

Dottorato
Food Science

Titolo

Il ruolo della composizione geochimica dei suoli di terroir viticoli nella qualità delle uve da vino.

Proponente tutor

Simona Vingiani, Prof. Associato in AGR 14, titolare del corso “Suoli e Terroir per produzioni vitivinicole di qualità” della Laurea magistrale in Scienze Enologiche.

Obiettivi del progetto di ricerca nel triennio e collaborazioni interdisciplinari
(max 2000 caratteri spazi inclusi)

Il progetto di ricerca proposto si colloca nel panorama della viticoltura di precisione ed ha come obiettivo principale l'identificazione degli elementi geochimici del suolo che risultano meglio correlati con la qualità delle uve e del vino.

Pertanto, partendo dalla caratterizzazione di alcuni terroir selezionati (in Campania e in Francia) mediante tecniche d'indagine indirette di tipo geofisico e geoelettrico (Profiler, DUALEM e ARP) e dirette (spettrometria gamma e a fluorescenza di raggi-X), verranno identificate le aree omogenee dal punto di vista pedologico, in cui si procederà con il campionamento dei suoli, tenendo separati gli orizzonti superficiali (A da 0 a 30-35 cm di profondità) da quelli profondi (B da 60 a 70 cm circa dove il numero di radici risulta maggiore). I suoli saranno analizzati dal punto di vista geochimico (i.e. contenuto totale di elementi maggiori, in traccia, terre rare) e delle proprietà chimico-fisiche (pH, CEC, sostanza organica, cationi scambiabili, granulometria, ecc.). Sulle uve prelevate in corrispondenza dei suoli campionati, in collaborazione con i colleghi di AGR/15, verranno determinati i parametri indicativi della “qualità”, come Baumé/Brix, pH, composti fenolici, titratable acidity (TA), ecc. e la composizione geochimica del succo (cationi estratti dalle uve). Invece in collaborazione con i colleghi di AGR/13 sarà possibile misurare la biodisponibilità degli elementi macro e micro nel suolo e correlare le quantità biodisponibili con i parametri di qualità dell'uva. I dati saranno sottoposti ad analisi statistica per identificare le relazioni più significative sussistenti tra suoli e uve.

La potenzialità di questo studio risiede nella comprensione del ruolo del suolo all'interno del terroir, mediante lo studio di parametri geochimici di base, spesso identificati genericamente nel substrato geologico, che possono influenzare le uve e lo sviluppo dei frutti. I risultati di questo studio possono essere utilizzati per la gestione sostenibile dei suoli nei vigneti e orientare l'ubicazione di nuovi impianti su base scientifica.

Inoltre, sebbene, l'obiettivo principale di questa ricerca non sia quello di utilizzare la composizione geochimica per scopi di tracciabilità, su una selezione estremamente limitata di campioni potrebbero essere determinati i rapporti isotopici di ossigeno, idrogeno e carbonio per valutare le relazioni esistenti tra substrato geologico e uve prodotte nel terroir, in collaborazione con i colleghi di AGR/13 e GEO/07.

Elementi di innovazione e/o originalità del progetto rispetto allo stato dell'arte
(max 2000 caratteri spazi inclusi)

Frequentemente il "terroir" viene fatto corrispondere ai confini di specifiche regioni geo-litologiche. Per esempio, in Italia, i vini DOC “Negroamaro” e “Chianti”

