numero di giorni in cui è stata prevista e osservata almeno una grandinata in Italia (vero positivo); Il numero di giorni in cui è stata prevista almeno una grandinata in Italia ma non ne sono state osservate (falso positivo); Il numero di giorni in cui è stata osservata almeno una grandinata in Italia ma non ne sono state previste (falso negativo); Il numero di giorni in cui non sono state previste e osservate grandinate in Italia (vero negativo).

Le risultanze sono riassunte nell'immagine successiva attraverso gli indici sensitività, specificità, accuratezza che hanno permesso di leggere i dati in modo più selettivo. (Garetto, 2002; Zhu et al., 2010)

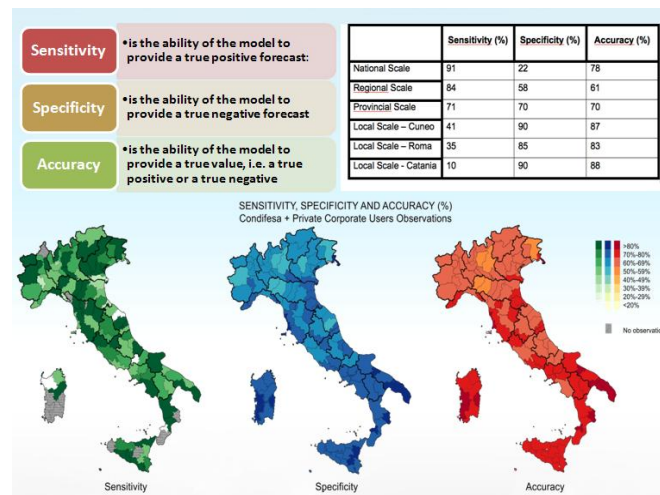


Fig.2 – Andamento dell'analisi (Marzo-Novembre 20123 di validazione sistema di previsione indice grandine

Fig.2- Trend of the comparing benchmark (March-November 2013) of the hail index forecast

Conclusioni

L'analisi comparativa condotta sulle prestazioni del modello ha evidenziato le buone prestazioni dello stesso, in relazione anche con la capillarità ed innovazione dello strumento di indagine per la prima volta differenziabile come target sia agro che rischio. Lo strumento si è poi rivelato utile sia per migliorare le prestazioni previsionali in termini di falsi positivi, che di validazione dei report stessi come si evince dall'immagine sotto in cui sono stati eliminati quelli segnalati in assenza della fulminazione. Una nuova frontiera in corso di esplorazione è l'interfaccia con sorgenti di assimilazione dati satellitari: storm tracking e fulminazioni al fine di migliorare la previsione sul brevissimo termine, limitando altresì i falsi negativi.

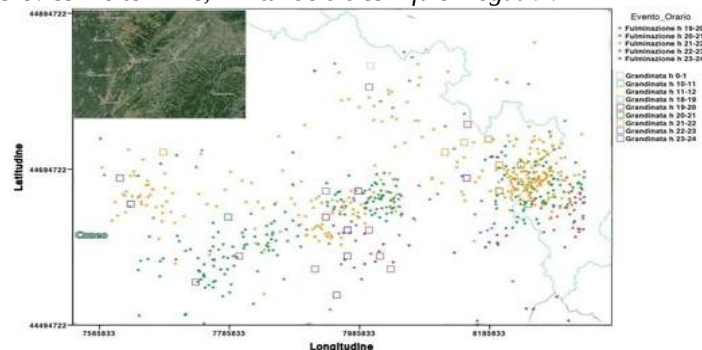


Fig.3 – Comparazione report grandinate fonte Condifesa Cuneo associate a fulminazioni occorse nella zona il 25 Agosto 2013. I punti rappresentano le grandinate, i quadrati le fulminazioni

Fig 3 – Comparison between Condifesa Cuneo hail reports and lightning data on the area on August 2013 , 25

Bibliografia

Zhu, W., Zeng, N., Wang, N. (2010) Sensitivity, Specificity, Accuracy, Associated Confidence Interval and ROC – Analysis with Practical SAS® Implementations, NESUG – Health Care and Life Sciences

ZONAZIONE VITICOLA DELLA DOP “TERRE DELL’ALTA VAL D’AGRI”: RISULTATI PRELIMINARI DELLA CLASSIFICAZIONE CLIMATICA MULTICRITERIO

ZONING OF THE GRAPE-GROWING AREAS OF THE DOP “TERRE DELL’ALTA VALDAGRI”: PRELIMINARY RESULTS OF A MULTICRITERIA CLIMATIC CLASSIFICATION.

Pasquale Cirigliano^{1*}, Giovanni Dal Monte²

¹ CRA Consiglio per la ricerca in agricoltura e l’analisi dell’economia agraria - Unità di ricerca per la viticoltura, viale S. Margherita 80, 52100, Arezzo (AR)

² CRA Consiglio per la ricerca in agricoltura e l’analisi dell’economia agraria - Unità di ricerca per la climatologia e la meteorologia applicate all’agricoltura, via del Caravita 7/a, 00186, Roma (RM)

[*pasquale.cirigliano@entecra.it](mailto:pasquale.cirigliano@entecra.it)

Abstract

Climatic conditions of the grape-growing areas of the DOP “Terre dell’Alta Val d’Agri” are analyzed, according to the multicriteria climatic classification proposed by Tonietto and Carbonneau (2004). This classification is related to the requirements of varieties, vintage quality (sugar, colour, aroma) and typeness of the wines. The three climatic indexes examined, (Heliothermal index, Cool night index, Dryness index) related to Villa d’Agri meteorological station, indicate that the area is “temperate warm”, with “very cool nights” and “moderately dry”, i.e. there is no heliothermal constraint to ripen all cultivated varieties, night temperature conditions are low and there is a certain level of dryness. These preliminary results show that in the area there are climatic conditions favourable to some aspects of wine quality.

Parole chiave

zonazione agroclimatica, regioni viticole, indice eliotermico, indice di freschezza notturna, indice di siccità

Keywords

agroclimatic zoning, grape growing regions, heliothermal index, cool night index, dryness index

Introduzione

E’ in atto un profondo ripensamento nel mondo del vino in relazione a sostanziali mutamenti dei gusti dei consumatori sempre meno disponibili a prodotti “generici e indistinti”. I produttori devono quindi orientarsi ad incrementare il livello di identità e tipicità dei loro vini. Lo strumento che permette l’individuazione di ambienti dove possono emergere vini portatori di una forte identità territoriale è la zonazione viticola (OIV, 2012). In questo lavoro abbiamo applicato la zonazione a livello climatico all’area a DOP “Terre dell’Alta Val d’Agri”, estesa per 25.285 Ha e comprendente i Comuni di Viggiano, Moliterno e Grumento Nova in provincia di Potenza. L’area si caratterizza con due sistemi di paesaggio: il *Sistema dei versanti collinari*, a quote comprese tra 600 e 850 m slm ed il *Sistema di fondovalle*, a quote comprese tra 550 e 650 m slm (Catizzone, 1980).

Materiali e Metodi

Abbiamo effettuato questo studio nelle aree a maggiore concentrazione della viticoltura poste all’interno del *Sistema di fondovalle* e, in minor misura, lungo le fasce altimetricamente più basse dei rilievi circostanti.

I dati meteorologici utilizzati (valori giornalieri di temperatura minima e massima, precipitazioni ed evapotraspirazione di riferimento), riferiti al periodo 1985-2010 (con i dati 1996 mancanti), sono relativi alla stazione di Villa d’Agri (alt. 592 m slm, Comune di Marsicovetere (PZ)). Per il pe-

riodo 1985-1996 l’evapotraspirazione di riferimento, non disponibile, è stata calcolata con la formula di Hargreaves-Samani (1982). Utilizzando i dati descritti, sono stati calcolati gli indici climatici che, secondo Tonietto e Carbonneau (2004), sono quelli più adatti per evidenziare le potenzialità climatiche di un territorio e nello stesso tempo sono correlati alle esigenze delle diverse varietà di vite, alla qualità della vendemmia e alla tipicità dei vini. Gli indici, già ampiamente utilizzati in letteratura ma da Tonietto e Carbonneau utilizzati in maniera integrata per una classificazione climatica multicriterio delle regioni viticole, sono: l’indice eliotermico di Huglin HI (Huglin, 1978), l’indice di freschezza notturna CI (Tonietto, 1999) e l’indice di aridità DI, basato su un adattamento dell’indice del bilancio idrico di Riou (Riou, 1994).

Risultati e Discussione

Per quanto riguarda l’indice eliotermico HI (Fig.1), il valore medio della stazione di Villa d’Agri risulta essere di 2239 (deviazione standard 225), con un massimo di 2624 nel 1985 e un minimo di 1659 nel 1986. In base alla classificazione di Tonietto e Carbonneau (op. cit.) la zona di Villa d’Agri risulta nella classe “temperato-calda”, caratterizzata da valori di HI tra 2100 e 2400. In questa zona le risorse eliotermiche permettono, in sostanza, lo sviluppo di tutte le varietà di vite.

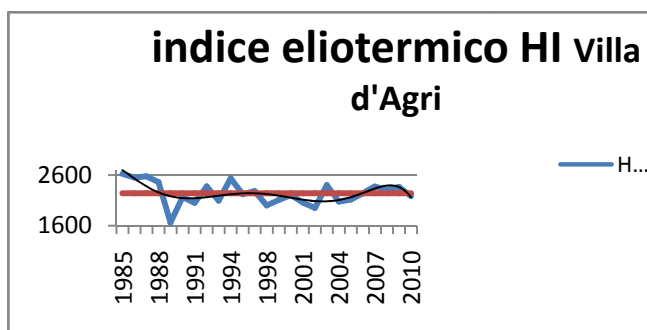


Fig.1- Indice elietermico HI per Villa d'Agri (1985-2010)

Fig. 1-Villa d'Agri: Heliothermal Index HI (1985-2010)

In base all'indice di freschezza notturna CI (Fig. 2), Villa d'Agri, con valori intorno a 10, ricade nella classe delle regioni con "notti molto fredde" (≤ 12) come per esempio l'Alsazia e la regione di Santiago del Cile. L'effetto positivo delle basse temperature notturne, nel caso di Villa d'Agri, viene assicurato dal contemporaneo elevato potenziale elietermico. Inoltre è da notare che le escursioni termiche medie, a Villa d'Agri pari a 520°C in agosto e a 448°C in settembre, sono decisamente favorevoli ai fini della valutazione enologica dei vitigni, in quanto valori

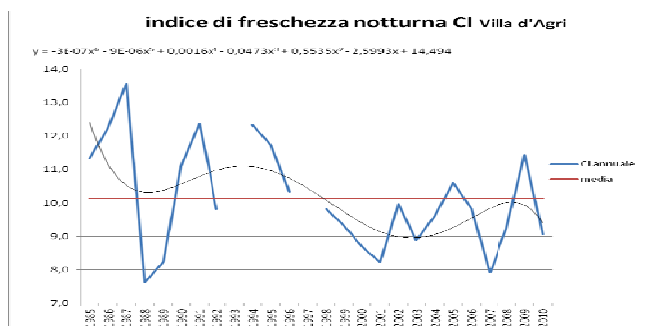


Fig.2 – Indice di freschezza notturna CI per Villa d'Agri (1985-2010)

Fig.2 – Villa d'Agri: Cool night Index CI (1985-2010)

elevati favoriscono la sintesi dei composti fenolici e degli aromi primari.

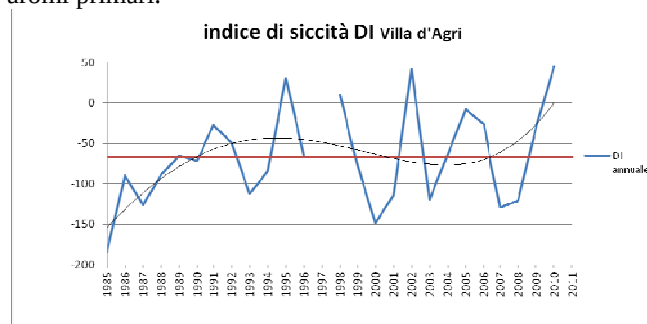


Fig.3 – Indice di siccità DI per Villa d'Agri (1985-2010)

Fig. 3 – Villa d'Agri: Dryness Index (1985-2010)

Il valore medio dell'indice di siccità DI (Fig. 3) è per Villa d'Agri di -67, con un massimo di +46 nel 2010 e un minimo di 185 nel 1985. Il valore di -67 ricade nella classe DI +1 ($<50 > -100$) definita come "moderatamente secca",

che raggruppa le regioni con condizioni climatiche tali da sottoporre potenzialmente la vite a un certo grado di siccità, comunque generalmente favorevole ai processi di maturazione delle bacche. In questa classe si ritrovano le regioni di Montpellier e di Madeira. Da notare che l'elaborazione evidenzia per Villa d'Agri una deviazione standard piuttosto elevata (60), indicativa di una variabilità notevole nel bilancio idrico da annata ad annata, che raggiunge il suo valore massimo di +46 nel 2010 e un minimo di -185 nel 1985 (anno che ricade nella classe "molto secca", tipica delle regioni in cui si verificano spesso fenomeni di stress per le viti e frequentemente si ricorre all'irrigazione). Le uve dei vigneti-guida, relativamente alle annate 2013 e 2014, sono state analizzate e i dati sono stati sottoposti ad analisi della varianza (Anova, analisi multivariata). Dall'analisi emerge che i tre fattori, annata, vitigno e suolo, sono statisticamente significativi per tutti i parametri analizzati (peso medio degli acini, zuccheri, pH, acidità totale, polifenoli totali, antociani potenziali ed estraibili, maturità dei vinaccioli). Ai fini di questo lavoro è interessante l'interazione annata per suolo, che risultata statisticamente molto significativa per i parametri di zuccheri, acidità totale e pH.

Conclusioni

I risultati preliminari della valutazione climatica della DOP "Terre dell'Alta Val d'Agri" mostrano la presenza di condizioni climatiche favorevoli ad alcuni aspetti qualitativi dei vini. Lo studio proseguirà confrontando i risultati del periodo 1985-2010 con i valori del quinquennio 2011-2015 e verificando l'andamento degli indici in base agli scenari climatici previsti per il periodo 2020-30.

Bibliografia

- Catizzone M., 1980. La carta dei "Land Systems della Val d'Agri". Nota alla carta in scala 1:100.000. In: Ricerche pedologiche in Val d'Agri, C.N.R. – Centro di Studio della Genesi, Classificazione e Cartografia del suolo, Firenze, 1-36.
- Hargreaves G. H., Samani Z.A., 1982. Estimating potential evapotranspiration. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 108 (3): 225-230.
- Huglin, P., 1978. Nouveau mode d'évaluation des possibilités héliothermiques d'un milieu viticole. In: Symposium International sur l'Écologie de la Vigne, 1978, Constanța, Roumanie. Ministère de l'Agriculture et de l'Industrie Alimentaire: 89-98.
- OIV, 2012. Linee guida OIV sulle metodologie di zonazione vitivinicola a livello del suolo e a livello climatico. Risoluzione OIV-VITI 423-2012 rev. 1, 18 pp.
- Riou, C., 1994. Le déterminisme climatique de la maturation du raisin: application au zonage de la teneur en sucre dans la communauté européenne. Office des Publications Officielles des Communautés Européennes, Luxembourg, 322 pp.
- Tonietto, J., 1999. Les macroclimats viticoles mondiaux et l'influence du mésoclimat sur la typicité de la Syrah et du Muscat de Hambourg dans le sud de la France: méthodologie de caractérisation. Thèse Doctorat. Ecole Nationale Supérieure Agronomique, Montpellier, 233 pp.
- Tonietto J., Carboneau A., 2004. A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. Agricultural and Forest Meteorology, 124: 81-97.

VERIFICA DELLA PREVISIONE DEL DISCOMFORT INDEX IN FRIULI VENEZIA GIULIA

VERIFICATION OF THE DISCOMFORT INDEX FORECAST IN FRIULI VENEZIA GIULIA REGION

Andrea Cicogna¹, Alessandro Gimona¹, Livio Stefanuto^{1*}

¹ OSMER-ARPA-FVG – Osservatorio Meteorologico Regionale dell' ARPA –FVG, via P. Gioiotti 15, 33040, Visco (UD)

*livio.stefanuto@meteo.fvg.it

Abstract

The Discomfort Index (DI-Thom) forecasting tool for the Friuli Venezia Giulia region is presented. The computation algorithms based on ECMWF direct model output and on meteorological station data, together with the verification of the forecasts issued during the summer seasons (2013 and 2014) and the broadcasting methods, are shown. This forecasting tool has been implemented for human health purposes but it appears to be useful also for animal husbandry.

Parole chiave Previsioni, THOM, ECMWF

Keywords Forecasts, THOM, ECMWF

Introduzione

Dal 2007 l'Agenzia Regionale della Sanità del Friuli Venezia Giulia provvede all'attuazione del "Programma di contrasto agli effetti dannosi sulla salute delle ondate di calore in Friuli Venezia Giulia", programma che, tra l'altro, assegna all'Osservatorio Meteorologico Regionale (OSMER) dell'ARPA le attività collegate alla segnalazione di situazioni di "allarme caldo".

A partire dal 2013 l'OSMER, seguendo esempi italiani e stranieri (Pirretti *et al.* 2007), ha utilizzato il "Discomfort Index" DI (Thom & Bosen, 1959), quale variabile guida nella attivazione dell' "allarme caldo".

