

MAPPATURA DELLA CONDUTTIVITA' ELETTROMAGNETICA E ZONAZIONE DELLA VENDEMMIA: COMPrensIONE DELLA RELAZIONE TRA SUOLO E QUALITA' DEL VINO

Ernest BEASLEY IV, MS, CPG¹, Benoit PINEAU², Lucie MORTON³

¹HydroGeo Environmental, LLC, 418 East Main Street, Charlottesville, Virginia 22902

²Pollak Vineyards, 330 Newtown Road, Greenwood, Virginia 22943

³Vitipiont International Research Centre, PO Box 5607, Charlottesville, Virginia 22905

*Corresponding author: Beasley. E-mail: ebeasley@HydroGeoEnvironmental.com

Introduzione

Una ricerca precedente suggerisce che le mappe geofisiche hanno il potenziale di aumentare la redditività del vigneto e migliorare la qualità del vino adeguando le pratiche di gestione del vigneto alle variazioni del suolo su piccola scala (Priori 2012, Tisseyre 2005). È stato anche suggerito che le mappe geofisiche possano rappresentare un utile strumento per la prospezione e la selezione dei siti (Andre et al. 2012, Hubbard et al. 2004). Molti viticoltori hanno effettivamente subito perdite di prodotto e/o di qualità a causa della variabilità del suolo non rilevata in precedenza e hanno dichiarato la necessità di nuove mappature e di nuove tecniche di mappatura geologica che consentano una completa copertura delle aree (Beasley 2014).

È risaputo da tempo che le proprietà del suolo influiscono sulla qualità dei vini e diversi studi hanno cercato di fare luce su queste dinamiche complesse (White 2003, Wilson 1998). Un recente studio in Virginia suggeriva delle correlazioni tra il K del suolo e il pH del frutto (un importante parametro della qualità del vino influenzato dal K del frutto) con altre variabili viticole e ambientali (Beasley, Morton, and Ambers 2015).

Il potassio nel frutto svolge un ruolo critico per il pH del mosto e del vino (Keller 2010). Il pH è uno dei parametri principali che influiscono maggiormente su numerosi aspetti della qualità del vino, quali il colore, l'equilibrio degli acidi e la stabilità microbiologica (Zoecklein et al. 1990). La disponibilità del potassio nel suolo può essere molto variabile e si possono verificare delle carenze; comunque, in Virginia è molto più comune che vi sia un eccesso di potassio nell'uva piuttosto che una carenza (Wolf 2007). Le analisi di laboratorio fanno credere ai viticoltori normalmente che i livelli di potassio nei vigneti siano bassi, mentre l'analisi dei pezioli indica un'elevata concentrazione di potassio nei tessuti vegetali. Ciò ha comportato apporti ingiustificati di potassio in molti vigneti della regione del Mid-Atlantic e recentemente è stato puntato il riflettore sulla nutrizione potassica nell'industria enologica degli Stati del Mid- Atlantic.

Questo lavoro integra la mappatura EM e la tecnologia GIS, la geologia di campo e la vinificazione sperimentale per esaminare le correlazioni suolo-vite all'interno di un singolo vigneto.

MATERIALI E METODI

Sito della ricerca

Il sito dello studio (Figura 1) è situato nei vigneti Pollak sulle pendici di un cono di deposito di detriti risalenti al primo Pleistocene fino al tardo Pliocene (Morgan et al. 2003) nella Contea occidentale di Albemarle, Monticello American Viticultural Area (AVA), Virginia, USA. Secondo la mappatura del Natural Resources Conservation Service (NRCS) si tratta di un ultisol formato principalmente da un colluvio di greenstone. La classe tassonomica del suolo Dyke è fine, mista, semiattiva, mesic Typic Rhodudults (NRCS 2006).