appartengono ai terroir dai contorni geologici specifici del “Plateau delle Murge” (calcari e dolomie, Cretaceo) (Pepi et al. 2016a, b) e del “Chianti” (depositi fluviali, Pliocene). In aggiunta, accanto a questo generico approccio tutto di stampo geologico, la crescente domanda internazionale per alcune varietà di vini ha richiesto controlli più intensi, per evitare contraffazioni ed uso fraudolento delle etichette di denominazione, che ha fatto nascere l'etichetta europea "Denominazione di origine protetta" (DOP), che ha identificato un prodotto strettamente correlato a uno specifico ambiente geografico (Cadot et al., 2012) all'interno del concetto stabilito di "terroir". Pertanto, gli studi recenti si sono orientati prevalentemente verso la caratterizzazione geochimica delle bacche d'uva associate a uno specifico ambiente geografico (Petrini et al. 2014; Pepi et al. 2016b; Pepi et al. 2017; D'Antone et al. 2017), e utilizzato approcci statistici che hanno portato alla definizione di un “fingerprint” del suolo che consentisse di identificare l'origine geografica dei vini prodotti in una determinata area (Coetzee et al. 2005; Alvarez et al. 2007; Cugnetto et al. 2014; Pii et al. 2017). Tra i costituenti chimici, i rapporti isotopici di $^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}$ sono stati impiegati nel substrato geologico per identificare la produzione (Di Paola-Naranjo et al., 2011, Marchionni et al., 2013, Petrini et al., 2014).

Il progetto qui presentato presenta il suo carattere di innovazione nell'essere rivolto a definire l'influenza della composizione chimico-fisica e geochimica dei suoli sulla composizione e qualità delle uve. La sua potenzialità risiede nel ricercare, per alcuni territori selezionati, le relazioni esistenti tra elementi maggiori, in traccia, terre rare nei suoli e cationi scambiabili e assimilabili dalle piante, biodisponibilità degli elementi, con la geochimica delle uve (cationi estratti dalle uve) da un lato e la “qualità” delle uve, identificata con parametri come Baumé/Brix, pH, composti fenolici, titratable acidity (TA), ecc, dall'altro. Un tipo di approccio simile è riportato da Mackenzie and Christy nel 2005 su vigneti e suoli in Australia.

Disponibilità fondi (finanziamenti a sostegno delle attività di ricerca previste)

Le apparecchiature geofisiche, di spettrometria gamma e fluorescenza a raggi-X, ICP-OES per le analisi spaziali preliminari e per quelle geochimiche, sono già in dotazione sia del CRISP (Centro Interdipartimentale di Ateneo di cui il proponente tutor è afferisce) che del Dipartimento di Agraria.

Convenzione del CRISP per collaborazione scientifica a supporto del R.U.P per la realizzazione del Museo del Parco Nazionale del Vesuvio nell'ambito dell'iniziativa Vesuvio@Motion presso il Centro Culturale di Villa Regina. Responsabili scientifici: Simona Vingiani e Fabio Terribile. 2017-2018

Progetto MITEQ- Riassegnazione Economie CdA del 20.07.2017

Progetto LANDSUPPORT, H2020. Development of Integrated Web-Based Land Decision Support System Aiming Towards the Implementation of Policies for Agriculture and Environment. From 2018-05-01 to 2021-10-31

Collaborazioni con istituzioni straniere

(max 500 caratteri spazi inclusi)

Institut des Sciences de la Vigne et du Vin de l'Université de Bordeaux (France).
Department of Viticulture and Enology University of Davis, CA (United States).

Bibliografia

Alvarez, M., Moreno, I. M., Josa, A. M., Camea`n, A. M., & Gonza`lez, A. G. (2007). Study of mineral profile of Montilla-Moriles “fino” wines using inductively coupled plasma atomic emission spectrometry methods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20, 391–395.

Cadot, Y., Caille`, S., Thiollet-Scholtus, M., Samson, A., & Barbeau, G. (2012). Characterisation of typicality for wines related to terroir by conceptual and by perceptual representations. An application to red wines from the Loire Valley. *Food Quality Preference*, 24, 48–58.

Coetzee, P. P., Van Jaarsveld, F. P., & Vanhaecke, F. (2014). Intraregional classification of wine via ICP-MS elemental fingerprinting. *Food Chemistry*, 164, 485–492.

Cugnetto, A., Santagostini, L., Rolle, L., Guidoni, S., Gerbi, V., & Novello, V. (2014). Tracing the “terroirs” via the elemental composition of leaves, grapes and derived wines in cv Nebbiolo (*Vitis vinifera* L.). *Scientia Horticulturae*, 172, 101–108.

