

Mappatura dei *terroir* viticoli mediante analisi spaziale di dati aperti in ambiente GIS

Prandi Marco ^{a2[0000-0002-0700-4843]}, Ghilardi Federica ^{a1[0000-0001-6447-9442]} e
Virano Andrea ^{a3[0000-0003-4043-8245]}

^a Università degli studi di Torino, DISAFA, L.go Braccini 2, Grugliasco, 10095 (TO), Italy.
¹ marco.prandi@unito.it;
² federica.ghilardi@unito.it;
³ andrea.virano@unito.it.

Abstract. La zonazione viticola degli areali di produzione di vini di qualità è di forte interesse da parte dei produttori e consumatori di tutto il mondo. Essa, ha grandi risvolti in ambito economico e commerciale. In passato si è ricorsi alla definizione di *terroir* ossia il risultato dell'interazione tra suolo, clima, tecniche viticole ed enologiche attuate dai produttori. Questo però ha forti limiti in quanto a costi, tempi e soggettività delle valutazioni dei vini. Viene proposta una metodologia che riduce al massimo l'influenza dell'operatore, i costi ed i tempi necessari per l'individuazione di queste sottozone.

Parole chiave: GIS, vigneti, *terroir*, analisi spaziale.

1 Introduzione

Come ogni sistema colturale, anche la vite necessita di condizioni ottimali in termini di nutrienti e caratteristiche pedo-climatiche per ottimizzare la produzione e la qualità della stessa [1–3]. Ormai è consolidato, in ambito vitivinicolo, l'utilizzo del termine “*terroir*” per indicare la cooperazione tra i diversi fattori che contribuiscono alla produzione di un determinato vino [4,5]. Si intuisce che il suolo e il clima rappresentano gli elementi chiave per un ecosistema funzionale all'attività vitivinicola, dato che al loro variare si manifestano alterazioni in termini di qualità e resa della vite, legato ovviamente anche alle diverse pratiche agronomiche effettuate sulla stessa.

La resa produttiva e il prodotto finale rivelano differenze considerevoli secondo la natura del *terroir* trattandosi di un ecosistema coltivato capace di avere effetti positivi quando i suoi elementi costitutivi sono in equilibrio tra loro [6,7]. Permeabilità, aerazione, approvvigionamento idrico e tessitura del suolo sono fondamentali per l'ottimizzazione del sistema vigneto [8–10].

Altri elementi fondamentali per la produzione sono i parametri morfologici tipici di un determinato *terroir*. Infatti, verranno analizzati anche i profili orografici del suolo (altitudine, esposizione, pendenza) fortemente legati alla resa e all'attività fotosintetica della coltura, conseguentemente alla qualità del raccolto [11,12].

Con riferimento all'area di studio definita all'interno del progetto FEASR - Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020 (PSR) Regione Piemonte - Strumenti Integrati per la Sostenibilità Ambientale del Vigneto (SISAV), questo lavoro intende proporre una zonazione vitivinicola basata su dati geografici aperti e analisi GIS.

Il progetto SISAV è inteso allo sviluppo di una piattaforma informatica in grado di esporre servizi utili alle aziende vitivinicole. Questa integra reti di sensori a terra, sorvoli con droni e serie multitemporali di immagini satellitari Copernicus Sentinel-2, con particolare riferimento alla gestione sostenibile delle fitopatie e della lotta ad esse collegata [13].

Materiali e metodi

1.1 Area di studio

L'area di studio corrisponde a quella individuata dal progetto SISAV [13] che si sviluppa all'interno degli areali di produzione delle denominazioni del Moscato e del Barbera d'Asti coinvolgendo 56 comuni distribuiti tra le province di Alessandria, Asti e Cuneo. La consistenza dimensionale dei vigneti all'interno dell'areale di studio è riportata in figura 1 e corrisponde a 23.500 ha.