Nel periodo giugno-settembre viene dunque effettuata la previsione del DI massimo e medio giornaliero per tre giorni: il giorno in corso (+0gg), l'indomani (+1gg) e tra due giorni (+2gg). Tale previsione è effettuata per 27 località regionali ove è sita una stazione sinottica della rete meteorologica regionale.

La previsione viene effettuata in modo automatico a partire dai valori previsti dal modello ECMWF (run 00) su 23 punti di griglia con passo triorario, da +3 a + 72 ore. Per ogni punto griglia sono quindi calcolati i DI per tutte le scadenze, determinando anche i valori medi e massimi giornalieri.

Ad ognuna delle 27 stazioni vengono associati i dati del punto di griglia più vicino.

Queste prime uscite (DI_{prev}^*) vengono corrette sulla base dei:

- valori di DI misurati (DI_{mis}) nei 5 giorni precedenti nelle 27 stazioni;
- valori di DI che erano stati previsti (DI_{prev}^*) per i 5 giorni precedenti.

Per ogni stazione viene determinato un fattore di correzione (FC) quale media delle differenze trovate tra DI_{mis} e

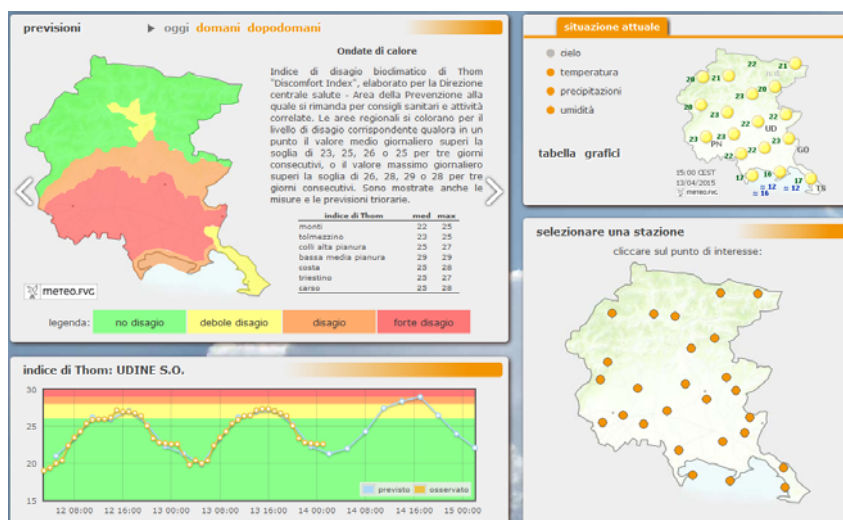


Fig.1 – Pagina del servizio allarme caldo presente sul sito www.meteo.fvg.it

Il riquadro alto a sinistra mostra le previsioni di disagio per area. Cliccando i diversi punti-località della mappa in basso a destra vengono evidenziate, nel grafico in basso a sinistra, le previsioni e le misure della località selezionata.

Fig.1- Web page of the heat wave alert on www.meteo.fvg.it. The top left box shows the forecasts of discomfort on different areas. By clicking on the different locations on the map in the bottom right box, forecasts and measured data related to the selected location are shown in the time series on the bottom left box.

DI_{prev}^* secondo un'ipotesi di errore sistematico e stazionario nel tempo.

La previsione corretta per ogni stazione a +0gg, +1gg e 2gg sarà pari a $DI_{prev} = DI_{prev}^* + FC$.

Le previsioni corrette così calcolate vengono diffuse via web e, al superamento di soglie prefissate, determinano l'attivazione dell' "allarme caldo".

In Fig. 1 viene illustrata la pagina web del servizio. Il servizio è stato ideato per la salute umana, ma ha evidenti utilità anche nell' allevamento, come riportato da vari autori (Beltrano *et al.* 2008).

Nel presente lavoro viene valutata la qualità delle previsioni di DI (DI_{prev}) effettuate nei mesi da giugno a settembre nel 2013 e 2014.

Tab.1 – Statistiche relative alle differenze tra valore previsto e misurato di DI medio e massimo giornaliero nelle 4 zone di confronto per le estati 2013 e 2014 e indici delle regressioni *Dlprev* vs *DImis*.

Tab.1 – Statistical results of the difference between forecast and observed DI values (daily mean and maximum) in the 4 comparison areas for 2013 and 2014 summer season and index of linear fit of *Dlprev* vs *DImis*.

			DI medio giornaliero									DI max giornaliero										
			Differenze previste misurate							Regressioni previste vs misurate		Differenze previste misurate							Regressioni previste vs misurate			
zona	scadenze	numero casi	min	max	media/bias	1° percentile	5° perc.	95° perc.	99° perc.	MAE	RMSE	r ²	min	max	media/bias	1° percentile	5° perc.	95° perc.	99° perc.	MAE	RMSE	r ²
T(*)	T	16804	-2.4	2.5	0.005	-1.2	-0.8	0.9	1.5	0.41	0.54	0.96	-3.5	4.6	0.018	-1.7	-1.1	1.3	2.4	0.56	0.76	0.93
T	+0gg	5629	-1.6	1.5	0.001	-1.0	-0.7	0.7	1.0	0.31	0.40	0.98	-2.6	2.9	0.013	-1.4	-0.9	0.9	1.7	0.43	0.58	0.96
T	+1gg	5601	-2.4	2.2	0.008	-1.2	-0.8	1.0	1.5	0.43	0.55	0.96	-3.5	4.6	0.018	-1.8	-1.1	1.4	2.4	0.59	0.79	0.92
T	+2gg	5574	-2	2.5	0.005	-1.3	-0.9	1.2	1.8	0.49	0.64	0.94	-3.2	4.4	0.022	-1.9	-1.2	1.6	2.7	0.66	0.88	0.91
1	T	4788	-1.8	2.3	0.009	-1.1	-0.8	0.9	1.5	0.40	0.53	0.96	-3.1	4.6	0.022	-1.7	-1.2	1.3	2.4	0.57	0.78	0.93
2	T	6580	-2	2.5	0.006	-1.2	-0.9	0.9	1.6	0.41	0.55	0.94	-3.5	3.6	0.017	-1.7	-1.1	1.3	2.4	0.55	0.74	0.91
3	T	2721	-2.4	2.3	-0.005	-1.2	-0.9	1.0	1.6	0.43	0.56	0.95	-2.6	3.5	0.013	-1.5	-1.0	1.1	2.0	0.49	0.66	0.92
4	T	2715	-1.8	2.4	0.004	-1.1	-0.8	0.9	1.4	0.40	0.53	0.95	-3.2	3.9	0.016	-2.0	-1.3	1.5	2.7	0.64	0.86	0.90

(*) T= tutti i casi

Materiali e Metodi, Risultati e Discussione

Sono state messe a confronto le previsioni di DI (*Dlprev*) medio giornaliero e massimo giornaliero effettuate per 27 stazioni nei periodi 10/6/2013-30/9/2013 e 1/6/2014-30/9/2014 (per un totale di 235 giornate) a tre scadenze +0gg,+1gg,+2gg con le misure (*DImis*).

Nel confronto le stazioni utilizzate (fig. 1) sono state raggruppate in 4 zone: alta pianura-colline (1), pianura (2), costa (3) e zona montana (4). Le statistiche derivanti dal confronto sono riportate in Tab. 1.

Per quanto riguarda il bias delle previsioni si può notare come in tutte le combinazioni esaminate la media delle differenze sia molto vicina allo zero, sia per i valori medi che per quelli massimi giornalieri.

La media assoluta degli errori (MAE), come pure il RMSE, tende a crescere passando da previsioni a +0gg a previsioni a +2gg, con un valore di 0.41 per i valori medi giornalieri e 0.56 i valori massimi giornalieri.

La zona che presenta un MAE e un RMSE maggiore è quella montana, limitatamente al DI max giornaliero (0.64). Sull'intera regione a +0gg il 98% delle differenze (tra il 1° e il 99° percentile) è compreso tra -1.0 e +1.0 per

DI medio e -1.4 e +1.7 per DI max giornaliero.

Non si sono notati effetti significativi nei diversi mesi o nei due anni a confronto (dati non mostrati).

In generale **si può notare come la previsione di DI medio sia più accurata di DI max.** Tale fatto si evidenzia anche nei coefficienti di determinazione (r²) più elevati riscontrabili nelle regressioni previste vs misurate (Tab. 1), di cui un esempio è riportato in Fig. 2.

Conclusioni

La verifica del metodo adottato nella previsione del DI medio e massimo giornaliero sembra dare risultati confortanti, in linea con le performances di altri servizi meteo (Pirretti *et al.* 2007). Nel 2014, con una estate piuttosto fredda, la pagina web del sito dedicato al caldo ha avuto 65.000 accessi.

Sulla base di tali risultati l'OSMER nel 2015 continuerà il servizio di "allarme caldo" con le modalità fin qui sperimentate.

Bibliografia

Thom E.C., Bosen J.F., 1959. The discomfort index. *Weatherwise*,12:57-60.

Pirretti G., Scotto F., Selvini A., Zauli Sajani S., 2007. Il sistema di previsione del disagio bioclimatico in Emilia Romagna – Verifica funzionamento servizio- Estate 2005, rapporto interno, ARPA Emilia Romagna: http://www.arpa.emr.it/cms3/documenti/calore/Verifica_estate_2005.pdf.

Beltrano M.C., Di Giuseppe E., Esposito S., Quaresima S., Correnti S. 2008 - Caratterizzazione del territorio italiano e il rischio di stress termici per gli allevamenti bovini da latte - *Rivista italiana di Agrometeorologia* n°1 pp. 42-43.

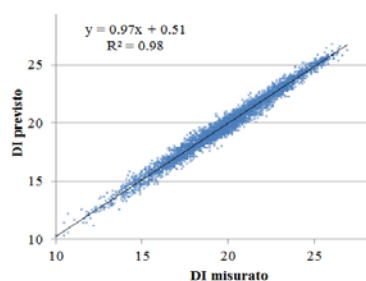


Fig.2 – Regressione DI medio giornaliero previsto vs misurato (tutte le zone e scadenza +0gg)

Fig.2- Linear fit of forecasted vs measured daily mean DI values (all areas and +0gg time range)

VALUTAZIONE DELLA NECESSITÀ DI IRRIGAZIONI DI SOCCORSO PER LA VITE IN EMILIA-ROMAGNA

ASSESSMENT OF EMERGENCY IRRIGATION NEEDS FOR VINEYARDS IN EMILIA-ROMAGNA

Nicola Laruccia*¹, Gabriele Antolini², Vittorio Marletto²

¹Regione Emilia-Romagna, Servizio sviluppo produzioni vegetali

²ARPA Emilia-Romagna, Servizio IdroMeteoClima

*nlaruccia@regione.emilia-romagna.it

Abstract

Vine (*Vitis vinifera* L.) is considered a plant with reduced water requirements. However in the last decades in Emilia-Romagna emergency irrigation in vineyards is becoming common. For quality wine production emergency irrigation aims at preserving the plant and the grapes from damage by water stress, without causing yield increase at the expense of product quality. Through the use of mathematical models for the simulation of vine development and of soil water balance we assessed water status of soil and water availability for the plant. The simulations have covered a time span of 24 years and affected the combinations of soil, climate, varieties and management techniques representative of the regional vine growing areas. In this way it was possible to explore the spatial and temporal variability of the phenomenon.

Parole chiave

Viticultura, irrigazione, modelli di simulazione, cambiamenti climatici, modello Criteria

Keywords

Viticulture, irrigation, simulation models, climate change, CRITERIA Model

Introduzione

I cambiamenti climatici stanno modificando le condizioni ambientali per la coltura della vite sia per gli aspetti agronomici che per quelli fenologici (Schultz, 2000; Parker et al., 2013).

In Emilia-Romagna in particolare negli ultimi decenni si è diffusa l'irrigazione nei vigneti, per garantire stabilità delle rese e adeguati standard qualitativi per la vinificazione, sia in risposta ai cambiamenti climatici, caratterizzati da aumento delle temperature e maggiore frequenza di estati siccitose, sia per venire incontro all'aumentata densità d'impianto e alla frequente adozione dell'inerbimento.

sono state osservate frequentemente nelle ultime annate, in particolare nelle aree più calde dell'Emilia-Romagna e in vigneti su suoli sottili poco profondi.

Con questo studio proponiamo una prima valutazione dell'entità del deficit idrico della vite (intensità e frequenza) e della necessità di ricorrere all'irrigazione. Si è voluto circoscrivere il campo di analisi alle pratiche irrigue di soccorso, e non a quelle di forzatura, finalizzate a massimizzare le rese.

Materiali e Metodi

In base alle rilevazioni fenologiche disponibili sono stati definiti i fabbisogni termici per le fasi dell'allegagione e dell'invaiaitura, e per alcuni dei principali vitigni regionali.

Per la valutazione dei cambiamenti fenologici e la stima del fabbisogno irriguo sono state effettuate simulazioni della pianta e del bilancio idrico utilizzando il modello Criteria, messo a disposizione da Arpa Emilia-Romagna (Tomei et al., 2007; Bittelli et al., 2010).

Le simulazioni sono state condotte per il periodo 1991-2014, utilizzando dati meteorologici interpolati su celle della griglia regionale Arpa ERG5, secondo l'associazione tra vitigni e ambienti presentata in Tabella 1.

Per tutti gli ambienti (sia di pianura che di collina) sono state effettuate simulazioni adottando un suolo che garantisse un'ottimale disponibilità idrica per le piante (molto profondo, con tessitura media e senza caratteri limitanti); solo per gli ambienti collinari sono anche state effettuate simulazioni assumendo un suolo con profondità ridotta (substrato roccioso a 80 cm).

Sono state adottate due differenti modalità di simulazione: in assenza di irrigazione e con irrigazione determinata

Tab.1 – Associazione tra vitigni e ambienti

Tab.1 – Vine varieties associated to locations

VITIGNI	AMBIENTE
Albana	Colli romagnoli
Croatina	Colli piacentini
Lambruschi (Salamino e Gasparossa)	Pianura modenese-reggiana
Lambruschi (Salamino e Gasparossa)	Colli modenesi-reggiani
Sangiovese	Colli romagnoli
Trebbiano	Pianura romagnola

Nella vite in effetti condizioni di forte carenza idrica possono compromettere la regolare fisiologia e causare disseccamento delle foglie basali, appassimento degli acini e mancato equilibrio nella composizione dei mosti, con riduzione delle rese e qualità non ottimale dei mosti (Merli et al. 2015). In assenza di irrigazione queste condizioni

automaticamente dal modello. Dalle prime sono stati ricostruiti, per ogni annata, vitigno e cella della griglia, inizio e fine della finestra fenologica allegagione-invaiaitura e il deficit traspirativo, ovvero la differenza tra traspirazione potenziale ed effettiva.

Nelle simulazioni con irrigazione determinata dal modello, l'intervento irriguo (max 25 mm/d) è stato modulato in modo da scattare quando, all'interno della finestra fenologica, l'acqua disponibile presente nel terreno risultava inferiore al 25% dell'AWC, in considerazione dell'elevata capacità della vite di estrarre l'acqua dal suolo. Questa condizione si verifica, in suoli a tessitura media, quando l'acqua è trattenuta con tensioni maggiori di circa 0.25 MPa.

Risultati e Discussione

Nel periodo esaminato (1991-2014) non si osservano tendenze significative nelle quantità di precipitazione, è invece evidente un netto trend positivo delle temperature medie (0,044 °C/anno) ma, al tempo stesso, un'altrettanto netta diminuzione dell'escursione termica, dovuta a un più rapido incremento delle temperature minime (0,065 °C/a) rispetto alle massime (0,017 °C/a).

A prescindere da possibili considerazioni sull'effetto combinato di questi due differenti trend sulla qualità delle produzioni vitivinicole, qui preme sottolineare che la riduzione dell'escursione termica tende a "mascherare" l'effetto dell'aumento della Tmed sulla ET₀ giornaliera, quando si usa la formula di Hargreaves e Samani (1985). Questa formula è di ampio utilizzo nelle situazioni in cui (come in questo lavoro) non si abbiano a disposizione i dati di radiazione, ventosità e umidità relativa necessari per utilizzare formulazioni più complesse.

In corrispondenza con le variazioni termiche nel periodo esaminato l'allegagione si è anticipata mediamente di circa 0,57 d/a (giorni/anno) e l'invaiaitura di 0,77 d/a; di conseguenza la durata della finestra fenologica per l'irrigazione di soccorso risulta diminuire di circa 0,2 d/a.

Dalle simulazioni, e dalle successive analisi effettuate con numerosi indicatori, risultano le seguenti situazioni:

- Impianti per irrigazione di soccorso *indispensabili* per Albana e Sangiovese nei colli romagnoli e Lambruschi nei colli modenese-reggiani, su suoli poco profondi, a causa di: elevata frequenza di anni (> 3/4) in cui sono necessari apporti irrigui elevati; elevati fabbisogni irrigui (in media > 90 mm/a); trend climatici sfavorevoli.
- Impianti per irrigazione di soccorso *generalmente necessari* per Trebbiano in pianura romagnola, Lambruschi in pianura modenese-reggiana e Croatina, su suoli sottili dei colli piacentini, a causa di: significativa frequenza di anni (> 1/3) in cui sono necessari apporti irrigui elevati; moderati fabbisogni irrigui (in media >45 mm/a); trend climatici sfavorevoli.
- Impianti per irrigazione di soccorso *generalmente non necessari* per Albana e Sangiovese, su suoli profondi nei colli romagnoli, a causa di: bassa frequenza di anni (< 1/4) in cui sono necessari apporti irrigui elevati; bassi fabbisogni

irrigui (in media <20 mm/a); tuttavia, trend climatici sfavorevoli.