D’Antone, C. D., Punturo, R., & Vaccaro, C. (2017). Rare earth elements distribution in grapevine varieties grown on volcanic soils: an example from Mount Etna (Sicily, Italy). *Environmental Monitoring and Assessment*. doi:10.1007/s10661-017-5878-6.

Di Paola-Naranjo, R. D., Baroni, M. V., Podio, N. S., Rubinstein, H. R., Fabani, M. P., Badini, R. G., et al. (2011). Fingerprints for main varieties of Argentinean wines: Terroir differentiation by inorganic, organic, and stable isotopic analyses coupled to chemometrics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(14), 7854–7865.

Mackenzie, D.E. and Christy, A.G. (2005). The role of soil chemistry in wine grape quality and sustainable soil management in vineyards. *Water Science & Technology* 51(1):27-37. DOI:10.2166/wst.2005.0004

Marchionni, S., Braschi, E., Tommasini, S., Bollati, A., Cifelli, F., Mulinacci, N., et al. (2013). High-Precision 87 Sr/86 Sr analyses in wines and their use as a geological fingerprint for tracing geographic provenance. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61, 6822–6831.

Pepi, S., Coletta, A., Crupi, P., Leis, M., Russo, S., Sansone, L., et al. (2016a). Geochemical characterization of elements in *Vitis vinifera* cv. Negroamaro grape berries grown under different soil managements. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188, 211–218.

Pepi, S., Sansone, L., Chicca, M., Marrocchino, E., & Vaccaro, C. (2016b). Distribution of rare earth elements in soil and grape berries of *Vitis vinifera* cv. “Glera”. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188, 477–487

Pepi, S., Sansone, L., Chicca, M., & Vaccaro, C. (2017). Relationship among geochemical elements in soil and grapes as terroir finger printings in *Vitis vinifera* L. cv. “Glera”. *Chemie der Erde-Geochemistry*. doi:10.1016/j.chemer.2017.01.003.

Petrini, R., Sansone, L., Slejko, F. F., Buccianti, A., Marcuzzo, P., & Tomasi, D. (2014). The 87Sr/86Sr strontium isotopic systematics applied to Glera vineyards: A tracer for the geographical origin of the Prosecco. *Food Chemistry*, 170, 138–144.

Pii, Y., Zamboni, A., Dal Santo, S., Pezzotti, M., Varanini, Z., & Pandolfini, T. (2017). Prospect on ionomic signatures for the classification of grapevine berries according to their geographical origin. *Frontiers in Plant Science*, 8, 1–7.

Dottorato
Food Science

Title

The role of soil geochemical composition in the quality of wine grapes of viticultural terroirs.

Proposing tutor

Simona Vingiani, Prof. Associato in AGR 14, titolare del corso “Suoli e Terroir per produzioni vitivinicole di qualità” della Laurea magistrale in Scienze Enologiche.

Project objectives and inter-disciplinary collaborations

(max 2000 caratteri spazi inclusi)

The proposed research project is in the framework of precision viticulture and is focused on the identification of those soil geochemical elements better correlated with quality of grapes and wine.

Therefore, in a preliminary phase, selected terroirs (in Campania Region and in France) will be investigated by means of indirect geophysical and geo-electrical (Profiler, DUALEM and ARP) survey techniques and direct (gamma spectroscopy and X-ray fluorescence spectroscopy) analyses. The identified homogeneous areas will be sampled for soil materials, keeping the topsoil separated (A from 0 to 30-35 cm of depth) from the subsoil (B from 60 to 70 cm approximately where the number of roots is greater). Soils will be analyzed for the geochemical composition (i.e. total content of major and trace elements, and rare earths) and the chemical-physical properties (pH, CEC, organic matter, exchangeable cations, soil particle size, etc.).