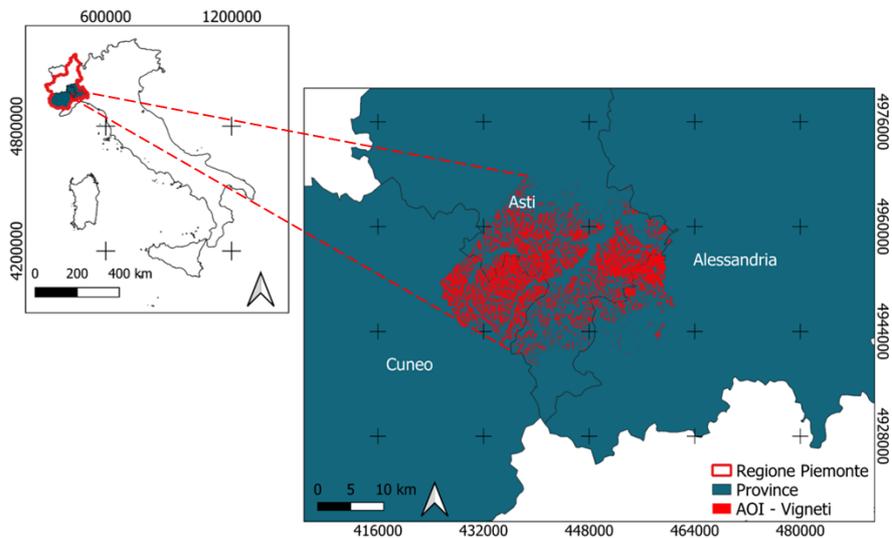


Fig. 1. Distribuzione dei vigneti presi in considerazione nello studio. Nello sfondo sono visibili le tre province interessate (EPSG:32632, WGS 84 / UTM zone 32N).

1.2 Dati a disposizione

I dati utilizzati per questo lavoro sono stati ottenuti gratuitamente dal Geoportale Cartografico [14] e dall'Anagrafe Agricola Unica [15] della Regione Piemonte.

Nello specifico, sono stati utilizzati i seguenti prodotti: (i) modello digitale del terreno (DTM) rilasciato in formato raster con passo di 5 m (ripresa aerea ICE 2009-2011, precisione verticale = ± 0.30 m); (ii) la Carta dei suoli avente scala nominale 1:50.000 rilasciata in formato vettoriale e contenente alcuni dati pedologici: classe di capacità d'uso agricolo dei suoli (1 = alta, 8 = bassissima); capacità protettiva nei confronti delle acque sotterranee; dati di tessitura; pH; pietrosità, contenuto di calcare; drenaggio dei suoli. I dati sono associati alla mappa tramite tabella di attributo e forniti sia per il topsoil (TS) che per il subsoil (SS); (iii) cartografia catastale fornita in formato vettoriale e georiferita nel sistema cartografico WGS84 UTM 32N; (iv) dichiarazioni rese dagli agricoltori secondo quanto previsto dal D.P.R. n. 503/1999 per l'istituzione dell'Anagrafe Agricola Unica regionale che integra i dati delle aziende agricole che intrattengano, a qualsiasi titolo, rapporti con la pubblica amministrazione centrale o locale. I dati sono aperti e ottenibili in formato tabellare. Nel caso specifico, l'annata di riferimento è quella 2021.

1.3 Processamento dei dati

Il processamento dei dati si è svolta tramite software open source: SAGA GIS v 8.1.1 e QGIS v. 3.22.3

Il lavoro si è basato inizialmente su due step separati, andando prima ad elaborare le informazioni relative alla pedologia e successivamente alla morfologia dei terreni. Sono poi stati incrociati i risultati ottenendo i cluster finali.

Per quanto riguarda la pedologia le seguenti informazioni vettoriali sono state trasformate in formato raster: (i) tessitura del topsoil e del subsoil (in percentuali di sabbia, limo e argilla); (ii) contenuto di calcare (espresso in percentuale).