Per questo lavoro è stato selezionato un vigneto di due acri di Cabernet Franc (facente parte di un vigneto più ampio di 4.05 ettari) clone FPS 04 su portainnesto 101-14 piantato nel 2003. Si ricorre a

pratiche di gestione del vigneto uniformi (cordone bilaterale con sesto di impianto di 3.05 x 2.13 m, che corrisponde a una densità di 1,537 viti/ettaro). Questo studio documenta le differenze misurabili dei parametri di qualità del frutto e del vino dovute alla variabilità del suolo nell'ambito di un vigneto gestito in modo omogeneo.

La mappatura delle conduttività elettromagnetica

I dati geofisici di questo lavoro sono stati raccolti con il conduttivimetro Geonics EM38-MK2 (EM38), che utilizza l'induzione elettromagnetica (EM o EMI) per misurare sia la conduttività elettrica (EC) sia la suscettività magnetica dei materiali del suolo. EMI consente di effettuare rilevamenti di ampie aree rapidamente, senza dover ricorrere a strumenti che lavorano per contatto del suolo. Il EM38 consiste di una bobina trasmittente elettromagnetica coplanare montata su un'asta e di una bobina ricevente posta a una distanza fissa. Una corrente applicata alla bobina trasmittente produce un campo magnetico primario variabile nel tempo, che induce piccole correnti secondarie nel suolo. Queste correnti generano un campo magnetico secondario, che è rilevato con il campo primario dalla bobina ricevente, fornendo indicazioni delle proprietà del suolo. Il EM38 e altri conduttivimetri simili sono adatti per misure relativamente superficiali, in modo specifico per la zona esplorata dalle radici; la misura può avvenire con bobine disposte anche su asse verticale cui corrisponde una profondità di indagine di 1,5 metri (McNeil 1980)

I dati del rilevamento sono stati raccolti come sezioni individuali e archiviati in un registratore digitale collegato allo strumento. Le coordinate GPS erano trasmesse costantemente da un'antenna GPS differenziale, portata dal rilevatore nel corso dell'indagine. Lo strumento era tenuto a un'altezza di circa 8 cm dalla superficie del terreno e le misure avvenivano a intervalli discreti costanti. Tramite Kriging i dati EM erano messi in rete; quindi filtrati, create le isoipse e le mappe utilizzando Surfer 12 di Golden Software e Global Mapper di Blue Marble Geographics.



Figura 1: Il sito di studio consiste di un vigneto di Cabernet franc di circa 0.81 ettari con clone, portainnesto, anno di impianto e pratiche agronomiche uniformi.

Valutazione del profilo del suolo e della conduttività idraulica satura

Gli scavi con pala meccanica facilitavano la valutazione dei profili del suolo. Sono stati utilizzati i metodi di campo del United States Department of Agriculture-Natural Resource Conservation Service (USDA-NRCS) (Schoenberger et al. 2002) e sono state effettuate fotografie e note dettagliate. I campioni sono stati raccolti a profondità discrete (selezionate in campo in base alla configurazione degli orizzonti del suolo e la localizzazione della zona radicale) per effettuare analisi chimiche eseguite da un laboratorio.

I test della conduttività idraulica satura (K_{sats}) sono stati eseguiti a profondità discrete in posti definiti per ogni zona per valutare le correlazioni tra il drenaggio e i dati geofisici. I K_{sats} erano eseguiti utilizzando il Johnson Permeameter, un permeametro a carico costante per la determinazione della conduttività idraulica del terreno.

Parametri viticoli

Il peso del legno di potatura, il peso medio degli acini e la produzione totale erano eseguiti in campo con bilance di proprietà dei Pollak Vineyards. Abbiamo fatto i campionamenti degli acini e dei pezzioli per le analisi chimiche di laboratorio per la caratterizzazione dello stato nutritivo delle viti e del frutto. I pezzioli erano raccolti all'invasatura per stabilire il contenuto del potassio delle viti. Tutti i pezzioli e i campioni di frutta erano analizzati dallo stesso laboratorio.