Conclusioni

In Emilia-Romagna il trend climatico attuale genera aumento del deficit idrico climatologico, della variabilità interannuale e delle punte estive di calore. Il mutamento climatico pone dunque i vitivinicoltori di fronte alla crescente necessità di ricorrere all'irrigazione della vite e alla complessa gestione di un'elevata e crescente variabilità interannuale del contenuto idrico del suolo (annate con condizioni idriche estreme per eccesso o carenza che si alternano ad annate con condizioni ottimali).

In particolare le situazioni con maggiori necessità irrigue (sia in termini quantitativi che di frequenza) si rinvencono negli ambienti collinari con suoli poco profondi. Nonostante in collina il deficit idrico climatologico sia sensibilmente inferiore rispetto agli adiacenti ambienti di pianura, nei suoli poco profondi la minore capacità di riserva idrica riveste un ruolo chiave nel determinare condizioni di forte deficit idrico.

Anche nelle aree di pianura (Romagna, con Trebbiano, e modenese-reggiano con i Lambruschi) gli indicatori evidenziano una certa gravità delle condizioni di stress. Tuttavia in questi ambienti si può localmente contare su un fattore di mitigazione costituito dalla presenza di falde ipodermiche, che costituiscono una fonte supplementare di rifornimento idrico per la coltura.

Bibliografia

- Bittelli M, Tomei F, Pistocchi A, Flury, Boll J, Brooks ES, Antolini G, 2010. Development and testing of a physically based, three-dimensional model of surface and subsurface hydrology. *Adv. Wat. Resour.* 33: 106-122.
- Hargreaves, G.H., and Z.A. Samani. 1985. Reference crop evapotranspiration from temperature. *Applied Eng. in Agric.* 1: 96-99.
- Merli MC, Gatti M, Galbignani M, Bernizzoni F, Magnanini E, Poni S, 2015. Comparison of whole-canopy water use efficiency and vine performance of cv. Sangiovese (*Vitis vinifera* L.) vines subjected to a post-veraison water deficit. *Scientia Hort.*, 185: 113-120.
- Parker A et al., 2013. Classification of varieties for their timing of flowering and veraison using a modelling approach: a case study for the grapevine species *Vitis vinifera* L. *Agric. For. Meteor.*, 180: 249-264.
- Schultz HR, 2000. Climate change and viticulture: a European perspective on climatology, carbon dioxide and UV-B effects. *Aust. J. Grape and Wine Res.*, 6: 2-12.
- Tomei F, Antolini G, Bittelli M, Marletto V, Pasquali A, Van Soetendaal M, 2007. Validazione del modello di bilancio idrico Criteria. *Convegno Aiam, Isola Capo Rizzuto (KR) - Lorica (CS), 29-31 Maggio 2007, Quaderno riassunti*, 66-67.

MANAGING STRAWBERRY GROWTH CYCLE BY MEANS OF MOBILE ORCHARD TECHNIQUE: A SYNERGIC INTERACTION OF DIFFERENT CLIMATIC ENVIRONMENTS

MANIPOLAZIONE DEL CICLO DI CRESCITA DI FRAGOLA UNIFERA CON LA TECNICA DI MOBILITÀ DELL'IMPIANTO: INTERAZIONE SINERGICA DI AMBIENTI CLIMATICI DIFFERENTI

Paolo Martinatti^{1*}, Paolo Zucchi², Lara Giongo¹

¹ Centro Ricerca e Innovazione – Fondazione Edmund Mach IASMA – via E. Mach, 1 San Michele all'Adige (TN) 38010

² Centro Trasferimento Tecnologico – Fondazione Edmund Mach IASMA – via E. Mach, 1 San Michele all'Adige (TN) 38010

* paolo.martinatti@fmach.it

Abstract

Soilless strawberry cultivation allows the seasonal movement in environments characterized by different climatic conditions, which might lead, for Junebearing strawberry, to the development of unusual growth cycles compared to the original growing site. This study was conducted over two years' biannual cycles, in a seasonally delocalized plantation from a mountain site in Trentino to one in the lowland of Verona (Northern Italy), according to the mobility technique.

The interpolation between climatic indexes and production results allows to correlate horticultural aspects like the type of the plant and the transplant date with the date of delocalization of the plant and resetting in the original site, in order to manipulate the growing cycle. The effects on the vegetative and reproductive phase, thus production, follow precise inputs derived from phenological definite stages and precise climatic events. Starting from historical data it is possible to define the best interaction phenotype-timing for the management of the plantation, maintaining also the flexibility to adjustments during the vegetative-productive cycle based on the thermic evolution of the year.

Parole chiave

cv. Elsanta, svernamento delle piante, fuorisuolo, ambiente Trentino

Keywords

cv. Elsanta, plant overwintering, soilless, Trentino environment

Introduzione

La tecnica di mobilità dell'impianto viene messa in pratica nelle aziende Trentine attraverso il trasferimento di piante di fragola coltivate in vaschette fuori suolo in aree limitrofe dal più mite clima invernale, quali la pianura veronese. La tecnica, storicamente, si prefigge di limitare i danni da freddo negli appezzamenti delle quote più elevate. Altresì permette, se applicata in maniera pianificata, di anticipare l'entrata in produzione e, più di ogni altra cosa, incrementare la carica fiorale aumentandone il periodo di raccolta e la produttività (Martinatti *et al.* 2013). L'avvenuta comprensione dei valori temporali, dei parametri agronomici principali e le corrispondenti correlazioni, ne ha permesso, inoltre, la demarcazione di precisi confini operativi entro cui la tecnica esplicita i maggiori risultati produttivi (Zucchi *et al.* 2013).

Con tali premesse è parso opportuno cercare di comprendere le cause ed i fattori che intervengono nella modificazione del ciclo di crescita ed i fenomeni che ne scaturiscono a livello fisiologico nella morfogenesi vegeto-riproduttiva.

Materiali e metodi

In un sito produttivo costituito da un appezzamento fuorisuolo di fragola Elsanta in vaschetta, ubicato a Baselga di Piné (Tn) in località Grauno a 974 m s.l.m. (Lat. 46,1 N, Long. 11,3 E), nel ciclo produttivo autunno-primaverile dei bienni 2010/2011 e 2011/2012 si sono impostate tre tesi sperimentali composte: nel primo biennio, su un'unica tipologia di pianta e relativa densità d'impianto (Minitray Verona a 8 piante/vaschetta) da tre diverse date di trapianto (10, 24 giugno e 05 luglio), ed al secondo, su un'unica data di trapianto (15 giugno), da 3 tipi di piante e relative densità d'impianto, Minitray Verona (MT-VR) e Minitray Rovigo (MT-RO) a 8 piante/vaschetta e Trayplant Olanda (TP-NL) a 6 piante/vaschetta. A date prestabilite rispettivamente di

cinque nel primo biennio: 4, 11, 18, 26 ottobre e 2 novembre (A-B-C-D-E) e tre nel secondo: 11, 18 e 25 ottobre (B-C-D), si sono trasferite delle repliche dalle tre diverse tesi in un sito di svernamento posto a Verona in località Santa Caterina a 42 m s.l.m. (Lat. 45,4 N, Long. 11,0 E). Il 12 e 10 aprile nelle due annate analizzate le piante sono state ricollocate nel sito produttivo e ricongiunte alle tesi testimone non traslocate (O).

Gli ambienti coinvolti nella sperimentazione sono stati monitorati per gli aspetti climatici specifici di temperatura ed umidità con sensori posizionati all'interno dei blocchi randomizzati. La crescita delle piante è stata indicizzata mediante la sommatoria termica basata sulle GDH (Growing Degree Hours) 4,5-28, modifica lineare di un modello proposto da Anderson and Richardson (1987). Il modello è stato adattato alla fragola usando una temperatura minima cardinale di 4,5°C ed una massima cardinale di 28°C. La relazione finale è:

$$GDH = \sum T_{mdH} - 4,5$$

dove T_{mdH} è la temperatura media oraria con $4,5^{\circ}\text{C} \leq T_{mdH} \leq 28^{\circ}\text{C}$. Quale punto zero della sommatoria in GDH è stata posta la prima rilevazione dell'iniziazione fiorale e come punto finale il riposo vegetativo invernale. Durante il ciclo produttivo estivo-autunnale le piante sono state monitorate negli aspetti fenologici principali (Meier, 2001). Dopo il ricollocamento primaverile nel sito produttivo è stata testata la carica fiorale; successivamente se ne sono misurati gli aspetti produttivi quantitativi, attraverso il rilievo della produzione totale e commerciale, in peso ed in numero di frutti, di ognuna delle raccolte bisettimanali effettuate durante la maturazione dei frutti.

Risultati e Discussione

La fenologia del ciclo vegeto-produttivo della produzione estivo-autunnale del primo anno ha evidenziato come data di trapianto e tipo di pianta influenzano la data d'inizio e la lunghezza delle varie fasi produttive, fioritura e, in particolare, la scalarità del

periodo di raccolta. Le date di trapianto più avanzate al primo anno, (23 giugno e soprattutto 05 luglio) e la tipologia di piante dalla carica florale maggiore e provenienti da vivai climaticamente più miti (Trayplant Olanda), hanno terminato la raccolta oltre la soglia di termo-fotoperiodo considerato induttivo per la varietà analizzata (Sonsteby, 1997).

Tab. 1: Sommatoria in GDH dal momento di iniziazione rilevato al riposo vegetativo e differenze dai e fra i testimoni nei vari trapianti (TR) e trasferimenti (TS) dei due bienni.

Tab. 1: GDH summation from the initiation time to dormancy and differences from and among the different theses in the the different transplants (TR) and transfers (TS) over the two biannual cycles.

TR	TS	GDH	Δ	PT	TS	GDH	Δ
I	A	11.349	6.807	MT-RO			
	B	10.916	6.374		B	10.573	6.160
	C	10.626	6.084		C	10.052	5.639
	D	10.262	5.720		D	9.325	4.912
	E	9.745	5.203				
	O	7.088	2.546		O	6.136	1.723
II	A	10.669	6.127	MT-VR			
	B	10.236	5.694		B	10.252	5.839
	C	9.946	5.404		C	9.730	5.317
	D	9.582	5.040		D	9.003	4.590
	E	9.065	4.523				
	O	6.408	1.866		O	5.814	1.401
III	A	8.803	4.261	TP-NL			
	B	8.370	3.828		B	8.850	4.437
	C	8.080	3.538		C	8.329	3.916
	D	7.716	3.174		D	7.602	3.189
	E	7.199	2.657				
	O	4.542	0		O	4.413	0

Lo spostamento delle piante in un ambiente più mite ingenera un preponderante incremento della genesi vegeto-riproduttiva, evidenziato dalla misura della sommatoria delle GDH. Questa mostra una rilevante differenza fra le tesi testimone e le relative tesi trasferite, ma anche all'interno di quest'ultime si evidenziano differenze indotte dalle diverse date di trapianto o dal tipo di pianta (Tab. 1).

Tab. 2: N° di fiori totali (FT) per pianta (PT), e infiorescenze totali (IT) per corona (CO) nei vari trapianti (TR) e trasferimenti (TS) e medi (X) dei due bienni. Lettere diverse indicano valori diversi al test protetto di Tukey (P<0,05).

Tab. 2: (FT) total number of fruits, per plant (PT), total inflorescences (IT) per crown (CO) in the different transplants (TR) and transfers (TS) and mean (X) in the two biannual cycles. Different letters indicate different values to the post hoc test Tukey (P<0,05).

TR	P T S	MT VR	MT VR	MT VR	MT VR	MT RO	TP NL
		10 giu	23 giu	04 lug	15 giu	15 giu	15 giu
FT/ PT	A	63ef	43 bcde	38 bcd			
	B	54 def	51 cdef	35 bc	55 cde	51 cde	79 d
	C	62 ef	43 bcde	49 cdef	55 cde	52 cde	66 de
	D	68 f	45 cde	39 bcd	37 bc	50 ce	70 de
	E	45 bcdef	52 cdef	36 abcde			
	O	39 bcd	28 ab	17 a	19 ab	10 a	18 ab
IF/ CO	X	55 C	44 B	36 A	41 A	41 A	58 B
	A	2.5 cd	2.4 cd	2.2 cd			
	B	2.5 cd	2.6 cd	2.1 cd	2.3 ns	2.4 ns	2.7 ns
	C	2.6 cd	2.3 cd	2.4 cd	2.3 ns	2.8 ns	2.2 ns
	D	2.7 d	2.1 cd	2.3 cd	2.1 ns	2.3 ns	2.4 ns
	E	2.2 bcd	2.4 cd	2.0 cd			
	O	1.9 bc	1.4 ab	1.0 a	1.1 ns	1.0 ns	0.8 nd
	X	2.4 C	2.2 B	2.0 A	1.9 NS	2.1 NS	2.0 NS
	X	A	B	C	D	E	O
FT/ PT	TR	48 B	47 B	51 B	51 B	45 B	28 A
	PT		62 B	57 B	52 B		15 A
IF/ CO	TR	2.4 B	2.4 B	2.5 B	2.4 B	2.2 B	1.5 A
	PT		2.4 B	2.4 B	2.3 B		0.9 A

Tale variabilità viene altresì confermata dai rilievi florali primaverili sia in termini quantitativi per numero di fiori e

infiorescenze (Tab. 2), ma anche e soprattutto in termini qualitativi di ordine gerarchico dei fiori e in particolare delle infiorescenze. Ne consegue una diversa risposta produttiva della pianta nei parametri quantitativi (Zucchi *et al.*, 2012). Ma è l'andamento della curva di maturazione che ne subisce particolarmente l'effetto, non solamente nell'anticipare decisamente l'inizio della raccolta ma anche nella sua durata e soprattutto nel suo andamento ed evoluzione temporale (Fig. 1).

Conclusioni

La conoscenza dei fattori determinanti la genesi florale e delle serie storiche dei dati climatici, associata alla possibilità di determinare, da un lato il momento di induzione e dall'altro l'architettura delle piante da vivaio, può consentire di intervenire in maniera dinamica nella gestione degli impianti, cercando la miglior interazione tipo di pianta – data di trapianto – momento di trasferimento sulla base di dati rilevati ed in funzione di obiettivi colturali prestabiliti.

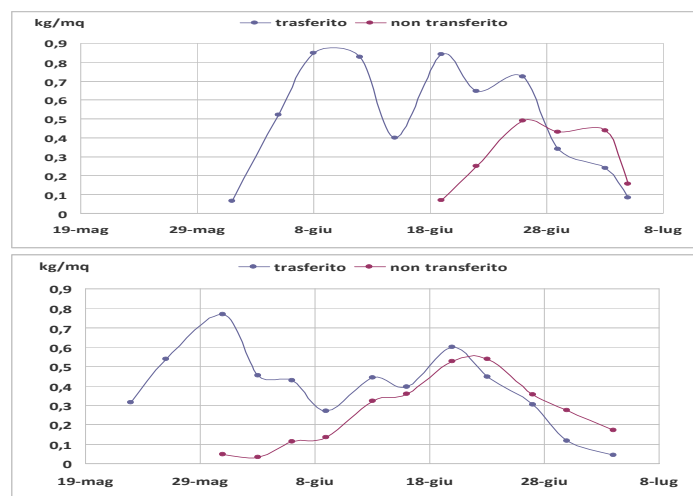


Fig. 1: Confronto fra le curve di maturazione del ciclo primaverile delle tesi trasferite e non trasferite nei due bienni.

Fig. 1: comparison between the maturation curves of the spring cycle of the theses transferred and not transferred in the two biannual cycles.

Ringraziamenti

Si ringraziano il Consorzio Piccoli Frutti "Aurorafruit", le aziende Berryplant e Ioriatti Andrea ed il tecnico Pergher Andrea.

Bibliografia

- Anderson J.L. and Richardson E.A., 1987. The Utah chill unit/flower bud phenology models for deciduous fruit: their implication for production in subtropical areas. *Acta Hort.*, 199:45-50.
- Martinatti P., Giongo L., Zucchi P., Pantezzi T., 2013. "Transumare" la Elsanta: perché, quando, come? *Terra Trentina* 4-LVIII: 54-56.
- Meier U (ed), 2001. Growth stages of mono- and dicotyledonous plants. BBCH. Monograph, 2d Edition. Federal Biological Research Centre of Agriculture, Germany.
- Sonsteby, 1997. Short-day period and temperature interactions on growth and flowering of strawberry. *Acta Hort. (ISHS)* 439: 101.
- Zucchi P., Martinatti P., Brentegani M., Giongo L., 2012. Mobilità dell'impianto di fragola per incrementare la produttività della coltura programmata fuori suolo in Trentino. *Rivista di frutticoltura e di ortofloricoltura* 12-LXXIV: 46/53.
- Zucchi P., Martinatti P., Wolf S., Brentegani M., Franchini S., Loretto P., Giongo L., Pantezzi T., 2013. 'Fragola transumante': mobilità dell'impianto per incrementare la produttività, messa a punto della tecnica. *FEM Centro Trasferimento Tecnologico - Rapporto* 2012: 62-67.

VALIDATION OF AN IMMIGRATION INDEX FOR THE APPLE JUMPING LOUSE *CACOPSYLLA MELANONEURA* IN TRENTINO

VALIDAZIONE DI UN INDICE DI IMMIGRAZIONE DELLA PSILLA DEL MELO *CACOPSYLLA MELANONEURA* IN TRENTINO

Mario Baldessari, Stefano Corradini, Claudio Ioriatti, Valerio Mazzoni*

Fondazione Edmund Mach, Via Edmund Mach 1, 38010 San Michele all'Adige (TN), Italy.