La rasterizzazione è stata eseguita tramite il tool "*Shapes to grid*" (di SAGA GIS), con risoluzione di 5 m.

Le altre informazioni disponibili non sono state prese in considerazione in quanto il pH è strettamente correlato alle precedenti, mentre le rimanenti hanno generato rumore negli output peggiorando i risultati delle diverse prove eseguite.

Con questi layer è stata eseguita una clusterizzazione ISODATA (cluster pedologia, CP) tramite l'omonimo tool di SAGA GIS. I parametri utilizzati sono riportati in tabella 1. Questo algoritmo è stato scelto in quanto permette di individuare il numero di partizioni ottimale senza forzare a priori il numero dei gruppi da ottenere [16].

Tabella 1. Parametri utilizzati per la clusterizzazione ISODATA

Normalizzazione	Si
Massimo numero di iterazione	150
Numero di cluster iniziale	2
Numero massimo di cluster	6
Numero minimo di campioni in un cluster	2
Inizio della partizione	random

Per quanto concerne la morfologia, invece, le informazioni prese in considerazione sono quota(m.s.l.m.), pendenza (espressa in gradi) ed esposizione (espressa in gradi).

Il raster relativo alla quota è stato ottenuto ritagliando il DTM prendendo come riferimento i poligoni relativi ai vigneti dell'area studio. La pendenza e l'esposizione sono state calcolate grazie agli strumenti nativi disponibili in QGIS. Al fine di ricondurre i valori di esposizione ad una scala coerente al significato agronomico associabile (valori più favorevoli per le esposizioni a sud) è stata applicata la trasformazione di eq.1.

$$1 - \cos(\alpha) \quad (1)$$

Questi layer così ottenuti sono stati utilizzati per una nuova clusterizzazione ISODATA (cluster morfologia, CM) con le stesse specifiche della tabella 1.

CM ha evidenziato la presenza di isole e geometrie con bordi non interpretabili né utilizzabili in modo rapido ed intuitivo; pertanto, si è ricorsi all'applicazione di un filtro di maggioranza in SAGA GIS, con un kernel quadrato di lato 15 m, ricavando una mappa chiara, facilmente interpretabile ed applicabile a livello agronomico. CM e CP sono stati trasformati in layer vettoriali e incrociati tra di loro con i tools "Vectorise" e successivamente "Intersect" di SAGA GIS.

Ottenuti a questo punto i *terroir* desiderati, si è passati alla loro caratterizzazione tramite il tool "Grid Statistics for Polygons" del medesimo software. Per ogni poligono così individuato è stata calcolata l'area e, per ogni variabile impiegata nei clustering, la relativa media e deviazione standard.

2 Risultati e discussioni

CP ha riportato quattro cluster ben definiti, anche se di dimensione molto diversi tra loro, come osservabile nella figura sotto riportata (Fig. 2).