Analisi chimiche del vino, pH/Brix alla raccolta

Le analisi del vino erano eseguite da un laboratorio certificato specializzato in enologia. Tutti i campioni di vino analizzati in questo lavoro sono stati portati allo stesso laboratorio nel corso degli anni dello studio. I parametri della maturazione dell'uva (zuccheri e pH) erano misurati sul posto con un rifrattometro e un pHmetro della Pollak Vineyards.

Vendemmia differenziale e vinificazione sperimentale

Una raccolta differenziale è stata effettuata nel 2013, 2014 e 2015 dove l'uva proveniente da due zone distinte di 0,3 ettari all'interno dello stesso blocco erano vendemmiate separatamente. Ogni anno l'uva derivante dalle due zone era vinificata separatamente in T-bins (contenitori coibentati per la fermentazione di capacità di 0.82 tonnellate). Dopo la diraspatura e una macerazione a freddo di 3 giorni, il mosto era inoculato con i lieviti. Tutti i trattamenti e le aggiunte effettuate in vinificazione (per es. l'aggiunta di anidride solforosa, di acido tartarico, la gestione del cappello, il momento della pigiatura) erano uguali per ogni lotto e dati dettagliati erano registrati nel corso di tutta la vinificazione. Ogni anno, i vini sperimentali erano invecchiati in barrique francesi identiche per cinque mesi prima dell'imbottigliamento.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Numerosi rilevamenti EM nel corso di tre anni eseguiti in diverse condizioni ambientali hanno evidenziato serie di dati riproducibili sulla conduttività del suolo. Occorre notare che mentre le spalliere sono fonte di disturbo elettromagnetico amplificando le letture della conduttività addirittura fino al punto che non si è più in grado di mappare la variabilità del suolo (Beasley 2014, Lamb 2009), la presenza di fili metallici sembra non influire sull'integrità dei dati EM. Le spalliere nel nostro studio consistevano di pali di legno ogni 3.05 metri e di un filo metallico a 121.9 cm dalla superficie del terreno.

Sono state identificate due distinte zone del suolo, segnate in seguito con "elevata conduttività" (HC) e "bassa conduttività" (LC) tramite mappatura EM e nell'ottobre 2015 gli scavi effettuati con pala meccanica hanno confermato differenze significative delle caratteristiche dei profili del suolo.