*valerio.mazzoni@fmach.it

Abstract

The “apple proliferation” disease is an economically important threat for the European apple production and its control relies on the use of insecticides against the vector, *Cacopsylla melanoneura*. This insect spends a limited period in the apple orchards (late winter - spring, with relevant differences in the years). For this reason a successful control strategy consists in predicting the immigration (from the wood into the orchards) process of the species. In particular, are key points the first appearance in the orchards and the peak of immigration. In 2012 we proposed an Immigration index based on the week average of maximum temperatures and number of hours above a threshold temperature of 9.5°C. Since January 2011 to March 2015 this index has been validated in the field in Valsugana Valley (Trentino). The index proved a strong reliability with high accuracy in predicting both appearance and peak of immigration. It will be employed as supporting tool for the control of *C. melanoneura* from 2016.

Keywords

Temperature threshold, Apple Proliferation, psylla, overwintering

Parole chiave

Soglia termica, Scopazzi del melo, psilla, svernamento

Introduction

The apple proliferation disease is currently considered one of the main threat of the European apple production, with increasing incidence and progressive loss of production that can be stopped only if measures of control are promptly adopted (Kunze, 1989). These are the extirpation of the infected plants and the chemical treatment against the vector. The latter is a jumping louse insect, *Cacopsylla melanoneura* (Hemiptera: Psyllidae), whose life cycle is divided between apple orchard and forest environment. In particular the “apple” period is between late winter and spring, with high variability according to the years. In cold seasons, for example, the first detection of the species has been reported from March whereas in mild winters the species was found from January. This because the migration, or rather the immigration into the orchards, seems to be driven by climatic parameters and in particular temperature. The immigration process is scalar in that the population does not move massively in one or few episodes but gradually colonizes the orchards. For this reason, it looks crucial to identify the start time of the immigration and to attribute a quantitative weight to the movements in order to foresee the peak of immigration. All this knowledge is basic to the control strategy planning so much as to avoid an uncorrected and untimely use of insecticides and thus to reduce the number of treatments (Baldessari *et al.*, 2010). In 2012 we elaborated and published (Tedeschi *et al.*, 2012) a candidate immigration index (Ii), based on historical data (insect samplings and meteorological

parameters from 2006 to 2010 in Borgo Valsugana, Trentino, Italy) that finally produced the following formula:

$$I_i = [(T_{7n} - T_{th}) + dd_n]$$

being T_{7n} the average of maximal temperatures of the 7 days preceding any sampling date and T_{th} the thermal threshold (9.5°C). dd_n is the number of hours above the threshold per week. The next step has been the validation of the index starting from 2011 to 2015, on several localities in Valsugana where the apple proliferation incidence is currently the highest in the region (10-20% of infected plants in some areas). Here we present the results at the end of the validation period.

Materials and Methods

Insect sampling. Field surveys were carried out between January – April from 2011 to 2015 in a treated three hectare apple orchard (cv Golden delicious) of the Fondazione E.Mach in the Trento province (BV: Borgo Valsugana, 419 m a.s.l.). In the period 2011-2013 adults were collected every 7 days, by means of beating method: for each replication plot, 25 branches (50x10 cm in length) were considered and every branch was shaken two times above a beating tray (diameter 7 cm, 60x40 cm of cloth). The collected adults were counted and identified in the laboratory after morphological examining female and male terminalia (Ossiannilsson, 1992).

Index validation. The insect population dynamics were associated to the index variations. Our main aim was to assess whether a positive value of the index corresponded

to a movement of immigration into the apple orchard. Consequently, our hypothesis was that the first insect appearance/capture is to be associated to a certain index threshold.

Results and Discussion

Table 1 shows the correspondence between 3 candidate index thresholds (-1, 0 and 1) and the first insect record in the orchard. We found a very good consistence between the threshold value of -1 and the first field detection. In all seasons 2011-2013 and in 2015 the index threshold of -1 was an efficient predictor (perfect accuracy in the sampling date). In 2014 there was a short period of three days (25-27th January) when the index dwelled between -1 and 1, but this was not associated to any capture. However, the -1 threshold was passed again on 12th February, just one day before the first record in the field. This could be explained either because a very low population is also hard to detect with the beating method and consequently a no-capture does not imply the real absence of the insect, or the necessity to make some adjustment to the index according to the date. In practice, it could be necessary to give progressively more weight to the weeks of sampling in a way that, for example, late weeks of February can reach the threshold value of immigration, given the same temperature conditions, more easily than those of January. Alternative option is the study of a parameter that accounts on the cumulative Index.

Tab.1 - from 2011 to 2015 the first record of C. melanoneura adults ranged from early to late February. In the left columns are reported the dates when the index values of -1, 0 and 1 were first reached. As for 2014, it is also reported the second time when the index reached the values of -1 and 0.

Tab.1 - dal 2011 al 2015 la prima cattura di adulti di c. melanoneura ha oscillato tra la gli inizi e la fine di febbraio. Nelle colonne di sinistra sono riportate le date in cui l'indice ha raggiunto, rispettivamente, i valori di -1, 0 e 1. Nel 2014 sono riportate anche le date in cui l'indice ha superato per la seconda volta i valori di -1 e 0.

Year	1 st record	Index -1	Index 0	Index 1
2011	7-feb	4-feb	5-feb	6-feb
2012	20-feb	20-feb	22-feb	24-feb
2013	11-feb	6-feb	19-feb	19-feb
2014	13-feb	25-jan/ 12 feb	26-jan/ - 14 feb	18-feb
2015	19-feb	12-feb	13-feb	17-feb

Conclusions

In conclusion, we assessed the validity of the proposed index and we found a significant correspondence between the threshold -1 and the first migratory moves of *C. melanoneura* from the forest into the apple orchard. For the moment we validated only one site in Valsugana however, we are currently collecting data (samplings) from the

Technical Service of Fondazione Mach coming from other 10 sites to further validate the index in a larger apple growing area of Valsugana.

Thanks to these data, we could further improve the index also to ascertain whether it is feasible to make a quantitative prediction of the *C. melanoneura* migration. Such a tool would be extremely useful in the context of pest management and, consequently, decision of insecticide applications.

References

- Baldessari, M., F. Trona, G. Angeli, Ioriatti C. 2010. Effectiveness of five insecticides for the control of adults and young stages of *Cacopsylla melanoneura* (Forster) (Hemiptera: Psyllidae) in a semi-field trial. *Pest Manage. Sci.* 66: 308-312.
- Kunze, L. 1989. Apple proliferation, pp. 99-113. In P. R. Fridlund (ed.), *Virus and virus like diseases of pome fruits and simulating noninfectious disorders*. Cooperative Extension College of Agriculture and Home Economics, Washington State University, Pullmann, WA.
- Tedeschi R., Baldessari M., Mazzoni V., Trona F., Angeli G. 2012. *Cacopsylla melanoneura* in northeast Italy: its role in the Apple proliferation epidemiology and dynamics of orchard colonization. *Journal of Economic Entomology*. Vol. 105 (2): 322-328.

QUALITY INDICATORS OF GROUNDWATER FOR IRRIGATION OF MEDITERRANEAN PLANT SPECIES

INDICATORI DI QUALITÀ DELLE ACQUE SOTTERRANEE PER USO IRRIGUO SU SPECIE VEGETALI DELL'AMBIENTE MEDITERRANEO

Cristina Muschitiello*, Pasquale Campi, Alejandra Navarro, Marcello Mastrorilli, Rossana M. Ferrara, Gianfranco Rana

Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CRA) – Research Unit for Cropping Systems in Dry Environments (SCA), via C. Ulpiani 5, 70125, Bari, Italy

*muschitiello@gmail.com

Abstract

Groundwater quality indicators for irrigation of Mediterranean plant species was identified within the project called MONITI (*Continuous MONIToring of hydrological trends of groundwater quality parameters for agro-environmental purposes*) afferent to the FESR Apulia Operative Program 2007-2013.

A bibliographic research on national and international journals, integrated with Italian and European laws and regulations, was conducted and both classical water quality indicators (temperature, pH, conductivity and dissolved oxygen) and newer ones (chlorides, nitrates and ammonium) were identified, the latter to be automated on innovative probes. Thresholds for any indicator were defined, differentiated for three different types of crops: food, no-food and urban green. Finally an algorithm was implemented and tested able to indicate the types of crop that can be irrigated with the groundwater as function of the water thresholds previously defined.

Parole chiave

Nitrati, ammonio, cloruri, colture food e no-food, verde urbano

Keywords

Nitrate, Ammonium, Chlorides, food and no-food crops, urban green

Introduction

Groundwater represents the primary source of drinking water in Italian regions and in some cases reaches the 90% of consumes, entailing the need for the implementation of measures of quality control.

Actually, the in situ groundwater monitoring systems detect on-line “classical” parameters such as temperature, dissolved oxygen, pH and electrical conductivity, using multiparametric and thermal-conductometric probes. Other “innovative” parameters, useful to assess the state of water pollution, are already measured in laboratory, but there are not probes for continuously monitoring them in the field.

For a thorough understanding of the type of pollution that may be present in groundwater, within the project called MONITI (*Continuous MONIToring of hydrological trends of groundwater quality parameters for agro-environmental purposes*) afferent to the FESR Apulia Operative Program 2007-2013, chemical and physical measures of quality control were identified that should be monitored continuously together with the parameter traditionally measured. A new monitoring system was assembled that can continuously measure both traditional and new parameters and an algorithm was constructed for on-time identification of the types of crop that can be irrigated with the analysed groundwater.

Materials and Methods

The research and analysis of quality parameters was made on a set of representative Mediterranean common crops, divided into three different quality types: food, no-food and

urban green, including arable crops, vegetable crops, tree crops, cut flowers, flowering plant, shrubbery and trees. Three parameters were chosen to integrate the classical ones used in groundwater quality assessment: chlorides, nitrates and ammonium. Indeed, a high content of chloride would cause an arrest in crops' development for the phenomena of iron chlorosis, but high content of nitrates and ammonium is good for some crops because it represents a nutrient supply (Giardini, 2012). Anyhow, for some food crops, the administration of nitric and ammoniacal nitrogen above a certain threshold could reduce the quality of the product (Caliandro *et al.*, 2001).

Specific thresholds for the seven parameters were identified via a detailed research on national and international books and journal, one for any crop of every group inside each quality type. National and European laws and regulation were, also, consulted, on the one hand in order to ensure that the thresholds found complied with those laws and regulation, on the other hand in order to fill some gaps in the thresholds definition. The first law concerning groundwater quality is the Ministerial Decree 471/1996, replaced in 2006 by Part IV of Title V of Legislative Decree no. 152/2006, known as the *Consolidated environmental script*. It establishes the concentrations of some pollutants in groundwater over which the site is considered potentially contaminated. Unfortunately none of the two Decrees is exhaustive in terms of both pollutant elements and definition of thresholds for specific plant species. For this reason also the Legislative Decree 185/2003 concerning wastewater reuse in agriculture was

consulted and considered for filling the thresholds of parameters for all the selected crops.

Finally, an algorithm was created and implemented with R (<http://www.R-project.org>) that on-time identifies the types of crop that can be irrigated with the analysed groundwater at a given time. The algorithm was trained with the groundwater thresholds previously defined and it was tested via the simulation of groundwater data based on ranges of plausible values for each parameter found in literature and on random dates of years from 2004 to 2010.

Results and Discussion

A general table containing thresholds for each parameter and for any crop's quality type was created. This table also contains the reference indicating where the specific threshold was found and contains the indication "Different threshold for different crops" in all those cases in which thresholds were defined for each crop selected in the pattern of Meriterranean plant species. The general table is reported in Tab.1, while as example the detailed table for Conductivity thresholds in Urban green culture's quality type is reported in Tab.2.

Tab.1 – General table of thresholds and references for parameters and culture's quality type.

Tab.1 – Tabella generale delle soglie e riferimenti bibliografici per ciascun parametro diviso per tipo di qualità delle colture.

Quality index criteria:										
Parameters (Importance order)		Thresholds for Food crops			Thresholds for No-Food crops			Thresholds for urban green crops		
Parameter	Unit	Severity thresh.	Limitation thresh.	Attention thresh.	Severity thresh.	Limitation thresh.	Attention thresh.	Severity thresh.	Limitation thresh.	Attention thresh.
Temperature	°C	>= 2/3 Air temperature (Giardini, 2002)								
pH	pH	< 4,5	< 5,5	< 6,5	< 4,5	< 5,5	< 6,5	< 4,5	< 5,5	< 6,5
		> 8,5			> 8,5			> 8,5		
(Giardini, 2002)										
Conductivity	dS/m	Different thresholds for different crops			Different thresholds for different crops			Different thresholds for different crops		
Dissolved Oxygen (BOD5)	mg/l-l	3 (Caliandro et al., 2001)			250 (D.Lgs 185/2003)			20 (D.Lgs 185/2003)		
Chlorides	ppm	Different thresholds for different crops			250 (D.Lgs 185/2003)			250 (D.Lgs 185/2003)		
Nitrates	mg/l	<50 Class I: water use with no limitation >50 Class II: water use with agronomic limitations (Caliandro et al., 2001)								
Ammonium	mg/l	2 (D.Lgs. 152/2006)								

Tab.2 – Thresholds for conductivity (dS/m) for the "urban green" culture's quality type.

Tab.2 – Soglie di conducibilità elettrica (dS/m) per colture di tipo "verde urbano".

Group	Plant Species	dS/m	Ref.
Shrubbery	Fraxinus pennsylvanica var. lanceolata	2,1	Quist <i>et al.</i> , 1999
	Rosmarinus ojjicinalis	5,4	Niu <i>et al.</i> , 2007
	Nerium oleander	8	Miyamoto, 2008
Trees	Pinus halepensis	1,87	Jordan <i>et al.</i> , 2001
	Pinus pinea	1,87	Jordan <i>et al.</i> , 2001
	Robinia xambigua	1,87	Jordan <i>et al.</i> , 2001
	Ulmus parvijolia	1,87	Jordan <i>et al.</i> , 2001
	Pistacia chinensis	1,87	Jordan <i>et al.</i> , 2001

In the general table the seven parameters are included in their importance order, meaning that when a groundwater sample is analyzed these parameters have to be tested in the

order they are reported and if the sample does not pass one of the test it will considered unsuitable for irrigation.

This logic was used in the algorithm implementation. Indeed, it tests any parameter in succession and stops when one parameter's value is over its thresholds, also returning an error message. For testing the groundwater temperature, time series of air temperature for the target area of the MONITI Program were used. Figure 1 reports the algorithm's output for a case of a sample with a pH value under the limitation threshold of use.

```

$CATEGORY TYPE
[1] "GROUNDWATER QUALITY ? PARAMETERS ALGORITHM"

$DATE
[1] "2004-02-02"

$TEMPERATURETEST
[1] "Temp. = 14°C - (AIRTemperature = 6.37 °C) Water temperature suitable for irrigation
(not less the 2/3 of AIRTemperature) - Ref. Giardini 2002"

$pH
[1] "pH = 3.86 - pH value not suitable for irrigation (< 4.5) - Ref. Giardini 2002"

```

Fig.1 – Sample Output of the Algorithm for groundwater quality definition for irrigation use.

Fig.1- Output di esempio dell'algoritmo di definizione di qualità delle acque sotterranee per fini irrigui.

Conclusions

Groundwater quality parameter's set defined within the MONITI program aims to be a new set of parameters whose sensors might be installed on a new generation of multiparameter probes together with an on-time software based on algorithms of the kind created and presented in this paper. Prototype creation and some test sessions have already been conducted within the cited program and, even if conspicuous data sets still have to be obtained and validated, the analysis made can be considered as a starting point for the construction of a new valid instrument for data gathering and administration. Indeed it can make possible a timely control of groundwater highlighting contamination phenomena and quickly allowing any immediate actions.

Bibliography

Caliandro A., Molinari G., Luca Fornara L., Mecella G., 2001. Qualità delle acque per uso irriguo. Metodi di di analisi delle acque per uso agricolo e zotecnico: pag.11-31. Giardini L., 2012. L'Agronomia. Per conservare il futuro. Patron Editore, Bologna, pp. 704. Jordan L.A., Devitt D.A., Morris R.L. and Neuman, D.S., 2001. Foliar damage to ornamental trees sprinkler-irrigated with reuse water, Irrigation Science 21: pag.17-25. Miyamoto S., 2008. Salt Tolerance of Landscape Plants Common to the Southwest. Texas Water Resource Institute and El Paso Water Utilities, El Paso (TX), pp 37. Niu G., Rodriguez D.S. and Aguiniga L., 2007. Growth and landscape performance of ten herbaceous species in response to saline water irrigation. Journal of Environmental Horticulture 25: pag 204-210. Quist T.M., Williams C.F. and Robinson, M.L.,1999. Effects of varying water quality on growth and appearance of landscape plants. Journal of Environmental Horticulture 17: pag. 88-91.

ANDAMENTO CLIMATICO E INCIDENZA DELLE MALATTIE FITOSANITARIE DELLA VITE IN TRENTINO

WEATHER CONDITIONS AND IMPACT OF VINE DISEASES IN TRENTINO

Maurizio Bottura*, Franca Ghidoni

¹ Fondazione Edmund Mach Centro Trasferimento Tecnologico
*maurizio.bottura@mach.it

Abstract

The temperature has risen in recent decades: from observations since 1989 the average temperature has increased by almost 1.5°C. This has caused an increase in vine growing beyond 800-850 m.a.s.l. and an advance of phenology. There has been an increase in the average annual rainfall with a reduction in the number of rainy events, but an increase in their intensity.

Most rain, higher spring temperatures and milder winters have led to premature ripening of oospores of downy mildew, with higher incidence of primary infections and defence anticipation of more than 10 days.