Then, in collaboration with colleagues of AGR/15 scientific sector, selected indicative parameters of grape "quality", such as Baumé / Brix, pH, phenolic compounds, titratable acidity (TA), etc., as well as the geochemical composition (cations) will be measured on the juice of the grapes grown in correspondence of the sampled soils. Moreover, in collaboration with colleagues of AGR/13 scientific sector, the bioavailability of soil macro and micro elements will be measured and the bioavailable element content will be correlated with the grape quality parameters. Data will be processed for statistical analysis in order to identify the most significant relationships between soils and grapes.

The potentiality of this study lies in the understanding of soil role in the terroir concept through the study of basic geochemical parameters which can influence grape quality and fruit development. The results of this study can be applied for the sustainable management of soils in vineyards and to optimize location of new plants on a scientific basis.

Moreover, although traceability purposes are not the main objective of this research, in collaboration with colleagues from AGR / 13 and GEO / 07 scientific sectors, the isotopic ratios of oxygen, hydrogen, nitrogen and carbon could be determined on extremely selected samples to evaluate the relationships between geological substrate and grapes produced in the analyzed terroirs.

Innovation and progress beyond the state of the art

From a geographical point of view, the “terroir” generally corresponds to the boundaries of specific geo-lithological regions. For example, in Italy, the DOC wines “Negroamaro” and “Chianti” respectively belong to the “Murge Plateau” (limestone and dolostones, Cretaceous) (Pepi et al. 2016a, b) and Chianti geological terroir

(fluvial deposits, Pliocene). At the same time, the increasing international demand for some varieties of wine required more intense controls to avoid falsification and fraudulent use of denomination labels. The European label “Protected Designation of Origin” (PDO) identifies a product strictly associated to a region or location whose characteristics are bound to a specific geographical environment (Cadot et al., 2012) within the established concept of "terroir ". Therefore, recent studies dealt with geochemical characterization of grape berries associated to a specific geographical environment for prevention of fraudulent labelling (Petrini et al. 2014; Pepi et al. 2016b; Pepi et al. 2017; D’Antone et al. 2017), and statistical approaches have shown that it is possible to characterize a chemical fingerprint of soil which allow to identify the geological and geographical origin of wines produced in a given area (Coetzee et al. 2005; Alvarez et al. 2007; Cugnetto et al. 2014; Pii et al. 2017). Besides chemical elements, the isotope ratios of $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ have also been employed as tracers of the geological substrate to identify the wine production area (Di Paola-Naranjo et al., 2011, Marchionni et al., 2013, Petrini et al., 2014).

Therefore, the here proposed project has its character of innovation in being aimed at defining the influence of chemical-physical and geochemical composition of soils on composition and quality of grapes. Its potential lies in researching, for selected territories, relationships between soil composition (major elements, trace, rare earths, exchangeable cations assimilable by plants, bioavailability of elements) and both geochemistry (cations extracted from grapes) and "quality" of grapes, using parameters such as Baumé / Brix, pH, phenolic compounds, titratable acidity (TA), etc. A similar approach was reported by Mackenzie and Christy in 2005 on vineyards and soils of Australia.

Grant availability (finanziamenti a sostegno delle attività di ricerca previste)

The geophysical equipment, gamma ray spectrometry and X-ray fluorescence, ICP-OES for preliminary spatial and geochemical analyses, are already supplied by CRISP (CRISP, Interdepartmental Research Centre on the Earth Critical Zone, University of Naples, Federico II, Portici, Naples, Italy) and the Department of Agricultural Sciences.

CRISP research agreement for scientific collaboration to support the R.U.P to realize the Museo del Parco Nazionale del Vesuvio in the framework of Vesuvio@Motion at the Centro Culturale of Villa Regina. Scientific responsibility: Simona Vingiani e Fabio Terribile. 2017-2018

MITEQ Project- “Messa a punto di Metodologie Interdisciplinari per la valorizzazione dei Territori e della Qualità e tracciabilità geografica dei loro prodotti agricoli (vegetali e animali)”. From 20.07.2017

LANDSUPPORT, H2020 project. Development of Integrated Web-Based Land Decision Support System Aiming Towards the Implementation of Policies for Agriculture and Environment. From 2018-05-01 to 2021-10-31

Collaboration with foreign Institutions

Institut des Sciences de la Vigne et du Vin de l'Université de Bordeaux (France).
Department of Viticulture and Enology University of Davis, CA (United States).
Geisenheim Research Institute, Hochschule Geisenheim University (Germany).