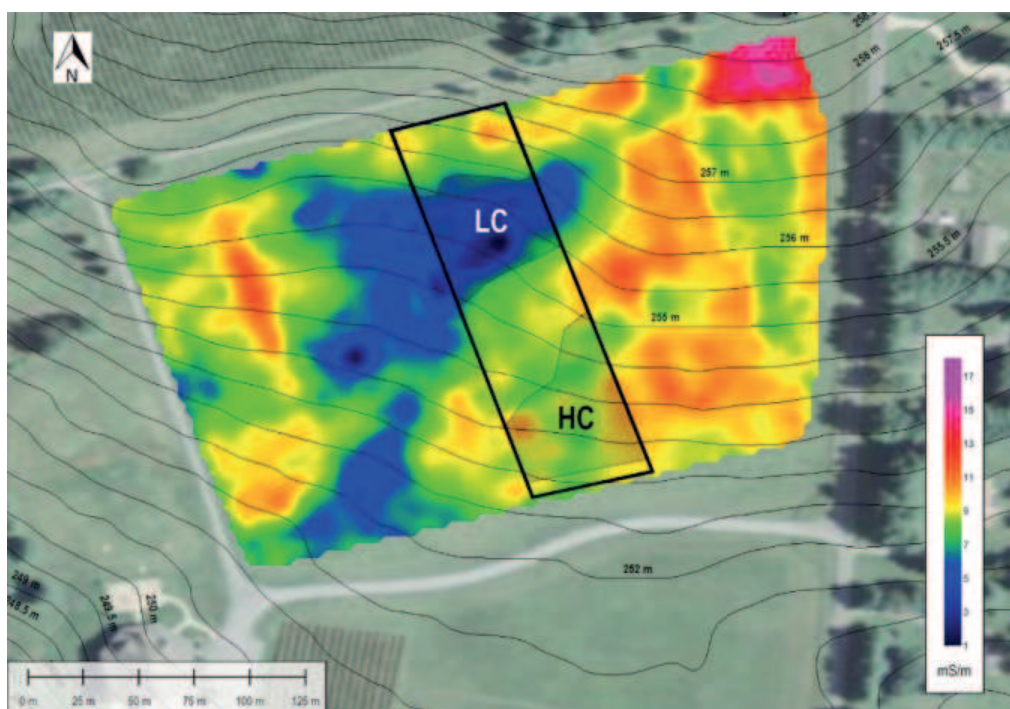


Figura 2: Mappa della conduttività elettromagnetica che mostra la variabilità del suolo dell'area di studio. Le due zone di vendemmia (contrassegnate con LC e HC) si distinguono per diverse proprietà del suolo che sono correlate alla EC del suolo.

Proprietà fisiche del suolo della zona HC

Il suolo HC consiste di uno strato superficiale limoso argilloso (15 cm di profondità) su un sottosuolo argilloso con giacitura convessa. Segni minori di compattezza (struttura lamellare) sono stati osservati nei primi 15 cm in superficie. La zona radicale arriva fino a circa 45.7 cm di profondità, dove si osservava la suola di lavorazione. Un netto cambiamento del pH del suolo si osservava nella parte superiore della suola, suggerendo una carenza di mobilità verso il basso di materiali correttivi apportati nel tempo dovuta alla presenza dello strato compatto.

Proprietà fisiche del suolo della zona LC

Il suolo LC consiste di uno strato superficiale franco limoso (profondo 29 cm) che appoggia su uno strato franco limoso argilloso con giacitura concava. Sono stati osservati in tutto il profilo molti ciottoli di greenstone. La zona radicale si estende fino a circa 106.7 cm di profondità, in corrispondenza di uno strato di argilla. Figure redoximorfiche (accumuli di ferro e impoverimenti) sono state notate da circa 106.7 cm fino a 137 cm di profondità e 5 cm di acqua stagnante è stata osservata sul fondo della buca della ruspa.

Ksats

I test sulla conduttività idraulica saturata a profondità discrete in entrambe le zone suggerivano tassi di infiltrazione più veloce nella zona LC. I ksats in superficie erano di 50.8 e 12.2 mm/ora e i ksats più in profondità erano di 40.8 e 0.5 mm/ora rispettivamente per la zona LC e HC.

Tabella 1: Proprietà del suolo

	ZONA LC	ZONA HC
Ec del suolo	0 - 3 mS/m	6 - 8 mS/m
Tessitura terreno superficiale	Franco limoso	Franco argilloso
Tessitura sottosuolo	Franco argilloso limoso/ ciottoli	Argilla
Profondità della zona radicale	106.7 cm	45.7 cm
MORFOLOGIA DEL TERRENO	Concavo	Convesso
Ksat @ 35 Cm profondità	50.8 mm/ora	12.2 mm/ora
Ksat @ 82 Cm profondità	40.6 mm/ora	0.5 mm/ora

Analisi chimiche del suolo

I dati delle analisi chimiche del suolo sono riportati nelle tabelle 2a e b. Riassumendo, i campioni LC avevano una maggiore quantità di sostanza organica (OM); comunque, le tabelle 2a e b indicano che il campione HC era più ricco di nutrienti nella zona radicale. Di particolare interesse sono i livelli elevati di potassio nel sottosuolo HC (circa il doppio di quello contenuto nel sottosuolo LC), che è in correlazione con una maggiore concentrazione di potassio nel frutto e nel vino che si traduce in un pH del vino più elevato. Questa è una dinamica complessa influenzata dal pH del suolo e dai cationi (oltre ad altri fattori) e lo studio di tali dinamiche va oltre lo scopo di questa fase dello studio.