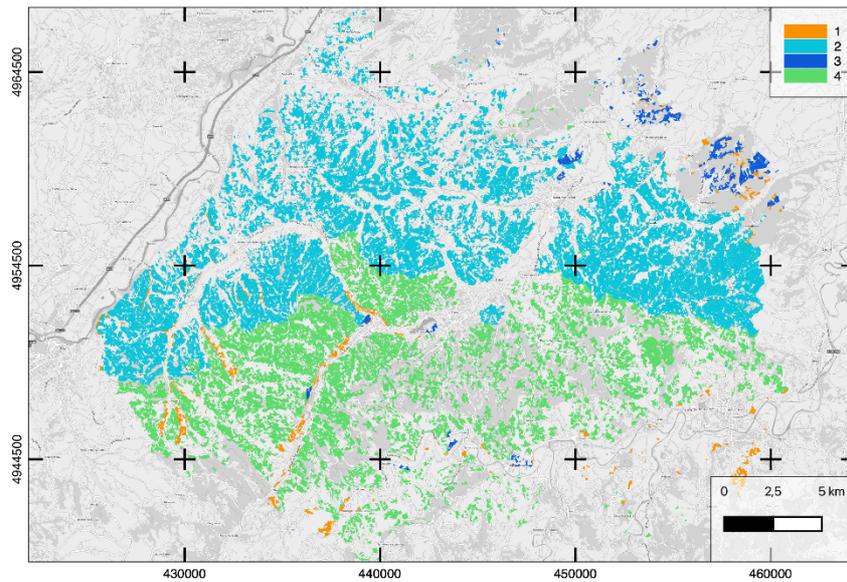


Fig. 2. Clusterizzazione dei parametri pedologici (CP) (EPSG:32632, WGS 84 / UTM 32N).

La seconda, CM, ha individuato i cinque cluster riportati nella figura 3.

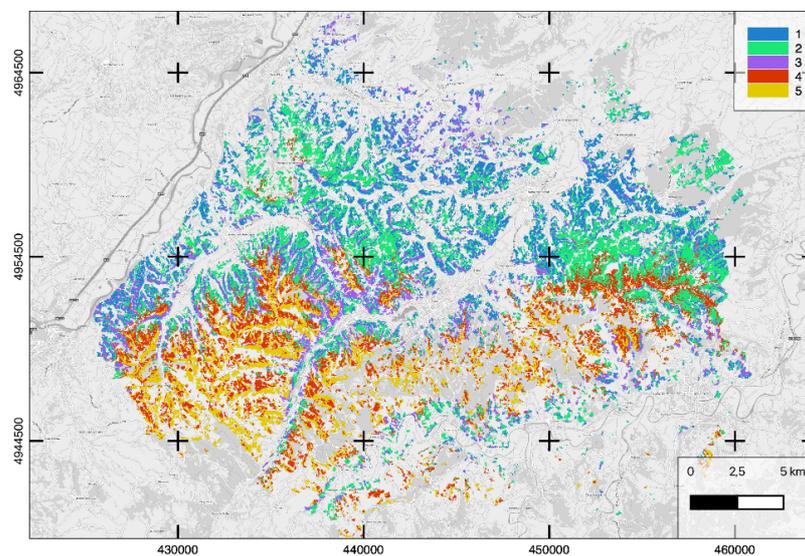


Fig. 3. Clusterizzazione dei parametri morfologici (CM) (EPSG:32632, WGS 84 / UTM zone 32N).

Incrociando questi risultati, sono stati definiti i *terroir* riportati nella figura sottostante (Fig. 4).

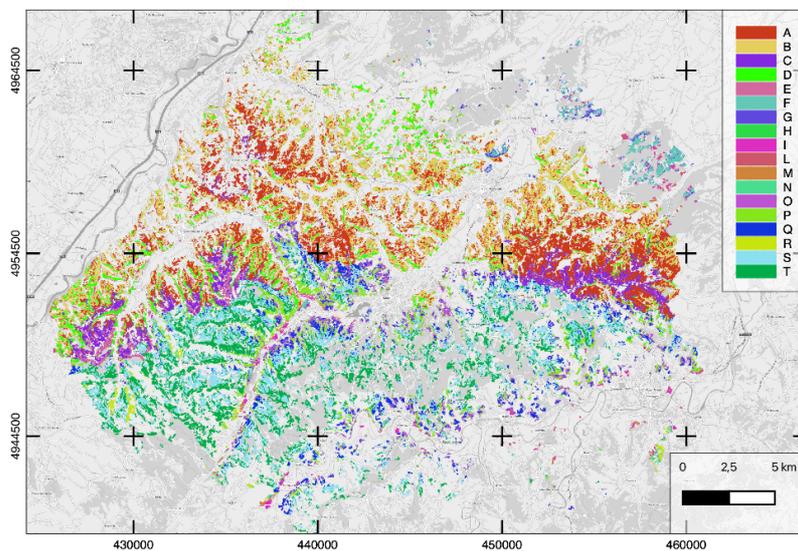


Fig. 4. Mappa dei *terroir* individuati (EPSG:32632, WGS 84 / UTM zone 32N).