References

- Alvarez, M., Moreno, I. M., Josa, A. M., Camea`n, A. M., & Gonza`lez, A. G. (2007). Study of mineral profile of Montilla-Moriles “fino” wines using inductively coupled plasma atomic emission spectrometry methods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20, 391–395.
- Cadot, Y., Caille´, S., Thiolllet-Scholtus, M., Samson, A., & Barbeau, G. (2012). Characterisation of typicality for wines related to terroir by conceptual and by perceptual representations. An application to red wines from the Loire Valley. *Food Quality Preference*, 24, 48–58.
- Coetzee, P. P., Van Jaarsveld, F. P., & Vanhaecke, F. (2014). Intraregional classification of wine via ICP-MS elemental fingerprinting. *Food Chemistry*, 164, 485–492.
- Cugnetto, A., Santagostini, L., Rolle, L., Guidoni, S., Gerbi, V., & Novello, V. (2014). Tracing the “terroirs” via the elemental composition of leaves, grapes and derived wines in cv Nebbiolo (*Vitis vinifera* L.). *Scientia Horticulturae*, 172, 101–108.
- D’Antone, C. D., Punturo, R., & Vaccaro, C. (2017). Rare earth elements distribution in grapevine varieties grown on volcanic soils: an example from Mount Etna (Sicily, Italy). *Environmental Monitoring and Assessment*. doi:10.1007/s10661-017-5878-6.
- Di Paola-Naranjo, R. D., Baroni, M. V., Podio, N. S., Rubinstein, H. R., Fabani, M. P., Badini, R. G., et al. (2011). Fingerprints for main varieties of Argentinean wines: Terroir differentiation by inorganic, organic, and stable isotopic analyses coupled to chemometrics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(14), 7854–7865.
- Mackenzie, D.E. and Christy, A.G. (2005). The role of soil chemistry in wine grape quality and sustainable soil management in vineyards. *Water Science & Technology* 51(1):27-37. DOI:10.2166/wst.2005.0004
- Marchionni, S., Braschi, E., Tommasini, S., Bollati, A., Cifelli, F., Mulinacci, N., et al. (2013). High-Precision 87 Sr/86 Sr analyses in wines and their use as a geological fingerprint for tracing geographic provenance. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61, 6822–6831.
- Pepi, S., Coletta, A., Crupi, P., Leis, M., Russo, S., Sansone, L., et al. (2016a). Geochemical characterization of elements in *Vitis vinifera* cv. Negroamaro grape berries grown under different soil managements. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188, 211–218.
- Pepi, S., Sansone, L., Chicca, M., Marrocchino, E., & Vaccaro, C. (2016b). Distribution of rare earth elements in soil and grape berries of *Vitis vinifera* cv. “Glera”. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188, 477–487.
- Pepi, S., Sansone, L., Chicca, M., & Vaccaro, C. (2017). Relationship among geochemical elements in soil and grapes as terroir finger printings in *Vitis vinifera* L. cv. “Glera”. *Chemie der Erde-Geochemistry*. doi:10.1016/j.chemer.2017.01.003.
- Petrini, R., Sansone, L., Slejko, F. F., Buccianti, A., Marcuzzo, P., & Tomasi, D. (2014). The 87Sr/86Sr strontium isotopic systematics applied to Glera vineyards: A tracer for the geographical origin of the Prosecco. *Food Chemistry*, 170, 138–144.
- Pii, Y., Zamboni, A., Dal Santo, S., Pezzotti, M., Varanini, Z., & Pandolfini, T. (2017). Prospect on ionic signatures for the classification of grapevine berries according to their geographical origin. *Frontiers in Plant Science*, 8, 1–7.