Also other fungal diseases have adapted to the climate: powdery mildew causes a great impact in the management of defense, even in flat areas.

The temperature increase has allowed the proliferation of new species of insects, while known insects, have adapted the cycle.

Also mealybugs have increased their presence, in addition to the spread of new species as *Planococcus ficus* which, originally from Mediterranean area, nowadays can be found on almost the whole province. This results in more phytosanitary problems, and maturation of the grapes with formation of aromatic compounds in wine not entirely typical of the area.

Parole chiave

Aumento della temperatura; Anticipo fenologia della vite; Maggiore incidenza infezioni primarie peronospora; Maggiore incidenza presenza insetti

Keywords

Temperature increase; Advance phenology of vine; Higher incidence of primary infections of downy mildew; Increased incidence presence of insects

Introduzione

La temperatura negli ultimi decenni si è elevata. In Trentino dalle osservazioni effettuate sul territorio da aprile ad agosto, periodo strategico per la vite, la temperatura media dal 1989 in poi, rispetto al trentennio di riferimento precedente è cresciuta di oltre 1,5°C. Ciò ha determinato un innalzamento della coltivazione della vite che si è spinta, se ben esposta, anche oltre gli 800-850 metri sul livello del mare. Inoltre nella media le fasi fenologiche sono anticipate a cominciare dal germogliamento.

Dagli anni 80 ad ora la comparsa delle prime macchie di peronospora è anticipata mediamente di oltre 10 giorni e anche la virulenza delle infezioni primarie si è molto elevata. Spesso le primarie di peronospora della vite non sono molto evidenti e servono solo da inizio per lo sviluppo delle infezioni secondarie che generalmente sono molto più pericolose.

Negli insetti l'aumento della temperatura ha determinato l'affrancarsi ad altre latitudini di specie che prediligono climi più caldi o reso possibile lo svernamento di insetti che da noi non hanno mai rappresentato un problema.

Materiali e Metodi

Sono stati monitorati molti vigneti di cui riportiamo qui ad esempio alcuni in cui puntualmente tutte le settimane

veniva fatto il rilievo della fenologia. Ciò ha permesso di acquisire uno storico di trent'anni di andamento fenologico su alcune cultivar quali chardonnay e merlot in due zone di fondovalle.

Inoltre sono state rilevate su testimoni non trattati le prime infezioni di peronospora, con la comparsa dopo il periodo di incubazione della macchia d'olio e poi del grappolino colpito dal fungo.

Anche per gli insetti c'è sul territorio una vasta rete di monitoraggio mediante trappole controllate settimanalmente che messa in relazione con le temperature medie più elevate, ha determinato l'affermarsi di più generazioni sui lepidotteri, e un allungamento del ciclo in insetti monovoltini come *lo Scafoideus titanus*.

Risultati e Discussione

L'aumento della temperatura in generale ma soprattutto nel periodo primaverile estivo ha determinato un anticipo delle fasi fenologiche di almeno una settimana media in trent'anni. Questo risultato vale sia per la fase del germogliamento, ma anche della piena fioritura (50% fiori aperti), che dell'invaiaitura. Una minor relazione lega l'anticipo fenologico con la vendemmia, anche perché essa non è strettamente legata alla maturazione fisiologica in

senso stretto, ma alle condizioni climatiche, alla sanità dell'uva e agli obiettivi enologici.

Per quanto riguarda le malattie fitosanitarie si evince chiaramente come le infezioni primarie di peronospora primaria negli anni 90 erano frequenti a partire dalla seconda terza decade di maggio, ora invece si evidenziano già nella prima decade di maggio, se non anche nell'ultima settimana di aprile.

Conclusioni La conclusione che possiamo trarre è che l'anticipo vegetativo e le temperature più elevate hanno portato un aumento delle problematiche fitosanitarie in vigneto, sia di origine funginea come la peronospora che per gli insetti.

Ciò determina maggiori problematiche fitosanitarie da affrontare, oltre a maturazioni del prodotto uva che spesso avviene con temperature elevate ed escursioni termiche ridotte rispetto ad un tempo, e quindi il determinarsi di composti aromatici nel vino non del tutto tipici della zona.

Fig. 1- Incremento della temperatura da aprile a agosto in San Michele all'Adige, Trentino, Italia

Fig. 1 – Temperature increase from April to August in San Michele all'Adige, Trentino, Italy

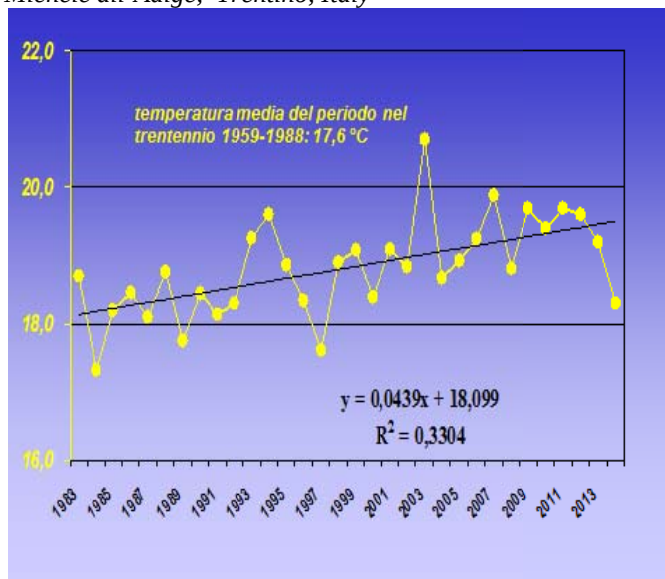
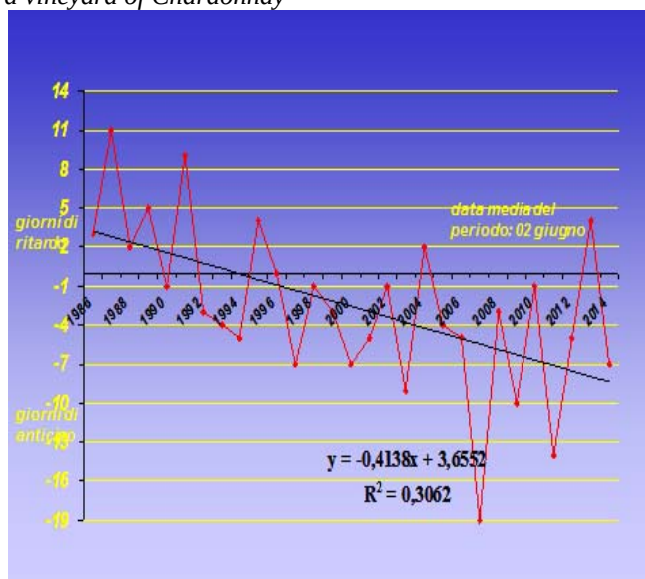


Fig. 2- Anticipo della piena fioritura dal 1986 al 2014 in un vigneto di Chardonnay

Fig. 2 – Advance of the full blossom since 1986 to 2014 in a vineyard of Chardonnay



ANALISI DI 15 ANNI DI CONFERIMENTO DI UVE MONTEPULCIANO A UNA CANTINA DELL'ABRUZZO IN RELAZIONE ALLE DISPONIBILITÀ TERMICHE

ANALYSIS OF 15 YEARS OF MONTEPULCIANO GRAPE DELIVERY TO A WINERY IN THE ABRUZZI IN RELATION TO THERMAL AVAILABILITY

Oriana Silvestroni ¹, Nicola Pallini ¹, Bruno Di Lena ², Vania Lanari ^{1*}, Alberto Palliotti ³

¹ Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali, Università Politecnica delle Marche, Via Brecce Bianche, 60131 Ancona

² Centro Agrometeorologico Regionale Scerni, contrada Colle Comune 11, 66020 Scerni (Chieti)

³ Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali, Università degli Studi di Perugia, Borgo XX giugno 74, 06128 Perugia

*v.lanari@univpm.it

Abstract

The investigation analyzed the harvest data coming from the archives of a social wine cellar, with over 300 members conducting about 1000 hectares of vineyards in the Abruzzi region (Central Italy). The harvest data of the cv Montepulciano, during 2001-2014 time period, were related with some thermal indices calculated from the data registered by a meteorological station in the area. The harvest date and the grape yield per surface unit area resulted linked to the thermal availability of the main period of shoot growth (March-June). The negative slope of the regression lines shows that high temperatures at the beginning of the season lead to an earlier harvest date and a decline in yield. The berry sugar accumulation is, instead, positively influenced by the increase in thermal availability during ripening (from July to September).

Parole chiave

Concentrazione zuccherina, produzione, temperatura, vendemmia

Keywords

Sugar concentration, yield, temperature, harvest

Introduzione

Il repentino aumento termico registrato in Abruzzo tra il 1984 e il 1998 è risultato strettamente connesso ad un rapido anticipo della data di inizio vendemmia del Montepulciano nelle stesse aree (Di Lena et al., 2012), ma non ha indotto modifiche della data di germogliamento. In questo nuovo contesto climatico, la vendemmia del Montepulciano è cominciata con 10-15 giorni di anticipo rispetto al periodo 1970-1990.

La presente indagine ha preso in esame, nell'attuale contesto climatico, l'evoluzione di 15 anni di conferimenti di uve Montepulciano a una cantina sociale dell'Abruzzo mettendoli in relazione con il decorso termico stagionale.

Materiali e Metodi

L'indagine è stata condotta analizzando gli archivi dei conferimenti di Montepulciano alla cantina sociale di Ortona (CH), che raggruppa oltre 300 soci, che gestiscono circa 1000 Ha di vigneto quasi esclusivamente allevato a tendone. Per il periodo 2001-2014 e per ogni socio erano indicate: superficie investita a vigneto, data di ogni conferimento, quantità di uva conferita e grado zuccherino (Babo) dell'uva. I dati sono stati elaborati per determinare la data mediana di vendemmia, l'entità della produzione per Ha e la concentrazione zuccherina media delle uve complessivamente conferite tra il 7 e il 16 Ottobre di ogni anno.

I dati termici giornalieri, rilevati dal Servizio Idrografico Regionale (Protezione Civile) della regione Abruzzo, sono stati elaborati per calcolare le disponibilità termiche espresse come: i) somma delle temperature attive ($TA = T_{med} - 10^{\circ}C$); ii) somma delle temperature troncate ($TT = TA$ se $T_{med} < 19^{\circ}C$, altrimenti $TT = 9^{\circ}C$); iii) somma eliometrica di Huglin ($H = ((T_{med} - 10^{\circ}C) + (T_{max} - 10^{\circ}C)) / 2 \cdot k$). Per ogni anno è stato calcolato il contributo termico di ciascun mese e le disponibilità termiche fino alla data mediana di vendemmia.

Risultati e Discussione

La mediana della data di vendemmia, desunta dall'analisi del conferimento delle uve alla cantina di Ortona negli anni 2001-14, si è collocata tra il 14 Settembre e il 14 Ottobre, con la media attorno al 3 Ottobre e un coefficiente di variabilità della media (CV) del 3%. Nel medesimo arco temporale l'accumulo termico registrato tra l'inizio di Marzo e la data mediana di vendemmia è stato di circa 2204 unità TA con un CV del 6,6%. Le unità TT accumulate sono state attorno a 1454 con un CV del 4,5%, mentre le unità H sono risultate 2666 con un CV di 7,4%.

L'analisi delle regressioni tra disponibilità termica e dati di vendemmia, ha mostrato che il periodo Marzo-Giugno si presenta cruciale nell'influenzare la data di vendemmia e la capacità produttiva dei vigneti. L'estensione delle sommatorie termiche all'intero periodo vegetativo (Marzo-Ottobre) ha portato ad un abbassamento dei coefficienti di

determinazione con i due parametri sopra riportati. I coefficienti di determinazione più elevati sono stati ottenuti impiegando le sommatorie di TA.

Analogamente a quanto già riportato da Di Lena et al. (2012), la data di vendemmia del Montepulciano è stata influenzata dalle temperature del periodo corrispondente alla fase di crescita dei germogli, compresa tra Marzo e Giugno (Fig. 1). La retta di regressione con pendenza negativa indica che più le temperature sono elevate all'inizio della stagione di crescita e più la raccolta sarà anticipata. Anche l'uva prodotta per unità di superficie è risultata influenzata negativamente dall'andamento termico del periodo primaverile, relativo ai mesi da Marzo a Giugno (Fig. 2). La concentrazione zuccherina delle uve conferite tra il 7 e il 16 Ottobre di ciascun anno è stata invece correlata positivamente alla disponibilità termica dei mesi estivi (Luglio-Settembre) durante i quali avviene la maturazione degli acini (Fig. 3).

Conclusioni

La conoscenza delle disponibilità termiche accumulate durante la prima parte del ciclo vegetativo della vite (Marzo-Giugno), può fornire indicazioni utili per la previsione della data di vendemmia e della potenzialità produttiva dei vigneti di Montepulciano nel comprensorio di Ortona. Un importante accumulo termico tra Marzo e Giugno può essere considerato un segnale di una vendemmia verosimilmente precoce e non molto abbondante.

Gli accumuli termici del periodo estivo (Luglio-Settembre) non incidono sulla data di vendemmia, ma sulla concentrazione zuccherina delle uve, che aumenta all'aumentare della disponibilità termica.

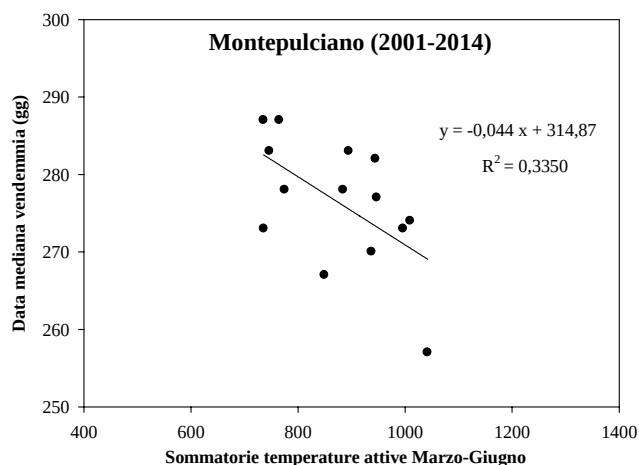


Fig.1 – Somme termiche primaverili e data mediana di vendemmia. Sono riportati equazione della retta di regressione (y) e coefficiente di determinazione (R^2).

Fig.1- Growing degree days (March-June) and harvest date. The regression line equation (y) and the determination coefficient (R^2), are shown.

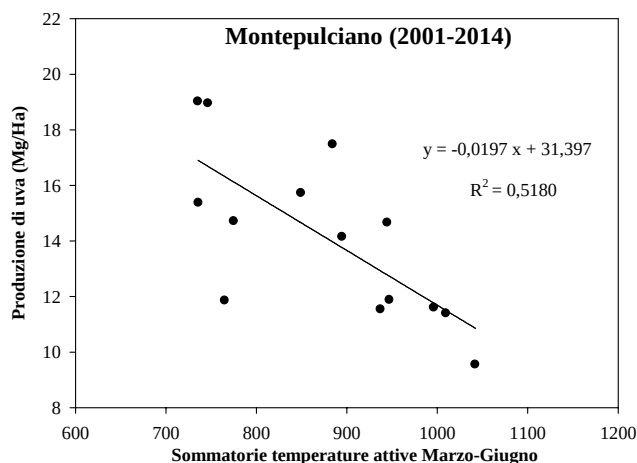


Fig.2 – Somme termiche primaverili e produzione di uva per ettaro. Sono riportati equazione della retta di regressione (y) e coefficiente di determinazione (R^2).

Fig.2- Growing degree days (March-June) and yield per hectare. The regression line equation (y) and the determination coefficient (R^2), are shown.

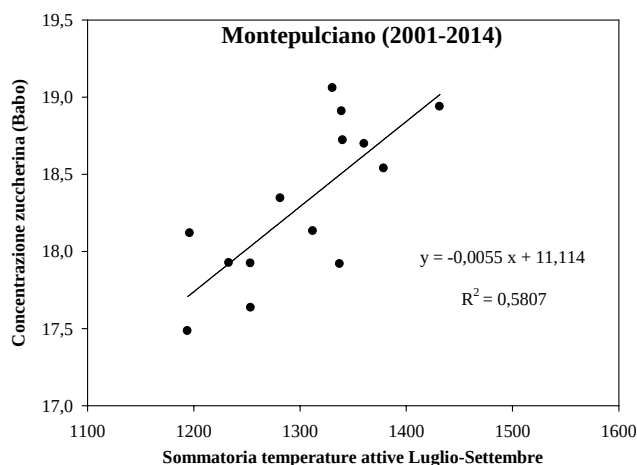


Fig.3 – Somme termiche estive e concentrazione zuccherina delle uve. Sono riportati equazione della retta di regressione (y) e coefficiente di determinazione (R^2).

Fig.3- Growing degree days (July-September) and berry sugar concentration. The regression line equation (y) and the determination coefficient (R^2), are shown.

Bibliografia

Di Lena B., Silvestroni O., Mariani L., Parisi S., Antenucci F., 2012. European climate variability effects on grapevine harvest date time series in the Abruzzi (Italy). *Hacta Horticulturae*, 931: 63-70.