Procedendo nella caratterizzazione di queste 18 sottozone, si evince che parametri pedologici e morfologici, singolarmente potrebbero non essere efficaci nell'isolamento dei terroir perché in quanto alcuni di essi presentano caratteristiche simili. Sovrapponendo le informazioni pedologiche (Fig. 5) e morfologiche (Fig. 6), invece, si ottengono *terroir* unici e ben separabili per sovrapposizione di caratteristiche.

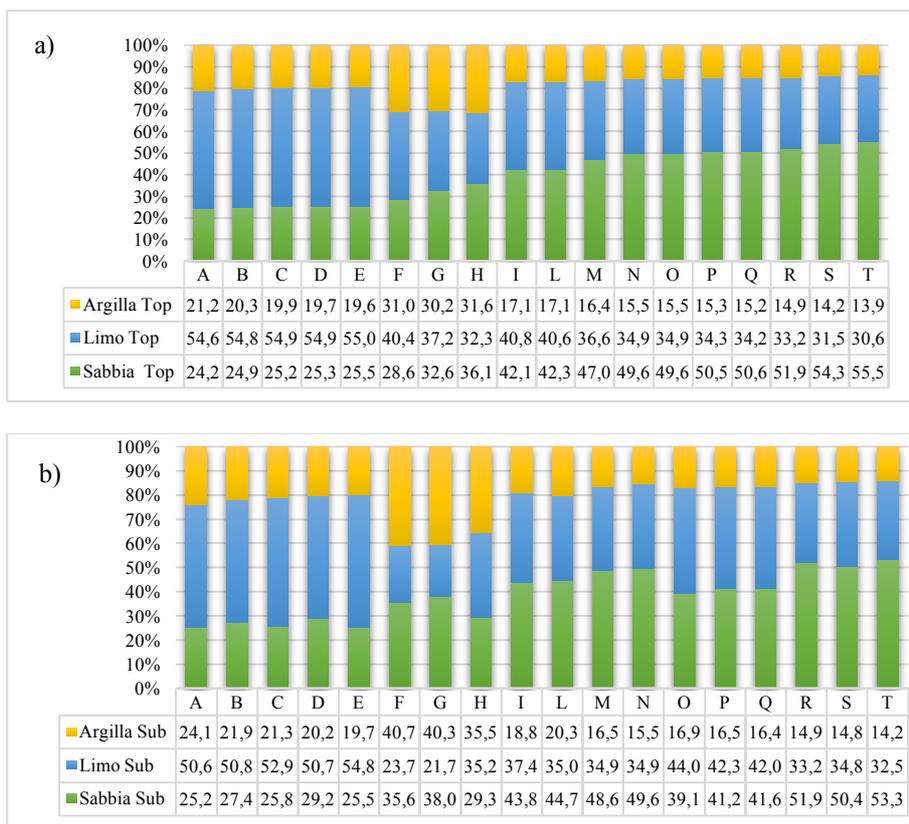


Fig. 5. Parametro pedologico: tessitura a) del TS; b) del SS dei terroir.