Tabella 2a: Analisi chimiche del suolo

	ZONA LC			ZONA HC		
	Superficie (0-29 cm)	Sottosuolo (46-61cm)	Sottosuolo più profondo (107 cm)	Superficie (0-15 cm)	Sottosuolo (46 cm)	Sottosuolo più profondo (122 cm)
OM (%)	5.6	3.5	3.8	3.1	2.4	2.8
P (ppm)	18	3	1	21	5	1
K (ppm)	151	33	29	160	75	70
Mg (ppm)	243	140	138	292	251	187
Ca (ppm)	1494	1024	1151	1538	1429	1114
Na (ppm)	65	67	79	71	81	73
PH	6.4	5.3	5.2	7	7.1	4.9
CEC (meq/100g)	11.2	9.7	11.1	10.8	9.8	13.6
S (ppm)	17	224	184	42	26	300
Zn (ppm)	8.9	2.7	2.80	6.2	3.4	2.4
Mn (ppm)	94	9	8	117	78	34
Fe (PPM)	111	55	59	67	68	47
Cu (PPM)	6.8	0.8	0.4	2.7	0.9	0.5
B (PPM)	0.6	0.3	.3	0.6	0.5	0.4

Tabella 2b: Saturazione delle basi

	Zona LC			Zona HC		
	Superficie (0-29 cm)	Sottosuolo (46-61cm)	Sottosuolo più profondo (107 cm)	Superficie (0-15 cm)	Sottosuolo (46 cm)	Sottosuolo più profondo (122 cm)
K (%)	3.5	0.9	0.7	3.8	2.0	1.3
Mg (%)	18.1	12.0	10.4	22.5	21.3	11.5
Ca (%)	66.7	52.8	51.8	71.2	72.9	41.0
Na (%)	2.5	3.0	3.1	2.9	3.6	2.3
H (%)	8.9	30.9	34.2	0.0	0.0	43.9

Dati sui pezioli, frutta e vino

La differenza minima delle concentrazioni degli zuccheri tra le due zone in vendemmia suggerisce una maturazione uniforme nel vigneto in vendemmia (Tabella 3). Rispetto alla zona LC, la zona HC generalmente era caratterizzata da maggiori rese, maggior vigore e uva con pH più elevato. Di particolare interesse è il fatto che un contenuto più elevato di K nella zona radicale HC è correlato con una maggiore concentrazione di K nel peziolo, nel frutto e nel vino e con maggiore pH (Tabelle 3-5, Figura 3). È molto importante notare che anche nella zona LC (la zona con minore K), i livelli di potassio nel peziolo sono significativamente più elevati del livello standard internazionale raccomandato < 1.50% (Morton 2016).

Tabella 3: Dati di vendemmia

	2013		2014		2015	
	LC Zona	HC Zona	LC Zona	HC Zona	LC Zona	HC Zona
Uva Ph	3.61	3.72	3.6	3.7	3.7	3.8
Zuccheri (°Bx)	23.7	23.7	24	24	22.7	22.9
Acidità titolabile (G/L Ac. tartarico)	6	6.5	5.1	5	ND	ND
Peso del frutto (G/100 Acini)	ND	ND	178	180	188	201
Peso di potatura (Kg/Panel)	4.26	5.17	3.36	3.90	4.60	5.10
Produzione (T/Acro)	ND	ND	3.2	3.35	3.28	3.87

Tabella 4: Dati sui pezioli all'invaiaatura

	2014		2015	
	Zona LC	Zona HC	Zona LC	Zona HC
N (%)	ND	ND	0.65	0.89
S (%)	0.22	0.23	0.37	0.37
P (%)	0.27	0.40	0.52	0.54
K (%)	3.23	3.79	3.01	4.03
Mg (%)	1.03	1.31	1.14	0.79
Ca (%)	1.90	1.87	2.21	1.75
Na (%)	0.07	0.07	0.09	0.12
B (ppm)	33	31	41	37
Zn (ppm)	104	114	118	107
Mn (ppm)	453	615	497	357
Fe (ppm)	58	69	79	152
Cu (ppm)	94	97	197	165
Al (ppm)	18	30	66	101