PERFORMANCE DI CULTIVAR INTERNAZIONALI E LOCALI IN NUOVE AREE DI COLTIVAZIONE DELL'OLIVO DA MENSA IN SARDEGNA

PERFORMANCE OF INTERNATIONAL AND LOCAL TABLE OLIVE CULTIVARS IN NEW CULTIVATION AREAS OF SARDINIA

Pierpaolo Pazzola¹, Marcello Cillara¹, Pierfrancesco Deiana¹, Sandro Dettori¹, Andrea Motroni², Mario Santona¹, Antonio Montinaro³, Maria Rosaria Filigheddu^{1*}

¹ DIPNET– Department of Science for Nature and Environmental Resources, University of Sassari, via De Nicola 9, 07100, Sassari (SS)

² ARPAS– Regional Agency for Environmental Protection – Sardinia, viale Porto Torres 119, 07100, Sassari (SS)

³ LAORE– Regional Agency for the Implementation of Programs in Agriculture and Rural Development – Sardinia, via XXV Luglio 12, 07044, Ittiri (SS)
[*mrfile@uniss.it](mailto:mrfile@uniss.it)

Abstract

Table olive national market is based on both national and international specialized cultivars and on well adapted local “double attitude” (oil and table production) varieties that usually guarantee a high typical qualitative production due to their heterogeneity. This study is aimed at valuating the possibility of spreading and comparing local, national and international table olive cultivars in internal areas of Sardinia. These areas are potentially suitable for cultivars with high chilling unit requirements and highly susceptible to olive moth attacks. The areas of cultivation present different agrometeorological characteristics: in the southern traditional area, average annual GDD are 44% higher than in the north new area, while Chilling Units accumulation is about 39% lower. The Sardinian cultivars Nera di Gonnos and Tonda di Cagliari present good adaptability in the northern area of cultivation, and a higher resistance to olive moth compared to national and international cultivars. The study confirms how preliminary investigation on land suitability to new potential areas of cultivation and new solutions in fighting olive moth attacks in relation to cultivar characteristics are necessary.

Parole chiave

Olea europaea, Germoplasma, Gradi giorno, Fabbisogno di freddo, *Bactrocera oleae*

Keywords

Olea europaea, Germplasm, Growing Degree Days, Chilling Units, *Bactrocera oleae*

Introduzione

La filiera nazionale dell'olivo da mensa utilizza sia cultivar specializzate con drupe di sicuro valore merceologico - nazionali e internazionali- sia varietà locali “a duplice attitudine” ben adattate all' ambiente di coltivazione e, nella loro eterogeneità, potenziale base per un prodotto di elevata tipicità. La Sardegna, quarto produttore italiano del settore, ha conservato sino agli Anni Ottanta del secolo scorso l'ordinamento spaziale e il patrimonio varietale affermatosi nel secolo XIX. La Riforma Agraria avviata negli Anni Sessanta ha avviato il cambiamento con un modello “toscano” che ha fornito deludenti risultati, mentre successive misure di sostegno hanno sia contaminato il germoplasma locale con varietà calabresi e siciliane sia diffuso modelli di olivicoltura intensiva in aree del tutto nuove per la coltura. La ricerca valuta la possibilità di espandere l'olivicoltura da mensa in areali “interni” della Sardegna con ridotte sommatorie termiche e cumulati di ore di freddo decisamente superiori (Tura *et al.*, 2008), confrontando al contempo il patrimonio varietale locale con varietà nazionali e internazionali (Mulas *et al.*, 2012). Questi nuovi ambienti di coltivazione potrebbero, d'altra parte, meglio soddisfare le esigenze in freddo di varietà ad alto fabbisogno (Milella e Deidda, 1968) e, presumibilmente, condizionare l'incidenza della mosca delle olive (*Bactrocera oleae*, Rossi), insetto chiave della coltura (Walnut *et al.*, 2012).

Materiali e Metodi

Il piano sperimentale confronta un tradizionale areale di coltivazione della Sardegna sud-occidentale (Gonnosfanadiga, MC; 39°30'25" N; 8°42'46" E) con un ambiente “interno” dell'area settentrionale (Chilivani, SS; 40°37'45" N, 8°53'00" E) dove è ubicato un impianto intensivo che ben rappresenta il modello più recente di olivicoltura: densità elevata (6x3 m); irrigazione a goccia; suolo inerbito e “non lavorato”; presenza di cv locali e internazionali con piante di 15 anni di età. In particolare le due più importanti varietà locali a duplice attitudine (originarie della Sardegna meridionale: Nera di Gonnos e Tonda di Cagliari) sono affiancate da cv siciliane (Nocellara del Belice ed Etnea) e spagnole (Gordal). I rilievi, eseguiti tra il 2010 e il 2013, hanno interessato 10 piante per cv, scelte a random nell'ambito di grandi parcelle di 1 ha per cv, delle quali si è accertato il vigore vegetativo e registrate le principali fenofasi, nonché monitorato l'accrescimento e la maturazione delle drupe. Alla raccolta “verde” si è quantificata la produttività varietale e le principali caratteristiche morfologiche e tecnologiche delle drupe, ivi compresa l'incidenza di frutti danneggiati dalla mosca delle olive. La difesa ha rispettato il protocollo per la lotta integrata della Regione Sardegna.

Risultati e Discussione

L'areale meridionale mostra un regime termico più elevato sia nei valori minimi che in quelli massimi con cumulati in gradi giorno superiori del 44% su base annua (6300 e 3500 GDD, rispettivamente). Lo scostamento è confermato anche per le sommatorie stagionali, con differenze importanti nel trimestre luglio-settembre (Fig. 1).

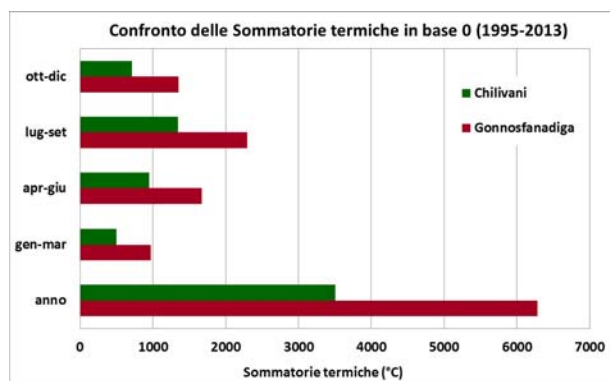


Fig.1 - Confronto tra le sommatorie termiche nei due siti di coltivazione, calcolate in base 0, per l'intero anno e le stagioni (periodo di riferimento 1995-2013)

Fig.1- Annual and seasonal Growing Degree Days for the two study sites, estimated with 0 threshold for the reference period 1995-2013.

L'accumulo di unità di freddo, calcolate secondo il metodo UTAH, è decisamente più elevato nell'areale settentrionale di coltivazione, con differenze medie annue che superano il 60% (192 e 76 CU, rispettivamente).

Il diverso contesto ambientale, e in particolare il regime termico in fioritura e allegagione, rappresentano la probabile causa dei superiori livelli produttivi riscontrati nell'areale meridionale nelle campagne olivicole 2010-2013, per le due citate varietà locali, con circa 70 q/ha, quindi più che doppi per la Nera di Gonnos e superiori del 63% nel caso della Tonda di Cagliari (Tab. 1).

Tab.1 - Confronto dei parametri quanti-qualitativi (valori medi delle campagne di raccolta 2010-2013)

Tab.1 - Mean values of quantitative and qualitative parameters of 2010-2013 olive yield campaign.

Varietà	Peso (g)	Durezza polpa (q/mm ²)	Rapp. polpa /nocciolo	Prod. (q/ha)
Nocellara del Belice	5.8	647	5.1	29.1
Nocellara Etnea	4.9	698	3.9	25.7
Nera di Gonnos	5.1	772	4.8	32.6
Gordal	7.9	599	4.6	37.0
Tonda di Cagliari	5.4	776	4.7	25.9

Le performance delle cinque varietà nel nuovo areale di coltivazione sottolineano la versatilità delle due varietà locali con livelli produttivi medio-alti e una maggiore resistenza agli attacchi della mosca delle olive, presumibilmente per la notevole durezza della polpa (Gonçalves *et al.*, 2012).

Le varietà Gordal e, in misura minore, Nocellara del Belice, pur essendo caratterizzate da elevato (7,9 g) e medio-alto (5,8 g) peso del frutto, presentano i più bassi valori di durezza della polpa e la più alta suscettibilità agli attacchi

della mosca (infestazioni mediamente pari al 20% per i quattro anni di osservazione contro un massimo del 5% per le cv locali) la cui popolazione non sembra trovare alcun limite ambientale nell'areale settentrionale e "interno".

Conclusioni

La ricerca, ribadita l'opportunità di preliminari verifiche all'introduzione dell'olivo da mensa in nuove aree di coltivazione, conferma la plasticità delle due cultivar meridionali Nera di Gonnos e Tonda di Cagliari che uniscono elevato vigore vegetativo a buone rese e frutti di dimensioni non elevate ma dalla polpa consistente e, quindi, meno esposti a danni in fase di raccolta, e successiva manipolazione, e alla puntura della mosca delle olive. La Gordal si conferma capace di dare drupe di elevata pezzatura ma, in contrasto con quanto in precedenza riscontrato in un'area litoranea della stessa Sardegna settentrionale (Dettori *et al.*, 1989), evidenzia anche una buona capacità produttiva. La Nocellara Etnea è indubbiamente la cultivar che meno si è adattata alle condizioni pedoclimatiche del sito di studio.

Gli attesi provvedimenti restrittivi sull'uso dei fosfororganici, come il dimetoato, rivalutano non solo le tecniche alternative di lotta ma anche le varietà di olivo, specializzate da mensa o derivate dalla duplice attitudine, i cui frutti siano dotati di naturale resistenza alle punture della mosca delle olive.

Bibliografia

- Dettori S., Fiori P., Tedde M., 1989 - Comportamento bio-agronomico di alcune cultivar di olivo da mensa in Sardegna. L'Informatore Agrario, 45, 47: 63.
- Gonçalves M.F., Malheiro R., Casal S., Torres L., Pereira J.A., 2012. Influence of fruit traits on oviposition preference of the olive fly, *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera: *Tephritidae*), on three Portuguese olive varieties (Cobrançosa, Madural and Verdeal Transmontana). Scientia Horticulturae, 145: 127-135.
- Milella A., Deidda P., 1968. Le esigenze in freddo dell'olivo. Relazioni tra le caratteristiche termiche invernali e cascola preantesi delle gemme, aborto dell'ovario ed allegagione. Studi Sassaesi, Sez. III, Ann. Fac. Agr., XVI, 1: 3-22.
- Mulas M., Dettori S., Filigheddu MR, Bandino G., Sedda PG, Montinaro A., 2012. Esperienze di coltivazione dell'olivo da mensa in Sardegna. In "L'Olivicoltura da mensa in Sardegna e Sicilia", 4 novembre 2011, Sassari. Quaderni I Georgofili, 2011-IV: 25-36.
- Tura D., Failla O., Pedò S., Gigliotti C. Bassi D., Serraiocco A., 2008. Effects of seasonal weather variability on olive oil composition in northern Italy. Acta Horticulturae, 791: 769-776.
- Walnut ME., Perri E., Scalercio S., Iannotta N., 2012. Phenolic compounds and susceptibility of olive cultivars to *Bactrocera oleae* (diptera: *Tephritidae*) infestations and complementary aspects: a review. ISHS Acta Horticulturae 1057: VII International Symposium on Olive Growing: 177-183.

GELATE IN UNA VALLE ALPINA: RISULTATI DAL PROGETTO GEPRI

FROST PHENOMENA IN AN ALPINE VALLEY: RESULTS FROM THE GEPRI PROJECT

Massimiliano de Franceschi¹, Dino Zardi¹, Lorenzo Giovannini^{1*}

¹ Gruppo di Fisica dell'Atmosfera, Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Meccanica, Università di Trento, via Mesiano 77, 38123 Trento
*lorenzo.giovannini@unitn.it

Abstract

The project Ge.Pri. started in 2002 in Trentino, aiming at better characterizing the nighttime cooling over complex terrain. The experimental setup allowed the identification of different processes, such as radiative cooling and advection of cold air, which characterize the nighttime behaviour of air temperature close to the ground. In particular, a 6 m high thin mast was set up to measure temperature profiles in the surface layer, while a radiation measurement system was installed for analysing the radiation balance of solar and infrared radiation. Moreover, turbulent heat fluxes were measured with a three-axis sonic anemometer. The contribution focuses in particular on the description of an event in which great damages were caused by the activation of protection sprinklers in a night characterized by the advection of cold and dry air masses from north.

Parole chiave

Frost phenomena, radiative balance, surface layer, cold air advection, Adige Valley

Keywords

Gelate, bilancio radiativo, strato superficiale, avvezione di aria fredda, val d'Adige

Introduction

A relevant damage factor for crops is frost, which can cause severe destruction of fruit, vegetables and plants. The damage is characterized by explosive ice formation inside the cells, which ruptures cell membranes and kills the cells, and hence the tissue or perhaps the entire plant. In general, younger tissues have a greater water content, and tend to freeze at a higher temperature, hence shoot tips, emerging leaves and developing inflorescences tend to be most sensitive to frost. Late frost is increased by the enhancement of low temperature episodes in spring and the concomitant early-blooming consequent to higher winter temperatures induced by the earth global warming (Rosenzweig and Hillel, 1993; Ruttan, 1994). On the basis of the physical processes which determine it, frost events are usually distinguished in two main kinds: radiative and advective. Radiation frost is produced by heat loss for pure radiation during nighttime: starting at sunset, the ground surface radiates and its temperature decreases till the sun rises again the morning after. Under still air conditions, no turbulent exchange occurs and the air above the surface irradiates and loses heat as well, though less rapidly. As a consequence, air layers closer to the ground become cooler than those at higher levels. This produces nocturnal ground-based inversions, which are stronger when the air is still and the sky is clear. As opposed to radiation frost, advection frost is a non-local phenomenon produced by the advection of cooler air from local- and/or larger-scale winds.

The project Ge.Pri. (Gelate Primaverili, Spring Frosts) started in 2002 in Trentino, aiming at better characterizing the night-time cooling over complex terrain, by means of the analysis of data from targeted field campaigns, and at implementing numerical models to predict the minimum

temperatures. This contribution focuses on the description of an event in which great damages were caused by the activation of protection sprinklers in a night characterized by the advection of cold and dry air masses from north.

Materials and methods

The field campaign was performed in an apple orchard in the Adige Valley, in the eastern Italian Alps, at the Agricultural Research Area "Maso delle Part", in the River Adige Valley, near Mezzolombardo, (46.22° N, 11.08° E), at an elevation of 203 m a.s.l. The average height of the surrounding crests rise approximately 1200 m above the valley floor on the western side and 600 m on the eastern side. At the experimental site, an automated weather station (AWS) is operated since 1999 in support of agricultural practices. A second AWS was located in the middle of a cut-block, with sensors of the same type, except for the addition of a wind-vane. Moreover the averaging period was setup to 10 min instead of 1 h as usually adopted for standard AWS observations in the area. In addition, a 6 m high thin mast with a series of thermocouples at 6 height levels was set up to measure temperature profiles in the surface layer from 0.3 m to 5 m above the ground. A radiation measurement system was installed 2 m above the ground, between two rows of trees approximately 1.5 m apart, composed of a CNR1 radiometer (Kipp & Zonen), intended for separately analyzing the radiation balance of solar and long-wave radiation. A soil heat flux sensor (L.S.I. Lastem DPE260) was installed 1 cm below the ground surface near the radiometer, so as to complete the surface energy balance. Turbulent heat fluxes were measured by the eddy correlation technique at a height of 6 m above the ground, 3.5 m above the canopy top (hence 4 m above the displacement height estimated in 2 m). The

three wind speed component and sonic temperature fluctuations were measured with a three-axis sonic anemometer (Gill Solent Mod. HS Research). Water vapor and carbon dioxide fluctuations were measured with an infrared open path gas analyzer (LiCor LI-7500). Data were sampled at 20 Hz. The coordinate system of the sonic anemometer was locally aligned to the streamlines following Kaimal and Finnigan (1994), but limiting the procedure to a double rotation only.

Results and Discussion

From all the meteorological data collected during the experiment, one night (between 4 and 5 March 2004) unperturbed by clouds and characterized by high pressure conditions have been chosen for a more detailed description of the cooling processes which could lead to potentially dangerous late-frost events. This night is representative of a more general and frequent behaviour under same general meteorological conditions, hence the choice of limiting the analysis to this night only is not restrictive.

The local sunset, identified not only by the classical astronomical relationships, but also as the time when the direct downward shortwave equals zero, occurred about at 1530 LST (UTC+1), even if the diffused shortwave radiation remained until 1750 LST.

The observed temperature decrease can be divided into 4 steps. The first step lasts from 1600 LST to 1840 LST and is characterized by the persistence of a rather strong up-valley wind (around 3 m s^{-1}). Hence the turbulent exchanges are quite high, but the two heat fluxes present a very different behaviour, with a positive latent heat flux and a negative sensible heat flux (it reaches -35 W m^{-2} at 1800 LST, a short time after the sunset). The up-valley wind ends at 1840 LST, when the intensity is less than 0.5 m s^{-1} , and consequently the turbulent fluxes become almost zero. During this first period the air temperatures show a large reduction, of about 2.5°C per hour, the same at every height, thus inducing a temperature decrease from 14°C to 6°C . In this phase the cooling process displays a mixed behaviour with both radiative and advective effects which are difficult to separate, and it is also relatively fast because of the large turbulent exchange due to the high wind intensity.

The second step lasts from 1840 LST until 2050 LST and is characterized by a weak wind intensity from 250°N , from the mountain slopes to the West of the site. The temperature decrease is slower in comparison to the previous phase, and the air temperature stratification becomes stronger, with the lower height temperatures that decrease much more rapidly than the higher one: the temperature measured at 0.3 m above the ground is about 5°C lower than the one at 5 m .