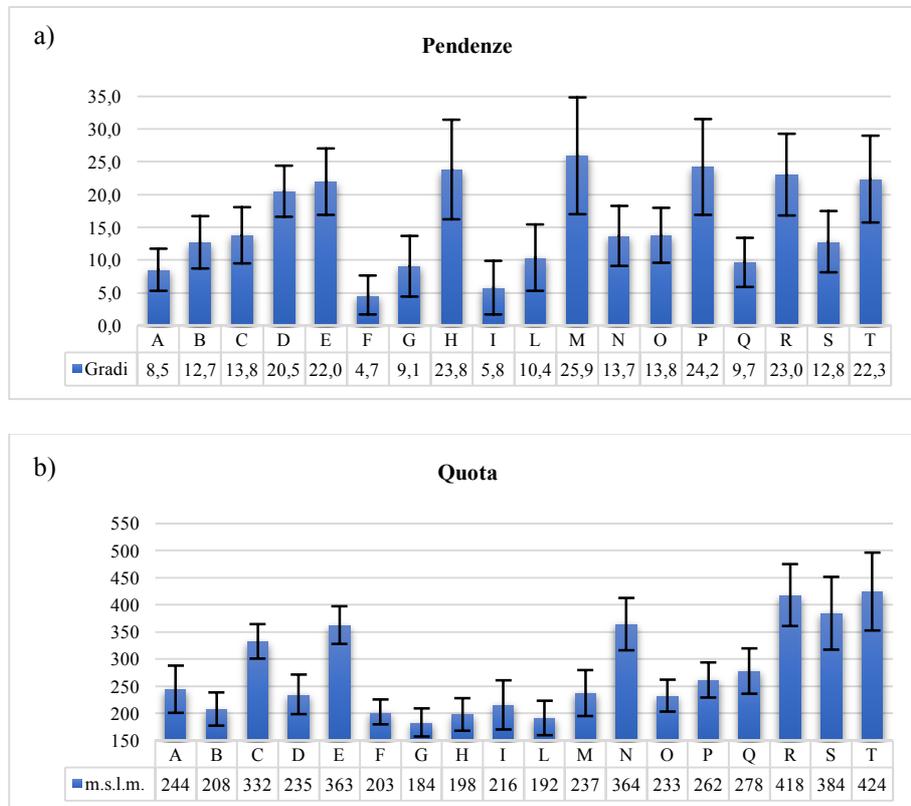


Fig. 6. Parametri morfologici - a) pendenza; b) quota dei terroir.

3 Conclusioni

Questo lavoro segue la metodologia proposta da Priori et al. in un altro dei più importanti areali vitivinicoli italiani, in particolare quello del Chianti Classico [17]. Anche in questo caso i terroir ottenuti si sono rivelati essere differenti tra loro e con caratteristiche pedomorfolologiche uniche e distinte.

Il flusso di lavoro mira ad aprire con più sicurezza la strada ad una zonazione agronomica, in particolare viticola, degli areali ad alto valore aggiunto con un approccio tecnologico ed innovativo. Questa metodologia permette la mappatura di sottozone in modo deterministico ed obiettivo, andando a sfruttare i dati disponibili dai database regionali e dei consorzi dei produttori vitivinicoli.

Tra i punti di forza si possono annoverare la rapidità e la solidità dei risultati, nonché un costo decisamente ridotto rispetto alle metodologie tradizionalmente applicate in vitivinicoltura. Esse, infatti, prevedono numerose ore in campo e molte sessioni di

degustazione ed analisi dei vari vini prodotti da ogni azienda di una possibile sottozona. Quest'ultimo punto, inoltre, viene altamente influenzato da diversi fattori soggettivi come la degustazione stessa, l'invecchiamento delle bottiglie, l'andamento delle diverse annate, ma anche l'impronta che ogni produttore può conferire alla propria produzione. Benché quest'ultima sia a tutti gli effetti parte della definizione di terroir, si può correre il rischio di non cogliere le potenzialità e le effettive caratteristiche di ogni sottozona, commettendo errori di valutazione facilmente attenuabili con l'approccio qui proposto.

Questa metodologia risulta quindi essere di facile trasferibilità in qualsiasi contesto viticolo strutturato, specialmente su media e larga scala. Futuri sviluppi della metodologia saranno caratterizzati dall'implementazione di dati a rete più fitta e con l'introduzione di nuove variabili, migliorando la risoluzione di queste sottozone. Bisogna però tener conto dell'eventuale rumore che si potrebbe generare nei risultati e nella loro interpretazione.