Vini sperimentali: Ph

Vini sperimentali: Potassio

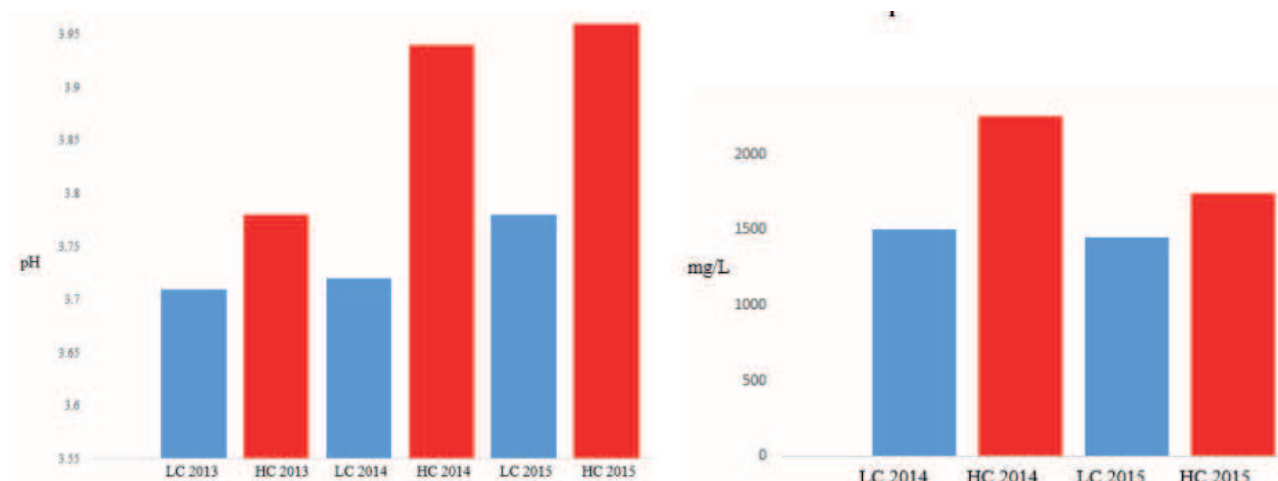


Figura 3: Istogrammi sul pH e sulle concentrazioni del potassio dei vini sperimentali. Il vino LC mostra concentrazioni di K e pH significativamente più bassi rispetto al vino HC. Da osservare che nel 2013 vengono dati solo i valori di pH in quanto l'analisi del K + + è stata effettuata solo dalla vendemmia 2014.

Tabella 5: Analisi chimiche dei vini sperimentali

	2013		2014		20145	
	LC Zona	HC Zona	LC Zona	HC Zona	LC Zona	HC Zona
Zuccheri residui (%)	<1g/L	<1g/L	<1g/L	<1g/L	<1g/L	<1g/L
Alcol (%)	13.62	13.81	13.61	13.46	13.25	13.28
Ph	3.71	3.78	3.72	3.94	3.78	3.96
Ac. volatile (g Ac-acetico/L)	0.61	0.59	0.67	0.6	0.5	0.49
Polifenoli totali (mg GA/L)	43	41	45	44	37	37
Calcio (mg/L)	ND	ND	72.38	67.83	61	53
Potassio (mg/L)	ND	ND	1505	2250	1454	1740
Magnesio (mg/L)	ND	ND	98.2	113.9	ND	ND
Manganese (mg/L)	ND	ND	1.12	2	ND	ND

CONCLUSIONI

La mappatura EM ha fornito serie di dati riproducibili e ha facilitato l'identificazione di due zone distinte del suolo nell'ambito del nostro studio nei vigneti Pollak Vineyards a Greenwood, Virginia. Per le vendemmie 2013, 2014, e 2015, ogni zona era vendemmiata e vinificata separatamente. La zona ad elevata conduttività, con un maggiore contenuto di argilla, una zona radicale meno profonda, livelli di potassio nel sottosuolo più elevati produceva vini con colore più leggero e pH più elevato rispetto alla zona a bassa conduttività, con una minore frazione argillosa, più ciottoli, una zona radicale più profonda, minore contenuto di potassio nel sottosuolo e maggiore velocità di infiltrazione. Di particolare importanza era il contenuto di potassio nel tessuto vegetale rilevato con analisi peziolare nella zona LC (l'area con contenuto di potassio più basso).