The third step lasts only 30 minutes (from 2100 LST to 2130 LST), is characterized by a very fast decrease of the temperature at every height and is related to the arrival of cold air advected by a weak katabatic flow from the North. In this phase, the air temperature at 5 m decreases of about 3°C , while that at 0.3 m of about 1.5°C : the stratification is

still present but its intensity is reduced to 4°C between the uppermost and lowermost levels. At 2130 LST begins the fourth step (the last and the longest) that ends at 0650 LST the day after. During this period the temperatures decrease of about 4°C in 10 hours at every height, and the stratification intensity remains approximately constant (3°C). The wind is very weak, less than 0.5 m s^{-1} , and the turbulent heat fluxes are negligible. The cooling process is exclusively radiative and long-wave net radiation balances the ground heat flux.

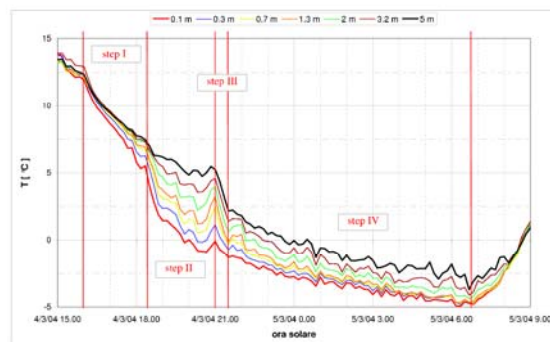


Fig.1 - Temperature a diverse altezze dal suolo nella notte tra il 4 e il 5 marzo 2004.

Fig.1- Temperatures at different heights above ground level in the night between 4 and 5 March 2004.

Conclusions

The data collected at a rather complex agricultural site in the River Adige Valley (Trentino, Italy) during the night between 4 and 5 March 2004 were analysed and reported here. The attention devoted to the nocturnal cooling processes under fair weather conditions showed the occurrence of a rather clear sequence of 4 distinct phases which substantially alternate advective and radiative effects. The analysis highlighted also the presence of a strong ground-based thermal inversion in the lowest atmospheric layers, leading to potentially dangerous situations for crops.

References

- Kaimal JC, Finnigan JJ., 1994. Atmospheric boundary-layer flows: Their structure and measurement. Oxford University Press, New York, 289 pp.
- Rosenzweig, C., Hillel, D., 1993. Agriculture in a greenhouse world: potential consequences of climate change. Nat. Geogr. Res. Explor. 9, 208-221.
- Ruttan, V., 1994. Agriculture, environment, and health: sustainable development in the 21st century. University of Minnesota Press, Minneapolis, 416 pp.

PRODUCTION AND HARVEST SCHEDULE OF CAULIFLOWER AND RADICCHIO IN THE MOUNTAIN AREAS OF SOUTH TYROL

PRODUZIONI E PERIODO DI RACCOLTA DEL CAVOLFIORE E RADICCHIO NELLE AREE MONTANE DELL'ALTO ADIGE

Martina Mayus, Arndt Kunick*, Markus Hauser, Roland Zelger, Giovanni Peratoner

Sperimentazione agraria e forestale, Vadena, La imburg 6, 39040 Ora (Alto Adige)

* Arndt.Kunick@provinz.bz.it

Abstract: The project aims to identify and visualize in a webGIS-based application the suitable cultivation areas of 8 vegetable species in the mountain regions in South Tyrol. The growth potential of these vegetables at high elevation will be assessed using a simple harvest prediction model and through field experiments. From 2012 -2014 field studies with cauliflower and radicchio have been performed on 21 sites spread all over South Tyrol at altitudes from 250 to 1700 m. On each site temperature, yield and the harvest period were recorded. In all years cauliflower and radicchio reached the harvest maturity with a good product quality. The average weights per head were 1.11 and 0.35 kg for cauliflower and radicchio, respectively. In all years the course of the temperature sum was similarly decreasing with altitude, in particular for cauliflower. Data from a regional long-term experiment at 900 m provided information on temperature requirements of the 8 crops. The multi-site and multi-year, field data will be used for the calibration and evaluation of the harvest prediction model.

Keywords: harvest schedule, cauliflower, radicchio, mountain farms, South Tyrol

Parole chiave: epoca di raccolta, cavolfiore, radicchio, aziende montane, Alto Adige

Introduction

Mountain farming is a very cost intensive way of crop production. The incorporation of a cash crop into the farming system could help farmers to improve their income. For South Tyrol's mountain regions vegetables are suitable cash crops for two known reasons: i) good market prices and ii) technically feasible. However, the ecological potential for vegetables has never been investigated in this region. The project VEGEMONT aims at assessing the growth potentials of 8 vegetable species for mountain regions in South Tyrol and at making this information accessible by means of a Web-GIS application. A simple empirical model, mainly based on temperature sum, will be used to estimate the time of harvest for various planting dates. Since empirical models are only precise for the ecological conditions for which they are calibrated, the relevant data, i.e. temperature and temperature sum requirements are required for the different sites and vegetable species for model calibration and evaluation (Wurr & Fellows 2000). Therefore, VEGEMONT will build on intensive investigations of the regional growth of these vegetables. Data from multi-site and multi-year field studies have been combined. This paper summarizes major findings concerning temperature requirements and growth of cauliflower and radicchio in South Tyrol.

Material and Methods

From 2012-2014 field studies with *Brassica oleracea* (cauliflower) and *Cichorium intybus* (Radicchio Rosso di Treviso Precoce) have been conducted at 21 sites spread all over South Tyrol at altitudes from 250 to 1700 m. Regionally relevant cultivars of cauliflower (Balboa) and radicchio (Fiero) were planted at 4-leaf stage with 4 replications at the end of May to avoid frosts. The plots

consisted of 100 plants (cauliflower: 0.65 x 0.42 cm, radicchio: 0.32 x 0.32 cm) and were irrigated. On each site air temperature at 2 m, the marketable yield (heads) and the harvest dates were recorded; the respective temperature sums were computed. Results from local long-term field studies at the vegetable research station Eyrs (900 m, Vinschgau), have been analysed for regional temperature requirements of the 8 selected species and for the derivation of model parameters. The parameter estimation was performed with a general linear mixed model. With respect to cauliflower, statistical estimates of temperature sum ($T_{base} = 0$) from planting to head maturity were computed for early (25.3.-15.5.), middle (16.5.-15.6.) and late (16.6.-10.7.) planting periods.

Results and discussion

A major outcome of the multi-site experiment is that cauliflower and radicchio could be harvested with a reasonable market quality at all sites in all three years. The yield variation between the sites (Table 1) cannot be explained by temperature sum or altitude.

Tab.1 - Cauliflower and radicchio heads: minimum, maximum and mean weights over 21 sites, South Tyrol.

Tab.1 - Produzioni minima, massima e media di cavolfiore e radicchio: in 21 siti sperimentali, Alto Adige.

vegetable species	weight of heads (kg)		
	2012	2013	2014
cauliflower	0.61 – 1.56 $\mu = 1.03$	0.82 – 1.38 $\mu = 1.10$	0.88 – 1.37 $\mu = 1.11$
radicchio	0.14 – 0.36 $\mu = 0.27$	0.18 – 0.39 $\mu = 0.26$	0.14 – 0.42 $\mu = 0.28$

The average weights per head are comparable to those found at the vegetable research station Eyrs (Hauser et al. 2014, 2012).

In general, the time from planting to maturity increased with altitude, most of all for radicchio, whereas early planting seems to shorten the time to head maturity for cauliflower (data not shown). At that time ambient temperatures might match the vernalization optimum and thus shorten the vegetative period. Wurr and Fellows (2000) found that curd induction of cauliflower is achieved at lower ambient temperatures in early summer crops compared to winter cauliflower. The course of the cauliflower temperature sum showed always a similar and significant decrease with altitude (Fig. 1).

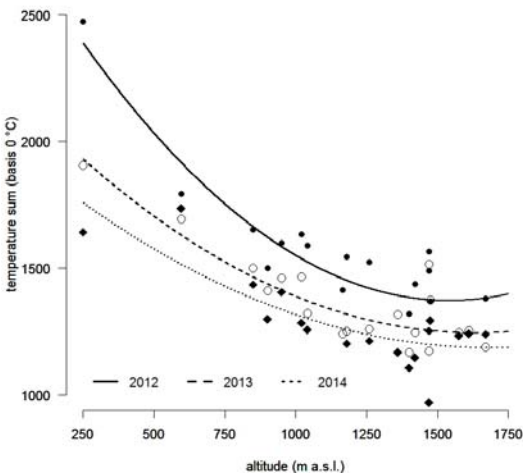


Fig. 1: - Estimates of temperature sum (planting – maturity, $T_{base} = 0$) of cauliflower in relation to the altitude of 21 experimental sites, South Tyrol, 2012-2014.

Fig. 1: - Somme di temperatura ($T_{base} = 0$) del cavolfiore dall'impianto alla raccolta lungo un gradiente altitudinale in 21 siti sperimentali, Alto Adige, 2012-2014.

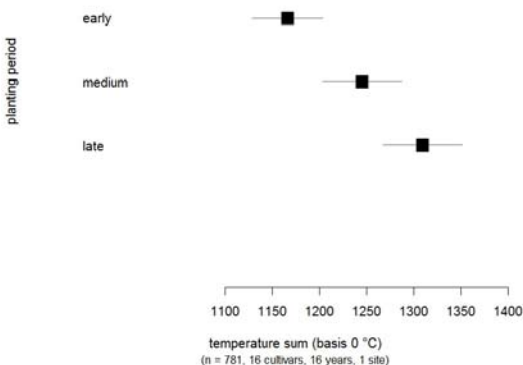


Fig. 2: - Estimates of temperature sum (planting – maturity, $T_{base} = 0$) of cauliflower (16 cultivars) in dependence of the planting period at Eyrs, South Tyrol, 1996-2011.

Fig. 2: - Somme di temperatura ($T_{base} = 0$) a seconda del periodo di impianto alla stazione sperimentale Oris, Alto Adige, 1996-2011.

For radicchio this relation was weaker and not significant in 2013. The estimates of cauliflower temperature sum, based on the multi-year data from Eyrs, differed significantly between the early and the late planting periods (Fig. 2). The lowest demand of temperature sum till head maturity was estimated for the early (Wurr 1990), the highest for the late planting period. At Eyrs field studies also revealed that cauliflower and radicchio have lower temperature sum requirements in a cold than in warm growing season. Obviously the plants adapt to the ambient temperature during juvenile phase with respect to the optimum temperatures for curd induction and duration.

Conclusions

The multi-site experiments reveal: the temperature sums are probably sufficient to grow cauliflower and radicchio at the 21 experimental sites for planting around end of May. Further possible planting dates will be investigated using the harvest prediction model. The multi-year experiments provided reference values for the temperature sum till maturity of 8 vegetable species, which may differ for early and late planting periods. Further analyses will provide regional values for T_{base} . T_{base} and temperature sum references serve as model input and evaluation data.

Acknowledgements

We wish to thank the Regional competitiveness and occupation ERDF 2007-2013 for financing the project VEGEMONT.

References

- Hauser M., Stecher J., Zangerle E., 2015. Freiland-gemüsebau - Versuchsbericht 2013-2014. Land- und Forstwirtschaftliches Versuchszentrum Laimburg, Provinz Bozen. pp.157.
- Hauser M., Stecher J., Zangerle E., 2013. Freiland-gemüsebau - Versuchsbericht 2012. Land- und Forstwirtschaftliches Versuchszentrum Laimburg, Provinz Bozen. pp.86.
- Wurr D.C.E., Fellows J.R., 2000. Temperature Influences on the plant development of different maturity types of cauliflower. Acta Hort., 539:69-74.
- Wurr D.C.E., 1990. Prediction of the time of maturity in cauliflowers. Acta Hort., 267: 387-394.

MULTI-CLIMATE EXTENSIBILITY ANALYSIS OF STRAWBERRY SEASONAL MIGRATION ANALISI MULTI-CLIMATICA DI ESTENSIBILITÀ DELLA MIGRAZIONE STAGIONALE DEGLI IMPIANTI DI FRAGOLA

Paolo Martinatti^{1*}, Paolo Zucchi², Paolo Vinante³, Tommaso Pantezzi²

¹ Centro Ricerca e Innovazione – Fondazione Edmund Mach IASMA – via E. Mach, 1 San Michele all'Adige (TN) 38010

² Centro Trasferimento Tecnologico – Fondazione Edmund Mach IASMA – via E. Mach, 1 San Michele all'Adige (TN) 38010

³ Azienda Agricola Vinante Paolo – Consorzio Piccoli Frutti AURORA FRUIT – Via Nale 8/A, Telve (TN) 38050

* paolo.martinatti@fmach.it

Abstract

The trial enhances the sustainability of an extension of soilless strawberry mobile orchard technique from mountain to hill or valley floor environments. The vegeto-reproductive parameters and productive potentiality were evaluated on seasonal migrated plants from cultivation to more favourable climatic environments and on control plants of four pedo-climatic zones. For the migrated plants, results showed an advanced phenological stage of the primary inflorescence first flower, an increase in the total flower and inflorescence number. As the altimetric height decreases, there was a reduction in the quantitative productive parameters and consequently in the economical sustainability. This reduction is due to a drop in the synergic effect of induction process earliness and differentiation period lengthening, and it is as higher as lower is the thermo-climatic Δ between the migration environments.

Parole chiave: *Fragaria x ananassa*, fragola unifera, svernamento delle piante, fuori suolo.

Keywords: *Fragaria x ananassa*, junebearing strawberry, plant overwintering, soilless.

Introduzione

La diffusione della tecnica di mobilità dell'impianto negli ambienti trentini di montagna, a partire dai primi anni del nuovo secolo, è transitata attraverso un periodo iniziale di tentativi dalle alterne fortune. Successivamente è passata ad una metodica più definita derivante da osservazioni ed intuizioni pratiche ma, comunque, con risultati non sempre ideali. Infine ne è scaturita la standardizzazione delle operazioni colturali, con la messa a punto della tecnica, attraverso una prova sperimentale poliennale. La tecnica è risultata validata sia dall'incremento di produzione commerciale, sia dall'aumento del ricavo evinto dall'analisi economica (Zucchi *et al.*, 2012). La successiva applicazione in maniera pianificata della tecnica ha permesso di evidenziare come i vantaggi che ne derivavano siano plurimi: dalla riduzione del danno da freddo, all'anticipo dell'entrata in produzione, all'incremento della carica florale (Martinatti *et al.*, 2013).

I risultati pratici e le prime risposte sperimentali positive, in associazione al verificarsi sempre più frequente anche nelle zone più miti di difficoltà produttive primaverili, causate dalla non sufficiente differenziazione a fiore, hanno indotto ad appurare l'efficacia dell'applicazione della tecnica agli impianti posti a quote inferiori. Si è quindi voluta verificare l'estensibilità, intesa come sostenibilità tecnica e produttiva, della metodica ad altri ambienti climatici trentini.

Materiali e metodi

All'interno di fasce pedoclimatiche prefissate della zona storico-tradizionale di coltivazione della fragola in Trentino, la Valsugana (Martinatti *et al.*, 2009), in quattro consecutive si sono individuati gli appezzamenti di fragola unifera oggetto d'indagine (tab. 1). Gli impianti si sono selezionati per omogeneità dei parametri agronomici e colturali: struttura (tunnel per fuori suolo trentino), substrato (torba), contenitore (vaschetta in plastica bianca), conduzione (densità d'impianto e fertirrigazione), cultivar (Elsanta), tipo e origine della pianta (minitray veronese), definibili come standard di riferimento locale. La data di trapianto è stata quella convenzionalmente stabilita dalla prassi operativa

nelle varie zone: decrescente proporzionalmente per fascia pedoclimatica, dalla I alla IV settimana di luglio.

Il 25 ottobre, sei vaschette di piante sono state prelevate dopo l'ultima raccolta commerciale utile, e precedentemente al termine ultimo indicato dalla tecnica adottata, e trasferite a Verona. Dei campioni analoghi sono stati circoscritti e utilizzati come tesi testimone in post-svernamento. Tutte le tesi sono state sottoposte allo stesso processo, agli stessi rilievi e alle stesse osservazioni nelle fasi vegeto-riproduttive come in Zucchi *et al.* (2013).

I rilievi fenologici sono stati effettuati secondo la scala BBCH (Meier, 2001). Le analisi climatiche si sono basate sui dati delle centraline meteorologiche FEM per il Trentino, e ARPAV per il sito veronese. Hanno previsto il calcolo delle medie storiche un decennali della sommatoria termica adattata per fragola delle GDH 4,5-28 (Growing Degree Hours) delle varie tesi (Richardson *et al.*, 1975), considerando per ognuna di esse le reali condizioni dal momento induttivo medio stimato nei microclimi indagati secondo i fabbisogni foto-termici della cultivar (Sonstebly, 1997), passando per le diverse date di trasferimento, alla data di ricollocazione nel sito produttivo originario.

Tab. 1: Demarcazione dei siti produttivi.