La risoluzione qui adottata sembra quindi essere il compromesso ideale tra costi, precisione ed applicabilità nell'attuale contesto produttivo.

4 Riferimenti bibliografici

1. Vrignon-Brenas, S.; Aurélie, M.; Romain, L.; Shiva, G.; Alana, F.; Myriam, D.; Gaëlle, R.; Anne, P. Gradual Responses of Grapevine Yield Components and Carbon Status to Nitrogen Supply. *OENO One* **2019**, *53*.
2. Duchêne, E.; Schneider, C.; Gaudillère, J. Effects of Nitrogen Nutrition Timing on Fruit Set of Grapevine, Cv. Grenache. *Vitis* **2001**, *40*.
3. Verdenal, T.; Dienes-Nagy, Á.; Spangenberg, J.E.; Zufferey, V.; Spring, J.-L.; Viret, O.; Marin-Carbonne, J.; Leeuwen, C. van Understanding and Managing Nitrogen Nutrition in Grapevine: A Review. *OENO One* **2021**, *55*, 1–43.
4. Van Leeuwen, C.; Seguin, G. The Concept of Terroir in Viticulture. *Journal of Wine Research* **2006**, *17*, 1–10.
5. Leeuwen, C. van; Roby, J.-P.; Rességuier, L. de Soil-Related Terroir Factors: A Review. *OENO One* **2018**, *52*, 173–188.
6. Mackenzie, D.E.; Christy, A.G. The Role of Soil Chemistry in Wine Grape Quality and Sustainable Soil Management in Vineyards. *Water Science and Technology* **2005**, *51*, 27–37.
7. Protano, G.; Rossi, S. Relationship between Soil Geochemistry and Grape Composition in Tuscany (Italy). *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* **2014**, *177*, 500–508.
8. White, R.E. The Value of Soil Knowledge in Understanding Wine Terroir. *Frontiers in Environmental Science* **2020**, *8*.
9. Reynolds, A.G.; Rezaei, J.H. Spatial Variability in Ontario Cabernet Franc Vineyards: I. Interrelationships among Soil Composition, Soil Texture, Soil and Vine Water Status. *JAH* **2014**, *16*, 3–23.

10. Marciniak, M.; Reynolds, A.; Brown, R.; Jollineau, M.; Kotsaki, E. Applications of Geospatial Technologies to Understand Terroir Effects in an Ontario Riesling Vineyard. *American Journal of Enology and Viticulture* **2017**, *68*, ajev.2016.16083.
11. Noble, A.C. DIFFERENT SOIL COMPOSITIONS. **1979**, *30*, 4.
12. Bramley, R. g. v.; Ouzman, J.; Boss, P. k. Variation in Vine Vigour, Grape Yield and Vineyard Soils and Topography as Indicators of Variation in the Chemical Composition of Grapes, Wine and Wine Sensory Attributes. *Australian Journal of Grape and Wine Research* **2011**, *17*, 217–229.
13. Sisav.Org – Strumenti Integrati per La Sostenibilità Ambientale Del Vigneto.
14. Home - Geoportale Piemonte Available online: <https://www.geoportale.piemonte.it/cms/> (accessed on 18 March 2022).
15. Anagrafe Agricola Del Piemonte | Servizioonline Available online: <https://servizi.regione.piemonte.it/catalogo/anagrafe-agricola-piemonte> (accessed on 18 March 2022).
16. Guastaferro, F.; Castrignanò, A.; de Benedetto, D.; Sollitto, D.; Troccoli, A.; Cafarelli, B. A Comparison of Different Algorithms for the Delineation of Management Zones. *Precision Agriculture* **2010**, *11*, 600–620.
17. Priori, S.; Barbetti, R.; L'Abate, G.; Bucelli, P.; Storchi, P.; Costantini, E.A.C. Natural Terroir Units, Siena Province, Tuscany. *Journal of Maps* **2014**, *10*, 466–477.