RINGRAZIAMENTI

Ringraziamo il Virginia Wine Board, Pollak Vineyards, HydroGeo Environmental e Vitipoint International Research Centre per aver finanziato, per avere fornito personale e attrezzatura fondamentali per portare a termine il lavoro. Ringraziamo anche Dr. Clifford Ambers, di Chateau Z Consulting, e Dr. Lance Kearns, del James Madison University Geology Department, per la loro competenza di laboratorio for providing input and laboratory expertise to support this effort.

BIBLIOGRAFIA

Andre, Frederic, Moghadas, D., van Leeuwen, C., de Ressaiguer, L., Saussez, S., Delvaux, B., Van Durmen, R., Vereecke, H., Bogaert, P., Lambot, S. 2012. High-resolution imaging of a vineyard in south of France using ground penetrating radar, electromagnetic induction and electrical resistivity tomography. *Journal of Applied Geophysics*. 78:113-122.

Beasley, E. 2014. Geophysical Investigations for Viticulture. Virginia Wine Board Research Report for RFP # 301-13- 028. 35p.

Beasley, E., Morton, L., Ambers, C. 2015. Role of Soil Mineralogy in Potassium Uptake by Wine Grapes. Virginia Wine Board Research Report for RFP # 301-14-038. 24 p. Hubbard, S. and Rubin, Y. 2004. The Quest for Better Wine Using Geophysics. *Geotimes* August 2004.

Keller, Markus 2010. *The Science of Grapevines: Anatomy and Physiology*. Academic Press. 255-257.

McNeill, J. 1980. *Electrical Conductivity of Soils and Rocks*. Technical Note TN-5. Geonics Limited, Ontario, Canada.

Morgan, B.A., Eaton, L.S., Wiczorek, G. 2003. Pleistocene and Holocene Colluvial Fans and Terraces in the Blue Ridge Region of Shenandoah National Park, Virginia. United States Geological Survey Open File Report 03-410. 24 p.

Morton, L. 2016. Personal communication with Ernest Beasley.

Natural Resources Conservation Service 2006. Official Soil Series Description: Dyke Series.

Lamb, D. 2009. EM38 in All-Steel Vineyards – a Cautionary Tale. Precision Agriculture and Viticulture Expo. 2009:19- 22.

Priori, S. et al. 2012. Improving Wine Quality Through Harvest Zoning and Combined Use of Remote and Soil Proximal Sensing. *Soil Science Society of America Journal*. 77:1338-1348.

Schoenberger, P.J., Wysocki, D.A., Benham, E.C., and Broderson, W.D. (editors) 2002. *Field Book for Describing and Sampling Soils, Version 2.0*. Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, NE.

Tisseyre, B., Taylor, J. 2005. An overview of methodologies and technologies for implementing precision agriculture in viticulture. *Proceedings from XII Congresso Brasileiro de Viticultura e Enologia – Anais*. 45-54.

White, R. E. 2003. *Soils for Fine Wines*. Oxford University Press, New York.

Wilson, J. E., Beazley, M. 1999. *Terroir: The Role of Geology, Climate, and Culture in the Making of French Wines*. University of California Press.

Wolf, T., ed. 2007. *Wine Grape Production Guide for Eastern North America*. Natural Resource, Agriculture and Engineering Services Cooperative Extension Publication: NRAES-145. Ithaca, New York.

Zoecklein, B., Fugelsang, K., Gump, B., Nury, F. 1990. *Production Wine Analysis*. Chapman & Hall, New York.