Tab. 1: Production site demarcation.

fascia pedoclimatica (esposizione-altitudine)	località	comune amministrativo
montagna (Sud/Est 800-1000 m.s.l.m.)	Grauno	Baselga di Pinè
alta collina (Sud/Est 600-800 m.s.l.m.)	Pianezze	Scurelle
bassa collina (Sud/Est 400/600 m.s.l.m.)	Murogne	Pergine Valsugana
fondovalle (Sud/Est 200/400 m.s.l.m.)	Stradelle	Carzano

Risultati e Discussione

I rilievi effettuati sugli aspetti vegetativi hanno evidenziato come, a fronte di un ininfluenza effetto sul grado di accestimento delle piante, inteso come numero di corone per pianta, le gemme differenziate a fiore delle tesi transumate aumentano significativamente rispetto ai testimoni per tutti i siti produttivi. Conseguenza diretta è il risultato riproduttivo misurato in termini di carica florale. I valori che spiccano per importanza sono il numero di fiori totale per pianta, a livello quantitativo, e la tipologia di infiorescenze che lo determina, a livello qualitativo. Il numero di fiori totali rilevati nelle varie tesi rispecchia, come

per gli altri parametri, una differenza significativa nel confronto testimone - trasferito a favore di quest'ultimo. Le infiorescenze primarie sono strettamente correlate al numero di corone, e pertanto la variabilità è imputabile al numero di infiorescenze secondarie, presenti in numero elevato nelle tesi trasferite, e quasi assenti nelle tesi testimone (tab. 2).

Tab. 2: Parametri della pianta. Lettere diverse indicano valori diversi al test protetto HSD di Tukey ($P < 0,05$).

Tab. 2: Plant quantitative parameters. Diverse letters mean different value at protected HSD Tukey's test ($P < 0,05$).

pianta		testimone		trasferito	
n° di infiorescenze secondarie	montagna	0,1	a	2,8	b
	alta collina	0,1	a	2,0	b
	bassa collina	0,3	a	1,6	b
	fondovalle	0,5	a	1,9	b
	MEDIA	0,2	A	2,1	B
n° di fiori totali	montagna	13,6	a	39,6	c
	alta collina	17,0	a	31,8	bc
	bassa collina	16,4	a	32,9	c
	fondovalle	20,0	ab	31,8	bc
	MEDIA	16,7	A	33,6	B

I risultati della prova evidenziano come l'effetto ambientale derivato dal trasferimento si ripercuota sulle piante provenienti da tutti gli ambienti oggetto d'indagine aumentandone la differenziazione. Ciò sia favorendo una maggior induzione a fiore con aumento del numero di infiorescenze, ma anche prolungando il periodo di differenziazione, fenomeno che genera un incremento di numero e ordine dei fiori per infiorescenze, ma anche del loro stadio di sviluppo (tab. 3).

Tab. 3: Grado di sviluppo delle infiorescenze primarie. Lettere diverse indicano valori diversi al test protetto HSD di Tukey per il numero di fiori, e al test di Kruskal-Wallis per lo stadio fenologico ($P < 0,05$).

Tab. 3: Primary inflorescence developmental degree. Diverse letters mean different value at protected HSD Tukey's test for flower number, and at Kruskal-Wallis's test for phenological stage ($P < 0,05$).

stelo primario		testimone		trasferito	
n° di fiori	montagna	8,1	ns	10,3	ns
	alta collina	9,4	ns	10,0	ns
	bassa collina	8,6	ns	11,8	ns
	fondovalle	9,6	ns	12,0	ns
	MEDIA	8,9	A	11,0	B
mediana stadio di sviluppo (BBCH)	montagna	56	a	65	c
	alta collina	60	ab	65	bc
	bassa collina	60	bc	65	c
	fondovalle	60	ab	65	c
	MEDIANA	60	A	65	B

Conseguentemente i benefici produttivi sono innanzitutto nel maggior potenziale intrinseco delle piante trattate, per i maggiori fiori e quindi frutti (Mason and Rath, 1980). Inoltre se ne evince un ciclo produttivo prolungato per l'elevato numero di infiorescenze/infruttescenze secondarie ma anche per la presenza di fiori/frutti di ordine maggiore sulle stesse. Infine l'evidenza di uno stadio di sviluppo maggiore in queste tesi permette di desumere un anticipo dell'entrata in produzione e relativa dilatazione della stagione produttiva primaverile (Le Mière *et al.*, 1997; 1998).

La differenza testimone – trattato, che pur rimane in tutti gli ambienti indagati, diminuisce col decrescere dell'altitudine: infatti nelle tesi testimone, la differenziazione a fiore è maggiore per il prolungarsi delle condizioni ambientali ideali in autunno negli ambienti più miti. Per contro, l'anticipo dell'induzione a fiore negli ambienti delle quote più alte

determina un effetto sinergico con il prolungamento della differenziazione dato dal trasferimento delle piante, incrementandone il divario. La conferma di ciò è esplicitata dai risultati delle indagini climatico-ambientali, che mostrano come il Δ fra le sommatorie termiche medie rilevate nelle varie interazioni ambiente – tecnica ripercorra le medesime dinamiche rilevate nelle indagini fisio-morfologiche (tab. 4).

Tab. 4: Sommatoria media (2003/2004 - 2013/2014) in GDH.

Tab. 4: Average GDH summation (2003/2004 - 2013/2014).

	montagna	alta collina	bassa collina	fondovalle
testimone	12.032	12.140	14.022	16.268
trasferito	20.606	19.964	19.625	18.512
Δ	8.574	7.824	5.603	2.244

Conclusioni

L'estensione della tecnica agli ambienti testati risulta efficace dal punto di vista fisiologico-produttivo anche nelle zone di collina e fondovalle, ma con risultati quantitativi progressivamente decrescenti al diminuire della quota altimetrica.

All'uopo le analisi climatiche storiche permettono di individuare i valori di riferimento utilizzabili a pre-determinare nei vari ambienti l'estendibilità della tecnica. A una diminuzione progressiva del delta differenziale di incremento della sommatoria termica, si avvalorava l'ipotesi di una riduzione progressiva anche della sostenibilità economica dell'adozione della tecnica nelle diverse fasce climatiche.

Ringraziamenti

Si ringraziano le aziende agricole Berryplant, Ioriatti Andrea, Vinante Paolo e Stelzer Laura per il supporto logistico fornito.

Bibliografia

- Le Mière P., Hadley P., Darby J., Battey N.H., 1997. Prediction of cropping in June-bearing strawberries. Acta Hort. (ISHS) 439: 475-476.
- Le Mière P., Hadley P., Darby J., Battey N.H., 1998. The effect of thermal environment, planting date and crown size on growth, development and yield of *Fragaria x ananassa* Duch. cv. Elsanta. J. Hort. Sci. & Bio. 73(6): 786-795.
- Martinatti P., Saviane A., Bertoldi M., Giongo L., 2009. Production cycle forecasts of the strawberry cv Elsanta by means of maturation curves and environmental control factors. Acta Hort. (ISHS) 842: 306.
- Martinatti P., Giongo L., Zucchi P., Pantezzi T., 2013. "Transumare" la Elsanta: perché, quando, come? Terra Trentina 4-LVIII: 54-56.
- Mason D.T., Rath N., 1980. The relative importance of some yield components in East of Scotland strawberry plantations. Ann. appl. Biol. 95: 399-408.
- Meier U (ed), 2001. Growth stages of mono- and dicotyledonous plants. BBCH. Monograph, 2d Edition. Federal Biological Research Centre of Agriculture, Germany.
- Richardson E.A., Seeley S.D., Walker, D.R. Anderson J.L., Ashcroft G.L., 1975. Pheno-climatology of spring peach bud development. Hortscience 10(3): 236-237.
- Sonsteby, 1997. Short-day period and temperature interactions on growth and flowering of strawberry. Acta Hort. (ISHS) 439: 101.
- Zucchi P., Martinatti P., Brentegani M., Giongo L., 2012. Mobilità dell'impianto di fragola per incrementare la produttività della coltura programmata fuori suolo in Trentino. Rivista di frutticoltura e di ortofloricoltura 12-LXXIV: 46/53.
- Zucchi P., Martinatti P., Wolf S., Brentegani M., Franchini S., Loretto P., Giongo L., Pantezzi T., 2013. 'Fragola transumante': mobilità dell'impianto per incrementare la produttività, messa a punto della tecnica. FEM Centro Trasferimento Tecnologico - Rapporto 2012: 62-67.

MUTUAL INFLUENCES OF WEATHER STATIONS POSITIONING ON METEOROLOGICAL MEASUREMENTS

INFLUENZE RECIPROCHE DOVUTE AL POSIZIONAMENTO DELLE STAZIONI METEOROLOGICHE SULLE MISURAZIONI DELLE GRANDEZZE METEO

Francesca Sanna^{1,2}, Angela Calvo¹, Andrea Merlone²

¹ DiSAFA Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università degli Studi di Torino, Largo Paolo Braccini, 2, 10095 Grugliasco (TO)

² INRiM – Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica di Torino, Strada delle Cacce 91, 10135, Torino (TO)

[*francesca.sanna@unito.it](mailto:francesca.sanna@unito.it)

Abstract

Hill and mountain agricultural sites are often close to the forests where a high tree canopy influences weather conditions in the vicinity. The presence of trees density affects humidity, temperature and solar radiation measurements.

Vineyards or other cultures planted on slopes, sometimes force a non-ideal position of weather instruments and the outcome data do not take into account of the measurement uncertainty related the slope, the proximity of trees, and intensity of solar radiation.

Aim of this study is the investigation of the effect on meteorological measurements due to the automatic weather station (AWS) positioning in an agricultural site located in Monferrato. The different position in field of two AWSs has been analysed, in order to evaluate the effect of the positioning of the sensors on sloping hills, in terms of the influence on temperature, humidity and solar radiation measurements.

Keywords Weather station, positioning, meteorological measurements, uncertainty

Parole chiave: Stazioni meteorologiche, posizionamento, misure meteorologiche, incertezza

Introduction

In situ calibrations of weather stations are usually performed by positioning standard instruments, such as hygrometers, thermometers, etc., close to the station under calibration. Reference sensors are left for a short period and the calibration is performed by comparison (Rana *et al.*, 2004). This procedure was metrologically evaluated and showed relevant weak points (Sanna *et al.*, 2013). Reference sensors are not always made to operate in open air, it is not possible to cover the whole range for the quantities, thus it is not possible to evaluate linearity and uncertainties for several sensors over the whole range and the evaluation of the mutual influences between parameters is not achievable.

Moreover, vineyards or other agricultural sites are often positioned on slopes, close to the forests where the canopy influences the weather conditions in the vicinity. This forces a non-ideal position of weather instruments and the outcome data do not take into account the measurement uncertainty related the slope, the proximity of trees, and intensity of solar radiation.

There is a need for testing various types of sensors, their calibration (Rao *et al.*, 2009), and to evaluate the measurement uncertainty related the meteorological quantities gathered from automatic weather station (AWS). The proposed research aims to achieve a metrological approach applied to agrometeorological studies and goes to implement of traceability in weather measurements, to investigate on the effect on meteorological measurements due to the AWS positioning in agricultural sites, to disseminate by researchers of calibration methods and procedures to agriculture operators.

Materials and Methods

Two AWSs, provided by MTX S.r.l., have been installed in a vineyard placed in locality Vezzolano (Monferrato, province of Asti), both composed by air temperature, relative humidity and solar radiation sensors. The first one has been placed in conform to WMO recommendations (WMO, 2008) called VA. The second has been installed in proximity of trees (approx. 8 and 17 m), where the canopy influences weather measurements (VB).

The air temperature and relative humidity sensors have been calibrated using the “EDIE” facility (Lopardo *et al.*, 2014), developed under the European ENV07 MeteoMet project (Merlone *et al.*, 2012).

Meteorological data, required for the simulations of infection on grapevines, have been collected hourly from 2013 to 2014.

Four simulations by employing EPI epidemiological forecasting model, improved as described in Sanna *et al.*, (2014) have been performed: using data from VA without inclusion of measurement uncertainties in the input values (not calibrated, VA-NC), the second using data from VA with inclusion of the measurement uncertainty for temperature and relative humidity (calibrated, VA-C); the third, using data from VB without inclusion of uncertainties (not calibrated, VB-NC), the fourth, using data from VB with inclusion of the measurement uncertainty for temperature and relative humidity (calibrated, VB-C).

Results and Discussion

During all the research period, surveys in field have been performed, contemporary observation of pathogen

symptoms, meteorology data recording, evaluation of measurement uncertainty and assessment of mutual influences between parameters due to AWSs positioning. Analysis of the measurement results and reporting were also carried out.

Average data of temperature and humidity of the same AWS (calibrated/not calibrated) and between the two AWS are always statistically different (Kruskal-Wallis non parametric test).

Despite this, it can be appreciated a slightly difference between the information recorded by the 2 AWSs (calibrated), both as regards the temperature and the humidity. The difference is also confirmed by the high coefficient of variation of their ratio.

Moreover, the Figure 1 shows how the solar radiation measured in VB is often lower than that measured in VA, especially at the higher solar radiation values, confirming a marked influence, in addition to the position, also of the leaf coverage present in the vicinity of AWS VB.

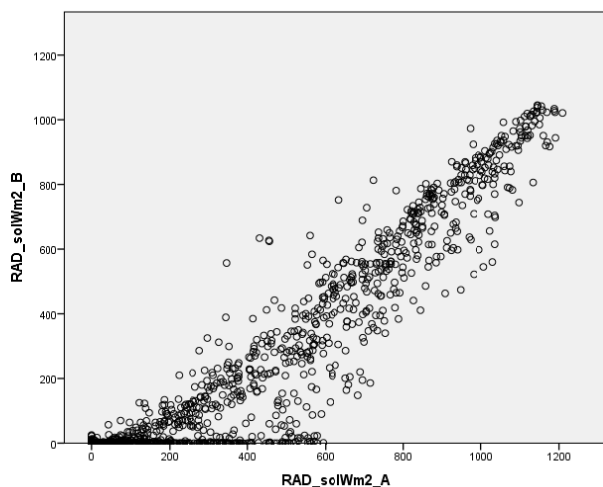


Fig.1 – Relation between the solar radiation measured in VA and VB, the intensity of the latter is often lower than in VA.

Fig.1 – Comparazione tra la radiazione solare misurata nelle due stazioni, l'intensità è spesso inferiore in VB rispetto a VA

Going backward from the date of primary infection symptoms onset, the most probable period of germination was calculated, according to Giosuè *et al.* (2002), around April 27.

The four simulations of pathogen infection show different results. The forecasting of VA-NC and VB-C are overlapped around of the estimate period of germination, while VA-C postpones the forecast and VB-NC anticipate of about three and six days, respectively.

Although the comparison between data calibrated and not calibrated brings forward the forecasting models of only three days, this fact must be added to the positioning of the AWS, which amplifies the date up to a week (Figure 2).

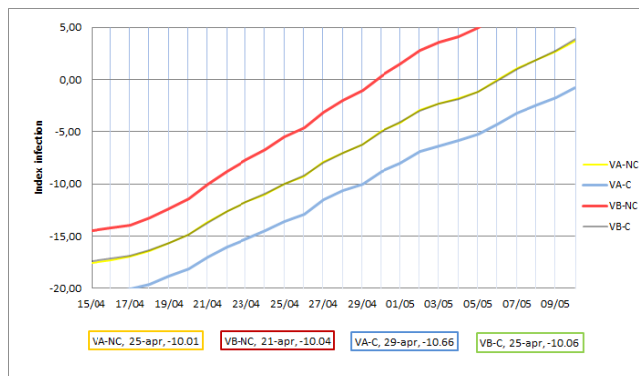


Fig. 2 – EPI index focused on period in which is highly recommended make a treatment. The boxes explained the day in which EPI value reach the critic value -10.

Fig. 2 – Valori di EPI focalizzato nel periodo in cui è consigliato effettuare un trattamento. I riquadri descrivono la data in cui l'indice EPI raggiunge il valore critico -10.

Conclusions

The sum of the two components (calibration and position) changes the prediction up to a week. Therefore, it is considered that forecasting models should include measurement uncertainties in the input values, and provide traceability to the AWSs at the reference sensors, in order to have more accurate meteorological data and better models output data.

References

- Giosuè S., Girometta, B., Rossi V., Bugiani R., 2002. Analisi geostatistica delle infezioni primarie di *Plasmopara viticola* in Emilia Romagna. Atti II Giornate di studio "Metodi numerici, statistici e informatici nella difesa delle colture agrarie e delle foreste", Pisa. Notiziario sulla Protezione delle Piante, 1:229 - 237.
- Lopardo G., Bellagarda S., Bertiglia F., Merlone A., Roggero G., Jandric N., 2014. A calibration station for automatic weather stations. Meteorological application Special issue Proceedings of MMC-2014
- Merlone A. *et al.*, 2012. A new challenge for meteorological measurements: the "MeteoMet" project – metrology for meteorology, proceedings of the WMO-CIMO TECO Conference, Brussels 16-18 October.
- Rana G., Rinaldi M., Introna M., 2004. Methods and algorithms for evaluating the data quality at hourly and daily time scales for an agrometeorological network: application to the regional net of Basilicata. Italian Journal of Agrometeorology, 1: 14-23.
- Rao V., Rao G., Rao A., Tripathi M.K., 2009. Synergizing Agrometeorology for managing future agriculture in India Proceedings of National Seminar of Agrometeorology, Hisar 26-27 November. Journal of Agrometeorology, 11: 11-17.
- Sanna F., Roggero G., Debolì, R., Merlone A., 2014. Metrology for Metereology in Agricultural Sites. Italian Journal of Agrometeorology. 11: 31-32
- Sanna F., Cossu Q.A., Bellagarda S., Roggero G., Merlone A., 2014. Evaluation of EPI forecasting model with inclusion of uncertainty in input value and traceable calibration, Italian Journal of Agrometeorology, 12(3) 33-44
- WMO – CIMO. 2008. Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation, WMO-No. 8 2008 edition, Updated in 2010, Geneva, 716 pp.

Con il patrocinio e il supporto di:

