



UNIVERSITÀ DEL PIEMONTE ORIENTALE

DIPARTIMENTO DI SCIENZE E INNOVAZIONE TECNOLOGICA

Corso di Laurea magistrale in Scienze Chimiche LM-54

TESI DI LAUREA MAGISTRALE

***"Studio di tracciabilità su filiere di vino micro-
vinificato e tradizionali mediante analisi ICP"***

Relatore: **Prof. Maurizio Aceto**

Correlatore: **Dott.ssa Federica Gulino**

Candidata: **Giada Picciolo**

Anno accademico 2024/2025

Sommario

Introduzione.....	1
Sistema di Denominazione dei prodotti agroalimentari	2
Sistema di denominazione d'origine dei vini in Italia	3
Il mercato del vino	7
Zonazione viticola: Analisi e Valutazione del Territorio per la Qualità del Vino	9
Il Terroir: Fattori Naturali per la Qualità Agricola	12
La tracciabilità alimentare	14
La tracciabilità del vino	16
Bibliografia.....	19
Materiali e metodi.....	21
Raccolta dei campioni	20
Campioni	20
Campionamento	25
Pretrattamento del campione – Mineralizzazione coadiuvata da microonde	26
Strumentazione	26
Metodo.....	29
Standard certificato.....	32
Pretrattamento del campione - Incenerimento	33
Strumentazione	33
Metodi.....	35
Bianco.....	40
Analisi elementare - Spettroscopia ICP-OES	41
Strumentazione	41
Metodo.....	44
Analisi elementare - Spettrometria ICP-MS.....	45
Strumentazione	45

Metodo.....	51
Bibliografia.....	53
Risultati.....	54
Interpretazione dei dati	55
Normalizzazione dei dati al cerio	55
Regola di Oddo-Harkins	58
La tracciabilità	58
Analisi dei dati trattati	59
Dati ottenuti dall'ICP-MS	59
Dati ottenuti dall'ICP-OES.....	85
Riproducibilità del metodo	107
Bibliografia.....	117
Conclusione	118
Appendice	122

Introduzione

L'agroalimentare, in Italia è un vero e proprio marchio riconosciuto in tutto il mondo, e la filiera vitivinicola ne rappresenta uno dei pilastri a livello nazionale tanto che il vino, la vite e i territori viticoli sono definiti «patrimonio culturale nazionale» dall'Art.1 della L. 12 dicembre 2016, n. 38 sulla Disciplina organica della coltivazione della vite e della produzione e del commercio del vino.

Sistema di Denominazione dei prodotti agroalimentari

La Denominazione è un'indicazione geografica protetta da una normativa specifica che associa un prodotto agroalimentare al suo territorio di provenienza, definendo anche le modalità di produzione. Ha l'obiettivo principale di salvaguardare l'autenticità dei prodotti, tutelando sia i produttori che i consumatori contro la diffusione di alimenti falsificati o imitati, che provengono da altre aree o vengono realizzati con metodi diversi da quelli tradizionali. Pertanto, il sistema delle Denominazioni di Origine e delle Indicazioni Geografiche ha come obiettivo il supporto al settore produttivo, l'incremento dell'economia locale e la protezione dell'ambiente.

La volontà di proteggere la tipicità dei prodotti agroalimentari è radicata nella cultura umana. Le prime tracce di questa pratica si trovano già nella Bibbia, dove vengono citati diversi vini associati alla loro zona di produzione, come il vino di Samaria o quello del Carmelo. Questo concetto di identificazione e protezione è stato mantenuto attraverso i secoli.

Storicamente, la prima zona vinicola protetta al mondo è quella del Chianti, nel 1716 il Granduca di Toscana Cosimo III, tramite un decreto stabilì i confini di produzione del vino che si estendevano da Firenze a Siena.

A livello internazionale si dovrà aspettare quasi un secolo per avere una protezione dell'origine dei prodotti agroalimentari formalizzata, difatti, è con l'articolo 12 della Convenzione di Parigi del 1883 per la protezione della Proprietà Industriale (IP), che si fa riferimento alle "Geographical Indications" (GI), allora indicate come il termine "*Indications of Source*" o "*Appellations of Origin*".

Il Sistema Europeo, così come lo conosciamo oggi, è stato istituito nel 1992 e si basa su PDO (Protected Denominations of Origin), PGI (Protected Geographical Indications) e TSG (Traditional Specialities Guaranteed), termini che sono stati definiti più precisamente nel 2012, e progressivamente adottati da tutti gli Stati membri dell'Unione Europea.

Il Regolamento UE n°1151/2012, infatti, fornisce la definizione di denominazione di origine e di indicazioni geografiche per i prodotti agroalimentari.

Con il nome “Denominazione di origine” (D.O.P.) si identifica un prodotto “a) originario di un luogo, regione o, in casi eccezionali, di un paese determinati; b) la cui qualità o le cui caratteristiche sono dovute essenzialmente o esclusivamente ad un particolare ambiente geografico e ai suoi intrinseci fattori naturali e umani; e c) le cui fasi di produzione si svolgono nella zona geografica delimitata.”¹

Mentre con il termine “Indicazione geografica” si identifica un prodotto: “a) originario di un determinato luogo, regione o paese; b) alla cui origine geografica sono essenzialmente attribuibili una data qualità; la reputazione o altre caratteristiche; e c) la cui produzione si svolge per almeno una delle due fasi nella zona geografica delimitata.”²

Infine, il nome “Specialità tradizionali garantite” (S.T.G.), identifica uno specifico prodotto ottenuto mediante metodo di produzione o trasformazione ritenuti tradizionali, o tramite materie prime che vengono utilizzate tradizionalmente.

La finalità delle S.T.G. è quella di andare quindi a garantire la salvaguardia di metodi di produzione e ricette tradizionali conferendo loro un valore aggiunto.

La protezione delle D.O.P e delle I.G.P. avviene mediante il Regolamento UE n°1308/2013, il quale si occupa anche dell'organizzazione dei mercati dei prodotti agricoli regolando l'intero settore agricolo a livello europeo. Questo regolamento infatti va a stabilire tutte quelle che sono le regole per andare a gestire i mercati comprendendo, anche, le misure necessarie per assicurare un corretto funzionamento del mercato del vino in Europa, promuovendo la qualità, la protezione dell'origine e la sostenibilità economica.

Sistema di denominazione d'origine dei vini in Italia

Come visto precedentemente, il vino è stato il primo settore a essere regolamentato per lo storico legame con il territorio. Le prime leggi sulla produzione vinicola sono antiche quanto la storia del vino stesso. Pertanto, non è da stupirsi se dall'Antico Egitto alla Roma imperiale, fino ai tempi moderni, si susseguono, vari ordinamenti giuridici per disciplinare e

¹ Definizione presa dal Regolamento europeo n°1151/2012 sui regimi di qualità dei prodotti agricoli e alimentari

² Definizione presa dal Regolamento europeo n°1151/2012 sui regimi di qualità dei prodotti agricoli e alimentari

organizzare le attività legate al vino e agli altri prodotti agroalimentari, con l'obiettivo principale di proteggere i consumatori da frodi e contraffazioni.

Infatti, secondo i rapporti del Mipaff³ del 2013, presi in considerazione per redigere la regolamentazione UE dello stesso anno, il 14,5% dei 8274 prodotti certificati controllati è risultato irregolare. Mostrando la necessità di regole più stringenti.

La prima vera e propria valorizzazione delle denominazioni in Italia viene effettuata grazie la legge 164 del 1992, con la quale il nostro Paese si equilibra con le disposizioni Europee. I primi due articoli di questa legge affermano:

1. “Per denominazione di origine dei vini si intende il nome geografico di una zona viticola particolarmente vocata utilizzato per designare un prodotto di qualità e rinomato, le cui caratteristiche sono connesse all'ambiente naturale ed ai fattori umani.
2. Per indicazione geografica tipica dei vini si intende il nome geografico di una zona utilizzato per designare il prodotto che ne deriva.”⁴

Ovviamente, i marchi usati per le denominazioni sono numerosissimi e molti paesi adottano una propria e distinta classificazione. Ma anche se ogni paese valuta i gradi di qualità in maniera diversa, questo sistema permette di tutelare produttori e prodotti a livello internazionale, così da permettere a tutti di godere di vini di alta qualità.

In Italia, ad esempio, si utilizzano le DOC e le DOCG, che fanno parte delle denominazioni DOP, creando una vera e propria gerarchia delle denominazioni.

La piramide della qualità dei vini italiani

Alla base della piramide troviamo i "vini da tavola", cioè vini generici senza alcuna indicazione geografica. Per questi vini risulta essere obbligatorio mostrare in etichetta il lotto di produzione, il volume del recipiente, i dati dell'imbottigliatore, il luogo di imbottigliamento e di vinificazione, la gradazione alcolica, la gassificazione (se esistente), la dizione “contiene solfiti” se si supera la soglia di 10mg/l di solforosa.

Un gradino sopra ci sono i vini con l'Indicazione Geografica Tipica (IGT), che presentano una regolamentazione meno rigida e, in genere, coprono aree di produzione più ampie rispetto alle denominazioni superiori. Ad esempio, molte IGT riguardano intere regioni

³ Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali

⁴ Primi due articoli della legge 164 del 10 febbraio 1992

italiane. Per tali vini è previsto un disciplinare secondo Regolamento Comunitario Nr.823 del 1987, cui i vini devono conformarsi. L'indicazione del vitigno, l'annata e la menzione della zona ed eventuale sottozona sono facoltativi.

Più in alto, al terzo livello, ci sono le Denominazioni di Origine Controllata (DOC), che segnano l'inizio delle denominazioni DOP. Nei disciplinari per i vini DOC si trovano le disposizioni presenti anche per quelli IGT, inoltre prevedono delle zone più delimitate, non possono essere prodotti con uve destinate a vini IGT, devono venir sottoposti ad esame chimico-fisico ed organolettico in fase di produzione. Questo riconoscimento è riservato solo ai vini che sono denominati IGT da almeno cinque anni. E in etichetta risultano essere obbligati a menzionare l'annata di produzione e possono indicare le specificità del prodotto (es. classico, superiore) se previsto dal disciplinare.

In cima alla piramide troviamo le Denominazioni di Origine Controllata e Garantita (DOCG), che rappresentano il riconoscimento di qualità più alto per un vino italiano. Questi vini presentano dei disciplinari più rigorosi. Questa denominazione viene concessa ai vini già riconosciuti DOC da almeno sette anni e che siano ritenuti di particolare pregio. In fase di imbottigliamento è prevista l'analisi chimico-fisica ed organolettica, partita per partita, e le bottiglie vengono contrassegnate con una fascetta di controllo disposta in maniera tale da rompersi in fase di apertura della bottiglia.

Tra le DOCG più famose troviamo il Barolo e il Barbaresco nel Piemonte, il Brunello di Montalcino e il Chianti Classico in Toscana, solo per citarne alcune.



Figura 1 – classificazioni dei vini italiani ed europei secondo il sistema di denominazione di origine⁵.

⁵ Immagine presa dal sito www.italvinus.it

Regole alla base della piramide qualitativa

In genere, un disciplinare IGT, DOC o DOCG include prescrizioni, che a salire con la qualità diventano via via più stringenti, come:

- Area di produzione, sia per dimensione che per altitudine.
- Tipologie di vitigni ammessi e le quantità massime o minime consentite nell'assemblaggio, e in alcuni casi, anche in vigna.
- Gradazione alcolica minima.
- Limiti di resa delle vigne e metodi di coltivazione.
- Condizioni in cui è possibile o obbligatorio riportare l'annata del vino.
- Tipologie di vino ammesse (rosso, bianco, rosato, spumante, passito, ecc.).
- Pratiche consentite o vietate in vigna e in cantina, come l'uso dell'irrigazione artificiale.
- Periodo minimo di invecchiamento del vino e tipo di contenitori utilizzati.

Ad oggi l'Italia conta 332 vini a denominazione di origine controllata (DOC), 76 vini a denominazione di origine controllata e garantita (DOCG) e 118 vini a indicazione geografica tipica (IGT), registrando nel 2023 il massimo per la produzione di vini DOC, con il 48%, e il minimo per quella di vini da tavola.

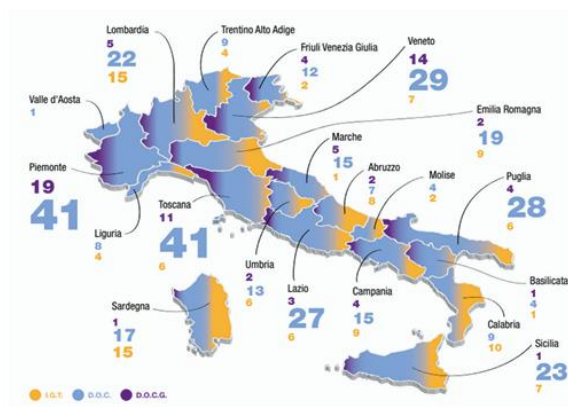


Figura 2 - mappa sulle denominazioni di Origine dei vini italiani⁶

⁶ Immagine presa da “L'Italia nel mercato vitivinicolo globale. Evoluzione e prospettive. Rome Business School Research Center”

Il mercato del vino

L'Italia ha una ricca tradizione vitivinicola che si distingue non solo per la quantità ma anche per la qualità della produzione vinicola, grazie anche a riforme e politiche di tutela, come il DPR 930/1963, che hanno permesso la valorizzazione delle varietà autoctone.

Il successo di questa lunga tradizione ha permesso al Paese di posizionarsi, nel 2021, come il primo produttore mondiale di vino e il secondo esportatore globale, sia in termini di valore economico che di volume.

Si potrebbe considerare il settore vinicolo italiano resiliente e adattabile alle nuove sfide del mercato e alle crisi economiche, come quella causata dalla pandemia, ma continua a crescere, nonostante il forte arresto del 2023. Difatti, durante l'annata prima citata la superficie vitata, ovvero la superficie totale coltivata con viti destinate alla coltivazione di uva per la produzione di vino, uva da tavola e uva passa, risulta essere leggermente diminuita rispetto al 2022, riducendosi dello 0,5%, questo a causa delle difficili sfide che il settore vitivinicolo ha dovuto affrontare. (Mancini, L'Italia nel mercato vitivinicolo globale)

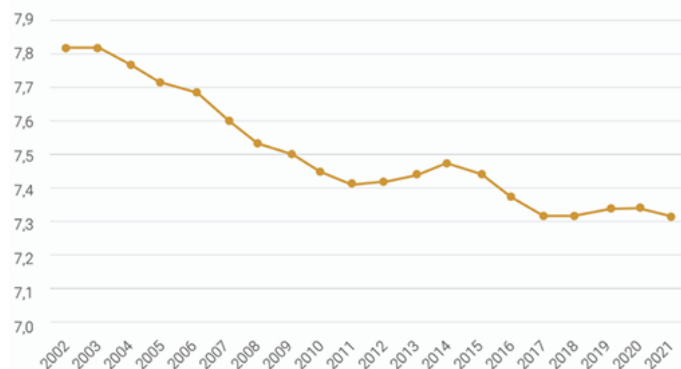


Figura 3 – andamento della superficie vitata mondiale 2002-2021⁷

Infatti, dal 2022 ad oggi, si è dovuto fare i conti con gli effetti dell'inflazione, che hanno portato ad un calo dei volumi di produzione, ma al contempo ad un aumento dei prezzi. Inoltre, le condizioni climatiche estreme e la diffusione di malattie fungine hanno avuto un forte impatto a livello globale portando a una riduzione della produzione mondiale, la quali si aggira attorno 237 milioni di ettolitri. Questo ha fatto sì che l'Italia perdesse il primato

⁷ Immagine presa da "L'Italia nel mercato vitivinicolo globale. Evoluzione e prospettive. Rome Business School Research Center"

produttivo a favore della Francia (Organizzazione Internazionale della Vigna e del Vino 2023).

Dunque, nel 2023 la produzione mondiale è stata coperta per il 18% dalla Francia, il 15% dall'Italia e l'11% dalla Spagna, continuando a ricoprire lo storico livello produttivo.

Anche se la domanda interna risulta essere in calo, questa è stata compensata da un forte export, prendendo parte alla leadership mondiale, con il “wine business” globale che cresce circa del 5% annuo, negli ultimi cinque anni, e che ha come protagonisti Francia, Italia, Cina e Stati Uniti. Quest'ultimi sono attualmente al vertice, grazie a un volume d'affari superiore ai 40 miliardi di dollari. Segue la Francia con un volume di oltre 15 miliardi di dollari.

Il vino sta, dunque, diventando anche un asset da investimento, in particolar modo per i “fine wine”⁸ e i vini naturali. Per i primi si stanno sviluppando delle piattaforme specializzate, mentre per i secondi accrescono le associazioni a supporto dei vignaioli che sposano questa filosofia produttiva. Secondo Federvini, 2023, infatti, oltre il 30% dei consumatori italiani, mostra interesse per i vini biologici.

Questo non è l'unico punto che interesserebbe la sostenibilità ambientale; infatti, uno dei principali topic è l'attenzione rivolta al packaging sostenibile, non solo per renderlo riciclabile, ma anche per ridurre i pesi in modo da avere un trasporto meno inquinante. A partire dal 2030 spicca la proposta di riciclo di 5-10 bottiglie su 100 bottiglie sul mercato europeo.

Un altro aspetto legato alla sostenibilità, sia ambientale che economica, riguarda l'adozione di nuove tecnologie e strumenti per la tracciabilità e la rintracciabilità, che permettono di garantire maggiore trasparenza, immutabilità e autenticità delle informazioni aziendali sui prodotti. Questo approccio consente di monitorare l'intera catena di approvvigionamento, assicurando che le aziende rispettino standard di sostenibilità, come l'agricoltura biologica o il commercio equo e solidale. In particolare, vengono fornite informazioni sulle pratiche agricole sostenibili, l'uso di energie rinnovabili, la gestione delle risorse idriche e altre iniziative ecologiche.

Secondo le stime più recenti, il valore complessivo del mercato del vino a livello globale ha superato i 300 miliardi di dollari, con previsioni che indicano un fatturato mondiale di 353,4

⁸ vini rari

miliardi di dollari nel 2024, corrispondente a un totale di 25,3 miliardi di litri consumati. (Statista, 2024).

Bisogna anche tenere conto che la minaccia americana di imporre dazi giganteschi sulle importazioni di alcol dall'Europa colpirebbero duramente le esportazioni dei vini italiani e francesi.



Figura 4 – immagine delle esportazioni italiane dal 2019 al 2024⁹

A tal proposito i dati dell'ultimo trimestre, mostrati dalla figura 4, mettono in luce come chi esporta si sia premurato di spedire più merce possibile per anticipare la potenziale introduzione dei dazi. Le esportazioni verso gli USA sono cresciute del 15% nell'ultimo trimestre.

Nonostante le sfide, più o meno gravi, che il mercato del vino sta affrontando o potrebbe affrontare, si prevede che il business globale del vino raggiunga i 430 miliardi di dollari entro il 2033, con un tasso di crescita annuale composto (CAGR) del 4,6% nel periodo 2025-2033. Questa espansione è principalmente attribuita all'aumento previsto del reddito disponibile dei consumatori e, tra gli altri fattori, alla crescente domanda di vini premium.

Zonazione viticola: Analisi e Valutazione del Territorio per la Qualità del Vino

Quanto visto finora ha reso necessario una suddivisione del territorio in base alle sue caratteristiche geografiche, del suolo e biologiche, questo perché si è già a conoscenza del

⁹ I numeri del vino, Statistiche produttive, dati di mercato e di consumo, risultati economici dei principali operatori – www.inumeridelvino.it

fatto che ogni varietà di vino non darà un vino standardizzato, ma in base alla zona di coltivazione si potranno ottenere sfumature diverse di uno stesso vino.

Il processo di "zonazione" è uno studio che considera un insieme di diversi fattori, come l'ambiente, la genetica, le tecniche agricole e la qualità del prodotto finale, con l'obiettivo di suddividere il territorio in base alla sua idoneità per una specifica coltura.

L'indagine di queste caratteristiche viene eseguita principalmente al dettaglio o al semi-dettaglio, fornendo degli elementi importanti per determinare quale tipo di coltura cresce meglio in un determinato luogo, in modo da ottenere prodotti di alta qualità per diverse varietà di piante. Tuttavia, può anche essere effettuata con scale di indagine maggiore interessando anche ambiti consorziali e provinciali.

Progetto	Doc/Docg	Scala	Periodo	Pubblicazione risultati
Oltrepo Pavese (PV)	Oltrepo Pavese	1:25.000	1983-1987	Scienza et al., 1990
S.Gimignano (SI)	Vernaccia di San Gimignano	1:10.000	1984-1986	Lulli et al., 1989
Forlì	Sangiovese, Albana	1:10.000	1986	Antoniazzi e Bordini, 1986
Faeto (TN)	Trentino	1:10.000	1988-1990	Falcetti, 1994
Val Tidone (PC)	Colli Piacentini	1:5.000	1989-1991	Fregoni et al., 1992
La Toscana	Chianti Classico	1:5.000	1989-1990	Costantini et al., 1990
Montepulciano (SI)	Vino Nobile di Montepulciano	1:25.000	1989-1992	Costantini et al., 1996
Isonzo (GO)	Isonzo	1:50.000	1989-1993	Michelutti et al., 1996
Franciacorta (BS)	Franciacorta	1:25.000	1992-1994	Panont et al., 1997
Valli Cembra e Adige (TN, BZ)	Trentino, Alto Adige	1:10.000	1992-1995	Falcetti et al., 1998
Marche (AN, MC)	Verdicchio dei Castelli di Jesi e di Matelica	nd	1993	Intrieri et al., 1993
Castagneto Carducci (LI)	Bolgheri	1:10.000	1993-1995	Bogoni et al., 1997
Val d'Illasi (VR)	Soave, Valpolicella	1:25.000	1993-1995	Failla, Fiorini, 1998
Barolo (CN)	Barolo	1:25.000	1994-1996	Regione Piemonte, 2000
Trentino (TN)	Trentino	1:10.000	1995	Bertamini et al., 1995
Colli Euganei e Piave (PD, TV, VE)	Colli Euganei, Piave	1:25.000	1995-1996	Falcetti, Campostrini, 1996
Grave (PN)	Grave del Friuli	1:50.000	1995-1997	Colugnati et al., 1997
Val Lagarina (TN)	Trentino	1:20.000	1994-1996	Porro et al., 2002
Barbera (AT, AL)	Barbera d'Asti	1:25.000	1997-1998	Regione Piemonte, 2001
Cirò (Kr)	Cirò	1:25.000	1998-1999	ARSSA, 2002
Conegliano (TV)	Prosecco	1:10.000	2000	Tomasi et al., 2004
Provincia di Arezzo	Chianti, Cortona, Valdichiana	1:50.000	1999-2001	Scienza et al., 2003
Provincia di Siena	Varie a vitigno di riferimento	1:100.000	1999-2000	Costantini e Sulli, 2000;
	Sangiovese		2002-2003	Costantini et al., 2001;
				Costantini et al., 2006

Figura 5 - Principali "zonazioni" viticole pubblicate in Italia negli ultimi quindici anni¹⁰

Le esperienze di "zonazione" viticola hanno mostrato che ogni ambiente deve essere valutato tenendo in considerazione il modello agronomico ideale e le condizioni naturali che rendono possibile il suo potenziale. In pratica, il risultato del vino dipende dal modo in cui la pianta cresce e matura, influenzata dalle tecniche agricole, dal clima e dal suolo. Quindi, per avere una corretta valutazione dei suoli è necessario considerare quanto questi si allontanano dalle

¹⁰ Immagine presa dall'articolo "Suolo, vite ed altre colture di qualità: l'introduzione e la pratica dei concetti "terroir" e "zonazione" Edoardo A.C. Costantini*, Pierluigi Bucelli

condizioni ideali, cioè in base alle difficoltà naturali che potrebbero impedire di raggiungere l'obiettivo desiderato.

Il processo di valutazione deve seguire il principio dell'uso sostenibile del territorio, cioè garantire che l'uso del suolo non danneggi in modo serio e permanente la sua qualità.

Dal punto di vista pratico, la "zonazione" inizia con un'indagine socioeconomica preliminare, in quanto è importante comprendere come l'ambiente e le caratteristiche sociali ed economiche della zona possano influenzare la scelta delle colture e l'uso del territorio, permettendo così di valutare:

1. Le necessità e le aspettative della comunità locale, ad esempio, se la zona ha una tradizione vinicola o altre coltivazioni agricole;
2. La sostenibilità economica, perché non deve solo essere ecologicamente compatibile, ma anche economicamente vantaggiosa per chi ci vive e lavora.
3. Le risorse umane e le infrastrutture disponibili, in modo che le scelte fatte siano pratiche e realizzabili.
4. Integrazione con altre attività agricole, perché il tipo di coltivazione scelto può avere impatti su altre attività agricole o settori economici.

Questa analisi viene seguita da quella del suolo e dalla raccolta di dati climatici per gli anni precedenti, se già disponibili nella zona di studio. Questa tipologia di analisi è fondamentale perché ogni tipo di suolo ha caratteristiche diverse, come la composizione minerale, la capacità di ritenzione idrica, la permeabilità e il pH. Questi fattori influenzano la salute delle radici e la disponibilità di nutrienti per le piante. Alcuni vitigni, ad esempio, crescono meglio su suoli sabbiosi e ben drenati, mentre altri preferiscono suoli argillosi che trattengono più acqua. Inoltre, il clima, in particolare la temperatura, l'umidità e le precipitazioni, determina i cicli di crescita delle piante e la loro maturazione. Un clima caldo e secco favorisce una maturazione rapida delle uve, mentre un clima più fresco rallenta il processo, favorendo una maturazione più graduale e la conservazione degli aromi.

Successivamente, si passa alla scelta dei vigneti sperimentali, un passaggio cruciale per garantire che i risultati siano validi e rappresentativi. Questa scelta va fatta dopo aver esaminato un numero ampio di vigneti, cercando di controllare il più possibile variabili come il suolo, il clima e le tecniche agricole. Di solito è necessario esaminare diversi vigneti prima

di selezionare quelli giusti, che dovrebbero essere distribuiti su aziende diverse per considerare anche l'organizzazione dell'azienda stessa. È anche utile fare osservazioni su più anni per capire come il vitigno interagisce con l'ambiente.



Figura 6 - Le principali fasi del metodo di "zonazione" viticola.¹¹

Le osservazioni nei vigneti sperimentali e le analisi portano all'identificazione dei "terroir", ovvero le aree in cui le condizioni di crescita sono omogenee. All'interno di ogni terroir, tutte le piante con la stessa combinazione di vitigno e portinnesto si comporteranno in modo simile, permettendo al viticoltore di applicare le tecniche agricole più adatte. (Bucelli, et al, 2008)

Il Terroir: Fattori Naturali per la Qualità Agricola

Lo studio del "terroir" analizza la relazione tra la qualità dell'ambiente e quella dei prodotti, mettendo in evidenza l'importanza delle risorse locali, che dipendono dalle caratteristiche specifiche del territorio e che vanno protette.

Il "terroir" definisce un'area ben definita, che varia in base ai fattori naturali e alle pratiche agricole, e può essere mappata in modo dettagliato per evidenziare le caratteristiche climatiche, geologiche, del suolo e di gestione.

La valorizzazione del terroir è vista come una delle chiavi utile al successo dell'agricoltura nazionale nel mercato globale, poiché le colture di qualità diventano spesso simboli di un territorio.

La storia, infatti, insegna che è stato proprio dalla creazione di uno o pochi "terroir" di alta qualità che poi si è passati all'estensione territoriale di un'area a denominazione di origine, mettendo insieme vari "terroir" con caratteristiche funzionali comuni. Questo è l'esempio del Chianti, quando nel 1932 si arrivò tramite regolamentazione (DM, 31 luglio 1932) alla

¹¹ Immagine presa dall'articolo "Suolo, vite ed altre colture di qualità: l'introduzione e la pratica dei concetti "terroir" e "zonazione"" Edoardo A.C. Costantini*, Pierluigi Bucelli

definizione dei confini allargati dell'areale di produzione, confermati poi con alcune aggiunte dal DPR del 1967 che istituiva la DOC del vino Chianti.

I fattori che influenzano il terroir sono numerosi e complessi, ma tra i più significativi ci sono quelli pedologici, che riguardano le caratteristiche del suolo. Questi includono la disponibilità di acqua, ossigeno, azoto e la temperatura del suolo, tutti elementi essenziali per la crescita e la salute delle piante, che influiscono direttamente sulla qualità del prodotto finale.

Disponibilità idrica: La quantità di acqua disponibile nel terreno è un fattore cruciale per la salute delle piante. Tuttavia, non è solo la quantità d'acqua che conta, ma anche il potenziale idrico, cioè l'energia con cui l'acqua viene trattenuta dal suolo. La disponibilità di acqua è legata alla capacità del suolo di immagazzinarla e renderla accessibile alle radici. Un suolo ben drenato, ad esempio, permette alle piante di assorbire l'acqua necessaria senza che questa rimanga troppo a lungo in eccesso, evitando danni alle radici. La capacità di ritenzione idrica è dunque un aspetto fondamentale nella definizione di un terroir ideale, specialmente per le coltivazioni vinicole, dove l'acqua deve essere gestita con grande attenzione.

Disponibilità di ossigeno: Le radici delle piante necessitano di ossigeno per crescere e svilupparsi correttamente. Se il suolo è saturo d'acqua, l'ossigeno non può penetrare, creando un ambiente privo di ossigeno che rallenta il processo di crescita delle radici e può portare a fenomeni di asfissia radicale. Questo avviene, per esempio, nei terreni troppo umidi o argillosi, dove l'acqua non drena facilmente. Un adeguato equilibrio tra umidità e ossigeno è quindi fondamentale per un sano sviluppo delle radici e, di conseguenza, per una buona qualità del prodotto agricolo.

Disponibilità di azoto: L'azoto è uno degli elementi minerali più importanti per la crescita delle piante, influenzando il loro comportamento fisiologico e le caratteristiche qualitative dei prodotti finali, come il gusto e l'aroma nei vini. Nei suoli, l'azoto proviene principalmente dalla mineralizzazione della sostanza organica, un processo che dipende dalle caratteristiche fisiche e chimiche del suolo e dal clima. Nei vigneti, la quantità di azoto presente nel terreno deve essere ben controllata. Un eccesso di azoto può favorire la crescita vegetativa eccessiva, che potrebbe ridurre la concentrazione di zuccheri e composti fenolici, influenzando negativamente la qualità del vino. Al contrario, una limitata disponibilità di azoto può essere vantaggiosa per i vini rossi, poiché stimola la produzione di composti

fenolici, che contribuiscono alla struttura e alla complessità del vino. Tuttavia, per ottenere uve bianche aromatiche di alta qualità, è necessario mantenere una quantità moderata di azoto, che favorisca un buon sviluppo delle uve senza compromettere la loro tipicità.

Temperatura del suolo: La temperatura del suolo ha un impatto significativo sul metabolismo delle piante. In particolare, influenza la sintesi ormonale e l'assorbimento dei minerali. Ogni pianta ha una temperatura ottimale per il proprio sviluppo, e un suolo troppo caldo o troppo freddo può interferire con questi processi fisiologici, riducendo la qualità dei frutti. Un suolo caldo favorisce una rapida crescita delle piante e una rapida maturazione delle uve, mentre un suolo più fresco può rallentare questi processi, favorendo una maturazione più lenta e prolungata che spesso porta a vini con una maggiore complessità aromatica. La temperatura del suolo è influenzata da vari fattori, come l'esposizione solare, la tipologia del suolo, la sua porosità e la presenza di vegetazione circostante.

Comportamento termico del terreno: Il comportamento termico del suolo è strettamente legato all'umidità e alla porosità del terreno. L'umidità del suolo influisce sulla sua capacità di immagazzinare e trasferire calore, mentre la porosità determina la velocità con cui il suolo può riscaldarsi o raffreddarsi. I suoli più porosi, ad esempio, tendono a riscaldarsi e raffreddarsi più rapidamente rispetto a quelli meno porosi. Questa capacità di regolare la temperatura è importante perché influisce direttamente sulla crescita delle piante e sulla loro risposta ai cambiamenti climatici. In un terroir ideale, un buon equilibrio tra umidità, porosità e temperatura del suolo contribuisce a creare le condizioni perfette per una crescita sana delle piante e una qualità superiore dei prodotti agricoli. (Bucelli, et al, 2006)

In sintesi, il terroir non è solo un concetto legato alle caratteristiche geografiche e ambientali di un territorio, ma anche a come questi fattori interagiscono tra loro. La comprensione e la gestione adeguata di questi elementi pedologici sono essenziali per ottenere prodotti di alta qualità, come i vini, che riflettano le peculiarità uniche del territorio in cui vengono coltivati.

La tracciabilità alimentare

Il concetto di tracciabilità deriva dalla suddivisione del territorio, consentendo di stabilire una connessione tra i prodotti alimentari e l'area di origine. Poiché numerosi fattori, come l'origine geografica, la varietà, le condizioni di coltivazione e l'alimentazione, possono

influire sulla composizione chimica degli alimenti, è essenziale adottare metodi analitici accurati per garantire l'autenticità e la tracciabilità dei prodotti.

I consumatori, sempre più orientati verso la qualità, richiedono standard elevati, e si osserva una tendenza in cui l'economia sta passando da un modello "industriale" a uno "domestico", in cui la qualità è fondata su fiducia, tradizione e radicamento locale. Questo supporta la diffusione di prodotti legati al territorio e rispettosi dell'ambiente. L'interesse per l'origine regionale e i metodi di produzione tradizionali sta crescendo, ma il successo nel mercato dipenderà dalla capacità di mettere in evidenza il valore della tradizione e dell'autenticità, lavorando per garantire un alto livello di genuinità.

È importante però distinguere tra autenticazione e tracciabilità, che non sono concetti equivalenti. L'autenticazione si concentra sulla capacità di distinguere alimenti della stessa tipologia ma provenienti da diverse origini geografiche, varietà botaniche/animali o metodi di produzione, mentre la tracciabilità si prefigge di collegare un prodotto alimentare al luogo di provenienza delle materie prime. La ricerca di indicatori chimici per la tracciabilità è, pertanto, un compito più complesso rispetto a quello dell'autenticazione.

A tal proposito, la ricerca scientifica ha concentrato i suoi sforzi sullo sviluppo di metodi analitici avanzati per l'autenticazione e la tracciabilità dei prodotti alimentari, puntando, in particolare, sull'individuazione di descrittori chimici affidabili da utilizzare come indicatori di origine. Un'attenzione particolare è stata dedicata ai lantanidi che si prestano ad essere impiegate come marcatori geo-chimici. Questi elementi, infatti, sono considerati tra i più affidabili, grazie alla loro elevata specificità, derivante dal fatto che appartengono a un gruppo di 14 elementi tutti con configurazione elettronica 4f, condividendo quindi numerose proprietà chimiche. L'insieme dei lantanidi più ittrio e scandio forma il gruppo delle terre rare (REE, Rare Earth Elements), essendo ittrio e scandio chimicamente affini ai lantanidi. Un ulteriore vantaggio dei lantanidi è che sono poco sfruttati in ambito industriale, il che significa che sono meno diffusi nell'ambiente. Inoltre, non svolgono un ruolo specifico nel metabolismo delle piante, il che consente loro di essere assorbite dal suolo in modo non selettivo, mantenendo intatta la loro distribuzione originaria.

Non sono solo questi i parametri che possono essere utilizzati; anche gli isotopi di elementi pesanti come il piombo e lo stronzio si rivelano molto utili. Infatti, i rapporti isotopici di questi elementi sono eccellenti traccianti in grado di collegare un prodotto a uno specifico suolo. Inoltre, altri elementi alcalini come il Litio, il Rubidio e il Cesio, nel contesto della

tracciabilità del vino, si rivelano buoni indicatori di origine geografica, poiché non fanno parte del gruppo di elementi contaminanti dei vini.

Numerosi studi suggeriscono che il profilo di distribuzione dei lantanidi nel suolo venga replicato nei vegetali che crescono su di esso, principalmente grazie al fatto che l'uso antropico di fertilizzanti contenenti terre rare (REEs) è ancora relativamente limitato. Questo fenomeno indica una correlazione diretta tra la composizione del suolo e quella dei prodotti alimentari. L'utilizzo della distribuzione dei lantanidi come metodo di tracciamento ha già dimostrato la sua efficacia in “filieri corte”, come quelle del pomodoro (Spalla et. Al, 2009) e delle nocciole (Oddone et al, 2009), dove la connessione tra la composizione del suolo e quella del prodotto finale risulta particolarmente evidente. Questo approccio potrebbe essere esteso anche ad altri tipi di colture, offrendo così uno strumento valido per la tracciabilità e la garanzia dell'autenticità dei prodotti agricoli.

La tracciabilità del vino

La qualità del vino è strettamente legata alla qualità dell'uva, che a sua volta dipende sia dal tipo di vitigno che dalle condizioni ambientali in cui la vite cresce. Ogni territorio, con le sue specifiche caratteristiche climatiche, morfologiche e geologiche, gioca un ruolo fondamentale nel conferire al vino le sue caratteristiche distintive, rendendolo unico. In particolare, per i vini di alta qualità, la certificazione di autenticità e provenienza geografica è un aspetto di grande valore commerciale, poiché garantisce l'origine e la genuinità del prodotto.

Un'analisi dettagliata della composizione sia organica che inorganica del vino permette di determinare con precisione il luogo in cui è stata coltivata la vigna. La componente organica, che riguarda la varietà di vitigno utilizzato, influenza in modo diretto le caratteristiche del vino. D'altra parte, la composizione chimica e isotopica della matrice inorganica dipende strettamente dal terreno in cui le viti sono cresciute, dal trasferimento delle sostanze nutritive dal suolo alla pianta e dalla geologia delle rocce che compongono il substrato del vigneto. Questi fattori, legati alla composizione del terreno e alla sua geochemica, contribuiscono a definire l'unicità del vino e la sua connessione con il territorio di origine.

L'origine geografica rappresenta uno degli aspetti distintivi più rilevanti per molti prodotti alimentari, con il vino che riveste un'importanza particolare in questo contesto. La filiera produttiva del vino, insieme alla sua composizione, richiede una documentazione precisa e

dettagliata, che viene scrupolosamente monitorata e verificata da diverse autorità competenti, come l'Organizzazione Internazionale della Vigna e del Vino, l'Unione Europea e i governi nazionali.

Tuttavia, come per altri alimenti, anche la produzione vinicola è vulnerabile a pratiche fraudolente, che possono riguardare la falsificazione dell'origine geografica o la manipolazione della composizione del prodotto, mettendo a rischio la trasparenza e la qualità del vino. I produttori di vini tradizionali e pregiati, infatti, si trovano a fronteggiare una crescente concorrenza da parte di prodotti a basso costo e di qualità inferiore. In questo contesto, è fondamentale che le autorità, come l'Unione Europea, attuino una sorveglianza costante per garantire che i prodotti immessi sul mercato siano autentici e di alta qualità. Per questo scopo, vengono utilizzate tecniche scientifiche avanzate, che permettono di tracciare l'origine degli alimenti agricoli, tenendo conto di fattori come il clima, la tipologia di suolo, l'uso di fertilizzanti e pesticidi, nonché le pratiche vinicole adottate.

L'alta incidenza di frodi nel settore ha reso cruciale l'indagine sulla possibilità di tracciare la catena produttiva del vino attraverso marcatori chimici. Sebbene sia stato dimostrato che la distribuzione dei lantanidi rimane invariata durante il passaggio dal suolo al mosto, sono ancora scarsi gli studi sul comportamento di questi elementi dopo la trasformazione in vino (Aceto, et al, 2018). Nonostante ciò, è importante notare che il processo di vinificazione non modifica la distribuzione isotopica di elementi pesanti come lo stronzio, e quindi un'analisi accurata di questi isotopi potrebbe rappresentare uno strumento estremamente utile per verificare l'autenticità dei vini e certificare la loro provenienza geografica (ad esempio, per DOCG). (Boari, et al, 2008)

Nel contesto di questa ricerca di tesi, i campioni di suolo, uve, mosto e vino sono stati analizzati utilizzando la spettrometria di massa accoppiata a plasma induttivamente accoppiato (ICP-MS) e la spettrometria di emissione ottica accoppiata al plasma induttivamente accoppiato (ICP-OES), con un focus particolare sugli elementi del gruppo dei lantanidi. Poiché questi elementi sono presenti nel vino a livelli di $\mu\text{g/L}$ o inferiori, è essenziale utilizzare tecniche altamente sensibili per ottenere dati affidabili. Per questo motivo, è stata adottata la spettrometria ICP-MS, una tecnica multi-elementale che garantisce elevata sensibilità, precisione e accuratezza nelle analisi.

Bibliografia

Regolamento UE n°1151/2012

Legge 164 del 10 Febbraio 1992

Regolamento UE n°1308/2013

www.quattordicalici.it – Le denominazioni di origine

www.quattrocalici.it - DOCG, DOC, IGT – La Piramide della qualità per il vino

www.italvinus.it – Le denominazioni d’origine del vino italiano

www.callmewine.com – blog – Le denominazioni del vino

Mancini, V., L'Italia nel mercato vitivinicolo globale. Evoluzione e prospettive. Rome Business School Research Center.

www.inumeridelvino.it - I numeri del vino, Statistiche produttive, dati di mercato e di consumo, risultati economici dei principali operatori

www.winenews.it – The pocket wine web site in Italy - Il futuro del mercato del vino: verso i 430 miliardi di dollari in valore entro il 2033.

Bucelli, P., Costantini, E.A.C., (2008) Suolo, vite ed altre colture di qualità: l'introduzione e la pratica dei concetti “terroir” e “zonazione”. Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura – Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo

Bucelli, P., Costantini, E.A.C., (2006). Vite da vino e zonazioni vitivinicola. In: Metodi di valutazione dei suoli e delle terre, Cantagalli, Siena

www.vigneviniequalita.edagricole.it – Nigro, G., Tessarini, P., (2018) Zonazione e gestione sito specifica del vigneto.

Aceto, M., Robotti, E., Oddone, M., Baldizzone, M., Bonifacino, G., Bezzo, G., . . . Marengo, E. (2013). A traceability study on the Moscato wine chain. Food Chemistry.

Aceto, M., Bonello, F., Musso, D., Tsolakis, C., Cassino, C., & Osella, D. (2018). Wine Traceability with Rare Earth Elements. Beverage.

Boari, E., Tommasini, S., Mulinacci, N., Mattei, M., & Conticelli, S. (2008). Metodi di caratterizzazione e tipizzazione dei prodotti dell'agroalimentare: isotopi dello Sr e tracciabilità geologica dei vini tipici.

Catarino, S., Madeira, M., Monteiro, F., Caldeira, I., Sousa, R. B., & Curvelo-Garcia, A. (2018). Mineral Composition through Soil-Wine System of Portuguese Vineyards and Its Potential for Wine Traceability. *Beverages*.

Danezis, G., Tsagkaris, A., Camin, F., Brusic, V., & Georgiou, C. (2016). Food Authentication: Techniques, Trends & Emerging Approaches.

Bryła, P. (2015). The Role of Appeals to Tradition in Origin Food Marketing. A Survey among Polish Consumers. *Appetite*.

Oddone, M., Maurizio, A., Baldizzone, M., Musso, D., & Osella, D. (2009). Authentication and traceability study of hazelnuts from Piedmont, Italy. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.

Spalla, S., Baffi, C., Barbante, C., Turreta, C., Cozzi, G., Beone, G. M., & Bettinelli, M. (2009). Determination of rare earth elements in tomato plants by inductively coupled plasma mass spectrometry techniques. *Rapid communication in Mass Spectrometry*.

Materiali e metodi

Raccolta dei campioni

Questo lavoro di tesi è stato svolto in collaborazione con la cantina Araldica di Castel Boglione, in particolar modo i campioni provengono dalla tenuta Il Cascinone.

L'azienda ci ha fornito gratuitamente quattro campioni di uva, e i loro relativi vini, per due annate consecutive in modo tale da poter effettuare un'analisi per confronto, tenendo in considerazione anche eventuali cambiamenti nel clima, che come mostrato nell'introduzione possono portare ad alcuni cambiamenti.

L'obiettivo di questo lavoro non è la realizzazione di una classifica di qualità, ma la possibilità di identificare delle differenze all'interno del gruppo di campioni analizzati.

Campioni

Il Cascinone è una delle principali tenute dell'Acquese fondata nel 1920 e votata alla produzione di Barbera d'Asti e non solo. Nel 2001 fu acquistata dal Gruppo Araldica rendendola il fiore all'occhiello non solo del Gruppo Araldica, ma di tutto il territorio.

La cantina ci ha fornito quattro vini diversi, uno dei suoi Barbera Biologici, il Cascina Nuova, un Nizza DOCG, l'Avamposti Carchi, vino rosso ottenuto da uve Slarina, con denominazione DOC, il Fontanino, vino bianco ottenuto da uve Riesling, sempre con denominazione DOC ed infine il suo Moscato d'Asti, il Palazzina, con una denominazione DOCG.

Questi vini inoltre presentano una certificazione SQNPI, Sistema di Qualità Nazionale Produzione Integrata, un marchio che identifica i prodotti agricoli e agroindustriali che seguono le regole della produzione integrata, ovvero una modalità di produzione che rispetta una specifica norma tecnica, e che viene definita come *“Il sistema di produzione agroalimentare utilizza tutti i mezzi produttivi e di difesa delle produzioni agricole dalle avversità, volti a ridurre al minimo l'uso delle sostanze chimiche di sintesi ed a razionalizzare la fertilizzazione, nel rispetto dei principi ecologici, economici e tossicologici”*.¹²

¹²Definizione presa da www.rina.org - Certificazione SQNPI, Sistema di Qualità Nazionale di Produzione Integrata



Figura 7 – in ordine troviamo Cascina Nuova, Avamposti Cerchi, Fontanino e Palazzina

Per ognuno di questi campioni è stato fornito non solo uva e vino, a seguito di ogni step di vinificazione, ma anche campioni di terreno per ricostruire una sorta di “carta di identità” per ogni uva e provarlo a fare per ogni vino.

A seguire verranno elencati gli step di vinificazione effettuati dall’azienda per la produzione dei suoi vini con le relative sigle usate per identificarli durante il lavoro.

Vinificazione della Slarina 2024

12-set	Campione SLM	Mosto senza aggiunte
	Campione SL1	Aggiunta solforosa in pigiatura(170g)
14-set	Campione SL2	Aggiunto avviamento con aggiunta di DAP (400g). Lieviti BRL97 500g, DAP 150g, B-vitality 250g
15-set	Campione SL3	Aggiunta solfato d'ammonio (400g) e acido malico (3,5kg)
16-set	Campione SL4	Aggiunta attivanti in Spring-ferm (425g)
20-set	Campione SL5	Componente essiccata da 7,50gli a 6,62
20-set	Campione SL6	Aggiunta componente essiccata + B-energia (240g)
21-set	Campione SL7	Aggiunta di DAP (150g) e acido malico (1,8kg)
26-set		Svinata
26-set	Campione SL8	Svinato con aggiunta di tannino (90g)

4-dic	Campione SL9	Aggiunta di metabisolfito
-------	---------------------	---------------------------

Vinificazione del Riesling 2024

07-set	Campione RI M	Nessuna aggiunta
08-set	Campione RI1	Aggiunta di SO2 liquida 3,8L, 380g metabisolfito, 95g vitamina C
08-set	Campione RI2	Aggiunta enzima lofazim CL (70g)
11-set	Campione RI3	Aggiunta avviamento + nutrienti (DAP 420g e vitamina B1 2g). DAP 150g, vit B1 0,15g, lieviti Zimaflor 700g, e B-vitality 350g
13-set	Campione RI4	Aggiunta di solfato d'ammonio (400g)
14-set	Campione RI5	Aggiunta DAP (420g). Temperatura abbassata da 18 a 17,5 C)
14-set	Campione RI6	Solfato di ammonio (210g)
15-set	Campione RI7	Aggiunta DAP (200g)
16-set		Aggiunta MCR 2HI
20-set		Temperatura alzata a 18° C
22-set		Temperatura abbassata a 17,8° C
23-set		Temperatura abbassata a 0° C
23-set	Campione RI8	Aggiunta in travaso di SO2 5% + vitamina C 2,5% e Gelbentonite (100g)

Vinificazione del Barbera Bio 2024

25-set	Campione BA M	Mosto senza aggiunta
26-set	Campione BA1	Campione con aggiunta di metabisolfito in pigiatura (150g)
27-set	Campione BA2	Aggiunta avviamento + DAP (900g). Lieviti 011 Bio 1kg, DAP 200g
29-set	Campione BA3	Aggiunta DAP (1kg)
02-ott	Campione BA4	Aggiunta attivante Springferm (50g)
09-ott	Campione BA5	Svinata con aggiunta di Tannino (150g)
17-ott	Campione BA6	Travaso stringimento e sfecciatura con aggiunta di tannino (35g)
04-dic	Campione BA7	Biosolfitazione

Vinificazione del Moscato 2024

11-set	Campione MO M	Mosto nessuna aggiunta
13-set	Campione MO1	Aggiunta solforosa in pigia-pressatura (220g)
16-set	Campione MO2	Aggiunta avviamento DAP (200g) e vit B1 (1g). DAP 100g, B-Vitality 125g, lieviti CM 250g, vitamina B1 0,1g
18-set	Campione MO3	Aggiunta fondi decantati+ DAP 40g. Inoculo diretto di lieviti CM 80g e DAP 40g

23-set	Campione MO4	Aggiunta solfato d'ammonio (200g)
28-set	Campione MO5	Aggiunta DAP 40g
02-ott		Portato a 0°C. Non viene portato a secco
13-ott	Campione MO6	Aggiunta di metabisolfito (80g)

Per la Slarina e il Riesling le analisi sono state fatte su due annate, mentre sul Barbera Bio e sul Moscato non è stato possibile, per il primo è stato un problema logistico, il vitigno è stato venduto, per cui è stato possibile solo prelevare un campione di uva, ma l'azienda non si è occupata della vinificazione, mentre nel secondo caso il Moscato, trattandosi di una vinificazione tardiva, a causa delle condizioni climatiche è maturato velocemente e non è stato possibile vinificarlo nel modo scelto l'anno prima.

Vinificazione del Riesling 2025

05-set	Campione RI M	Nessuna aggiunta
05-set	Campione RI2	Aggiunta di SO2 liquida 3,8L, 380g metabisolfito, 95g vitamina C, enzima lofazim CL (70g)
07-set	Campione RI3	Aggiunta avviamento + nutrienti (DAP 420g e vitamina B1 2g). DAP 150g, vit B1 0,15g, lieviti Zimaflor 700g, e B-vitality 350g
10-set	Campione RI4	Avviamento 1hl con 10g/hl di DAP
	Campione RI5	Aggiunta 2,5hl di fondi filtrati
	Campione RI6	aggiunta di 50l di MCR
	Campione RI7	Aggiunta DAP e SPRINGFERM
11-set	campione RI8	Aggiunta MCR 50l
13-set	Campione RI9	Aggiunta MCR 50l
17-set	Campione RI10	Aggiunta MCR 50l
07-ott	Campione RI11	Aggiunta in travaso di SO2 200g + acido ascorbico 50g

Vinificazione della Slarina 2025

24-set	Campione SLM	Mosto senza aggiunte
28-set	Campione SL1	Aggiunto avviamento 1hl con aggiunta di DAP (350g). Lieviti BRL97 500g, DAP 150g, B-vitality 250g
	Campione SL2	aggiunta di 6hl di uva
01-ott	Campione SL3	Aggiunta solfato d'ammonio (300g)
	Campione SL4	Aggiunta uva passita 6hl
07-ott	Campione SL5	Slarina svinata, aggiunta tannino 70g
09-nov	Campione SL6	Aggiunta acido malico (1,8kg) e solforosa

Campioni micro-vinificati

Questi campioni sono stati trattati anche tramite micro-vinificazione in modo da verificare se in assenza di aggiunte la tracciabilità, suolo-uva-vino si manteneva in modo migliore rispetto al trattamento di vinificazione standard. A seguire verrà riportato il protocollo seguito:

Protocollo progetto:

Vinificazione in bianco

1. Arrivo uve in cantina → trasferimento in cella 0°C
2. Diraspa-pigiatura e pressatura (in continuo) + inertizzazione con CO₂ → Campioni: 2 falcon 50 mL di mosto grezzo dalla vasca (INIZIALE VARIETÁ-DATA-MG-R1/R2) sia tal quale che da congelare + 2 bottiglie per pastorizzazione (INIZIALE VARIETÁ-DATA_MGP-R1/R2/R3)
3. Trasferimento della vasca in cella al freddo senza alcuna aggiunta di additivi (NO SO₂) la vasca rimane in cella per 24h
4. Trasferimento del mosto limpido ottenuto per decantazione statica → Campioni: 2 falcon da 50 ml di mosto limpido (INIZ-DATA-MC-R1/R2) + (INIZ-DATA-MCP-R1/R2)
5. Inoculo con SOLO lieviti selezionati forniti per la prova- Dose 20 g/hL
6. Fermentazione alcolica senza uso di alcun nutriente per i lieviti- Solo controllo giornaliero di temperatura e decremento zuccherino (per densità)
7. Fine fermentazione alcolica → SO₂ → Campioni: 2 falcon 50 mL di vino (INIZ-DATA-VI-R1/R2) + (INIZ-DATA-VIP-R1/R2)
8. Trasferimento in cella a 0°C del vino per 15/30 giorni
9. Fine stabilità a freddo imbottigliamento di 6 bottiglie da conservare in cella a 0°C
 - Contemporaneamente campione (INIZ-DATA-VI FREDDO- R1/R2) + (INIZ-DATA-VI FREDDOP- R1/R2)

Vinificazione in rosso

1. Arrivo uve → 18°C

2. Diraspa-pigiatura → Campioni: 2 falcon 50 mL di mosto liquido grezzo (INIZ-DATA- MG-R1/R2) + (INIZ-DATA- MGP-R1/R2)
3. Inoculo con SOLO lieviti selezionati forniti per la prova- Dose 20 g/HL
4. Vinificazione in rosso standard con follature e rimontaggi- controllo giornaliero di zuccheri e temperatura- NO NUTRIENTI
5. Svinatura quando 0 Babo → Campioni: 2 falcon 50 mL di vino svinato (INIZ-DATA-SVIN-R1/R2) + (INIZ-DATA-SVINP-R1/R2)
6. Travaso e inoculo con batteri lattici quando zuccheri < 1 g/L □ Fornire un campione di malotabs → Campioni: 2 falcon 50 mL di vino all'inoculo batteri FML (INIZ-DATA-FML-R1/R2) +(INIZ-DATA-FMLP-R1/R2)
7. Fine FML (acido malico < 0.1 g/L) → Campioni: 2 falcon 50 mL di vino (INIZ-DATA-VI-R1/R2) +(INIZ-DATA-VIP-R1/R2)
8. Trasferimento in cella a 0°C del vino per 15/30 giorni → SO₂
9. Fine stabilità a freddo imbottigliamento di 6 bottiglie da conservare in cella a 0°C → Contemporaneamente campione (INIZ-DATA-VI FREDDO- R1/R2) + (INIZ-DATA-VI FREDDOP- R1/R2)

Campionamento

Il prelievo dei campioni di terreno da sottoporre all'analisi è uno dei punti critici e deve essere effettuato prendendo in considerazione il fatto che la composizione del suolo varia notevolmente sia in superficie che in profondità, anche in zone relativamente vicine.

Gli strumenti necessari al campionamento devono essere costruiti in modo da non contaminare il suolo da determinare. Inoltre, va tenuto in considerazione che il campionamento deve essere effettuato in un'area ben delimitata in cui non risultino diversi:

- colore;
- aspetto fisico;
- fertilizzazioni ricevute in passato;

- vegetazione coltivata e spontanea.

I campionamenti dei suoli sono stati eseguiti attraverso il prelievo di aliquote di terreno a circa 30-40 cm di profondità. Se il suolo è stato frequentemente arato o soggetto a rovesciamenti è necessario prelevare il campione alla massima profondità.

Per avere una rappresentazione omogenea le aliquote sono poi state omogenizzate in un'unica porzione, che è stata essiccata in stufa a 120° per una settimana. Infine, dopo il trattamento termico il terreno è stato setacciato ulteriormente per eliminare l'eventuale presenza di pietre e radici che possono essere rimaste.

Pretrattamento del campione – Mineralizzazione coadiuvata da microonde

Dai terreni in esame vengono estratti gli ioni che servono per l'analisi con ICP-MS e ICP-OES. Tuttavia, invece di fare una vera e propria digestione acida, che consiste nell'usare acqua regia con acido fluoridrico per sciogliere la matrice argillosa del terreno (cosa che sarebbe un problema per la vetreria e specie per l'ICP-OES), si è effettuata un'estrazione con acqua regia e acqua ossigenata.

Strumentazione

I campioni forniti vengono trattati con la tecnica della digestione acida in forno a microonde con il sistema *closed-vessel- system*, che mi permette di controllare la reazione mantenendo la temperatura costante.

Il trattamento delle matrici organiche va eseguito con grande attenzione, valutando la liberazione di composti organici che può avvenire in seguito alla digestione. Difatti, se il volume dei gas liberati è maggiore rispetto alla miscela campione-reagenti di partenza essi potrebbero causare una sovrappressione all'interno del vessel. Quando viene trattata una matrice organica si parla di mineralizzazione, in quanto questa viene degradata ad anidride carbonica ed acqua secondo la seguente reazione:



Per evitare che si innescino reazioni incontrollabili, se non esplosive, generalmente è possibile controllare temperatura e pressione dei contenitori mediante l'utilizzo di sensori.

La tecnica da noi utilizzata sfrutta l'impiego di onde elettromagnetiche con una frequenza compresa tra i 300 MHz e i 300 GHz e una lunghezza d'onda nell'ordine dei centimetri e dei millimetri. Queste onde sono in grado di interagire con le molecole in quanto sfruttano la rotazione dei dipoli molecolari e la conduzione ionica su molecole dipolari e su molecole elettricamente cariche.

Sostanzialmente i dipoli oscillando si dispongono in base al campo elettromagnetico applicato e il movimento permette il trasferimento di energia alla molecola che verrà poi trasformato in calore.

Il riscaldamento è generato non solo dal movimento delle molecole dipolari, ma anche dalla conduzione ionica in presenza di un campo elettrico. La soluzione del campione genera una resistenza opposta al flusso di ioni determinando, anch'essa, una frizione che riscalda ulteriormente la soluzione.

Per rendere ottimale questo processo, oltre alla presenza dei dipoli magnetici, bisogna tenere in considerazione altri fattori, tra cui:

- Costante dielettrica dell'analita (ϵ'), la quale si riferisce alla polarizzabilità della molecola all'interno di un campo elettrico;
- Perdita dielettrica (ϵ''), indice dell'efficienza dell'energia assorbita a trasformarsi in calore.

Dal rapporto tra questi due parametri, si ottiene il fattore di dissipazione ($\tan\delta$), che rappresenta la capacità del solvente di assorbire le microonde e trasferire questa energia sotto forma di calore alle altre molecole.

$$\tan \delta = \frac{\epsilon''}{\epsilon'}$$

L'energia associata alle microonde (nelle apparecchiature da laboratorio normalmente è compresa tra 600 e 1500 W) non è in grado di rompere direttamente i legami molecolari, ma può essere assorbita da sostanze quali acqua e acidi minerali, che, scaldandosi rapidamente all'interno di un sistema chiuso, sono in grado di solubilizzare il campione in modo più efficiente e in tempi ridotti.

I principali parametri che vanno tenuti in considerazione durante l'utilizzo di questa tecnica sono:

- tipo di matrice, la cui composizione è in grado di facilitare il riscaldamento se si favorisce l'assorbimento di microonde;
- tipo di solvente, che deve essere selettivo per gli analiti che si vogliono estrarre, ma allo stesso tempo compatibile con la tecnica di estrazione;
- condizioni di pressione e temperatura, l'aumento della temperatura migliorerebbe l'estrazione favorendo il desorbimento degli analiti dalla matrice e aumentando la solubilità dell'analita nel solvente;
- potenza applicata;
- tempo di estrazione
- volume del solvente, il campione deve essere completamente immerso in esso.

È una tecnica di mineralizzazione che ha comunque alcuni vantaggi e svantaggi:

➔ **Vantaggi:**

- è molto rapida;
- realizzabile con acidi di elevata purezza;
- non si subisce la perdita di analiti più volatili come l'As, Se, Cd, Hg, Pb, i cloruri etc;
- la soluzione finale è caratterizzata da un basso contenuto di sali.

➔ **Svantaggi:**

- La strumentazione è molto costosa;
- Vengono impiegati acidi corrosivi;
- L'acido fluoridrico attacca i materiali vetrosi;
- Si può incappare in una dissoluzione non completa di alcuni minerali come la cromite.



Figura 8 – rappresentazione di un digestore a microonde.

Metodo

Per ogni campione di terreno preparato vengono prelevati circa 0,5 g sui quali è poi eseguita l'estrazione acida assistita con microonde. Per farlo è stata usata la tecnica dell'estrazione con l'acqua regia (3:1 HCl/HNO₃) e acqua ossigenata. Con questo metodo il terreno non viene completamente solubilizzato (sarebbe necessario utilizzare HF per sciogliere la componente argillosa del terreno) ma si portano in soluzione tutti gli ioni di interesse, tra cui i lantanidi. Pertanto, non si tratta di un metodo di digestione ma piuttosto di estrazione.

Si preparano, dunque, i campioni pesati, inserendoli all'interno delle bombe, ovvero contenitori di teflon chiusi ermeticamente, all'interno dei quali sono poi inseriti i seguenti reagenti:

- 2 ml di H₂O₂;
- 6 ml di acqua regia (3:1 HCl/HNO₃) – è preparata con 1,5 ml di HNO₃ al 65% e 4,5 ml di HCl al 35%.



Figura 9 – bombe in teflon per la digestione acida.

Quando viene inserita l'acqua regia si potrebbe formare della CO_2 , questo è anche il motivo per cui si deve inserire prima H_2O_2 .

Una volta sigillate le bombe, queste sono inserite in un digestore a microonde, con cui si “distrugge” la parte organica della matrice.

Tuttavia, avverrebbe anche solo con l'ausilio delle alte temperature, come 180°C , ma servirebbe più di un ossidante.

Il programma scelto prevede l'uso di:

- 1200W di potenza;
- una temperatura di 180°C .

In particolar modo per 10 minuti si innalza la temperatura per arrivare a 180°C , e per i successivi 15 minuti si mantiene la temperatura costante.

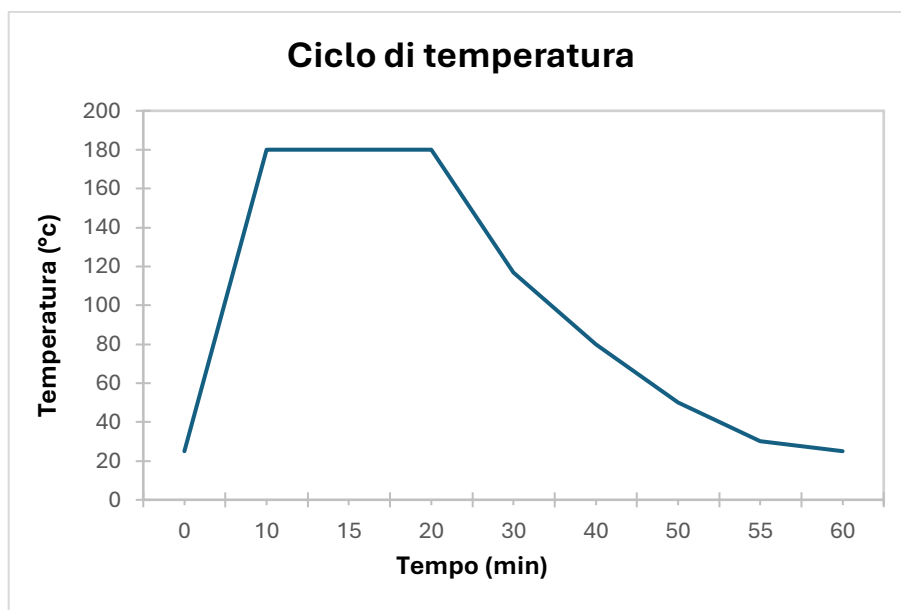


grafico 1 – programma della temperatura utilizzato durante il processo di digestione.

Una volta terminata la digestione le bombe vengono aperte, il contenuto viene lavato con piccoli volumi di acqua deionizzata e inserito in delle falcon, portate poi a volume di 50 ml, è necessario centrifugare i campioni per 15 minuti a 5000 rpm per poter allontanare la matrice non disgregata.

Dati:

Campioni 2024	Peso (g)
Terreno 01 Riesling	0,508g
Terreno 02 Riesling	0,572g
Terreno 03 Riesling	0,524g
Terreo Slarina	0,548g
Terreno Moscato	0,506g
Terreno Barbera	0,575g
Campioni 2025	Peso (g)
Terreno Riesling	0,530g
Terreno Slarina	0,531g

Tabella 1 – campioni dei terreni.

Per il campione di terreno del Riesling del 1° anno vengono fatte tre misure al fine di valutarne poi la riproducibilità.

Con lo scopo di stimare tutto il processo analitico, è stato analizzato, con lo stesso procedimento, un campione di terreno certificato. In questo modo, confrontando le concentrazioni tabulate e quelle determinate sperimentalmente, è possibile valutare l'efficienza del processo di estrazione e l'accuratezza dei risultati ottenuti dalle analisi.

Standard certificato

I materiali di riferimento certificati sono materiali omogenei e stabili rispetto a proprietà specificate, per cui adatte all'esame di proprietà classificatorie. In particolare, sono uno strumento importante per valutare l'affidabilità dei risultati di prova e taratura.

L'Accredia, l'Ente italiano di accreditamento, definisce il CRM (materiali di riferimento certificato) come un “materiale di riferimento accompagnato da un documento rilasciato da un organismo di confacente autorità, nel quale sono riportati i valori di una o più proprietà specificate, con le corrispondenti incertezze, riferibilità e rintracciabilità, definite impiegando procedure valide”. La necessità di garantire al sistema internazionale delle unità di misura la qualità delle misurazioni e la riferibilità dei risultati ha introdotto l'impiego dell'accreditamento.

I materiali di riferimento certificati immessi da produttori accreditati ai sensi della norma ISO 17034, pertanto, garantiscono la riferibilità.

I materiali di riferimento vengono adoperati per:

- Tarare strumenti e sistemi di misura;
- Convalidare metodi di misura;
- Stimare l'incertezza delle prove e verifiche;
- Verificare il corretto utilizzo di un metodo;
- Eseguire regolarmente il controllo della qualità delle misurazioni.

L'impatto dell'accreditamento nella produzione dei materiali di riferimento consente di raggiungere risultati di misura riferibili al sistema internazionale o a campioni riconosciuti a livello internazionale, perfezionando la qualità dei servizi in settori come la chimica e biologia.

Si distinguono diversi tipi di materiali di riferimento in base a:

- Proprietà ingegneristiche, vi rientrano l'elasticità, la durezza, le caratteristiche superficiali, ecc.
- Proprietà fisiche, vi rientrano ottica, magnetismo, termofisica, radioattività, ecc.
- Proprietà biologiche e cliniche, vi rientrano sicurezza degli alimenti e dell'ambiente, genetica, diagnostica, ecc.
- Composizione chimica, vi rientrano sostanze pure, applicazioni forensi, farmacopea, alimenti, ambiente, ecc.

Durante la digestione acida sono stati utilizzati due CRM, il "metals in soil" e il "trace elements in soil containing lead from paint" (NIST SRM 2586) il cui peso misurato è rispettivamente 0,100 g e 0,108 g. Si è scelto di pesarne circa 0,1 g, quindi un peso inferiore ai 0,5 g dei campioni in analisi, a causa del loro alto costo.

Pretrattamento del campione - Incenerimento

L'incenerimento prevede la degradazione termica del campione assistita da microonde, è una procedura di pretrattamento utilizzata per matrici solide ricche di acqua che utilizza un forno chiamato muffola. Una delle applicazioni più comuni è senza dubbio l'incenerimento di campioni per poter stabilire il residuo dopo la combustione ad elevata temperatura.

Strumentazione

La muffola è un forno elettrico usato in laboratorio e permette il raggiungimento di temperature elevate. La muffola può raggiungere temperature anche fino a 1800°C, a seconda del materiale utilizzato per la costruzione della camera interna del forno.

Il forno a muffola viene utilizzato per diverse applicazioni, dalla chimica ambientale, fino ai polimeri e ai prodotti petrolchimici.

La muffola a microonde consente di ottimizzare i processi di incenerimento ed effettuare in modo più semplice e sicuro la determinazione dei metalli mediante incenerimento.



Figura 10 – immagine del forno a muffola utilizzato.

Storicamente, i forni a muffola erano stati progettati per garantire che qualsiasi materiale trattato termicamente fosse isolato dal combustibile per combattere la contaminazione da ceneri, fumi di gas o fuliggine.

I vantaggi principali dell'utilizzo di un forno a muffola sono legati alla semplicità dell'utilizzo, alla disponibilità di trattare sino a 12-13 aliquote diverse contemporaneamente, al fatto di poter trattare quantità elevate di campione, a differenza della mineralizzazione in bomba di Teflon, e al fatto che viene utilizzato un unico solvente, l' HNO_3 1%.

Gli svantaggi invece sono legati al fatto che gli analiti più volatili vengono persi, in particolare Cadmio, Piombo, Mercurio, Arsenico, Zinco, Selenio e i metalli pesanti sotto forma di cloruri. Oppure le lunghe tempistiche che permettono di effettuare un solo ciclo di incenerimento al giorno.

Metodi

I campioni che vengono trattati per incenerimento sono le uve e i mosti, sia del 1° anno che del 2° anno di analisi, e in particolar modo le vengono prima messe in stufa ad essiccare a 70°C, in modo che perdano un po' d'acqua.

La procedura prevede prima di tutto di pesare le aliquote tramite bilancia analitica direttamente all'interno del crogiolo. Nel nostro caso sono utilizzati dei pesi di circa 5g in modo d'avere una concentrazione 10 volte superiore a quella ottenuta con digestione acida. Tuttavia, il primo anno si sono pesati circa 15g dei campioni di uva, ma si è visto che mantenendo per più tempo le uve in stufa, queste si essiccavano meglio e di conseguenza si ottenevano più ceneri, ecco perché per il secondo anno le uve sono state tenute in stufa a 70°C per una settimana e si sono poi pesati circa 5g di campione.

Successivamente i crogioli sono inseriti nel forno e viene azionato il ciclo di temperatura. Si ottengono delle ceneri generalmente di colore bianco che vengono recuperate attraverso l'uso di 2 ml di HNO₃ 1%, prelevati con una pipetta analitica.

L'HNO₃ è inserito direttamente nel crogiolo, il quale è posto su un agitatore magnetico.

Il tutto sarà poi inserito in falcon da 15 ml e portato a volume con acqua distillata.

Con questo metodo abbiamo trattato i campioni di uva Riesling, Barbera Biologico, Moscato e Slarina, e i campioni di mosto sia vinificato che micro-vinificato, questo perché sono i campioni più zuccherini e hanno bisogno di essere pretrattati prima di essere analizzati.

Le aliquote pesate in questo lavoro di tesi sono:

Campioni 2024	Pesi (g)
Uva Riesling 01	15,524g
Uva Riesling 02	15,001g
Uva Riesling 03	15,101g
Uva Riesling 04	10,350g
Uva Barbera 01	15,361g

Uva Barbera 02	15,741g
Uva Barbera 03	15,741g
Uva Barbera 04	9,124g
Uva Slarina 01	15,663g
Uva Slarina 02	15,507g
Uva Slarina 03	15,204g
Uva Slarina 04	9,718g
Uva Moscato 01	16,441g
Uva Moscato 02	15,321g
Uva Moscato 03	15,617g
Uva Moscato 04	15,255g
Mosto Barbera 01	5,177g
Mosto Barbera 02	5,747g
Mosto Barbera 03	5,503g
Mosto Riesling 01	5,860g
Mosto Riesling 02	5,671g
Mosto Riesling 03	6,521g
Mosto Moscato 01	5,487g
Mosto Moscato 02	5,513g
Mosto Moscato 03	5,792g
Mosto Slarina 01	5,141g
Mosto Slarina 02	5,835g
Mosto Slarina 03	5,582g
Mosto Grezzo Riesling 01	6,377g
Mosto Grezzo Riesling 02	6,141g
Mosto Grezzo Riesling 03	5,583g
Mosto Chiarificato Riesling 01	5,315g
Mosto Chiarificato Riesling 02	5,257g
Mosto Chiarificato Riesling 03	5,327g
Mosto Grezzo Moscato 01	5,760g
Mosto Grezzo Moscato 02	7,366g
Mosto Grezzo Moscato 03	5,069g

Mosto Chiarificato Moscato 01	5,491g
Mosto Chiarificato Moscato 02	5,638g
Mosto Chiarificato Moscato 03	5,064g
Mosto Grezzo Barbera 01	5,907g
Mosto Grezzo Barbera 02	5,542g
Mosto Grezzo Barbera 03	5,037g
Mosto Grezzo Slarina 01	5,322g
Mosto Grezzo Slarina 02	5,030g
Mosto Grezzo Slarina 03	6,948g
Campioni 2025	Peso (g)
Uva Riesling 01	5,110g
Uva Riesling 02	5,290g
Uva Riesling 03	5,240g
Uva Slarina 01	5,220g
Uva Slarina 02	5,160g
Uva Slarina 03	5,170g
Uva Moscato 01	5,024g
Uva Moscato 02	5,253g
Uva Moscato 03	5,791g
Uva Barbera 01	5,677g
Uva Barbera 02	5,079g
Uva Barbera 03	5,024g
Mosto Slarina 01	5,782g
Mosto Slarina 02	6,165g
Mosto Slarina 03	5,509g
Mosto Grezzo Riesling 01	5,740g
Mosto Grezzo Riesling 02	5,104g
Mosto Grezzo Riesling 03	6,857g
Mosto Chiarificato Riesling 01	4,931g
Mosto Chiarificato Riesling 02	7,148g
Mosto Chiarificato Riesling 03	5,274g
Mosto Grezzo Moscato 01	5,918g

Mosto Grezzo Moscato 02	6,794g
Mosto Grezzo Moscato 03	5,616g
Mosto Chiarificato Moscato 01	6,949g
Mosto Chiarificato Moscato 02	7,229g
Mosto Chiarificato Moscato 03	5,534g
Mosto Grezzo Slarina 01	5,501g
Mosto Grezzo Slarina 02	5,824g
Mosto Grezzo Slarina 03	5,022g
Mosto Grezzo Barbera 01	5,506g
Mosto Grezzo Barbera 02	5,214g
Mosto Grezzo Barbera 03	5,484g

Tabella 2 – tabella dei campioni pesati per l'incenerimento.

Il ciclo di temperature utilizzato prevede quattro step:

1. si arriva ad una temperatura di 200° C e si elimina l'H₂O presente nel campione;
2. si passa poi ad una temperatura di 500° C eliminando così gli zuccheri;
3. Successivamente, quando si raggiunge la temperatura di 750°, si ha l'eliminazione dei grassi;
4. Ed infine si giunge ad una temperatura di 1000° C.

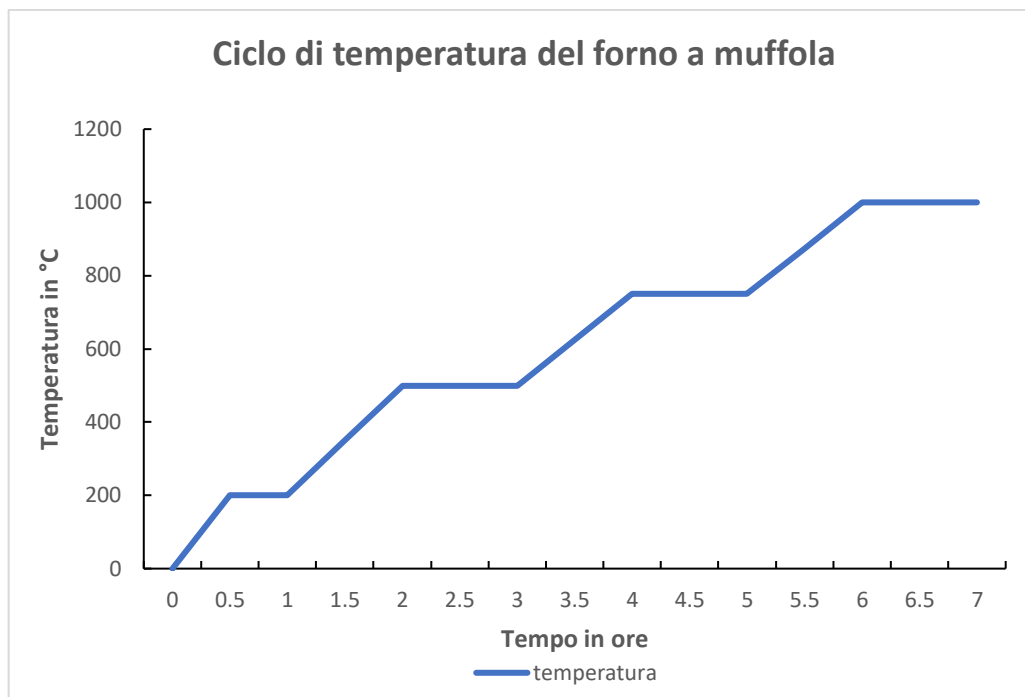


grafico 2 – grafico del ciclo di temperatura dell'forno a muffola.

Il primo e il secondo step sono quelli che ci interessano maggiormente, in funzione dei campioni che abbiamo da pretrattare, essendo le uve e i mosti composte prevalentemente da zuccheri e acqua.

Con questa tecnica è bene raggiungere al massimo una temperatura di 1100° C, in quanto al di sopra di tale condizione termica si potrebbe iniziare a perdere materiale, e di conseguenza analiti, così come si può intaccare la porcellana dei crogioli.

Alla fine del ciclo di temperatura si sono ottenute delle ceneri bianche per quanto riguarda i mosti, mentre le ceneri delle uve sono di un colore verde, probabilmente dovuto alla presenza di verde rame usato durante le fasi agricole.



Figura 11 – immagini delle ceneri ottenute, in particolare la prima a sinistra mostra le ceneri ottenute dalle uve del primo anno dopo pochi giorni di stufa, quella centrale è di esempio per le ceneri ottenute dai mosti, ed infine la terza a destra mostra le ceneri ottenute dalle uve del secondo anno, dopo una settimana tenute in stufa.

Nel capitolo 3 saranno comunque discussi i risultati ottenuti.

Bianco

Il bianco di procedura è una soluzione che contiene tutti i reagenti utilizzati, che subisce tutte le manipolazioni del campione ma che però non contiene gli analiti di interesse.

Il bianco sarà poi analizzato esattamente come il campione che deve essere esaminato in modo da verificare se i reagenti forniscono un contributo di contaminazione all'analisi. Questo procedimento è fondamentale per determinare i limiti di rivelabilità e quanti contaminanti sono presenti, sia in laboratorio che sulle attrezzature o portati dal tecnico di laboratorio involontariamente.

Durante le analisi condotte sono stati preparati due bianchi di procedura, per il terreno, trattato per estrazione acida, vengono messi in una falcon da 50 ml, 2 ml di H_2O_2 , 6 ml di HNO_3 e i restanti 37 ml di H_2O ultra-pura, per portare a volume. Mentre per i campioni di uva e di mosti, trattati per incenerimento, in falcon da 15mL, sono inseriti 2 ml di HNO_3 e si porta a volume di 13 ml con H_2O ultra-pura.

Analisi elementare - Spettroscopia ICP-OES

Il metodo di analisi dei campioni di terreni, uve, mosti e vini tramite l'ICP-OES mi permette di determinare gli elementi maggioritari e minoritari. Quelli da noi individuati sono:

B, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Si, Zn, Al, Ca, Sr, Ba, P, Cr, Pb, Li e Ti.

È uno strumento che mi permette di analizzare le sostanze liquide sfruttando le righe spettrali, attraverso uno spettrometro ad emissione ottica (atomica).

La gestione dell'introduzione del campione è affidata alla pompa peristaltica, che lavora ad una velocità di 2 su una scala di 1 a 5, e porta l'aliquota di campione al nebulizzatore. Al termine dell'analisi di ogni soluzione lo strumento effettua un ciclo di lavaggio con acido nitrico all'1%, per evitare possibili contaminazioni ed effetto memoria tra i campioni.

Il bianco dello strumento, HNO_3 diluito all'1%, è usato anche per diluire i campioni perché troppo concentrati. Inoltre, viene usato anche per tarare lo strumento in quanto diluente universale.

Strumentazione

L'ICP-OES mi permette di descrivere un'intensità di emissione.

Nella spettroscopia di emissione atomica con plasma accoppiato (ICP-OES) la sensibilità è inferiore a quella riscontrabile per la spettrometria di massa con plasma accoppiato induttivamente, infatti con ICP-OES è possibile rilevare concentrazioni pari ai mg/L o ppm (parti per milione). L'energia che deriva dal plasma è sfruttata sia per provocare la dissociazione del campione in atomi, sia per eccitare gli elettroni di questi atomi prodotti. Il passaggio dell'eccitamento è necessario in quanto, in questo modo, gli elementi risultano in grado di emettere spettri caratteristici. In base alla lunghezza d'onda di emissione è possibile risalire alla specie incognita, mentre, misurando l'intensità dell'emissione, si può effettuare l'analisi quantitativa.

Nello strumento è utilizzata una sorgente al plasma accoppiato induttivamente, il quale è contraddistinto da elevate temperature (6500-10000 K) che consentono di atomizzare o

ionizzare ed eccitare quasi tutti gli elementi aumentando notevolmente la popolazione degli stati energetici eccitati.



Figura 12- spettrofotometro ICP-OES.

Uno spettrofotometro ottico ICP è generalmente formato da:

- un sistema di introduzione del campione;
- una torcia ICP e riserva di gas;
- un generatore di radiofrequenze;
- uno spettrometro ottico;
- un rivelatore;
- un convertitore.

Durante l'analisi ICP-OES è prevista l'immissione del campione liquido pretrattato con acidi e/o microonde, il quale verrà poi trasformato in aerosol, processo chiamato nebulizzazione, una volta all'interno dello strumento. Successivamente si passa ad un processo di desolvatazione/volatilizzazione, dove l'acqua viene eliminata e le rimanenti porzioni solide e quelle liquide vengono portate in fase gassosa. Avviene poi l'atomizzazione, attraverso cui si ha la formazione di elementi in forma ionica o atomica a seguito della rottura dei legami presenti durante la fase gassosa; in questa fase risultano molto importanti i parametri di temperatura del plasma e quelli dell'inerzia dell'ambiente

chimico. Segue poi il momento di eccitazione degli elettroni esterni, che aumentano la loro energia passando ad uno stato energetico superiore dal quale decadono iniziando a emettere luce con lunghezze d'onda caratteristiche. Infine, lo spettrometro misura quantitativamente la luce dispersa dal reticolo e i dati raccolti saranno elaborati da un computer.

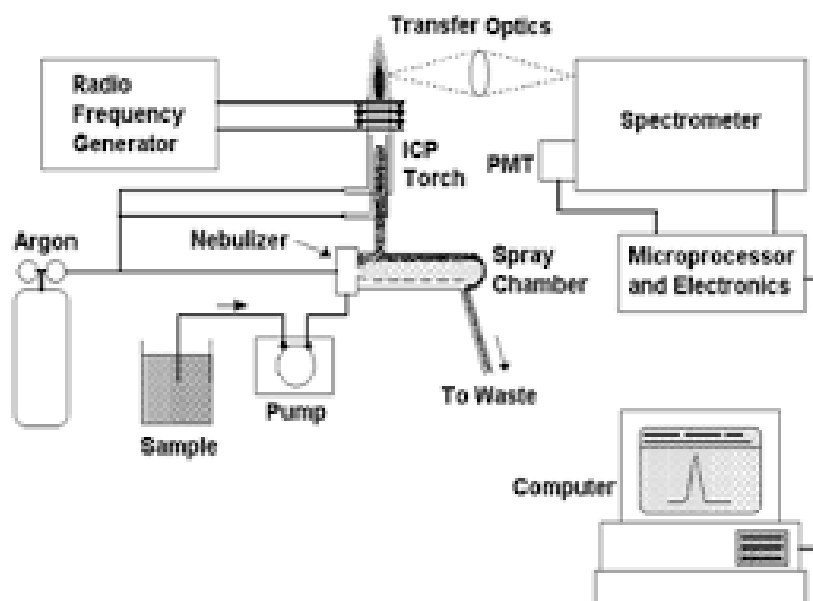


Figura 13 – schema di funzionamento di uno spettrometro ICP-OES.

La tecnica dell'ICP-OES presenta delle interferenze che possono essere sia di tipo spettrale che di tipo fisico.

Le prime sono di tipo additivo e possono essere dovute a:

- un aumento del segnale del fondo (background), risolubile eseguendo una scansione nella regione dello spettro di emissione dell'elemento analizzato;
- una sovrapposizione più o meno parziale dei picchi di emissione di elementi diversi, che possono essere compensate matematicamente utilizzando equazioni che stimano il contributo dell'elemento interferente o ricorrendo ad un'altra riga analitica.

Le interferenze di tipo fisico si verificano, invece, nel processo di nebulizzazione e di trasporto del campione; infatti, il cambiamento della tensione superficiale e della viscosità

della soluzione porta ad una differente efficienza della nebulizzazione. In questo caso l'interferenza non è additiva, ma è di tipo moltiplicativo e può condurre ad una variazione positiva o negativa dell'accuratezza del dato.

Un altro problema è legato alla possibilità che nella matrice siano presenti delle componenti solide che si depositano nel nebulizzatore variando le caratteristiche dell'aerosol prodotto. Per ovviare il problema si diluisce il campione o viene utilizzato uno standard interno, adatto solo se il comportamento dell'elemento nella matrice è paragonabile a quello dello standard interno aggiunto.

Si possono verificare anche “effetti memoria” provocati da campioni che hanno elevate concentrazioni che possono influenzare i valori degli analiti analizzati successivamente.

Metodo

Per le analisi ICP-OES dei campioni sono stati preparati 2 standard multielemento di riferimento con concentrazioni 5 e 10 mg/L per diluizione in HNO₃ 1% degli standard multielemento commerciali.

Le aliquote di uve, mosti e step di vinificazione sono state diluite 1:100 con HNO₃ all'1% prima di eseguire le misure, per cui vengono utilizzati 4,95 ml di reagente e 0,05 ml di campione.

Per valutare l'accuratezza del trattamento dei campioni proposto, è stato analizzato il materiale standard certificato precedentemente preparato.

Mentre il terreno è stato diluito 1:1000, sempre con HNO₃ 1%, per cui prelevati 0,005 ml di campione questi saranno diluiti con 4,995 ml di reagente.

Le righe spettrali, rispettive di ogni elemento, utilizzate per la determinazione degli analiti risultano essere: B (249.773 nm), Cu (317.993 nm), Fe (259.941 nm), K (766.491 nm), Mg (285.213 nm), Mn (257,611 nm), Na (589.592 nm), Cr(267,716 nm), Pb (283,306 nm) Si (251.612 nm), Zn (213.856 nm), Al (396.152 nm), Ca (324.754 nm), Sr (460.733 nm), Ba (233.527 nm), P (177.495 nm), Li (670.780 nm) e Ti (336.121 nm).

Analisi elementare - Spettrometria ICP-MS

Lo spettrometro di massa è uno strumento che produce ioni e li separa in base al loro rapporto massa/carica (m/z). È una tecnica molto peculiare in quanto è in grado di effettuare l'analisi isotopica (analizzare i diversi isotopi di un elemento), ed è capace di accoppiarsi con altri sistemi di introduzione del campione quali ad esempio la Ion Chromatography (IC), la Capillary Electrophoresis (CE) etc.

Strumentazione

La spettrometria di massa con plasma accoppiato induttivamente (ICP-MS) è una tecnica analitica che sfrutta l'utilizzo di una torcia al plasma, caratterizzata da alta temperatura, la quale permette, anche grazie all'alto grado di stabilità del plasma, di eliminare molte delle interferenze che si incontrano con le fiamme convenzionali.

Il plasma è un gas ionizzato che viene prodotto utilizzando un flusso di argon in modo da produrre elettroni liberi e ioni di Ar^+ in ugual numero e può essere stimolato da un campo magnetico, come vedremo successivamente.

Questa tecnica permette la determinazione degli elementi metallici e non metallici in concentrazioni inferiori a 1 ng/L (1 ppb, parti per bilione), risultando essere molto più sensibile della spettroscopia di assorbimento atomico (AAS) e della spettrometria ottica. Con plasma (ICP-OES). Per alcuni elementi, è possibile addirittura raggiungere il range delle ppt (parti per trilione).

L'ICP-MS trova applicazioni in diversi settori quali: ambientale, metallurgico, industriale, biologico, clinico e geologico. È una tecnica che possiede molti vantaggi, tra i quali quello di poter analizzare più elementi contemporaneamente, permettendo l'esecuzione di analisi sia di tipo quantitativo che di tipo qualitativo.

Anche se la maggior parte dei campioni analizzati con l'ICP-MS sono liquidi, è possibile analizzare anche campioni solidi, per mezzo di laser o celle riscaldate elettricamente in grado di vaporizzare il campione, e campioni gassosi che possono essere introdotti direttamente nello strumento.

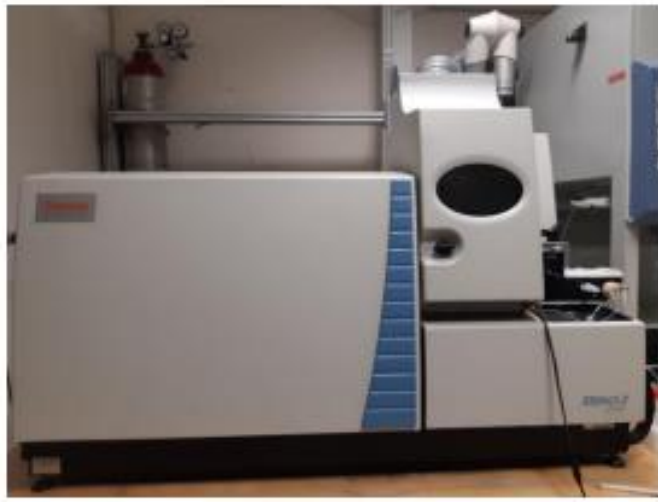


Figura 14 – strumentazione dell'ICP-MS.

Uno spettrometro ICP-MS è composto generalmente da:

- Sistema di introduzione del campione;
- Nebulizzatore, che permette di trasformare il campione liquido in aerosol;
- Torcia al plasma ICP, per produrre la ionizzazione;
- Analizzatore, un dispositivo in grado di separare gli ioni in funzione del loro rapporto massa/carica (m/z);
- Rivelatore, un dispositivo che permette di amplificare la corrente prodotta dagli ioni che hanno superato l'analizzatore;
- Convertitore, genera lo spettro di massa rappresentando l'abbondanza di ogni ione in funzione della sua massa, con l'opportuno software.

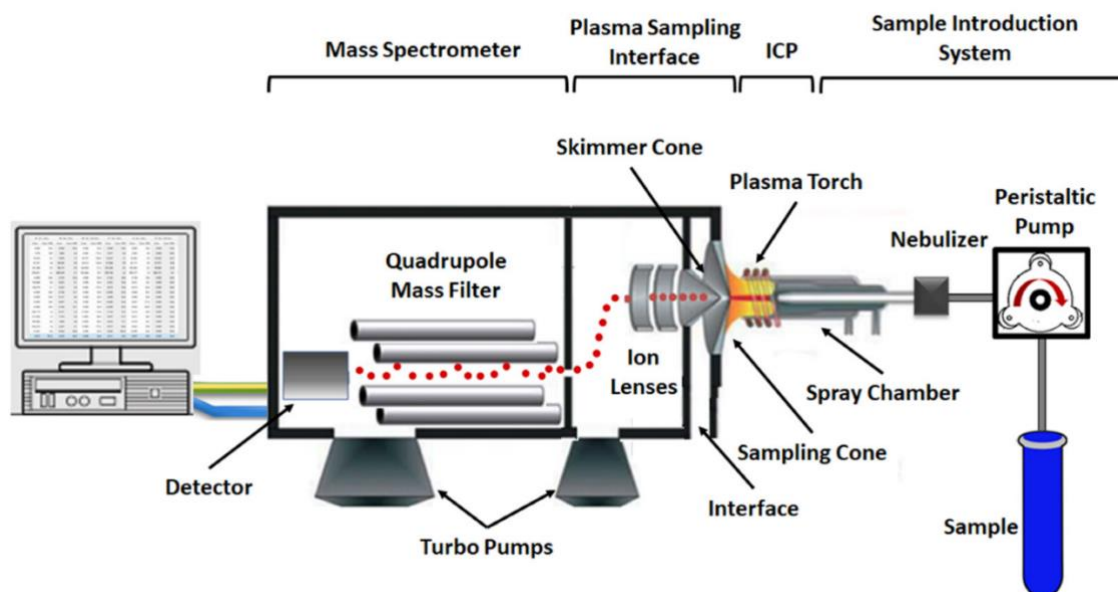


Figura 15 – schema di funzionamento dell'ICP-MS.

Il flusso di Argon (Ar) è la sorgente più comune di plasma, il quale è ionizzato (circa il 5%) da una scarica elettrica ed accelerato da un campo magnetico in un movimento rotazionale. Dunque, si parla di scarica a plasma accoppiato induttivamente (ICP).

Per generare questo tipo di plasma la spira di induzione (RF coil) è utilizzata per produrre, tramite un segnale di radiofrequenza, un campo magnetico. La spira è situata intorno ad una torcia, costituita da tre tubi concentrici, solitamente in quarzo, la cui estremità finale si trova in una bobina di induzione magnetica alimentata da corrente elettrica ad alta radiofrequenza. All'interno di questi tubi è fatto fluire l'argon e sarà poi il compito del campo magnetico quello di riscaldarlo inducendo una corrente circolare nel gas.

Questo tipo di plasma sarà in grado di raggiungere temperature nell'ordine dei 6000-10000 K, e come detto precedentemente, la temperatura della torcia è un parametro importante pertanto deve essere controllata, per cui viene fatta scorrere dell'acqua al suo interno con lo scopo di raffreddarla.

Inoltre, è necessario mantenere il plasma lontano dalle pareti della torcia quando il campione viene trasportato al suo interno, è per questo motivo che sono utilizzati altri due differenti flussi di argon, uno tra i tubi più esterni, e uno introdotto dal tubo centrale per creare una zona a temperatura minore.

La spira è placcata in oro (Au) o argento (Ag) per fornire la minima resistenza elettrica alla radiofrequenza, e per impedire la formazione di ossidi.

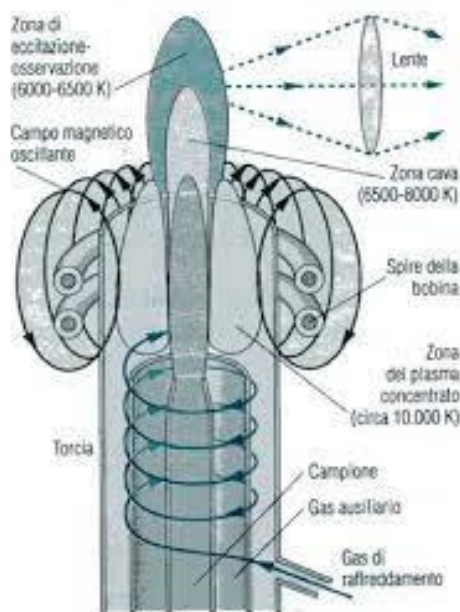


Figura 16 – rappresentazione schematica della torcia di un ICP-MS.

Il campione una volta all'interno dello strumento è sottoposto, in primo luogo, ad una nebulizzazione, attraverso cui sarà convertito da liquido in aerosol, segue poi un processo di desolvatazione/volatilizzazione, dove l'acqua viene eliminata mentre le rimanenti porzioni liquide e solide convertite in gas. A questo punto, avviene il processo di atomizzazione, nel quale vengono scissi i legami della fase gassosa e gli elementi si trovano nella loro forma atomica. In base al potenziale di ionizzazione dei vari elementi, gli atomi vengono convertiti in ioni, i quali a questo punto raggiungono un'interfaccia, con una pressione di 1-2 Torricelli, nella quale vengono suddivisi in funzione del rapporto tra la loro massa e il numero atomico (Z) all'interno di un quadrupolo.

Tra le barre del quadrupolo tramite una scansione di potenziale, si ottiene il passaggio di particelle con rapporto m/z definito, in ogni istante. Gli ioni selezionati, infine, giungono in modo sequenziale a un detector dove la rivelazione degli ioni è eseguita da un elettromoltiplicatore a dinodi, che misura il numero di ioni che arrivano al detector, il quale è proporzionale alla concentrazione di quell'isotopo nella soluzione originaria. L'elettro-

moltiplicatore mi permette di produrre una catena di elettroni in numero crescente, i quali possono essere rivelati come un impulso elettrico.

Nel caso in cui il campione fosse molto concentrato, il rivelatore risulta non essere sufficientemente veloce per misurare tutti gli ioni che impattano, e per evitare che ciò accada, il detector può lavorare con diverse modalità:

- pulse counting (conteggio di ioni) per le basse concentrazioni;
- analogica (corrente ionica) per le alte concentrazioni.

In una singola acquisizione vengono perciò misurati elementi maggiori, minori e in tracce.

La tecnica ICP-MS presenta sia interferenze isobariche, dovute alla formazione di ioni mono o poliatomici con lo stesso rapporto m/z dell'elemento in esame, che interferenze fisiche, che si verificano nel processo di nebulizzazione e di trasporto del campione, le quali sono già state osservate nel paragrafo 2.3.1, in quanto, sono le medesime osservate per l'ICP-OES.

Le interferenze dovute a ioni poliatomici isobari possono essere causate in particolare da:

- presenza di nuclidi monoelementari: sono isotopi aventi m/z coincidente con quella dell'analita (es. ^{58}Ni su ^{58}Fe);
- presenza di specie poliatomiche: specie aventi m/z coincidente con quella dell'analita (es. $^{40}\text{Ar}^{16}\text{O}$ su ^{56}Fe);
- acidi: alcuni acidi, come HCl , HClO_4 , H_3PO_4 e H_2SO_4 , causano interferenze poliatomiche insieme ad Ar^+ , O^+ e H^+ (es. $^{35}\text{C}^{16}\text{O}$ su ^{51}V o $^{35}\text{Cl}^{40}\text{Ar}$ su ^{75}As) risolte con l'utilizzo di HNO_3 ;
- ioni a doppia carica: causano interferenza spettrale su ioni aventi metà m/z (es. $^{208}\text{Pb}^{2+}$ su $^{104}\text{Ru}^+$, $^{40}\text{Ar}^{2+}$ su $^{80}\text{Se}^+$ o $^{138}\text{Ba}^{2+}$ su $^{69}\text{Ga}^+$) risolte ottimizzando il sistema per ridurre gli ioni a doppia carica;
- ossidi: sempre riscontrabili all'interno del plasma a causa della presenza ubiquitaria dell'ossigeno ($^{135}\text{Ba}^{16}\text{O}^+$ e $^{137}\text{Ba}^{16}\text{O}^+$ che interferiscono rispettivamente con $^{151}\text{Eu}^+$ e $^{153}\text{Eu}^+$);

- effetti di matrice: risolvibili con matrix matching;
- effetti di ionizzazione: riscontrabili in presenza degli elementi della I e della II seconda serie dei metalli in concentrazioni elevate, risolvibili anch'essi con matrix matching.

Per superare le interferenze da ioni poliatomici, sono stati realizzati diversi sistemi di rivelazione, tra cui l'analizzatore a triplo quadrupolo o l'analizzatore a singolo quadrupolo con l'utilizzo di una cella di collisione.

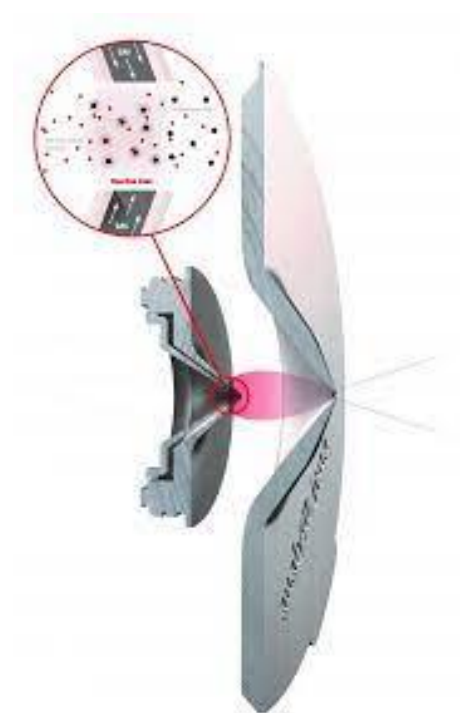


Figura 17 – cella di collisione dell'ICP-MS.

La cella di collisione consiste nell'interporre, tra il fascio di ioni e l'analizzatore di massa a singolo quadrupolo, una cella che è riempita con un flusso continuo e basso di gas, di solito elio. Quando il fascio ionico entra nella cella, gli ioni di interferenza poliatomica e gli ioni analita si scontrano con il gas He e perdono energia cinetica. Anche se gli ioni poliatomici hanno la stessa massa dell'elemento con cui interferiscono, hanno una maggior sezione d'urto, il che significa che subiscono più collisioni rispetto agli ioni analita. Il risultato è che perdono più energia cinetica rispetto agli analiti, permettendo loro di essere eliminati dal fascio ionico usando una semplice barriera di potenziale tra la cella di collisione e l'analizzatore di massa. La differenza di potenziale applicata funge

da soglia di energia cinetica KED (Kinetic Energy Discrimination) e consente solo agli ioni degli analiti, con energia cinetica maggiore, di entrare nell'analizzatore di massa.

Metodo

Il metodo utilizzato per l'analisi dei campioni permette la determinazione del contenuto degli elementi presenti in ultra-tracce mediante uno spettrometro di massa con plasma ad accoppiamento induttivo, equipaggiato con un analizzatore di massa a singolo quadrupolo.

La peristaltica preleva un'aliquota di campione, solo l'1-2% arriva al plasma dove viene ionizzato. Infatti, all'ICP-MS, a differenza dell'ottico, interessano solo gli ioni, i quali passano attraverso un'interfaccia e arrivano allo spettrometro di massa che li spara e determina. Il passaggio allo spettrometro avviene per gradi perché bisogna partire dalla zona della torcia, di quarzo, che è a 1bar per arrivare a quella dello spettrometro che è a 10^{-7} bar.

I parametri strumentali e di misura sono i seguenti:

- potenza di emissione;
- flusso del gas nebulizzatore;
- flusso di gas ausiliario;
- flusso del gas di plasma;
- misura in dual mode con peak jumping; dwell time, 10 ms.

Ogni determinazione risulta dalla media di tre scansioni eseguite sulla stessa soluzione. Inoltre, per minimizzare le interferenze, anche in questo caso tra un'analisi e l'altra viene fatto un ciclo di lavaggio.

È bene tenere a mente che i campioni anche in questo caso sono da diluire prima di essere analizzati, la diluizione avviene usando HNO₃ 1%, in particolare i campioni di uve, mosti e step di vinificazione sono diluiti 1:10, mentre quelli dei terreni 1:100.

Gli ioni determinati da questa analisi elementare sono:

⁷Li, ⁴⁵Sc, ⁴⁸Ti, ⁵¹V, ⁵²Cr, ⁵⁵Mn, ⁵⁹Co, ⁷⁵As, ⁸⁵Rb, ⁸⁸Sr, ⁸⁹Y, ¹¹¹Cd, ¹¹⁸Sn, ¹²¹Sb, ¹³³Cs, ¹³⁷Ba, ¹³⁹La, ¹⁴⁰Ce, ¹⁴¹Pr, ¹⁴⁶Nd, ¹⁴⁷Sm, ¹⁵³Eu, ¹⁵⁷Gd, ¹⁵⁹Tb, ¹⁶³Dy, ¹⁶⁵Ho, ¹⁶⁶Er, ¹⁶⁹Tm, ¹⁷²Yb, ¹⁷⁵Lu, ²⁰²Hg, ²⁰⁸Pb, ²³²Th e ²³⁸U.

Bibliografia

D.M. 13 Settembre 1999 - Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo - Gazzetta ufficiale della Repubblica Italiana Serie Generale

www.accredia.it – Il materiale di riferimento certificato

www.pulikom.com – Il valore del bianco nei test di contaminazione su componenti

www.fkv.it – strumentazione da laboratorio – muffole

www.carbolite-gero.it – muffle furnaces

Amandola, G., & Terreni, V. (1997) - Analisi chimica strumentale e tecnica. Zanichelli.

Daniel C., H. (2017) - Chimica Analitica Quantitativa (III ed.). Zanichelli.

Moret, S. (2014) - Estrazione assistita con microonde (MAE).

S. Moret, G. Purcaro, & L. Conte - Il campione per l'analisi chimica. Milano: Springer-Verlag Italia.

Skoog, D., & Leary, J. (2009) - Chimica analitica strumentale (II ed.). EdiSes

Ministero delle politiche agricole e forestali, Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo Agricolo e Forestale (2015) - Metodi di ANALISI MINERALOGICA DEL SUOLO - Coordinatore Paola Adamo. FrancoAngeli

Risultati

A seguito dell'analisi con ICP-MS e ICP-OES, si ottengono dei valori che sono riferiti a concentrazioni di campioni liquidi. Tuttavia, va ricordato che i campioni iniziali con cui si è lavorato sono tutti campioni solidi e pertanto, tali concentrazioni, dovranno essere trasformate in modo da riferirsi a campioni solidi.

Interpretazione dei dati

Visto che i dati ottenuti dall'ICP-MS sono espressi in $\mu\text{g/l}$ e quelli ottenuti da ICP-OES sono, invece, in mg/l , è necessario utilizzare una formula che mi permetta di interpretare i dati di entrambi gli spettrometri.

La formula generale risulta essere:

$$\frac{\text{concentrazione riferita al campione liquido } \left(\frac{\mu\text{g}}{\text{l}}\right) \cdot \text{fattore di diluizione} \cdot \text{volume finale (L)}}{\text{peso iniziale del campione (g)}}$$

Nel particolare le formule che sono state utilizzate sono le seguenti:

$$X \frac{\mu\text{g}}{\text{L}} \cdot f \cdot \frac{0,015 \text{ L}}{\text{peso (g)}} = y \frac{\mu\text{g}}{\text{g}} = \text{ppm} \quad \text{per le uve e i mosti}$$

$$X \frac{\mu\text{g}}{\text{L}} \cdot f \cdot \frac{0,05 \text{ L}}{\text{peso (g)}} = y \frac{\mu\text{g}}{\text{g}} = \text{ppm} \quad \text{per i terreni}$$

In questo modo si riescono ad ottenere dei dati espressi in ppm, come possiamo vedere anche dalle tabelle mostrate in Appendice.

Successivamente bisogna confrontare i grafici che si ottengono dall'elaborazione dei dati.

Normalizzazione dei dati al cerio

L'obiettivo della tesi è quello di verificare se nel terreno in cui è coltivata la barbatella esiste un'impronta digitale che viene trasmessa alle piante e se tale impronta corrisponde alla distribuzione degli elementi del terreno.

Per rendere i dati della distribuzione degli elementi confrontabili è necessario utilizzare un metodo di normalizzazione, in quanto terreno, uva, mosto e vino risultano avere ordini di grandezza differenti. Come mostrato dal grafico sottostante le concentrazioni assolute non sono confrontabili.

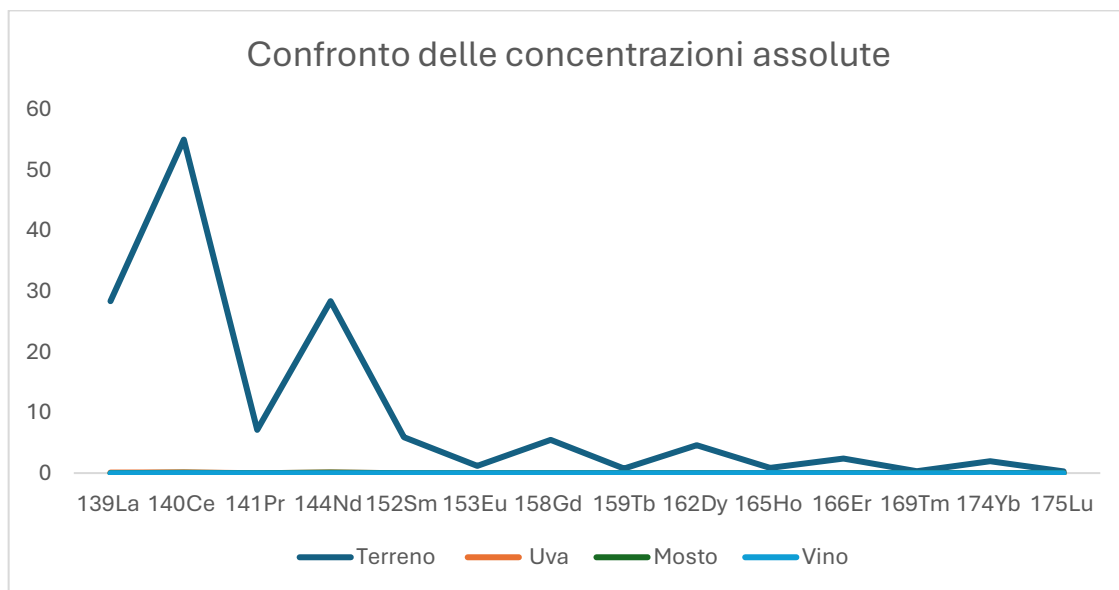


grafico 3 - confronto delle medie delle concentrazioni assolute terreno - uva - mosto - vino.

In questo caso è stato scelto il metodo di normalizzazione al Cerio, in quanto lantanide più abbondante, ma è bene ricordare che questo non è l'unico metodo di normalizzazione esistente.

Per fare ciò vengono divisi i dati delle concentrazioni, espresse in ppm, per la concentrazione del cerio, ottenendo così un grafico in cui la concentrazione del terreno e delle piante, per il Cerio, coincide, in quanto entrambi uguali a 1.

Come si può notare nei grafici normalizzati risulta chiara la disposizione a denti di sega tipica dei lantanidi e spiegata tramite la legge di Oddo-Harkins, che verrà enunciata nel paragrafo successivo, secondo la quale gli elementi con un numero atomico pari, come il carbonio, sono più abbondanti rispetto all'elementi con numero atomico dispari precedente e successivo, come l'azoto.

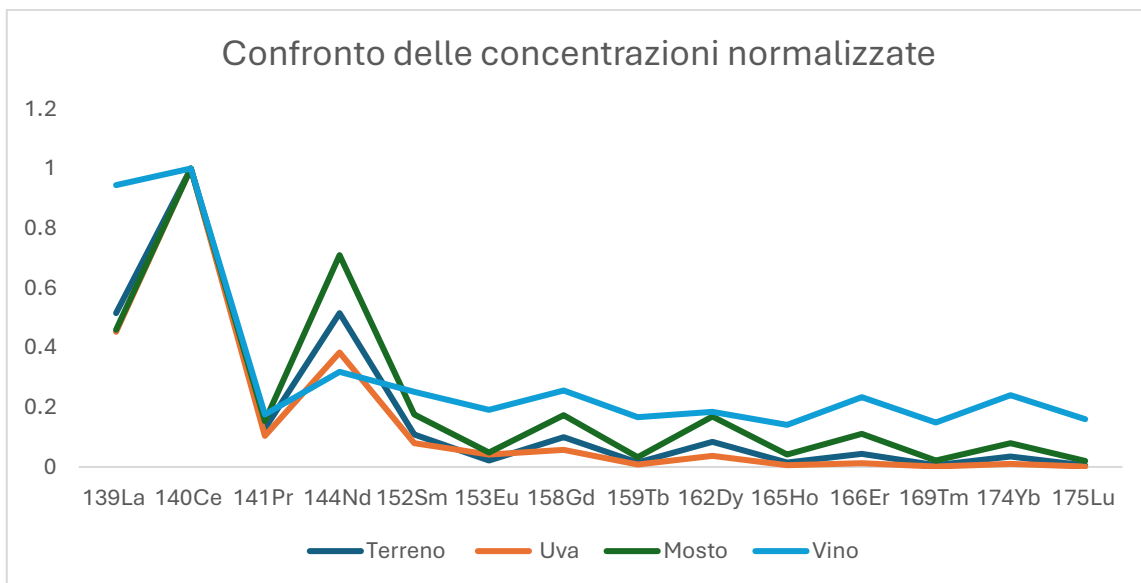


grafico 4 - grafico di confronto delle medie delle concentrazioni normalizzate terreno - uva - mosto - vino

Per apprezzare meglio il contenuto dei lantanidi più pesanti, si è scelto di utilizzare una scala logaritmica:

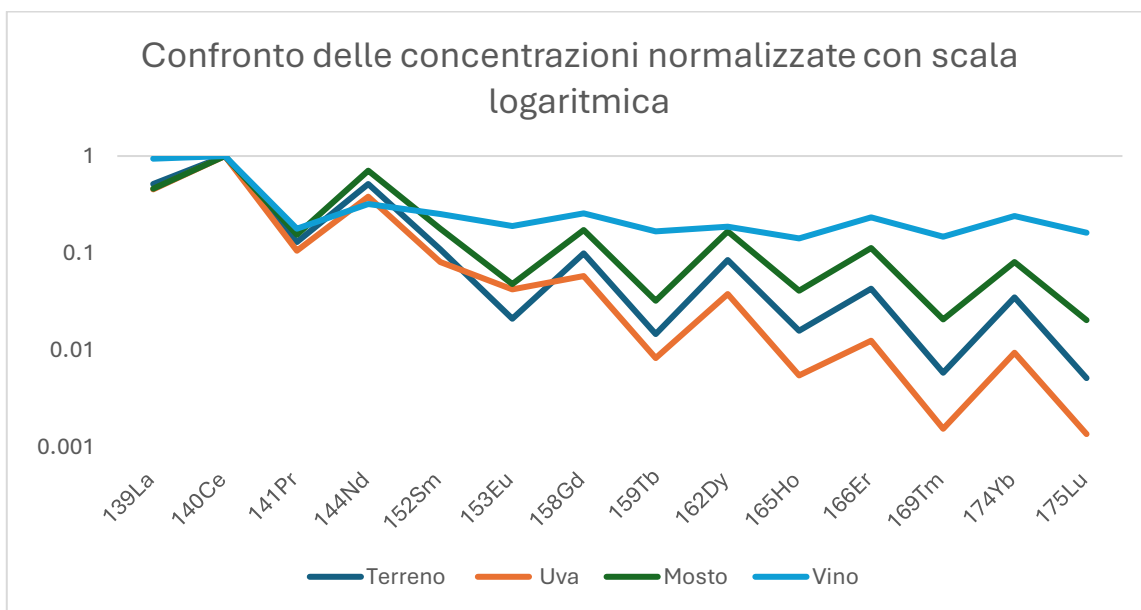


grafico 5 - grafico di confronto delle medie delle concentrazioni normalizzate con scala logaritmica terreno - uva - mosto - vino

Un ulteriore motivo per il quale è importante che i dati siano normalizzati al cerio è che l'impronta digitale è data dai lantanidi, per cui gli elementi che non si comportano come tali avranno delle concentrazioni degli elementi diversi, come si vede bene dal grafico.

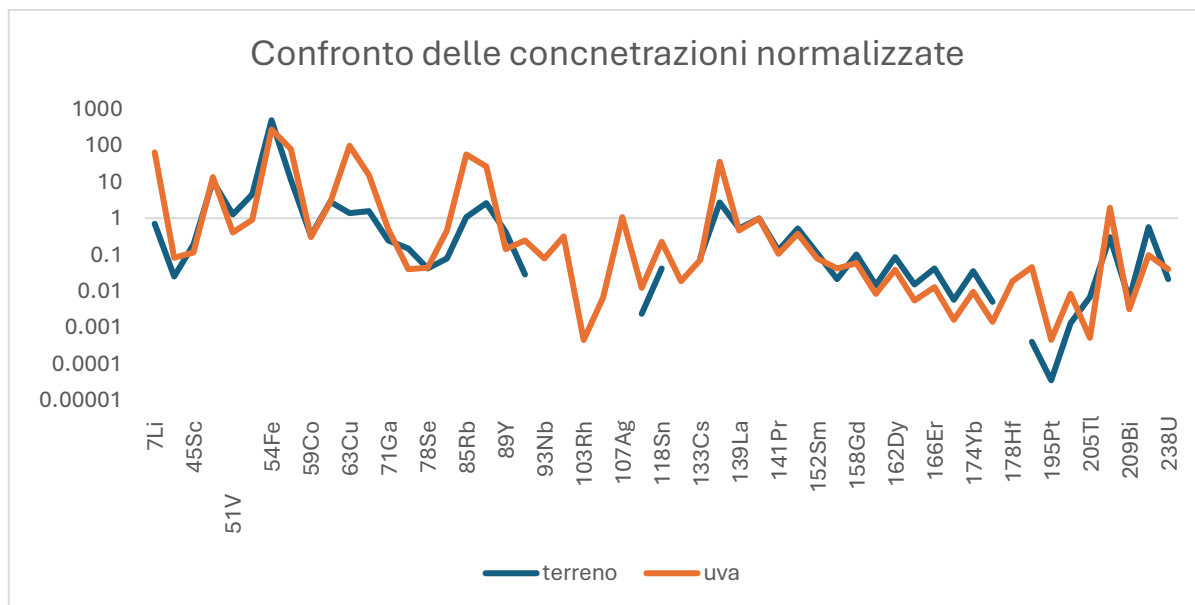


grafico 6 - grafico di confronto delle medie delle concentrazioni normalizzate terreno - uva prendendo in considerazione tutti gli elementi analizzati con l'ICP-MS.

Regola di Oddo-Harkins

Nel 1914 G. Oddo si accorse che gli elementi chimici che presentano numero atomico pari sono più abbondanti nella tavola periodica e prevalgono nella crosta terrestre, formando l'86,5% della sua massa; dunque, notò come gli elementi chimici sulla terra presentano una certa regolarità nella distribuzione.

Tale regola sarà poi confermata da V. Harkins tra il 1915 e il 1928, il quale dimostrò che questa stabilità si ritrova anche nei meteoriti dove gli elementi con numero pari costituiscono fino al 97,7% della loro massa totale.

La tracciabilità

La *Tracciabilità* esprime la possibilità di risalire sino all'origine delle materie prime del prodotto finale. Ciò può avvenire mediante un procedimento di autocertificazione del produttore oppure, in maniera più costosa ma scientificamente più corretta, attraverso la misura di alcuni parametri chimico-fisici che si suppongono invariati durante il cammino che porta dalle materie prime al prodotto finale.

L'aspetto chimico-analitico della tracciabilità è interessante perché mi permette di determinare un elemento di conferma della veridicità. Per esempio, nelle situazioni di incertezza, quando si dubita che la filiera possa essere stata "contaminata" da prodotti non

tracciati, un'analisi chimica può rappresentare lo strumento per verificare l'identità dei lotti nel loro passaggio da un'azienda all'altra della filiera

Inoltre, studi scientifici negli ultimi anni hanno riguardato e riguardano la possibilità di supportare la tracciabilità con dati analitici. Tecniche come la spettrometria ICP-MS sono ormai in grado di riconoscere prodotti provenienti da regioni diverse, in ragione di parametri associati alla regione di provenienza o al ciclo produttivo impiegato.

Analisi dei dati trattati

Dati ottenuti dall'ICP-MS

Lo scopo di uno studio di tracciabilità di un prodotto è quello di collegarlo alle materie prime da cui esso deriva attraverso la ricerca di microelementi che permettono di eseguire la filiera nei suoi vari stadi. Visto che i lantanidi sono buoni marcatori chimici, sono utilizzati per tracciare i nostri campioni.

Dunque, si sono confrontati i dati ottenuti dall'ICP-MS dei campioni e dei rispettivi terreni.

Come si evince dal grafico 5, riportato nella sezione “Normalizzazione dei dati al cerio”, la correlazione dei lantanidi si mantiene ottimale per i campioni terreno, di uva e di mosto, tuttavia, il vino perde un po' l'andamento a dente di sega.

A supporto di tale tesi, verranno riportati i grafici ottenuti dall'analisi dei quattro vini confrontandoli tra di loro.

È necessaria una precisazione, durante il primo anno di sperimentazione i campioni sono stati analizzati dopo averli conservati in congelatore, a seguito però di contrazioni molto basse, durante il secondo anno si è pensato di testare anche il tipo di conservazione, difatti per i campioni micro-vinificati si hanno tre diverse metodologie, i campioni sono stati analizzati tal quale, a seguito di congelamento e a seguito di pastorizzazione, mentre quelli ottenuti dall'azienda sono stati analizzati tal quale e a seguito di congelamento.

Come sappiamo da studi precedenti, l'impronta digitale che viene rilasciata dalle terre rare rimane immutata in terreno, uva e mosto, come sarà mostrato a seguire nel grafico

della filiera, ma questo non avviene nel vino. Pertanto, qui sarà mostrata la correlazione nelle fasi di vinificazione per cercare di capire quando questa viene persa.

Riesling

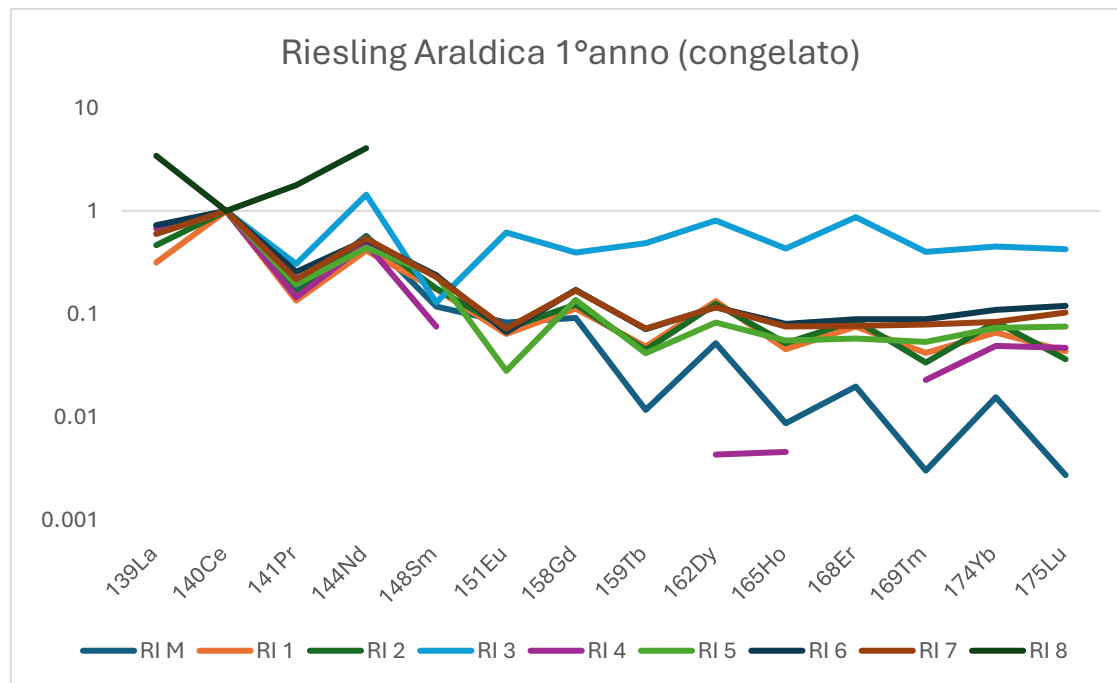


grafico 7 - grafico dei dati ICP-MS del Riesling ottenuti a seguito di congelamento dei campioni, relativi al 1° anno di sperimentazione.

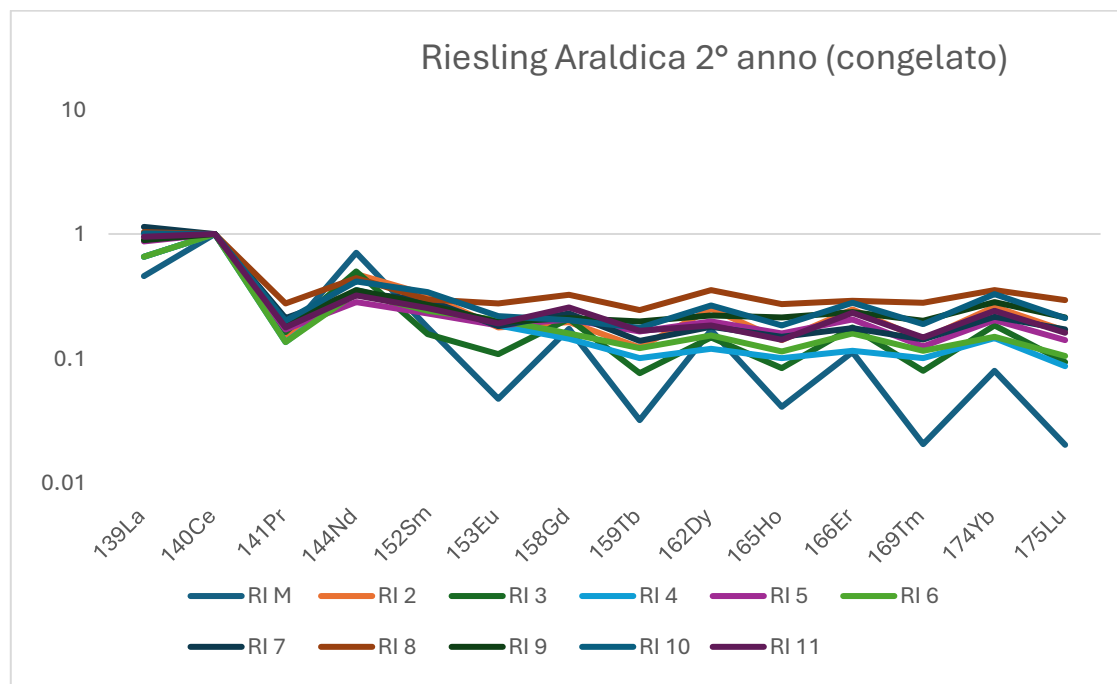


grafico 8 - grafico dei dati ICP-MS del Riesling ottenuti a seguito di congelamento dei campioni, relativi al 2° anno di sperimentazione.

L'analisi dei profili elementari del Riesling Araldica in due annate consecutive (1° e 2° anno) mostra alcune differenze significative nella distribuzione delle terre rare (REE), a fronte della costanza varietale e geografica del prodotto.

Nel primo anno si osserva una maggiore variabilità inter-campionaria, con fluttuazioni accentuate in elementi come Eu, Dy e Tm. Questo suggerisce condizioni pedoclimatiche meno uniformi o una maggiore eterogeneità nei trattamenti agronomici.

Al contrario, l'annata successiva mostra profili più allineati tra i campioni e una distribuzione più regolare degli elementi traccianti. Le curve risultano più compatte, in particolare nella fascia centrale degli elementi (Nd, Sm, Gd, Dy), suggerendo condizioni di crescita e/o vinificazione più omogenee.

La costanza osservata nei livelli di elementi come La e Ce in entrambe le annate indica una base geologica comune, mentre le differenze riscontrate in altri elementi (es. Eu, Ho, Tm) potrebbero riflettere variazioni stagionali (es. piovosità, temperatura, stress idrico) o interventi enologici differenti. La firma geochimica del vino (impronta dei lantanidi) è abbastanza conservativa, ma sensibile a variazioni ambientali.

Nel complesso, i dati confermano che le terre rare costituiscono un marcatore sensibile per la tracciabilità non solo geografica, ma anche temporale del vino, permettendo di distinguere tra annate diverse di uno stesso prodotto. Tali evidenze possono essere utili per studi di autenticazione, monitoraggio ambientale e controllo di qualità nella filiera enologica.

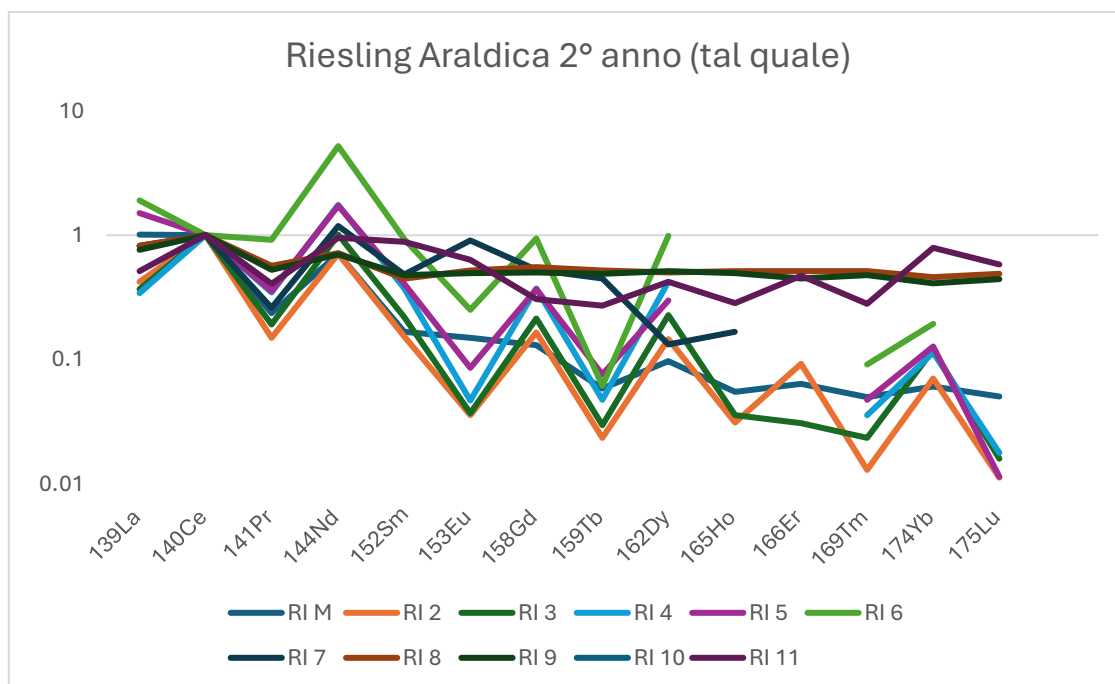


grafico 9 - grafico dei dati ICP-MS del Riesling ottenuti a seguito di analisi tal quale dei campioni, relativi al 2° anno di sperimentazione.

Se si confrontano i dati ottenuti analizzando sia i campioni congelati (grafico 8) che tal quali (grafico 9), si può osservare che i campioni congelati evidenziano un perfetto pattern Oddo-Harkins, mentre per quelli tal quale è comunque presente l'andamento a zig-zag, ad eccezione dei gli ultimi step di vinificazione che mostrano un andamento quasi lineare, ma i dati non sono perfettamente sovrapposti.

Il grafico 9 ha un maggior "rumore" analitico, mentre il grafico 8 evidenzia un pattern più uniforme e decrescente, tipico dei REE nel vino. Difatti, le curve sono più uniformi e parallele tra loro, si hanno meno estremi nei valori; pertanto, la gamma di concentrazione è più compressa. Inoltre, l'andamento decrescente da La a Lu è più coerente, come atteso nei profili dei lantanidi in natura.

Sapendo che i metodi di vinificazione posso alterare la distribuzione dei lantanidi si è pesato di analizzare anche il vino a seguito di micro-vinificazione, durante la quale sono stati effettuati solo i passaggi strettamente necessari, elencati nel sottoparagrafo "campioni micro-vinificati". Questo è stato utile a verificare se con meno passaggi di vinificazione la tracciabilità fosse più marcata.

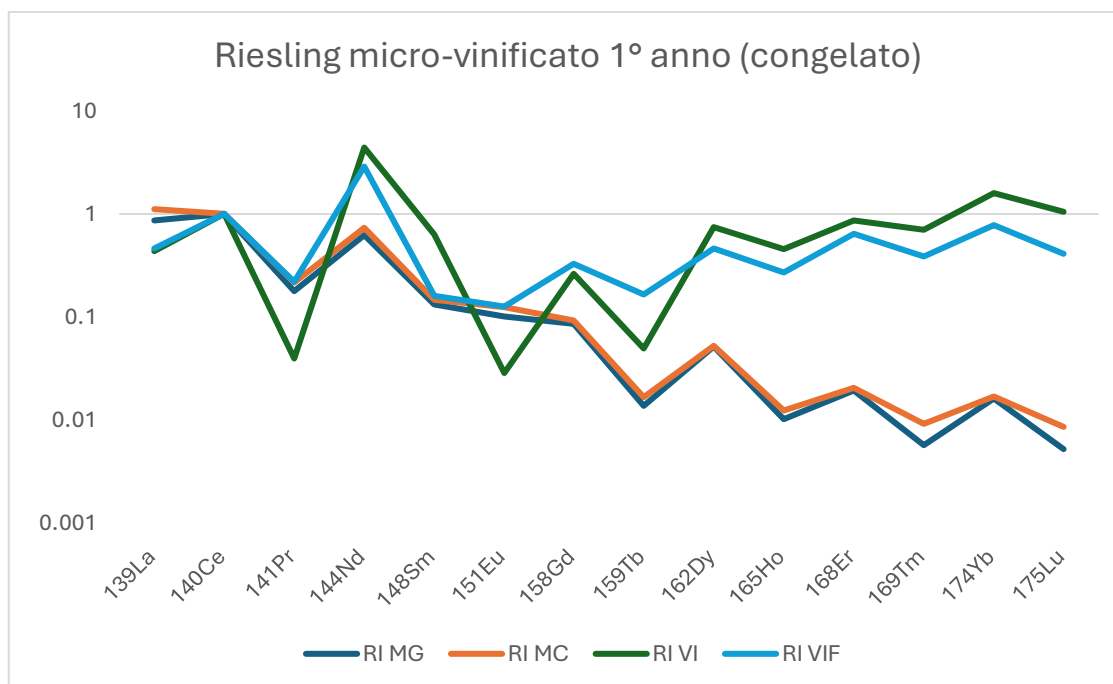


grafico 10 - grafico dei dati ICP-MS del Riesling micro-vinificato ottenuti a seguito di congelamento dei campioni, relativi al 1° anno di sperimentazione.

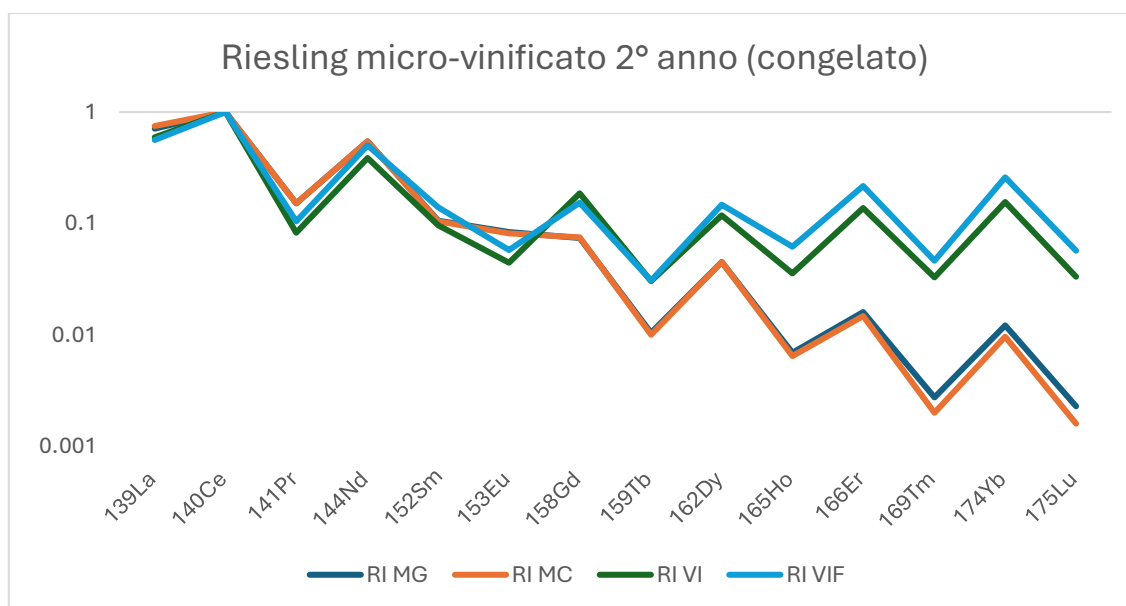


grafico 11 - grafico dei dati ICP-MS del Riesling micro-vinificato ottenuti a seguito di congelamento dei campioni, relativi al 2° anno di sperimentazione

In entrambe le annate si riscontra un andamento decrescente delle concentrazioni lungo la serie degli elementi delle terre rare leggere (LREE) verso le terre rare pesanti (HREE), coerente con un tipico pattern geochimico nei vini. Tuttavia, le concentrazioni sono più basse nella seconda annata (grafico 11): per i campioni RI MG e RI MC si osservano valori sistematicamente inferiori rispetto alla prima annata, soprattutto nella parte delle

HREE (es. Er, Tm, Yb, Lu). Questo suggerisce, essendo la diluizione uguale per entrambe le annate, una minore estrazione degli elementi REE nei vini della seconda annata, forse dovuta a condizioni pedoclimatiche diverse, come evidenziato anche nei grafici 7 e 8. Inoltre, i campioni riferiti al vino, VI (vino) e VIF (vino freddo) mostrano valori decisamente più elevati, soprattutto tra Nd e Sm, in entrambe le annate, ma leggermente più contenuti nella seconda, in accordo con i grafici precedenti.

Il confronto tra le due tecniche di vinificazione evidenzia una certa coerenza nei profili REE dei vini Riesling, con variazioni quantitative più che qualitative. Nel vino vinificato con metodo standard si osservano generalmente concentrazioni più elevate e maggiori variazioni tra i diversi elementi questo comportamento può essere ricondotto alla maggior estrazione di composti metallici dalle parti solide dell'uva (bucce, vinaccioli, raspi), resa possibile dalle fasi meccaniche e di contatto prolungato del mosto con le parti solide durante la vinificazione classica. Al contrario, nel vino micro-vinificato solo con chiarifica e fermentazione, le curve mostrano concentrazioni più basse e più uniformi, e la minore dispersione tra i replicati nel secondo grafico suggerisce una maggiore omogeneità del processo ridotto.

Le differenze osservate possono essere attribuite a variazioni nei protocolli di vinificazione. Questi dati confermano il potenziale dei profili REE come traccianti geochimici stabili, ma sensibili a variabili ambientali e tecnologiche.

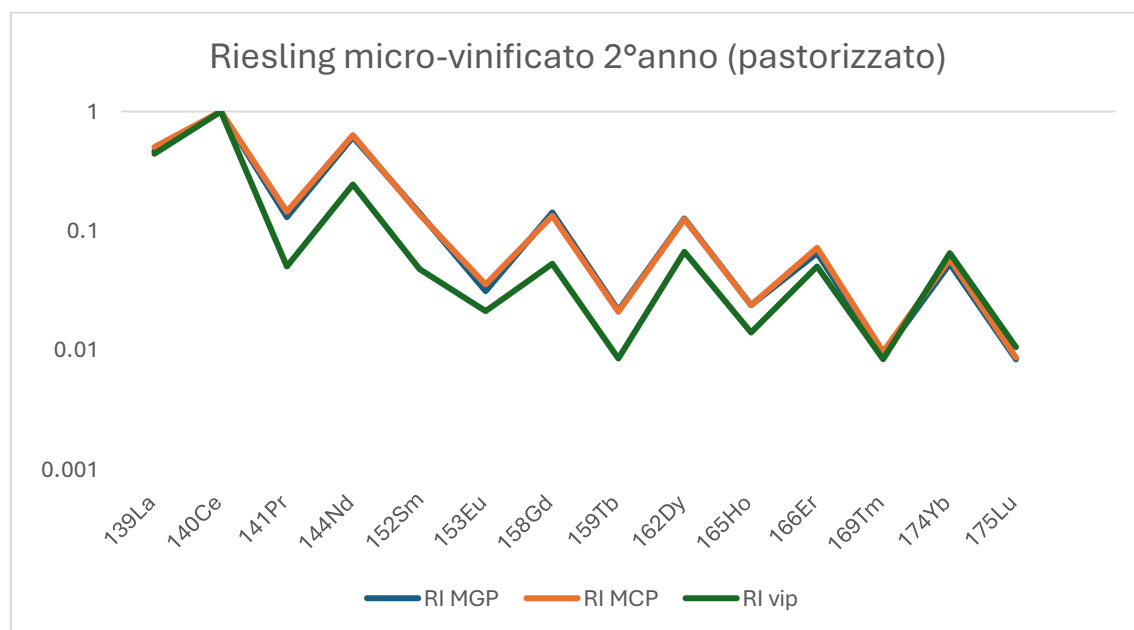


grafico 12 - grafico dei dati ICP-MS del Riesling micro-vinificato ottenuti a seguito di pastorizzazione dei campioni, relativi al 2° anno di sperimentazione.

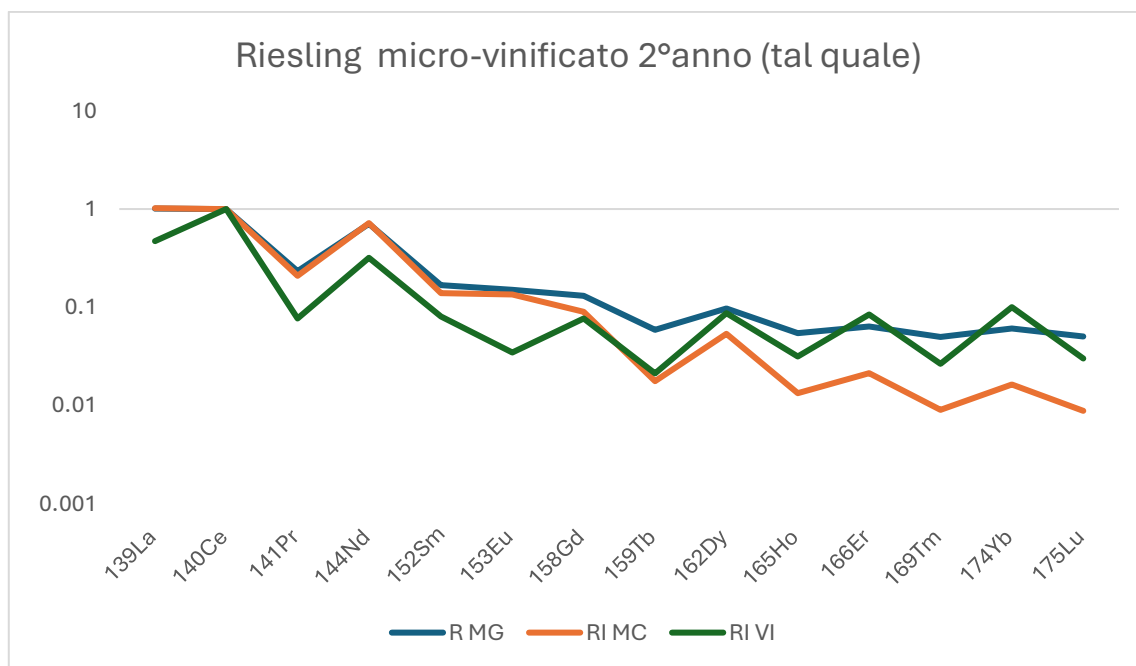


grafico 13 - grafico dei dati ICP-MS del Riesling micro-vinificato ottenuti da campioni tal quale, relativi al 2° anno di sperimentazione.

Infine, se si volessero confrontare i metodi di conservazione sembrerebbe che la pastorizzazione sia quello che migliore, essendo il metodo che presenta meno fluttuazioni delle concentrazioni.

A seguire verranno mostrati i grafici che prendono in considerazione la tracciabilità di filiera, e quelli relativi alla replicabilità del metodo.

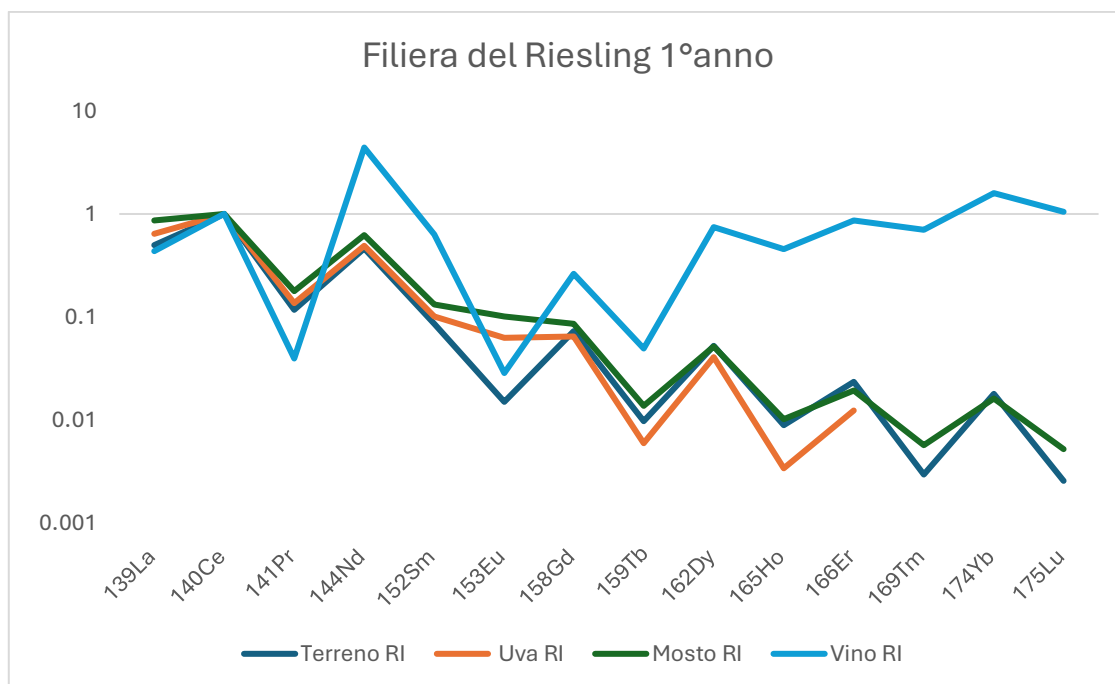


grafico 14 - grafico della filiera del Riesling micro-vinificato, relativi al 1° anno di sperimentazione.

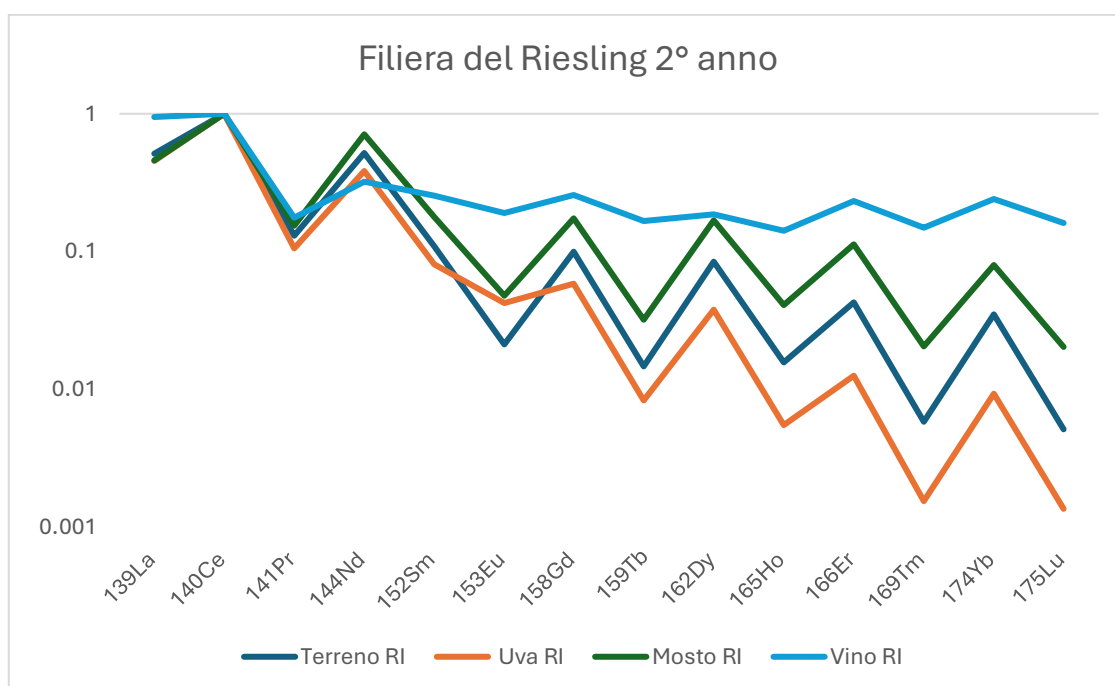


grafico 15 - grafico della filiera del Riesling micro-vinificato, relativi al 2° anno di sperimentazione.

Come si attendeva la concentrazione degli elementi REE decresce in modo marcato lungo la filiera. Dal terreno al vino, si nota una drastica riduzione, suggerendo che le REE vengono in gran parte trattenute nel suolo e trasferite in misura molto limitata nelle frazioni successive.

Il passaggio terreno → uva mostra un primo forte calo, soprattutto per gli elementi più leggeri (LREE come La, Ce, Pr), indicando una bassa biodisponibilità o una limitata capacità delle piante di assorbire tali elementi. Alcune eccezioni si notano in corrispondenza di Nd e Sm, che mostrano concentrazioni leggermente superiori rispetto ad altri LREE.

Il mosto mostra una concentrazione leggermente superiore rispetto all'uva in alcuni elementi (es. Nd, Dy, Er), suggerendo un rilascio preferenziale di alcune REE nella frazione liquida durante la pigiatura e la macerazione. Tuttavia, il livello resta comunque inferiore rispetto al terreno.

Il vino mostra profili simili ma più attenuati: le concentrazioni di REE sono ulteriormente ridotte rispetto al mosto. Questo suggerisce che i processi di fermentazione e chiarifica contribuiscano a una ulteriore depurazione del liquido da queste specie, probabilmente per precipitazione o adsorbimento su fecce e particolati, ovvero residui solidi che si depositano sul fondo del contenitore durante e dopo la fermentazione, e microparticelle sospese nel mosto o nel vino (come colloidali, proteine, tannini, ecc.) che possono essere rimosse durante la chiarifica o la decantazione.

Il profilo delle terre rare nella filiera del Riesling evidenzia un significativo effetto barriera esercitato dal sistema pianta-suolo, nonché un'efficace rimozione nel corso delle fasi di vinificazione. I dati suggeriscono che le REE possono essere traccianti sensibili per studiare i flussi elementali nella filiera enologica, ma che il loro trasferimento nel prodotto finale è estremamente limitato.

Moscato

Per il moscato non abbiamo il confronto per la vinificazione standard, in quanto l'azienda non ha effettuato la vinificazione per il moscato passito, a causa della mancanza delle condizioni ambientali adatte a far appassire le uve. Tuttavia, è comunque stata eseguita la micro-vinificazione.

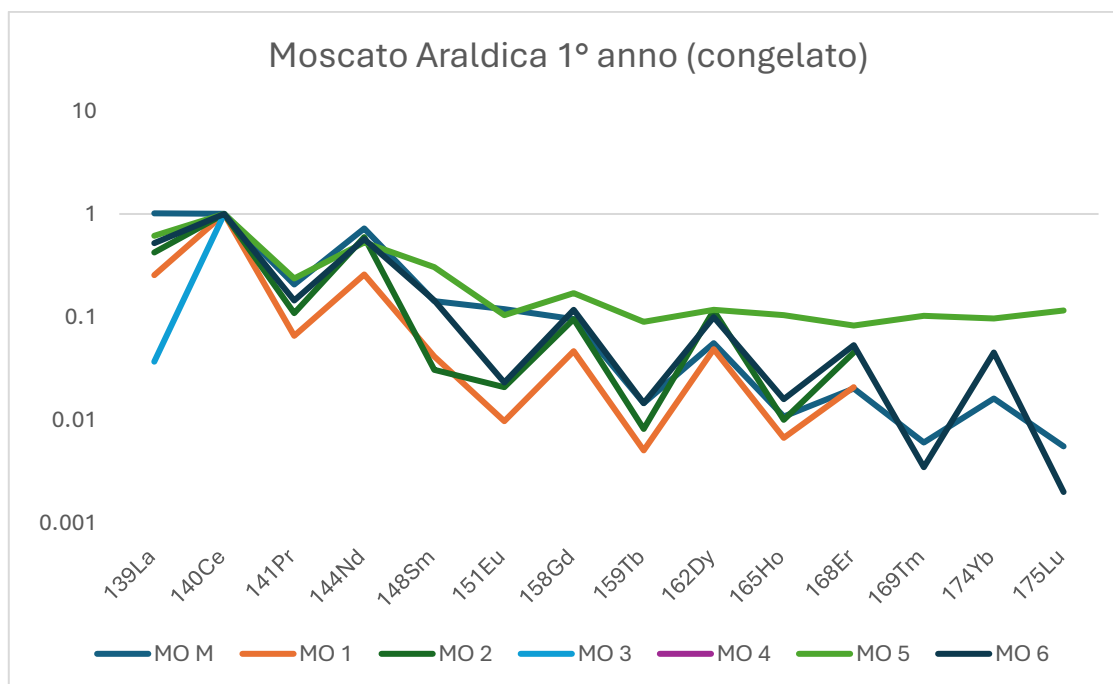


grafico 16 - grafico dei dati ICP-MS del Moscato ottenuti a seguito di congelamento dei campioni, relativi al 1° anno di sperimentazione.

La distribuzione delle terre rare nei campioni di Moscato Araldica al primo anno mostra un pattern coerente con una tipica firma geochimica di tipo "light REE enriched", ovvero un arricchimento relativo degli elementi delle terre rare leggere rispetto alle terre rare pesanti.

Tutti i campioni analizzati mostrano una tendenza decrescente nella concentrazione passando dalle LREE alle HREE, coerente con la maggiore mobilità e solubilità delle LREE nei sistemi naturali e agronomici. In particolare, gli elementi La, Ce e Nd sono presenti con concentrazioni relativamente più elevate, mentre Lu e Yb presentano valori molto più bassi, inferiori anche di due ordini di grandezza.

Nel complesso, la distribuzione delle terre rare nei campioni è compatibile con un'origine naturale dei metalli e può potenzialmente essere utilizzata come tracciante geochimico per la provenienza del vino. L'uso della scala logaritmica evidenzia le differenze anche tra campioni chimicamente simili, permettendo l'identificazione di piccole ma significative variazioni nei livelli elementari.

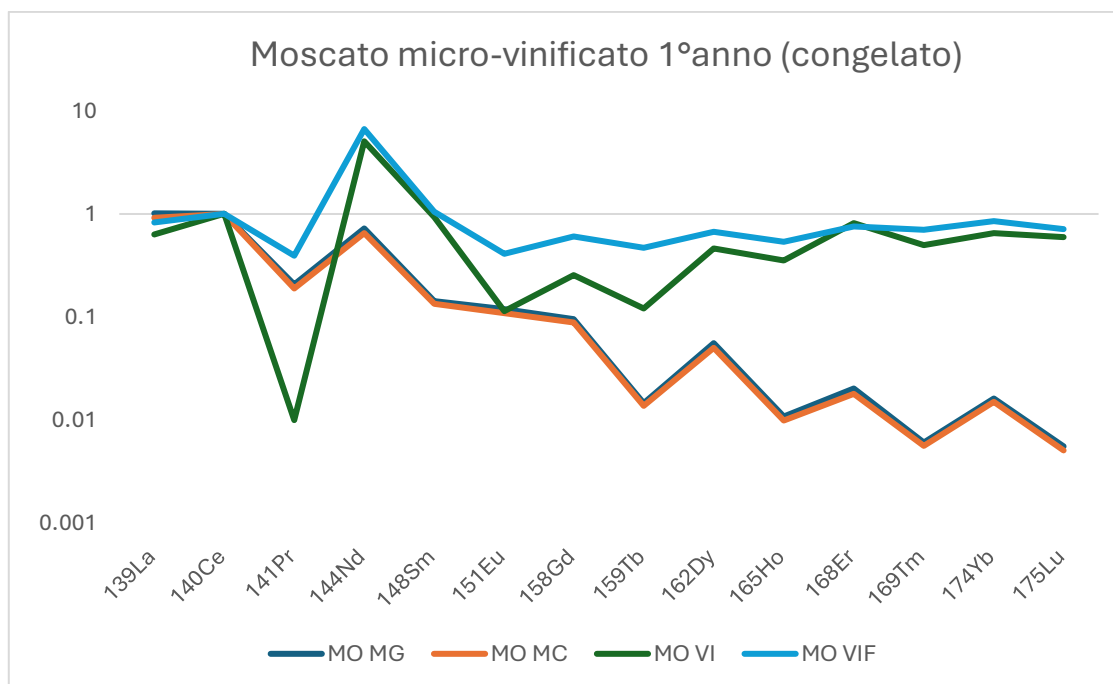


grafico 17 - grafico dei dati ICP-MS del Moscato micro-vinificato ottenuti a seguito di congelamento dei campioni, relativi al 1° anno di sperimentazione.

Mettendo a confronto il grafico 16 e quello 17, ovvero la vinificazione standard e quella micro-vinificata, si nota che le concentrazioni delle terre rare sono generalmente più basse e più variabili tra i campioni, nel primo grafico, con una tendenza decrescente regolare da La a Lu, tipica di un frazionamento geochimico progressivo. I profili dei diversi campioni mostrano divergenze locali, suggerendo che i passaggi della vinificazione influenzano la disponibilità o la solubilità di alcuni elementi, probabilmente a causa di fasi di chiarifica, filtrazione, interazioni con materiali enologici (resine, bentoniti, ecc.).

Mentre i campioni trattati con procedura semplificata presentano concentrazioni mediamente più alte di terre rare rispetto al grafico precedente. La maggiore uniformità dei profili indica una minor interferenza chimico-fisica nel sistema, probabilmente dovuta alla ridotta manipolazione. Pertanto, la micro-vinificazione preserva maggiormente le REE, evidenziando che l'assenza di alcune fasi può limitare la perdita di questi elementi.

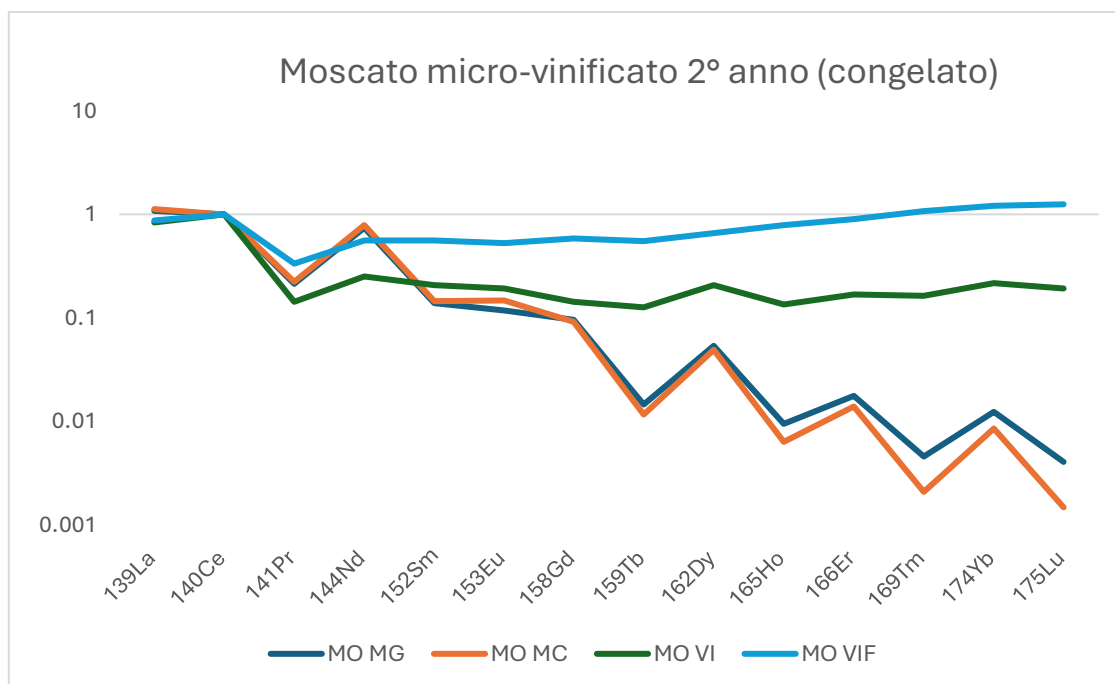


grafico 18 - grafico dei dati ICP-MS del Moscato micro-vinificato ottenuti a seguito di congelamento dei campioni, relativi al secondo anno di sperimentazione.

Come per il confronto del Riesling micro-vinificato in entrambe le annate si riscontra un andamento decrescente delle concentrazioni lungo la serie degli elementi delle terre rare. Nel grafico 20 si evidenzia una maggiore variabilità tra gli elementi leggeri (LREE) e un leggero appiattimento tra i pesanti (HREE), e le concentrazioni sono più basse nella seconda annata (grafico 21) con profili che risultano più regolari e più omogenei. Infine, anche i campioni riferiti al vino, VI (vino) e VIF (vino freddo) mostrano valori di concentrazione più elevati, in entrambe le annate, ma leggermente più contenuti nella seconda, in linea con i dati mostrati in precedenza.

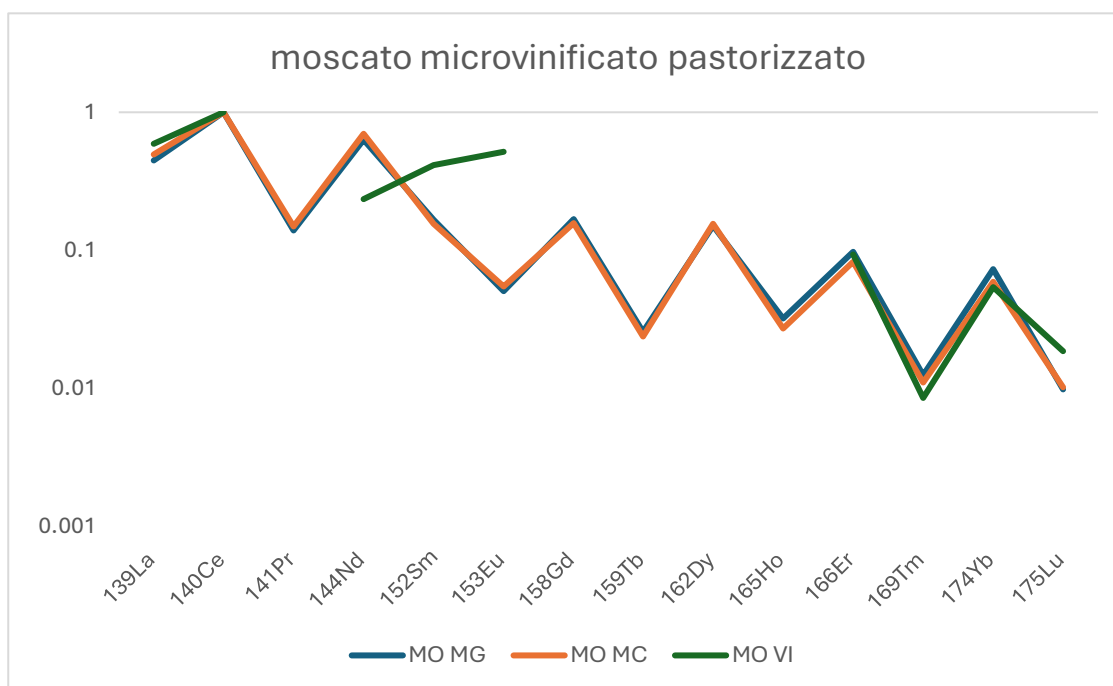


grafico 19 -grafico dei dati ICP-MS del Moscato micro-vinificato ottenuti a seguito di pastorizzazione dei campioni, relativi al 2° anno di sperimentazione.

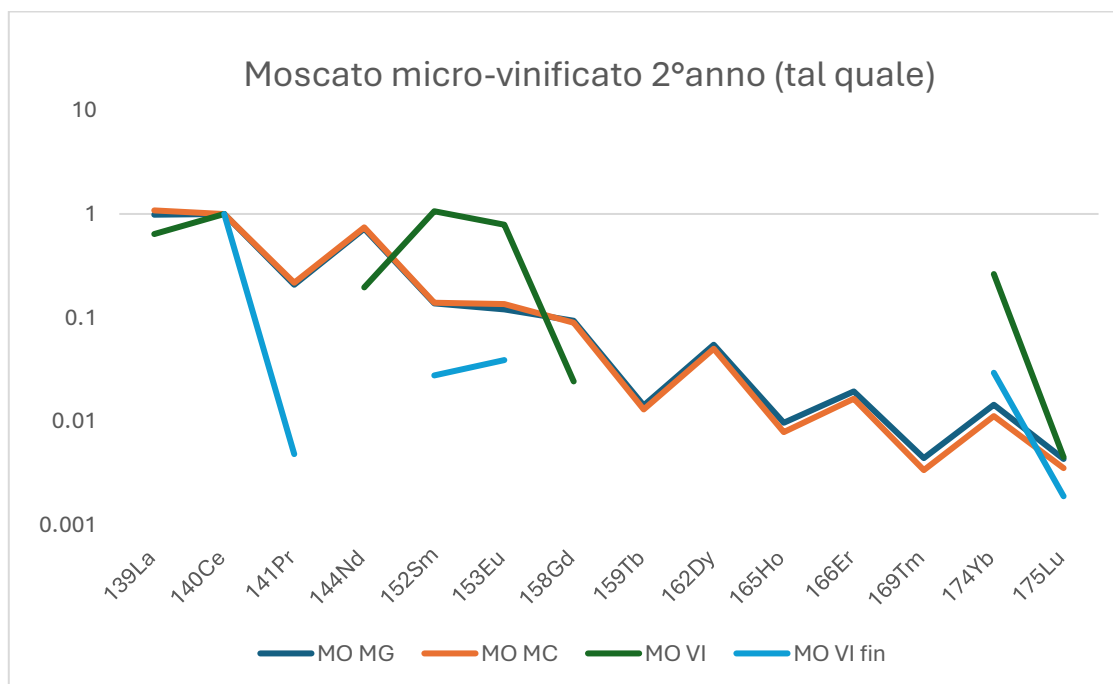


grafico 20 -grafico dei dati ICP-MS del Moscato micro-vinificato ottenuti da campioni tal quale, relativi al 2° anno di sperimentazione.

Confrontando i metodi di conservazione, anche in questo caso, sembrerebbe che la pastorizzazione sia quello che migliore, presentando meno fluttuazioni delle concentrazioni.

Guardando i dati relativi alla filiera:

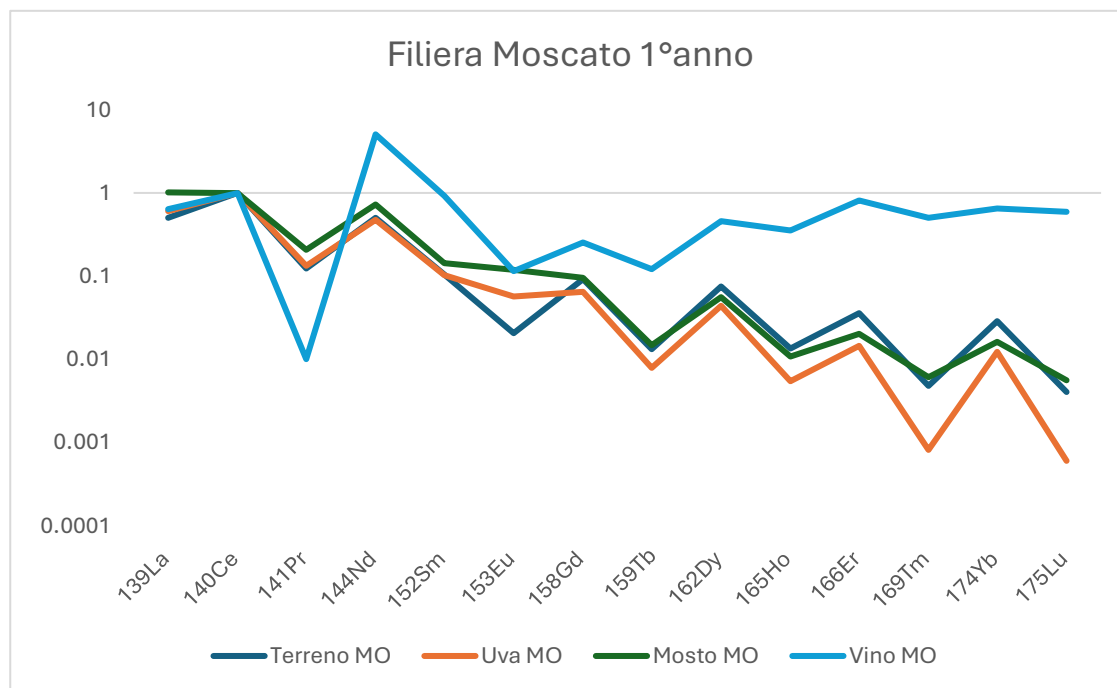


grafico 21 - grafico della filiera del Moscato micro-vinificato, relativi al 1° anno di sperimentazione.

La filiera del Moscato è molto simile a quella del Riesling (grafico 14), e allo stesso modo la concentrazione degli elementi REE decresce in modo marcato lungo la filiera.

Terreno, uva e mosto hanno concentrazioni affini tra loro, mentre il vino ha un profilo più attenuato.

Slarina

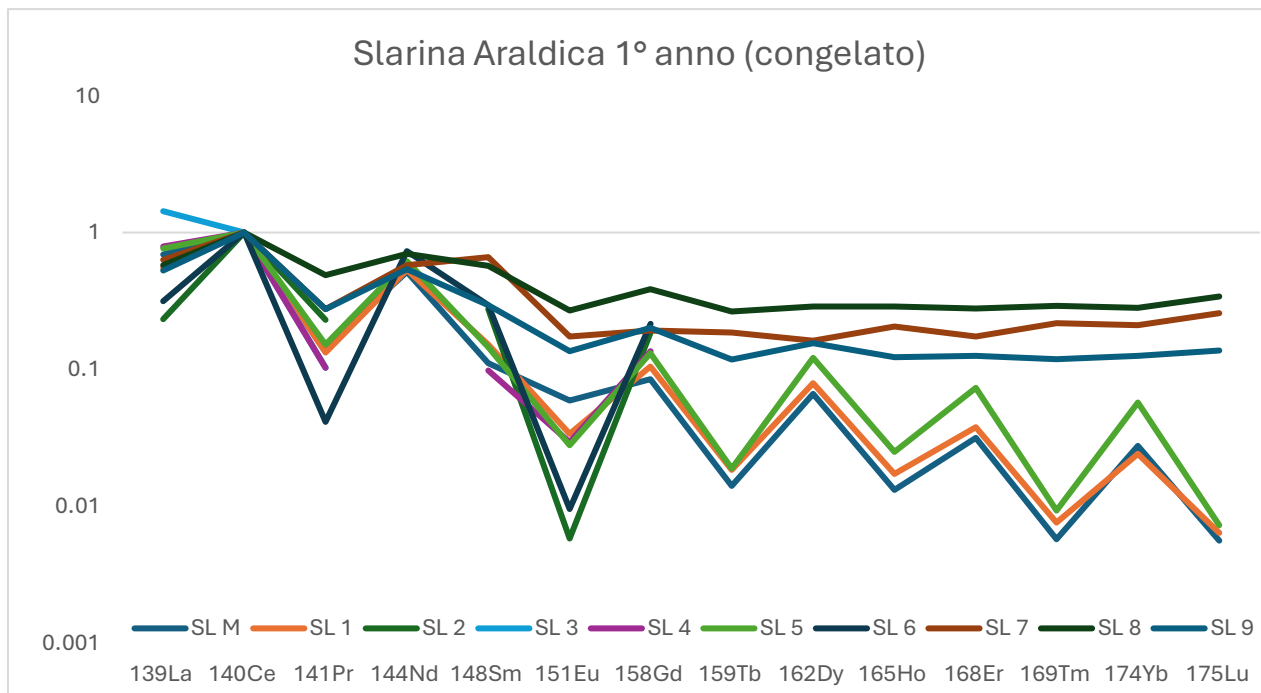


grafico 22 - grafico dei dati ICP-MS della Slarina ottenuti a seguito di congelamento dei campioni, relativi al 1° anno di sperimentazione.

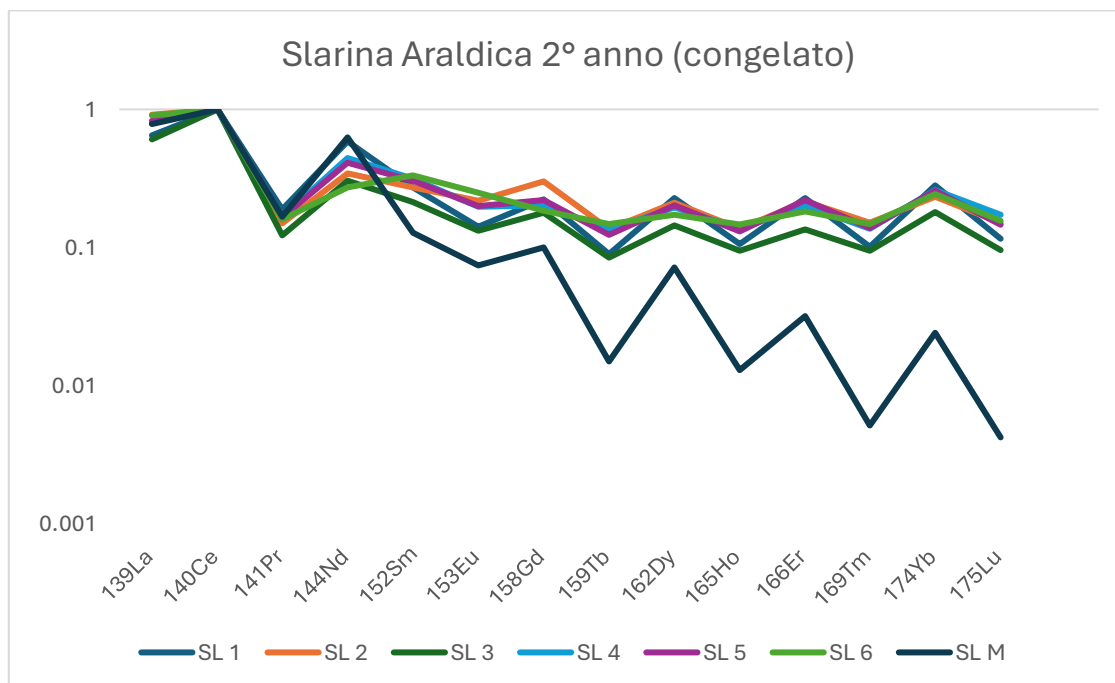


grafico 23 - grafico dei dati ICP-MS della Slarina ottenuti a seguito di congelamento dei campioni, relativi al 2° anno di sperimentazione.

L'analisi dei profili delle Terre Rare (REE) nei vini ottenuti dalla vinificazione standard della Slarina ha evidenziato differenze significative tra due annate consecutive.

Nel primo anno, si osserva una marcata variabilità tra i diversi step di vinificazione (SL 2–SL 5), con fluttuazioni pronunciate per alcuni elementi specifici, quali Eu, Tb e Tm. In particolare, il campione SL 3 presenta anomalie accentuate in corrispondenza di ¹⁵¹Eu e ¹⁵⁹Tb, suggerendo una maggiore sensibilità di questi elementi a condizioni tecnologiche o agronomiche locali. Il campione SL MG, pur mostrando valori più contenuti per gli elementi pesanti (Er–Lu), ha un profilo relativamente regolare, configurandosi come un potenziale riferimento.

Nel secondo anno, il quadro appare radicalmente diverso. Tutti i campioni (ad eccezione di SL MG) mostrano profili REE altamente sovrapponibili, con una distribuzione più omogenea e priva di fluttuazioni marcate. Ciò suggerisce una maggiore uniformità delle uve e/o un controllo più stringente delle pratiche enologiche.

SL MG si conferma un outlier, con concentrazioni sistematicamente inferiori in tutto lo spettro dei REE; tuttavia, se si confrontano i mosti grezzi delle due annate sono sovrapponibili; pertanto, la variazione delle concentrazioni potrebbe indicare una possibile variazione nel processo di vinificazione.

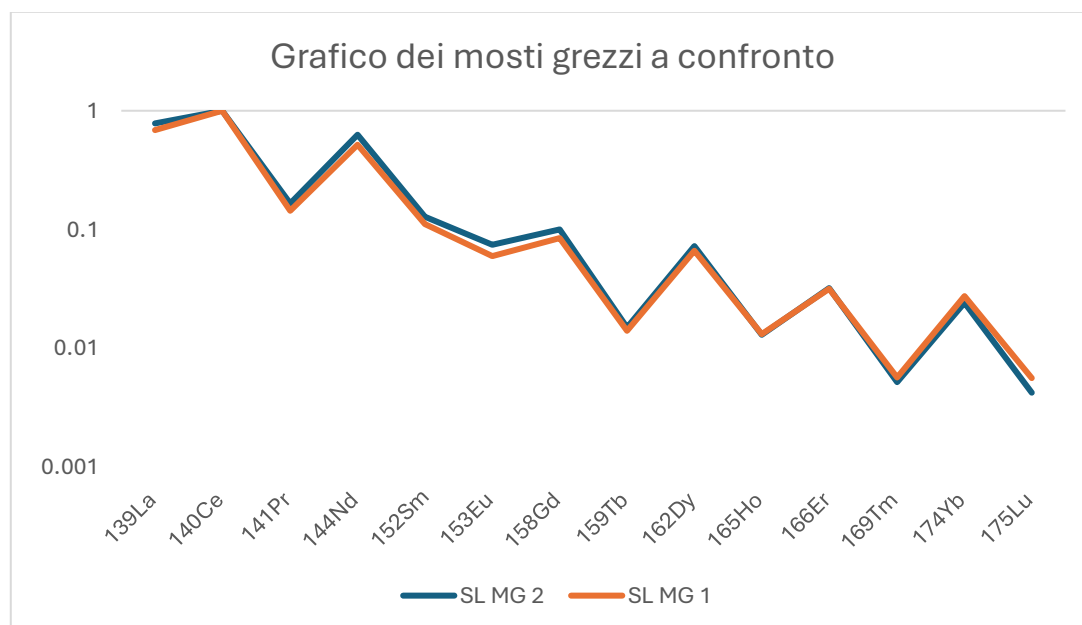


grafico 24 – grafico di confronto dei mosti grezzi della Slarina, delle due annate di sperimentazione.

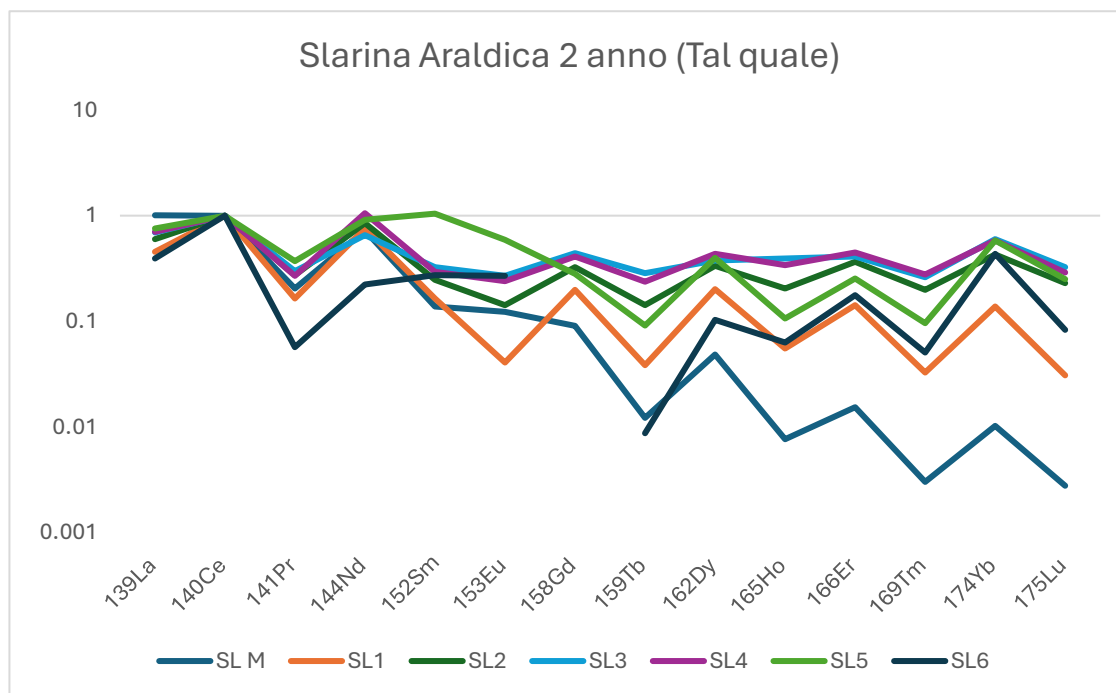


grafico 25 -grafico dei dati ICP-MS della Slarina ottenuti da campioni tal quali, relativi al 2° anno di sperimentazione.

I campioni congelati SL 1–6 mostrano profili molto simili tra loro, con curve sovrapposte e differenze minime tra i diversi elementi. La variabilità contenuta è indice di una buona riproducibilità analitica e omogeneizzazione della matrice.

Per i campioni tal quale S1–S6 si ha una dispersione molto maggiore, con curve più divergenti e differenze marcate soprattutto per elementi come Eu, Tb, Tm e Lu. Questo potrebbe indicare possibili interferenze non mitigate.

Il trattamento di congelamento sembrerebbe migliorare l'estrazione delle Terre Rare e/o la disponibilità omogenea degli elementi nella soluzione analitica, e ridurre la variabilità causata da componenti colloidali o proteiche, che nei campioni "tal quali" possono legare selettivamente alcuni elementi o interferire con il rilevamento ICP-MS. Per cui migliorerebbe la ripetibilità e la coerenza del profilo delle Terre Rare.

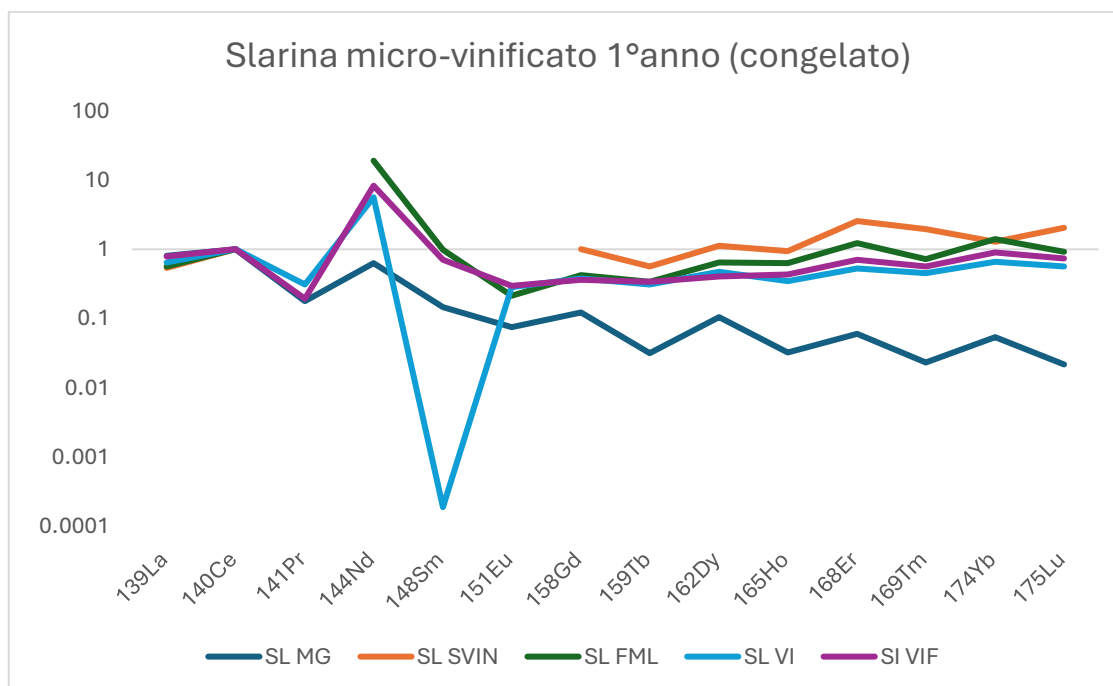


grafico 26 - grafico ei dati ICP-MS della Slarina micro-vinificato ottenuti a seguito di congelamento dei campioni, relativi al 1° anno di sperimentazione.

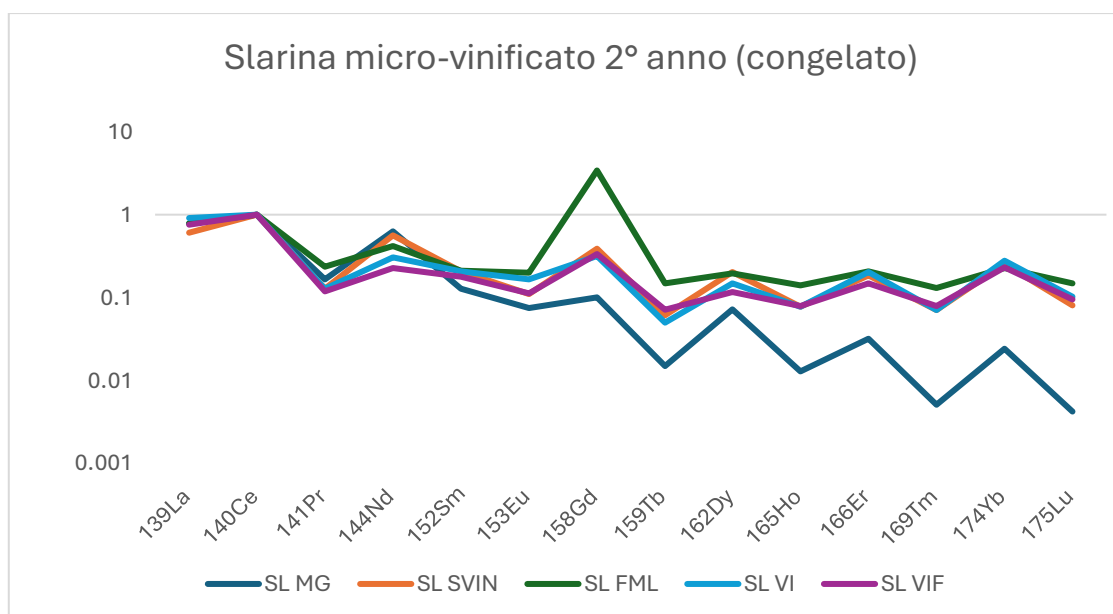


grafico 27 -grafico dei dati ICP-MS della Slarina micro-vinificato ottenuti a seguito di congelamento dei campioni, relativi al 2° anno di sperimentazione.

Nel grafico 26 si osserva una maggiore variabilità inter-trattamento e ampie escursioni, fino a oltre due ordini di grandezza, mentre il grafico 27 presenta un profilo più compatto tra i trattamenti, con differenze più contenute e tendenze più parallele.

I campioni SL FML (fermentazione malolattica) è il campione che mostra le variazioni più marcate. Tali risultati fanno pensare che la FML possa influenzare la mobilizzazione

o la concentrazione di specifici elementi, probabilmente per effetto delle modifiche redox o chelanti rilasciati dai batteri lattici.

Mentre i campioni SL SVIN (vinificazione spontanea) hanno una leggera tendenza all'arricchimento nei REE pesanti (Er, Tm, Yb), soprattutto nel primo anno, questo potrebbe suggerire un maggiore coinvolgimento di componenti cellulari o lieviti indigeni nell'interazione con le REE.

Gli andamenti rimangono comunque coerenti e relativamente piatti, e questo suggerisce che la fermentazione malolattica e la vinificazione standard non alterano drasticamente il profilo REE.

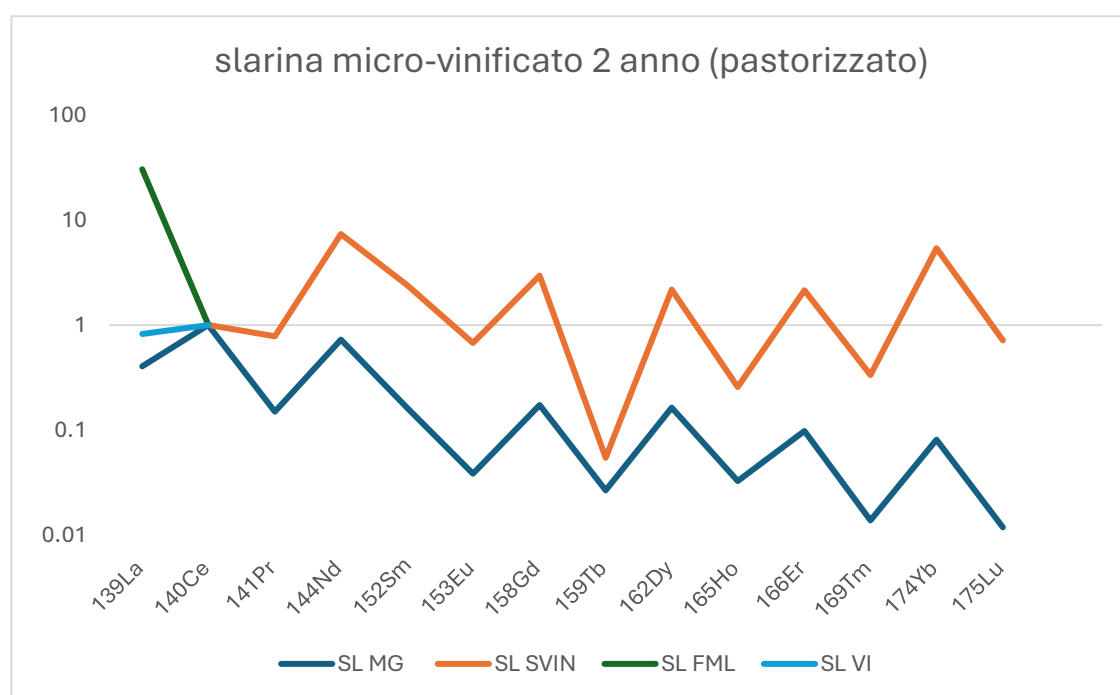


grafico 28 -grafico dei dati ICP-MS della Slarina micro-vinificato ottenuti a seguito di pastorizzazione dei campioni, relativi al 2° anno di sperimentazione.

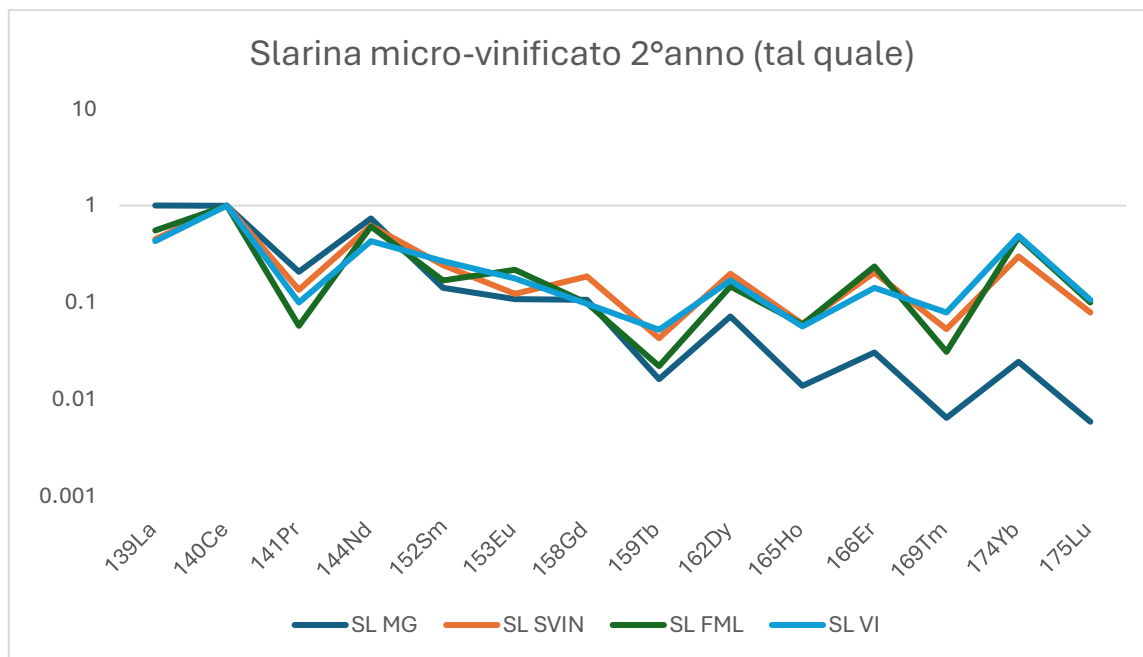


grafico 29 - grafico dei dati ICP-MS della Slarina micro-vinificato ottenuti da campioni tal quale, relativi al 2° anno di sperimentazione.

I campioni congelati mostrano un profilo uniforme e compatto con bassa variabilità e le concentrazioni sono relativamente stabili su tutta la serie degli elementi. Questo suggerisce una buona conservazione del campione e una scarsa degradazione o alterazione dei composti contenenti terre rare.

I profili dei dati “tal quale” sono meno coerenti, con fluttuazioni visibili, alcuni elementi presentano concentrazioni più basse, soprattutto nelle terre rare più pesanti, per cui è evidente una maggiore variabilità intra-trattamento, che potrebbe derivare da ossidazione, evaporazione o degradazione.

Infine, i campioni pastorizzati mostrano profili altamente discontinui con picchi marcati e irregolarità. Questo indica forte alterazione del profilo delle terre rare, probabilmente dovuta a precipitazione, complessazione o trasformazioni termiche dei composti inorganici/organici che legano le terre rare.

È da tenere in considerazione che la pastorizzazione può avere effetti molto diversi sui vini bianchi rispetto ai rossi, per via delle loro differenze chimiche, strutturali e tecnologiche.

Caratteristica	Vino bianco	Vino rosso
Contenuto in polifenoli (es. tannini)	Basso	Alto
Macerazione con bucce	No (di solito)	Sì
Sensibilità all'ossidazione	Alta	Minore
Colore e aromi	Più delicati, floreali, fruttati	Più intensi, strutturati

Tabella 3 – tabelle relative alle caratteristiche alla vinificazione

Per cui la pastorizzazione ha dei vantaggi per i vini bianchi ma non per quelli rossi. Nei vini bianchi può portare alla stabilizzazione microbiologica, la quale è utile per evitare fermentazioni indesiderate, specialmente in bianchi con zuccheri residui, un minor impatto sui composti fenolici, e visto che i bianchi ne contengono pochi il calore non altera in modo drastico la struttura, infine, se ben gestita, la pastorizzazione può preservare bene i profili aromatici semplici.

Ma per i vini rossi ha degli svantaggi, il calore usato può ossidare e polimerizzare i polifenoli e i tannini, inoltre, le antocianine, responsabili del rosso, sono sensibili al calore. Può portare anche a una variazione del profilo sensoriale che può virare su note sgradevoli come marmellata, metallo, o ossidato. Ed infine, la complessità fenolica dei rossi reagisce più facilmente con il calore, causando variazioni imprevedibili.

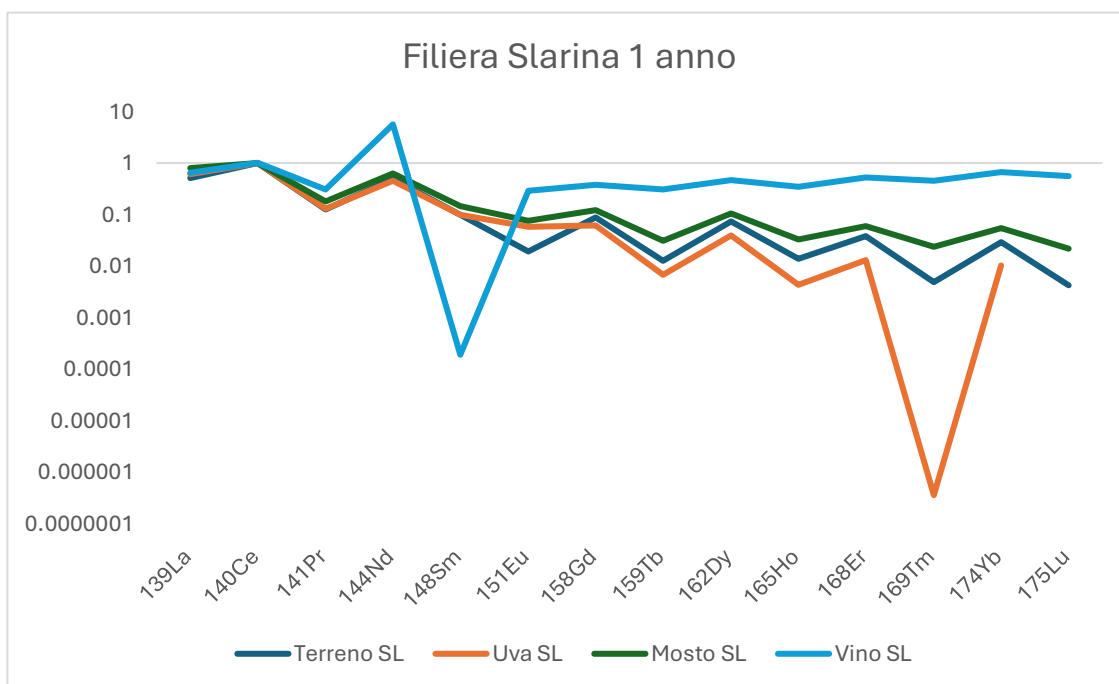


grafico 30 - grafico della filiera della Slarina micro-vinificato, relativi al 1° anno di sperimentazione.

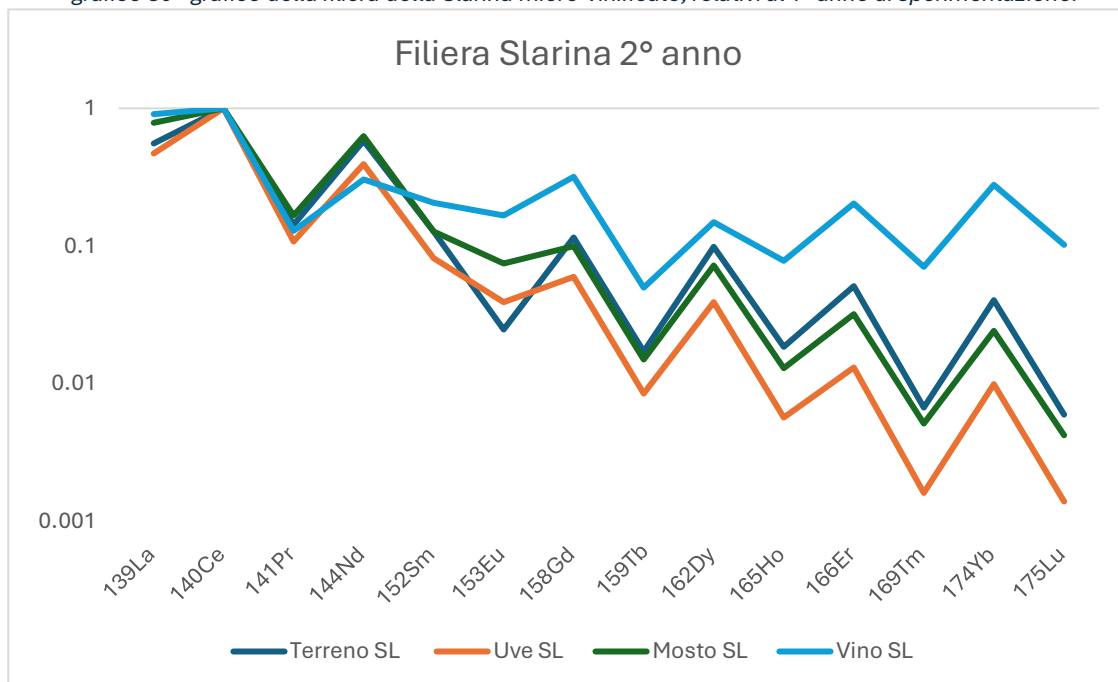


grafico 31 - grafico della filiera della Slarina micro-vinificato, relativi al 2° anno di sperimentazione.

In accordo con i grafici precedenti, il grafico relativo al secondo anno (grafico 31) mostra una migliore coerenza tra le fasi della filiera e un contenuto di REE più prevedibile e progressivamente decrescente. L'intero processo appare più controllato, con un trasferimento limitato ma tracciabile di elementi dal terreno fino al vino. Le anomalie del 1° anno, es. picco di 144Nd nel vino, sono scomparse nel 2° anno, suggerendo miglioramenti nelle pratiche agronomiche e tecnologiche.

Barbera Bio

Come per il Moscato non abbiamo una corrispondenza per la vinificazione standard del 2° anno, ma si può fare un confronto tra i dati micro-vinificati.

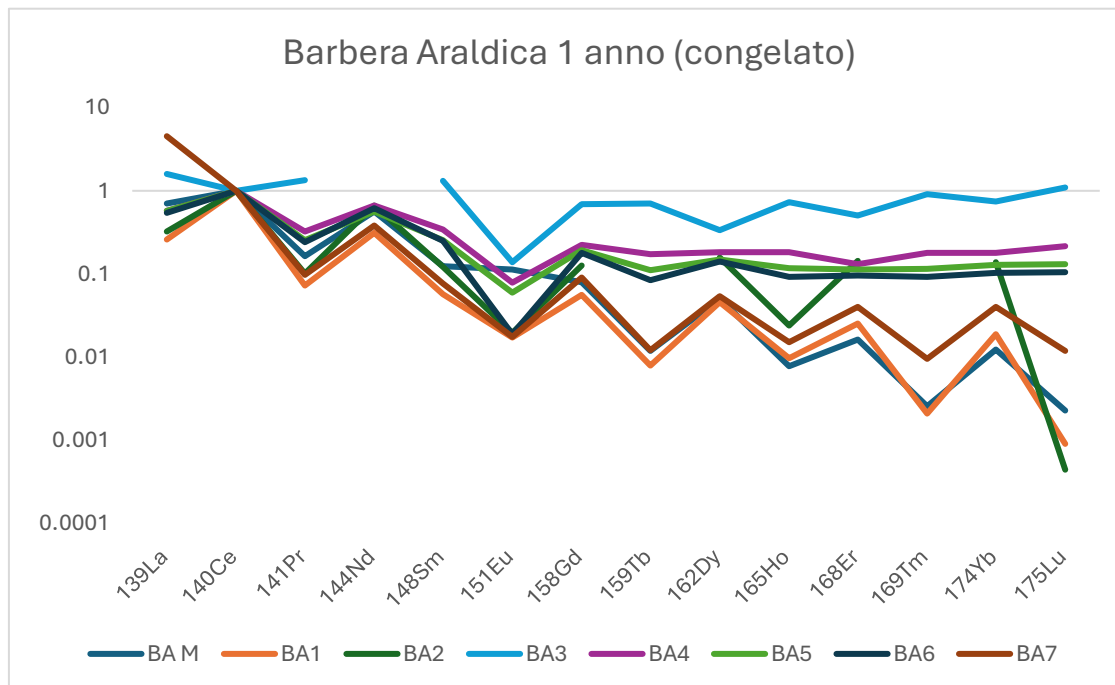


grafico 32 - grafico dei dati ICP-MS della Barbera Bio ottenuti a seguito di congelamento dei campioni, relativi al 1° anno di sperimentazione.

Tutti i campioni mostrano una diminuzione progressiva delle concentrazioni tipico dei profili REE normalizzati. Il campione BA MG ha concentrazioni superiori rispetto agli altri campioni per quasi tutti gli elementi, indicando che la maggior parte delle REE è presente prima della fermentazione.

Alcuni elementi (es. 144Nd, 158Gd, 165Ho) mostrano delle fluttuazioni evidenti tra i campioni, che potrebbero essere indice di: diverse affinità di legame con i polifenoli o altri componenti del vino, perdite differenti durante filtrazione/stabilizzazione e contaminazioni specifiche.

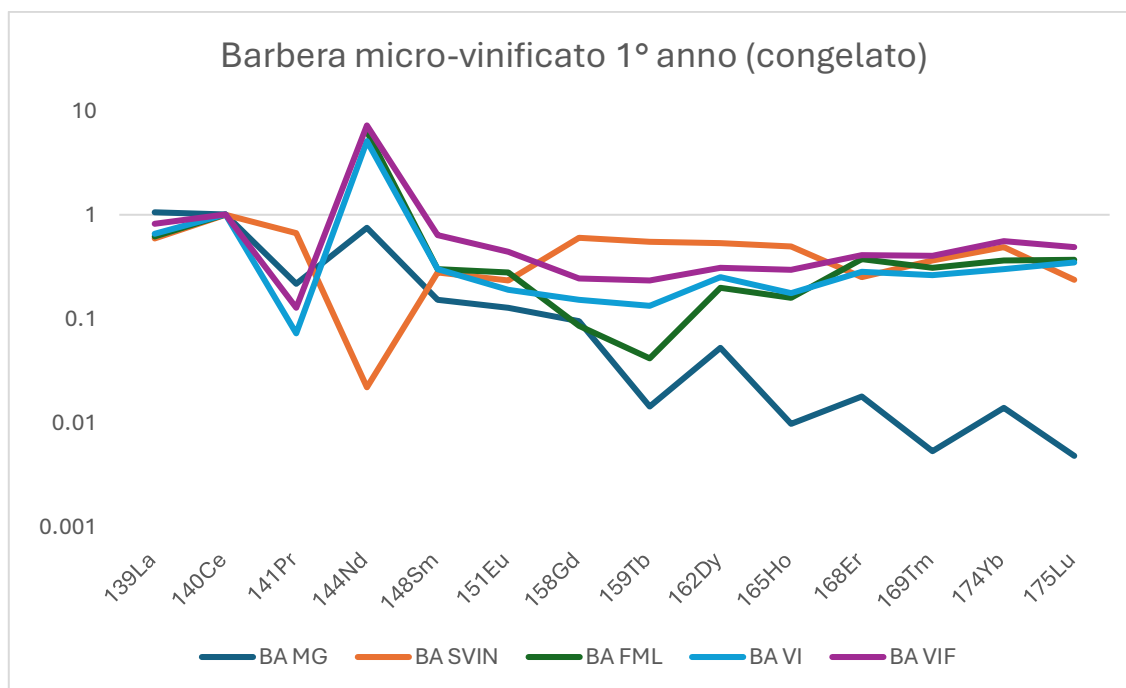


grafico 33 - grafico ei dati ICP-MS della Barbera Bio micro-vinificato ottenuti a seguito di congelamento dei campioni, relativi al 1° anno di sperimentazione.

La micro-vinificazione risulta più efficiente nel mantenere una distribuzione più omogenea e concentrata delle terre rare, soprattutto nelle fasi finali. Questo potrebbe renderla un'opzione preferibile per studi di tracciabilità, autenticazione e controllo dell'origine. In entrambi i grafici, il profilo delle terre rare segue una tendenza decrescente da La (lantanio) a Lu (lutezio), coerente con il comportamento generale dei REE

Il grafico 32 relativo alla vinificazione standard ha una maggiore variabilità dei campioni con curve che divergono più nettamente, questa variabilità potrebbe essere dovuta a maggiori dispersioni durante travasi e filtrazioni, interazioni con materiali dell'impianto o con additivi enologici.

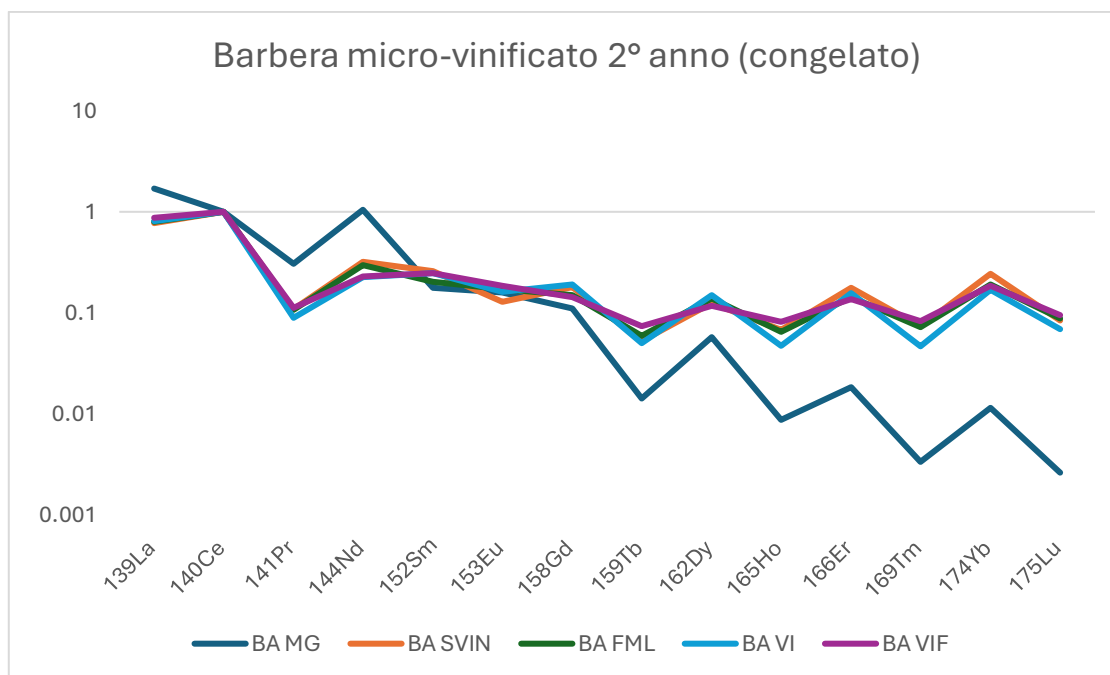


grafico 34 -grafico ei dati ICP-MS della Barbera Bio micro-vinificato ottenuti a seguito di congelamento dei campioni, relativi al 2° anno di sperimentazione.

Come ne casi già esaminati le due annate hanno un andamento simile, il grafico 42 ha una maggiore variabilità, picchi accentuati, mentre il grafico 34 ha profili più omogenei e composizione più stabile delle terre rare.

L'annata può aver influenzato la disponibilità o l'assorbimento delle terre rare, portando a una maggiore variabilità nel primo anno e a una maggiore uniformità nel secondo.

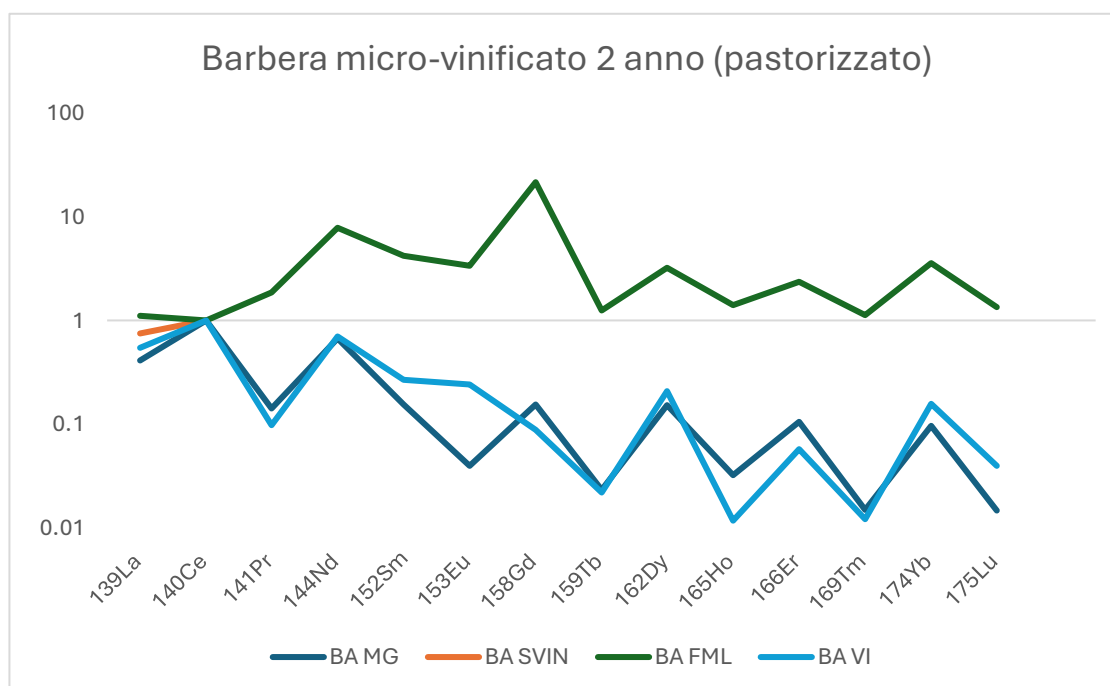


grafico 35 - grafico dei dati ICP-MS della Barbera Bio micro-vinificato ottenuti da campioni pastorizzati, relativi al 2° anno di sperimentazione.

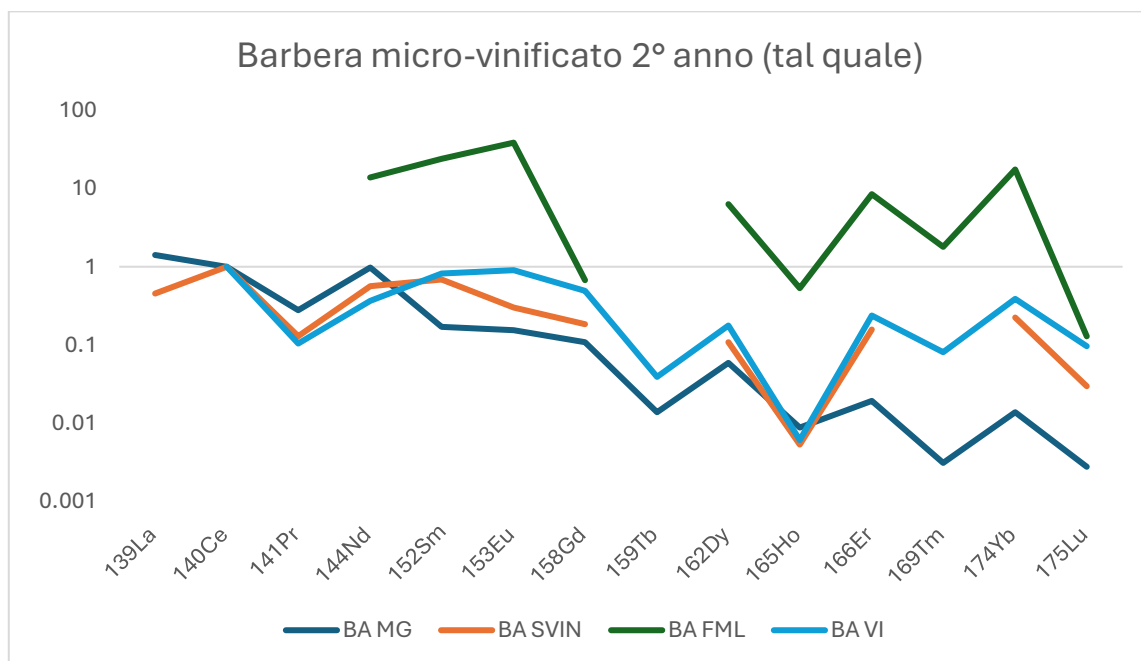
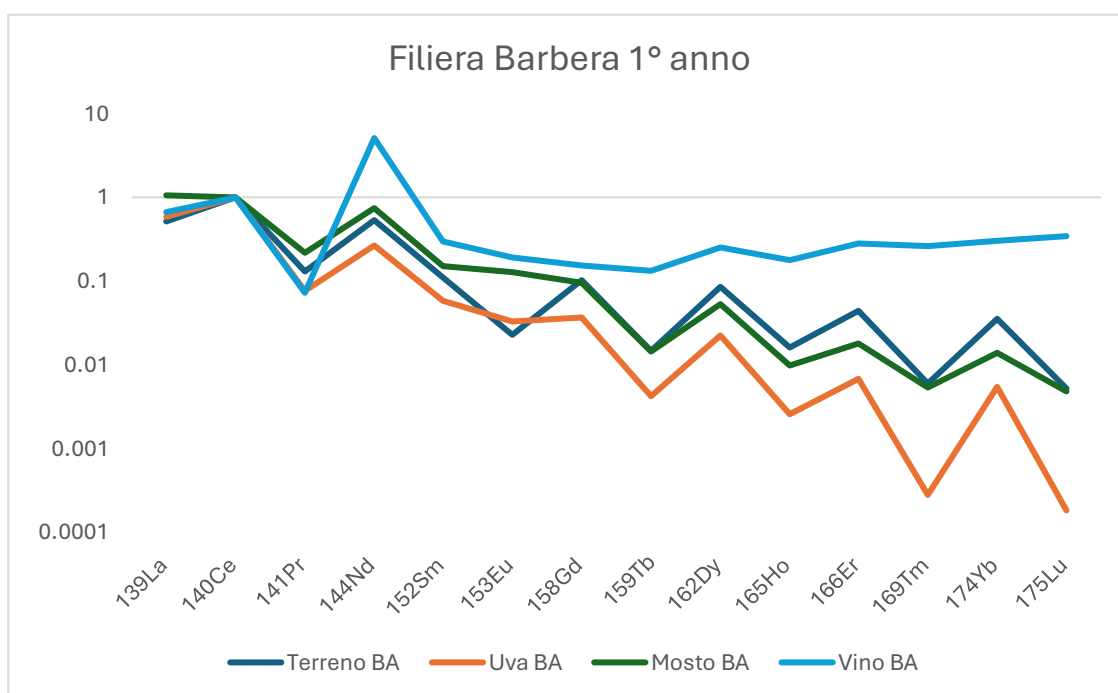


grafico 36 - grafico dei dati ICP-MS della Barbera Bio micro-vinificato ottenuti da campioni tal quale, relativi al 2° anno di sperimentazione.

Come atteso i campioni di Barbera Bio rispondono meglio pre-trattandoli con metodo a freddo; infatti, i campioni congelati mostrano un profilo uniforme e compatto, mentre i profili dei dati “tal quale” e quelli dei “pastorizzati” sono meno coerenti, con fluttuazioni visibili.



Come mostrato nelle filiere precedenti, il grafico 46 ha una chiara diminuzione delle terre rare lungo la filiera del Barbera, dal terreno fino al vino. Le concentrazioni più elevate si riscontrano nel suolo, mentre uva, mosto e vino presentano valori via via decrescenti, indicando un trasferimento selettivo e limitato.

Dati ottenuti dall'ICP-OES

L'analisi ICP-OES nel vino è uno strumento fondamentale per valutare la composizione elementare del prodotto, sia per motivi qualitativi che di sicurezza alimentare e tracciabilità.

Questa tecnica può essere usata per verificare dei livelli di elementi essenziali per la fermentazione e la stabilità del vino, come: K (potassio), Ca (calcio), Mg (magnesio), Na (sodio), Fe, Cu, Zn (metalli di interesse enologico). Ma può essere anche utile per rilevare contaminanti e controllare metalli pesanti tossici, anche a livelli di tracce, come Pb (piombo), Cd (cadmio), As (arsenico), Hg (mercurio) e Sn (stagno). Infatti, questi elementi possono derivare da contaminazioni ambientali, attrezzature o contenitori non idonei (es. tubazioni, saldature, botti).

Inoltre, è utile all'autenticazione e al controllo normativo, in quanto aiuta a garantire il rispetto dei limiti di legge imposti da regolamenti nazionali e internazionali, come quelli dell'OIV (Organisation Internationale de la Vigne et du Vin) o dell'UE.

Infatti, i laboratori enologici analizzano regolarmente determinati parametri per determinare la qualità di un vino. Proprietà nutrizionali così come il gusto, l'odore e aspetto del vino sono influenzati dalla presenza di elementi chimici.

Elemento	Effetto sul vino
Cu, Fe, Mn	Destabilizzazione ed evoluzione ossidativa
Al, Cu, Fe, Ni, Zn	Formazione di foschia, cambiamenti del gusto e dell'odore

Tabella 4 - Effetto di alcuni elementi sul vino.

Alcuni elementi, invece, vengono analizzati in quanto rientrano nell'ambito di applicazione della regolamentazione specifica per consumo o esportazione.

	Al	As	Boric acid	Cd	Cu	Na	Pb	Sn	Zn
Chilean Decree 78 of 1986	-	0.2	-	0.01	1	-	0.15	-	-
Deutsche Weinverordnung	8	0.1	80	0.01	2	-	0.25	1	5
EU Regulation No 1881/2006	-	-	-	-	-	-	0.2	-	-
Health Canada	-	0.1	-	-	1	-	0.2	25	-
OIV	-	0.2	80	0.01	1	80	0.15	-	5
WHO (CODEX STAN 193-1995)	-	-	-	-	-	-	0.2	-	-

Figura 18 – Immagine della tabella sui Limiti di concentrazione degli elementi nel vino secondo specifiche normative e organizzazioni (in mg·kg-1).¹³

Gli oligoelementi nel vino hanno un livello che è tipicamente atossico, tuttavia, la pratica agricola potrebbe cambiare la composizione del bilancio degli oligoelementi del vigneto, come ad esempio di Hg, Pb, Sn e Zn.

Vi sono elementi come Cu, Mn e Zn che a causa dell'uso di fertilizzanti e pesticidi risultano essere aumentati.

Inoltre, l'acidità del vino e del mosto è in grado di sciogliere elementi come Cr, Cu, Ni e Zn presenti in attrezzature per la vinificazione, per cui a causa di questi processi, la concentrazione di metalli pesanti possono aumentare e raggiungere livelli tossici.

Ecco perché risulta essere importante analizzare il vino per tenere traccia della sua qualità del vino ma anche per motivi nutrizionali e per la sicurezza dei consumatori.

L'articolo "Analysis of trace elements and major components in wine with the Thermo Scientific iCAP 7400 ICP-OES" ha pubblicato una tabella con risultati relativi alle concentrazioni degli analiti per tre campioni di vino, bianco, rosso e rosato, con i metodi di rilevamento, i limiti e i valori limite. Le concentrazioni sono espresse in mg·kg-1 e a seguire viene riportata così da essere presa da esempio nel nostro studio.

¹³ Immagine acquisita da articolo Analysis of trace elements and major components in wine with the Thermo Scientific iCAP 7400 ICP-OES

Element and wavelength (nm)	White wine	Rosé wine	Red wine	Detection limit	Limit value
Al 396.152	3.12	2.23	0.50	0.010	8
As 193.759	<DL	<DL	<DL	0.008	0.1
B 249.773	2.92	2.96	6.30	0.003	-
Boric acid*	16.67	16.93	36.02	-	80
Ca 315.887	78.64	97.69	72.47	0.007	-
Cd 226.502	<DL	<DL	<DL	0.0004	0.01
Co 230.786	0.0067	0.0034	0.0018	0.0001	-
Cr 283.563	0.007	0.032	0.014	0.001	-
Cu 324.754	<DL	0.17	<DL	0.002	-
Fe 259.940	1.43	1.42	3.72	0.002	-
K 769.896	719	492	1178	0.094	-
Mg 280.270	89.73	76.20	109.75	0.0001	-
Mn 257.610	0.80	0.96	1.62	0.0003	-
Na 588.995	29.18	34.43	13.95	0.016	80
Ni 231.604	<DL	<DL	<DL	0.001	-
Pb 220.353	0.028	0.048	0.042	0.008	0.15
Sn 283.999	<DL	<DL	<DL	0.010	1
Zn 213.856	0.42	1.41	0.82	0.001	5

Figura 19 – immagine relativa alle concentrazioni degli analiti per tre campioni di vino, bianco, rosso e rosato, con i metodi di rilevamento, i limiti e i valori limite¹⁴

È da tenere in considerazione che anche le tecniche di vinificazione possono modificare il contenuto degli ioni presenti nei vini. Ad esempio, elementi come Cu e K hanno livelli maggiori nel mosto dovute alcune pratiche agricole, come aggiunta di nutrienti o agenti antifungini, che possono portare ad un rilascio di questi elementi nella buccia. Altri elementi, invece vengono introdotti a causa dell'aggiunta di prodotti come lieviti, bentonite e Liqueur d'Expedition (una miscela liquida che contiene tipicamente zucchero e SO₂, usata per aumentare la concentrazione degli zuccheri nel “metodo classico”). Ad esempio, nel caso della bentonite, costituita da un alluminosilicato, può contenere anche Na, Ca, Fe e Mg, portando ad un aumento della concentrazione di questi elementi. Anche la precipitazione di un eccesso di acido tartarico nei mosti sotto forma di bitartrato di potassio e tartrato di calcio influenza le concentrazioni di K e Ca, così come i contenuti di Mn, Na, Fe, Ti o V che variavano chiaramente dagli stadi del mosto a quelli del vino in base alla qualità del vino, difatti, i vini di qualità superiore vengono trattati mediante elettrodialisi prima del tiraggio per rimuovere la massima quantità possibile di questi ioni, mentre quelli di qualità inferiore non seguono tale procedura. (Granell et al. 2022).

¹⁴ Immagine acquisita da articolo Analysis of trace elements and major components in wine with the Thermo Scientific iCAP 7400 ICP-OES

Riesling

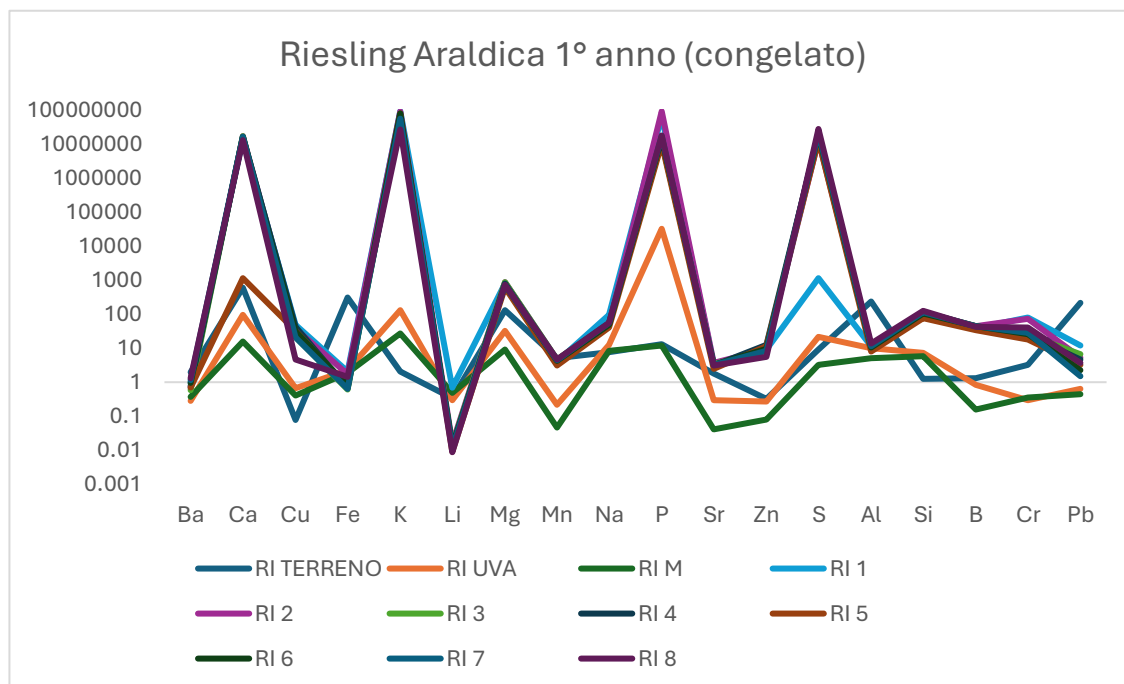


grafico 38 – grafico dei dati ICP-OES del Riesling vinificato in Araldica ottenuti da campioni congelati, relativi al 1° anno di sperimentazione.

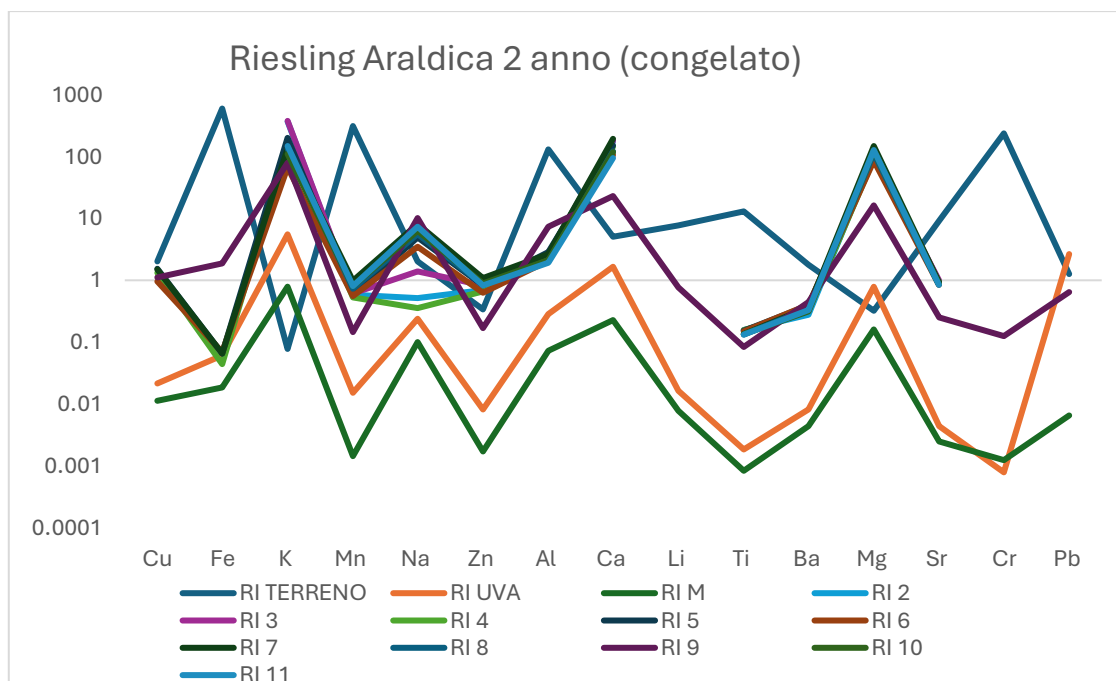


grafico 39 - grafico dei dati ICP-OES del Riesling vinificato in Araldica ottenuti da campioni congelati, relativi al 2° anno di sperimentazione.

Confrontando i valori ottenuti dall'analisi ICP-OES di due annate differenti si evince che valori del primo grafico sono molto più elevati rispetto al secondo, e questo potrebbe suggerire una maggiore concentrazione di elementi nella prima annata e una maggiore variabilità nei campioni del primo anno. Il grafico 38 mostra picchi marcati, con Ca (Calcio), K (Potassio), P (Fosforo) e Zn (Zinco) che hanno valori estremamente alti, fino a milioni di unità. Mentre il grafico della seconda annata, il grafico 39, ha una distribuzione più omogenea, con valori più bassi su tutti gli elementi, questo potrebbe indicare una produzione standardizzata e la presenza di meno interferenze ambientali.

Dal punto di vista tecnico-enologico l'elevata concentrazione di macroelementi (Ca, K, P) nella prima annata potrebbe indicare, un uso diverso di concimi o trattamenti agronomici, condizioni pedoclimatiche più ricche di sali minerali, mentre la maggiore uniformità della seconda annata suggerirebbe un maggiore controllo dei processi agronomici ed enologici e maggiore stabilità del vigneto.

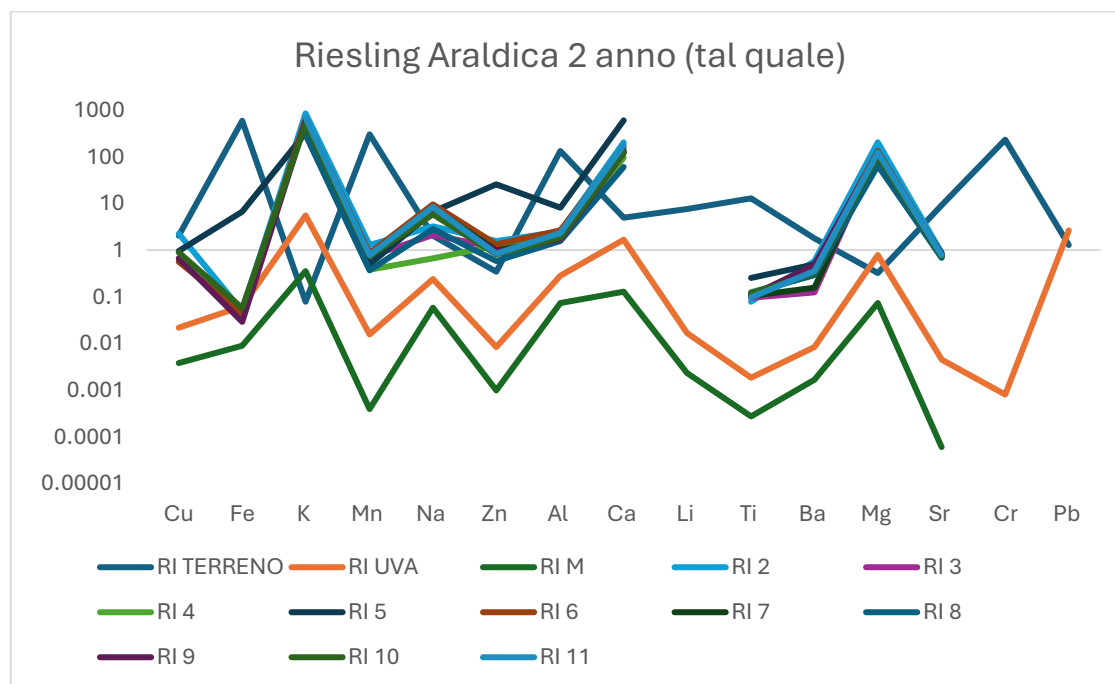


grafico 40 - grafico dei dati ICP-OES del Riesling vinificato in Araldica ottenuti da campioni tal quale, relativi al 2° anno di sperimentazione.

Se si confrontano i grafici relativi ai due metodi di conservazione diversi, si nota che la tecnica di conservazione influenza significativamente l'analisi ICP-OES del vino: il campione tal quale consente una rilevazione più sensibile di certi elementi, ma con maggiore variabilità e rischio di alterazioni nel tempo.

Il campione congelato garantisce una maggiore stabilità nel tempo, ma può sottostimare la presenza di alcuni microelementi, probabilmente per fenomeni fisico-chimici legati al congelamento.

Visto che l'obiettivo è una fotografia realistica e dettagliata della composizione minerale, l'analisi tal quale è più rappresentativa, mentre il congelamento può essere utile per garantire ripetibilità nei campioni distribuiti nel tempo.

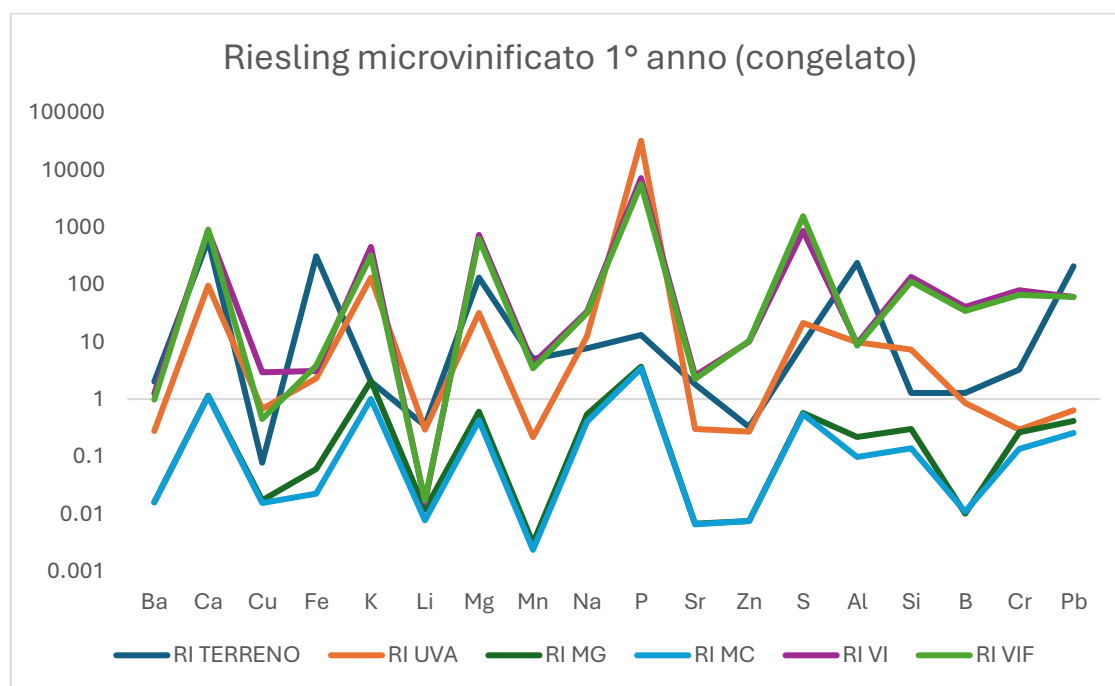


grafico 41 - grafico dei dati ICP-OES del Riesling micro-vinificato ottenuti da campioni congelati, relativi al 1° anno di sperimentazione

Le concentrazioni ottenute dall'analisi dei campioni micro-vinificati si mantengono mediamente tra 0,001 e 10.000. Invece, le concentrazioni dei campioni vinificati in modo standard hanno alcuni elementi (es. K, P) che raggiungono valori molto più alti (fino a 10^7), suggerendo maggiore estrazione o rilascio durante la vinificazione.

Il profilo del micro-vinificato (grafico 41) mostra una minore variabilità tra i campioni e una distribuzione più omogenea degli elementi, soprattutto in componenti come Ca, Fe, Mn e Zn., a differenza del profilo del metodo standard (grafico 38) che evidenzia alcuni picchi molto marcati per alcuni elementi come K, P e S, indicando una probabile influenza significativa del processo di vinificazione sull'accumulo di questi elementi. Inoltre, le linee dei campioni del grafico 41 (MG, MC, VI, VIF) sono simili tra loro, contrariamente

le linee dei campioni RI 1–RI 8 del grafico 38 sono più dispersive, suggerendo maggiore variabilità o differenze tra i lotti.

La tabella che segue mostra gli elementi chiave da prendere in considerazione:

Elemento	Tendenza micro-vinificato	Tendenza standard	Osservazioni
K	Moderatamente alto	Estremamente alto	Maggiore estrazione nel metodo standard
P	Alto ma contenuto	Molto elevato	Indicativo di attivazione enzimatica o nutrienti
Fe, Cu	Più variabili	Simili ma più alte	Possibile contaminazione o rilascio da attrezzature
Zn, Mn	Simili	Simili	Comportamento coerente nei due metodi

Tabella 5 – tabella che mostra alcuni elementi chiave da prendere in considerazione per l'analisi ICP-OES

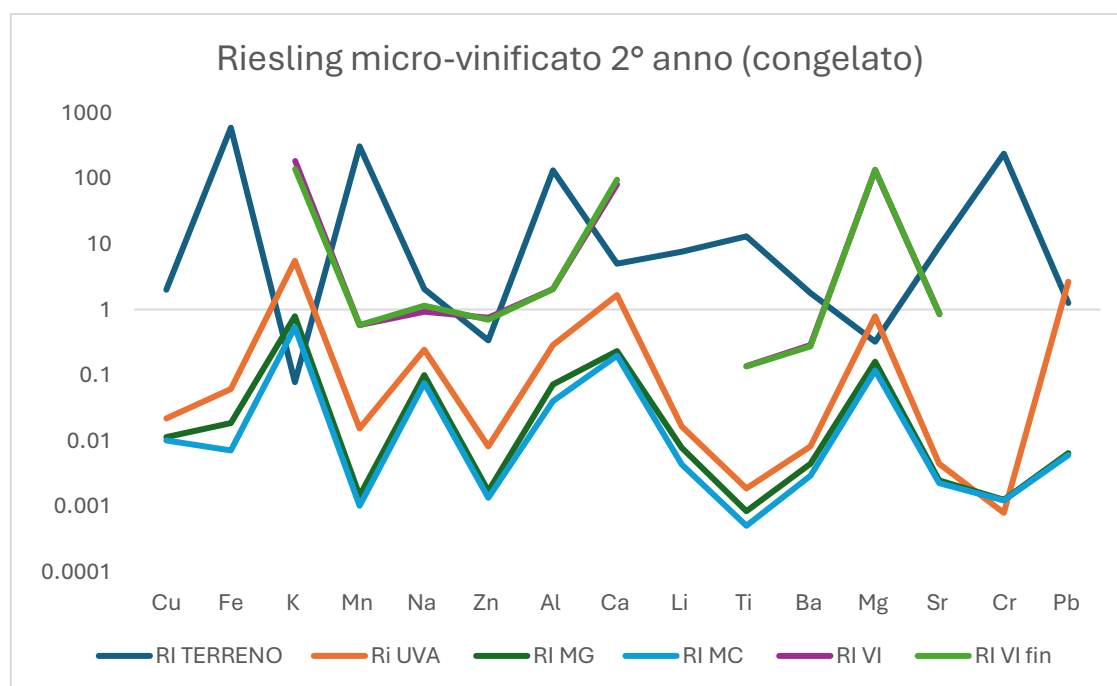


grafico 42- grafico dei dati ICP-OES del Riesling micro-vinificato ottenuti da campioni congelati, relativi al 2° anno di sperimentazione

Dopo aver confrontato i due metodi di vinificazione anche per i campioni del secondo anno di analisi si può affermare che il metodo standard di vinificazione porta generalmente ad una maggiore concentrazione di elementi, probabilmente a causa di maggiore contatto con bucce, lieviti, o attrezzature. In aggiunta, i picchi con

concentrazioni più elevate possono riflettere una maggiore complessità o interventi enologici come, ad esempio, l'aggiunta di nutrienti o chiarificanti.

Il metodo micro-vinificato, avendo dei profili più stabili e controllati, risultano essere utili per studi comparativi o ricerca sperimentale.

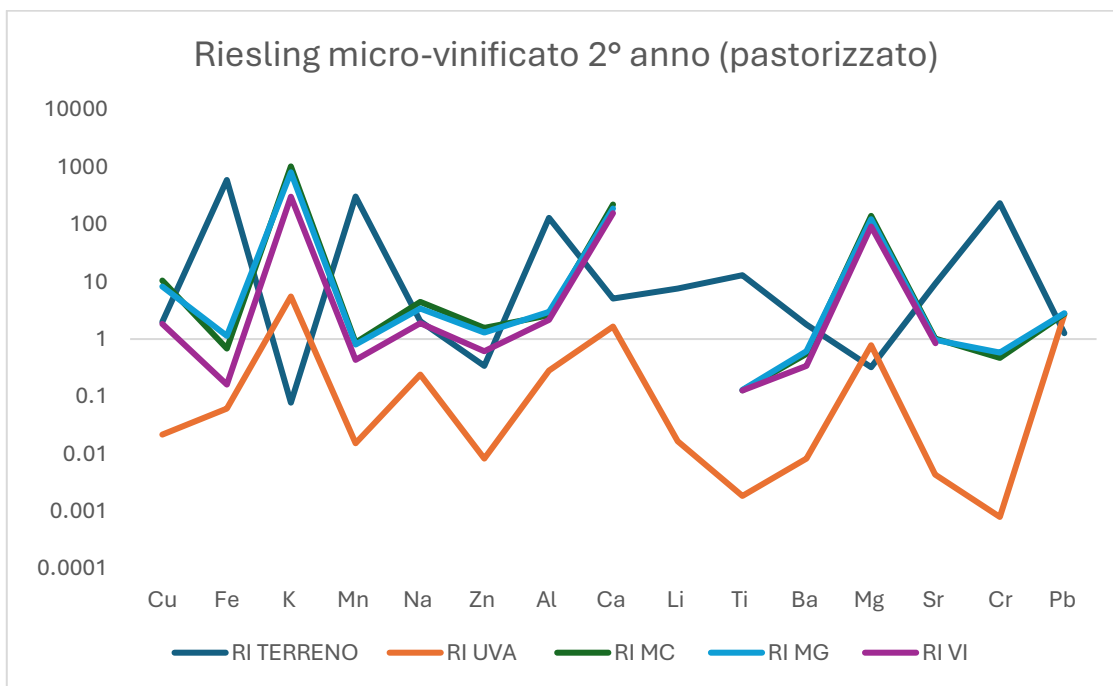


grafico 43 - grafico dei dati ICP-OES del Riesling micro-vinificato ottenuti da campioni pastorizzati, relativi al 2° anno di sperimentazione

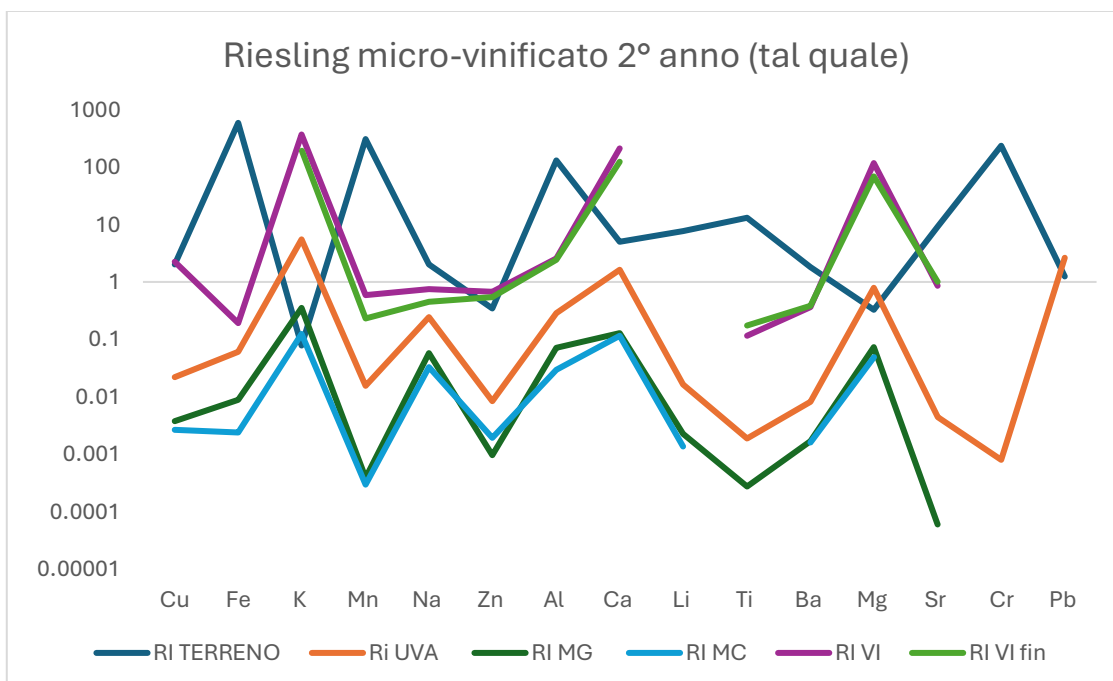


grafico 44 - grafico dei dati ICP-OES del Riesling micro-vinificato ottenuti da campioni tal quale, relativi al 2° anno di sperimentazione

Dal confronto tra i grafici ottenuti con diversi metodi di conservazione, e tenendo conto di quanto detto precedentemente per i grafici 39 e 40, emerge che la modalità di conservazione è importante per il tipo di studio. Rispetto il campione congelato, quello analizzato tal quale permette una rilevazione più sensibile di alcuni elementi, ma presenta una maggiore variabilità nei risultati e un rischio più elevato di alterazioni nel tempo. Al contrario, il campione conservato mediante congelamento offre una migliore stabilità nel tempo, come quello pastorizzato, ma il primo tende a sottostimare la concentrazione di certi microelementi, verosimilmente a causa di modificazioni fisico-chimiche indotte dal processo di congelamento, mentre nel secondo caso le concentrazioni sembrano maggiori rispetto a quelle congelate e con meno fluttuazioni, così come si era constatato a seguito di analisi ICP-MS

Moscato

Nel caso Moscato, così come vedremo per il Barbera Bio, non abbiamo un confronto con la vinificazione standard della seconda annata, come già spiegato nel sotto-paragrafo “Dati ottenuti dall’ICP-MS”.

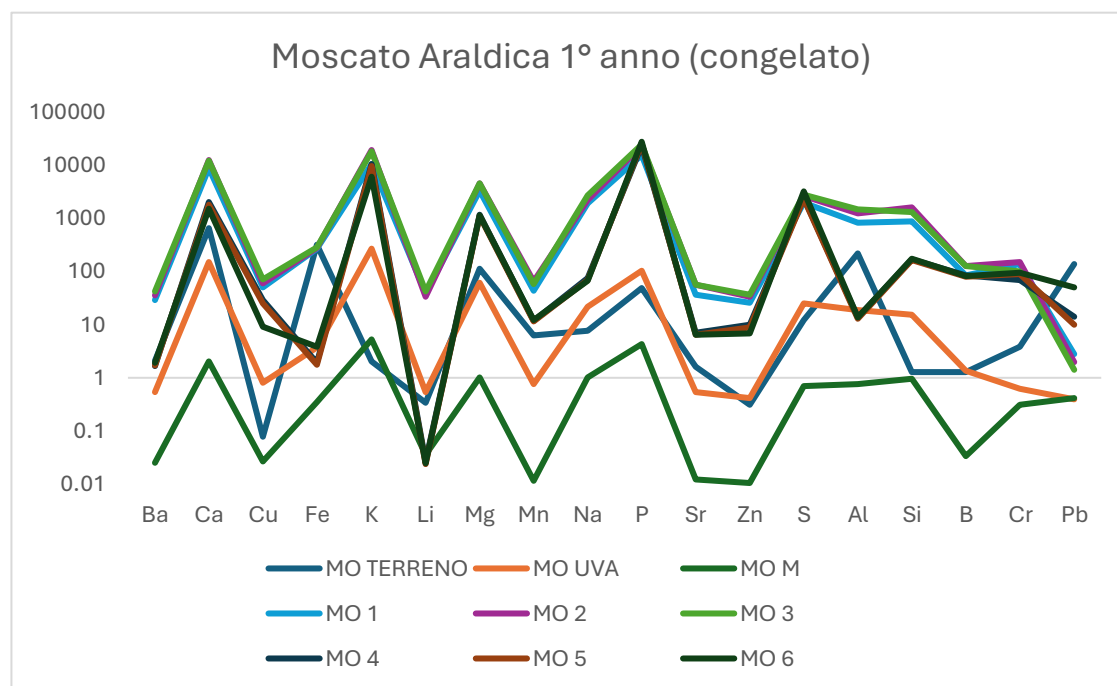


grafico 45 - grafico dei dati ICP-OES del Moscato vinificato in Araldica ottenuti da campioni congelati, relativi al 1° anno di sperimentazione

Rispetto alle concentrazioni del Riesling, quelle del Moscato sono più basse e ravvicinate tra loro, inoltre, quelle di terreno, uva e mosto risaltano essere più basse rispetto ai valori degli step di vinificazione, esattamente come accade per il Riesling.

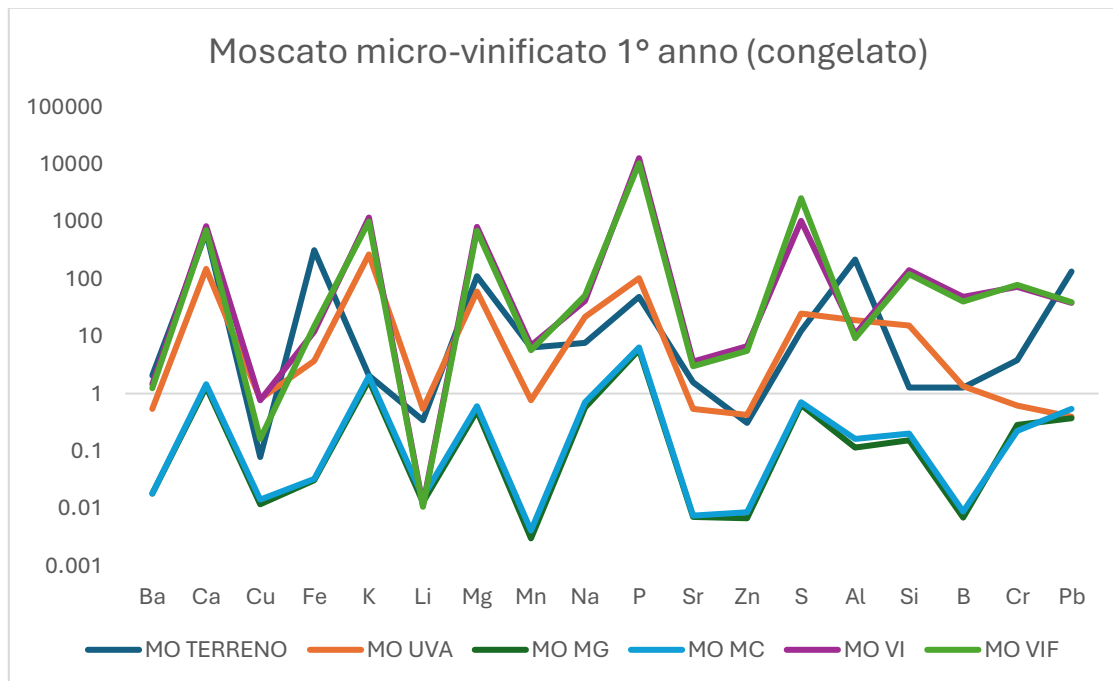


grafico 46 - grafico dei dati ICP-OES del Moscato micro-vinificato ottenuti da campioni congelati, relativi al 1° anno di sperimentazione

Il profilo dei campioni micro-vinificati è coerente con quello ottenuto dai campioni vinificati in azienda, con i profili del vino a concentrazioni maggiori rispetto a quelli del terreno dell'usa e dei mosti. Ma rispetto al Riesling la distribuzione è più omogenea.

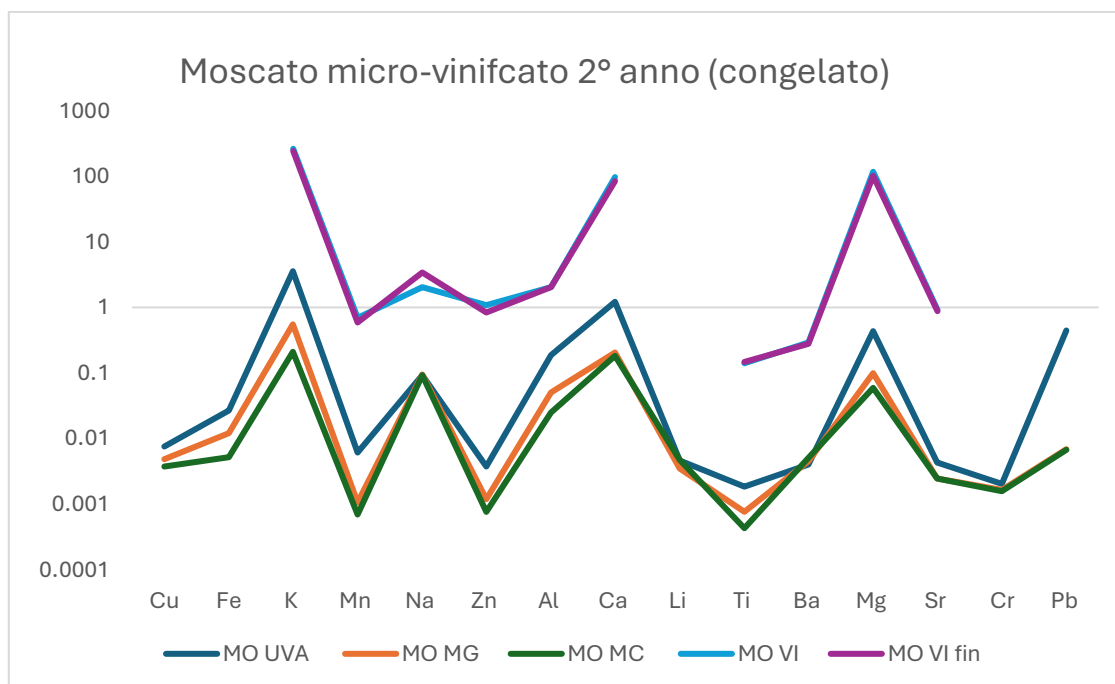


grafico 47- grafico dei dati ICP-OES del Moscato micro-vinificato ottenuti da campioni congelati, relativi al 2° anno di sperimentazione

Nel profilo della seconda annata micro-vinificato si vede che le concentrazioni dei primi 4 campioni (terreno, uva, mosto grezzo e mosto chiarificato) hanno concentrazioni ravvicinate e confrontabili, questo accade anche per quelle relativi al vino, ma risultano essere maggiori e con alcuni elementi che hanno concentrazioni negative, le quali possono essere dovute all'effetto matrice, essendo il vino una matrice complessa o errori nella preparazione del campione. Ma anche all'instabilità del plasma, al drift dello strumento o a interferenze, in particolare Cr e Pb possono avere righe vicine ad altri elementi interferenti.

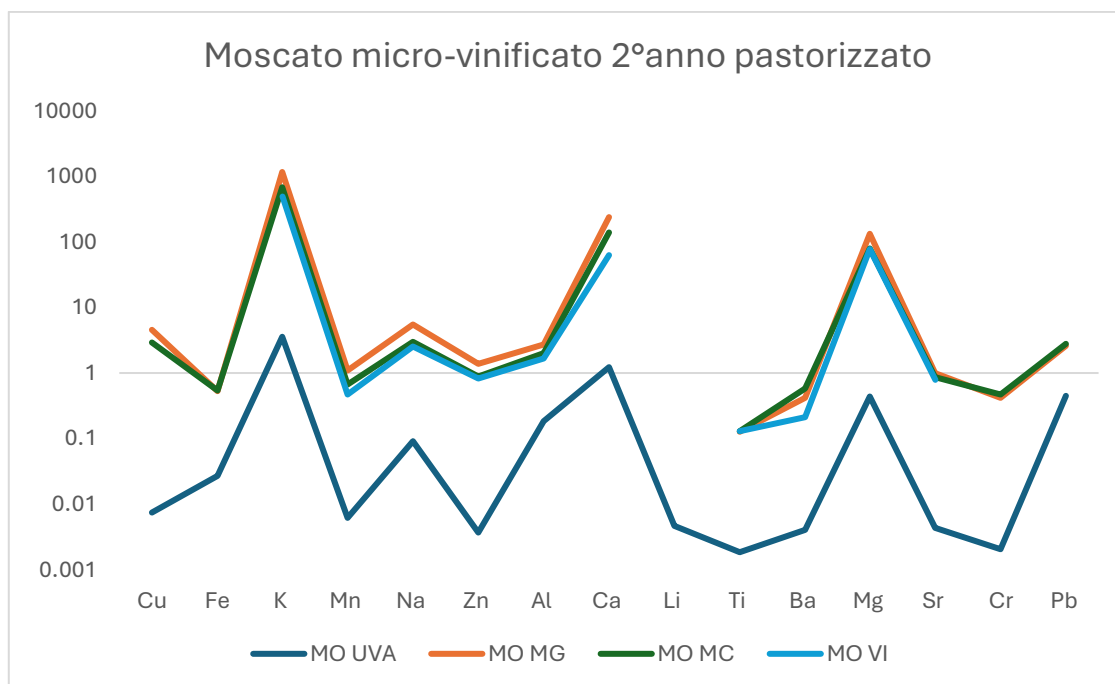


grafico 48 - grafico dei dati ICP-OES del Moscato micro-vinificato ottenuti da campioni pastorizzati, relativi al 2° anno di sperimentazione

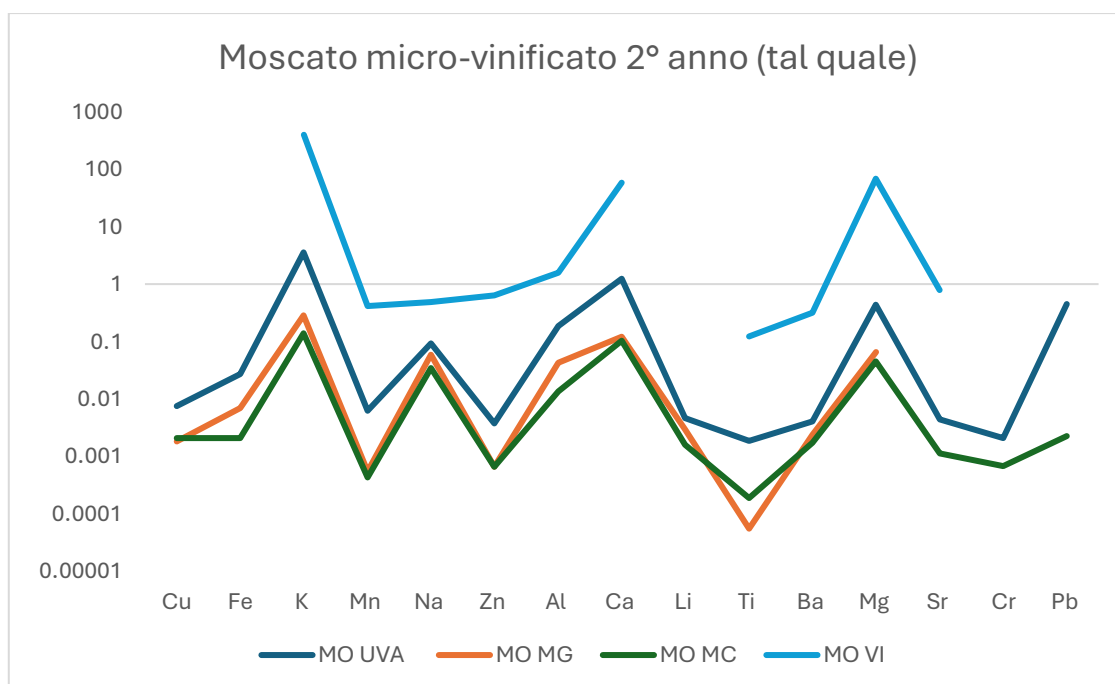


grafico 49 - grafico dei dati ICP-OES del Moscato micro-vinificato ottenuti da campioni tal quali, relativi al 2° anno di sperimentazione

Anche nel caso del moscato la pastorizzazione risulta essere il metodo di conservazione migliore, il grafico 48 mostra una distribuzione più omogenea con valori di concentrazioni maggiori per quasi tutti i campioni ad eccezioni delle uve.

Slarina

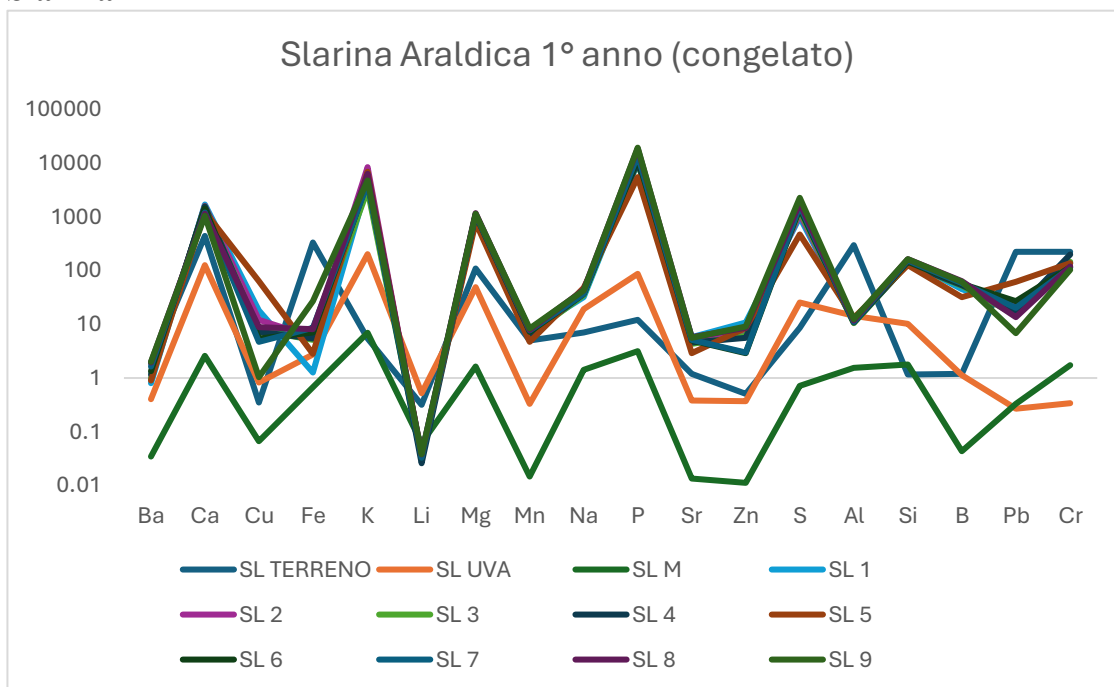


grafico 50 - grafico dei dati ICP-OES della Slarina vinificata in Araldica ottenuti da campioni congelati, relativi al 1° anno di sperimentazione

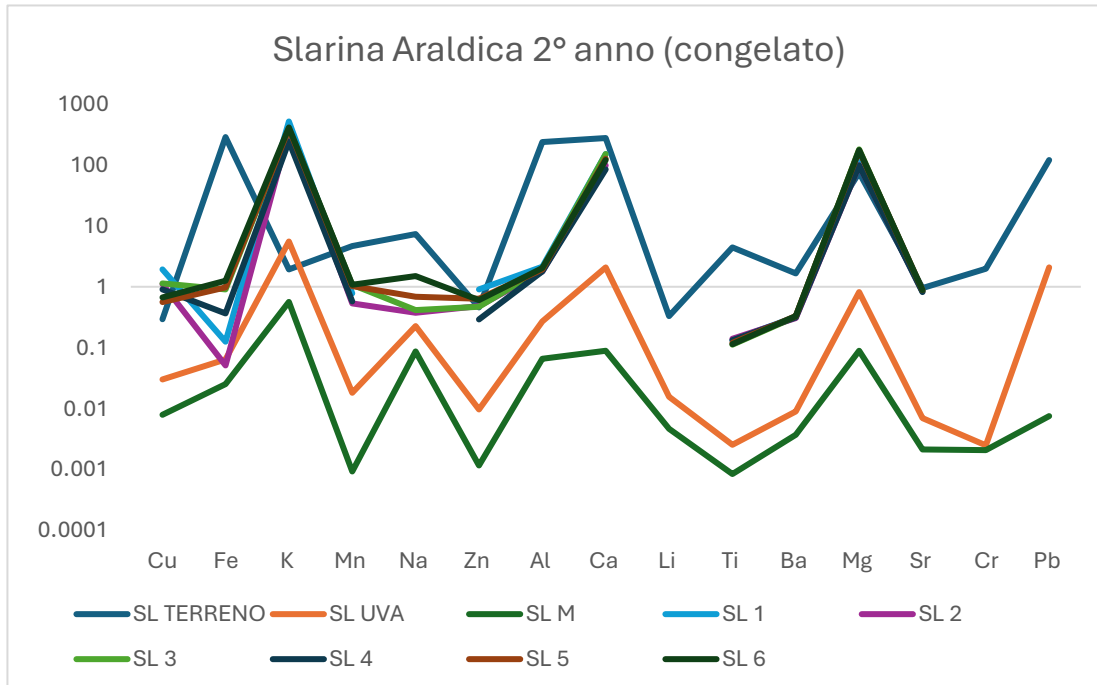


grafico 51 - grafico dei dati ICP-OES della Slarina vinificata in Araldica ottenuti da campioni congelati, relativi al 2° anno di sperimentazione

Come emerso dalla trattazione dei risultati del Riesling alcuni elementi, come Fe, K, Zn, Mg, Sr mostrano andamenti simili nei campioni, con picchi marcati. Inoltre, le curve relative al terreno (SL TERRENO) e all'uva (SL UVA), presenti in entrambi i grafici (grafici 50 e 51) mostrano una certa coerenza.

Tuttavia, nel 1° anno, c'è una maggiore variabilità tra i campioni, con ampiezze su scala logaritmica che vanno anche oltre 10.000 per certi elementi (es. K, Mg), mentre nel 2° anno, le curve sono più compattate e meno estreme: i valori massimi raggiungono circa 1.000, suggerendo minor accumulo o diversa estrazione/conservazione, come era stato osservato dal confronto dei grafici 38 e 39.

E vi sono elementi come Na, Cr e Pb che presentano variazioni meno pronunciate nel 2° anno rispetto al 1°.

Queta maggior variabilità del grafico 50 e i suoi picchi più marcati, rispetto la maggior stabilità del grafico 51 può indicare differenze agronomiche o climatiche tra le due annate oppure una maggiore uniformità nei campioni del 2° anno.

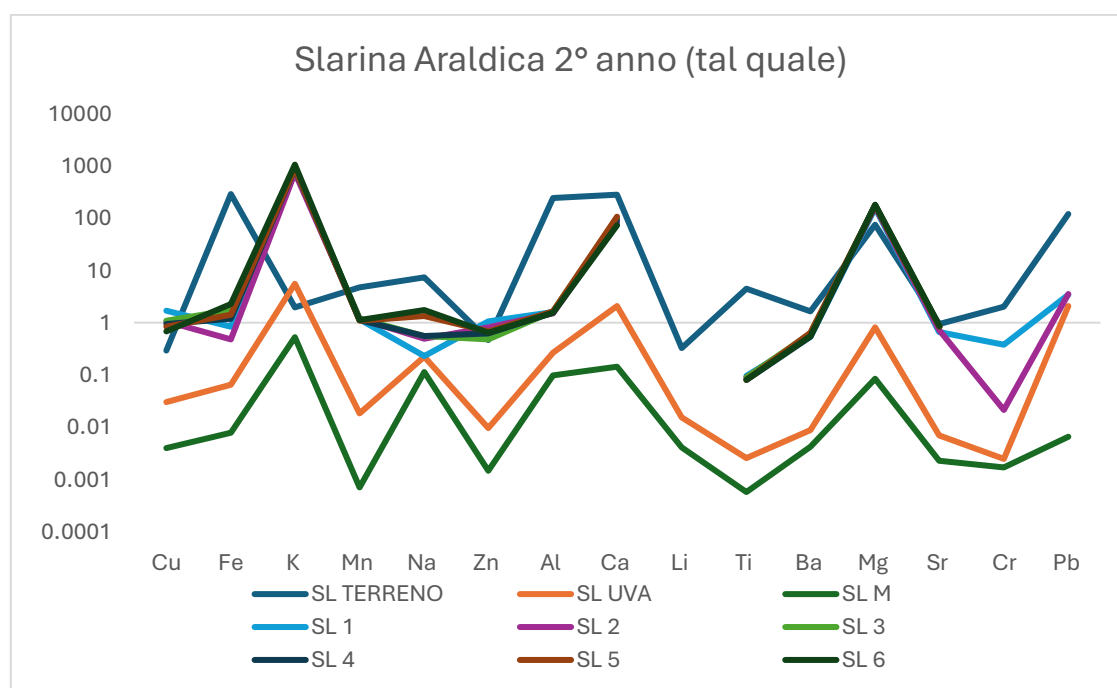


grafico 52 - grafico dei dati ICP-OES della Slarina vinificata in Araldica ottenuti da campioni tal quali, relativi al 2° anno di sperimentazione

Se il confronto viene effettuato sulla stessa annata valutando il metodo di conservazione si nota che congelando i campioni si ottengono valori leggermente più bassi per alcuni elementi come Ti, Cr, Pb, rispetto ai campioni tal quale, che presentano curve più elevate in certi campioni. Soprattutto i campioni SL TERRENO e SL UVA analizzati tal quale

evidenziano un profilo più ricco e dettagliato. Ma anche altri campioni (es. SL 6) hanno curve molto più definite nel grafico tal quale, indicando una migliore conservazione o estrazione degli elementi.

Pertanto, il metodo "tal quale" sembra il migliore, perché fornirebbe una maggiore rilevazione degli elementi (più elevati su scala logaritmica) e mostrerebbe curve più dettagliate e coerenti. Entrambe le cose potrebbero indicare minore perdita o degradazione degli elementi rispetto al congelamento.

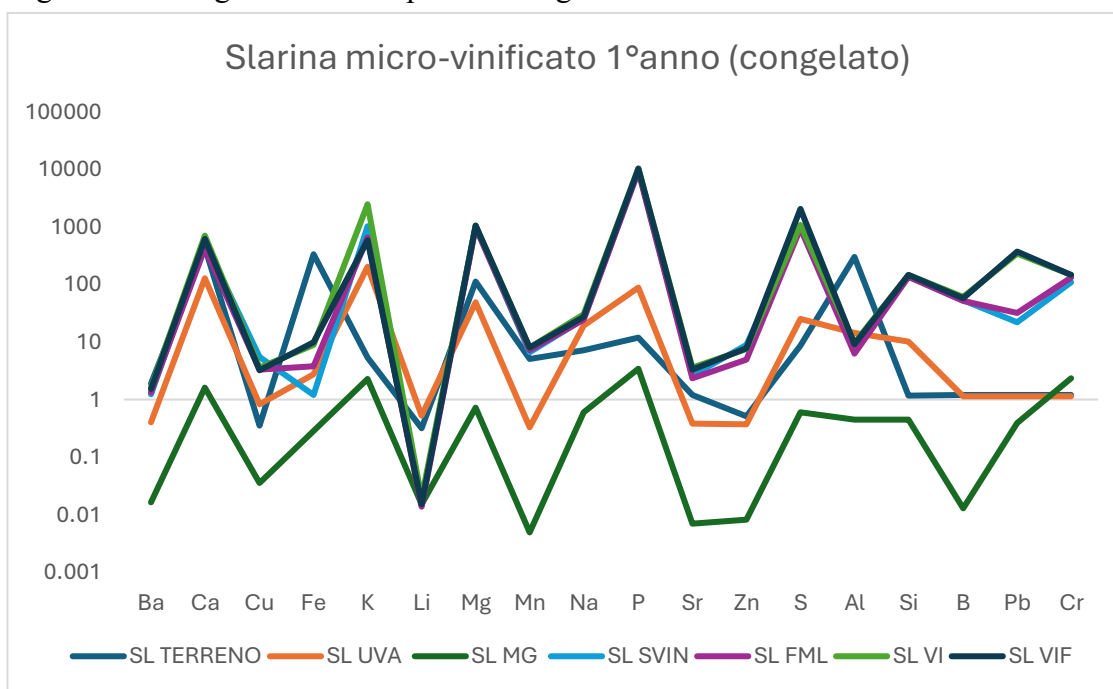


grafico 53 - grafico dei dati ICP-OES della Slarina micro-vinificata ottenuti da campioni congelati, relativi al 1° anno di sperimentazione

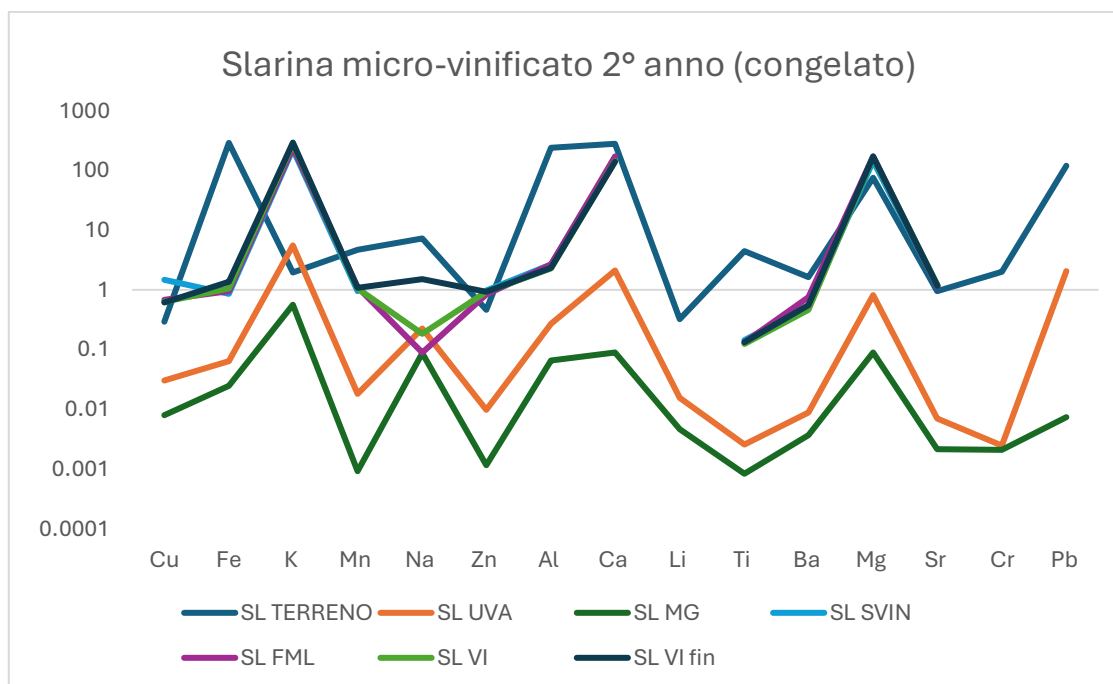


grafico 54 - grafico dei dati ICP-OES della Slarina micro-vinificata ottenuti da campioni congelati, relativi al 2° anno di sperimentazione

Come già evidenziato nei grafici relativi alla vinificazione in Araldica ottengo che nel grafico 53, relativo alla micro-vinificazione della vendemmia del 2023-2024, vi è un andamento estremamente variabile, con delle serie molto frastagliate e rumorose e la presenza di picchi anomali che potrebbe indicare variabilità o interferenze. Mentre il grafico 54 è più ordinato con curve sono simili tra di loro (specialmente SL FML, SL VI, SL VI fin), indicando una buona coerenza tra i campioni.

Vi sono alcuni elementi (Ba, Fe, Al, Cu, Ca, Sr) che sono presenti in alte concentrazioni nel terreno (SL TERRENO) ma meno nel vino, dovuti probabilmente ai minimi fenomeni di vinificazione che si sono applicati.

Il metodo di micro-vinificazione in entrambi i casi permette di ottenere delle curve migliorate, aumentando la facilità di interpretazione e diminuendo il rischio di contaminazione.

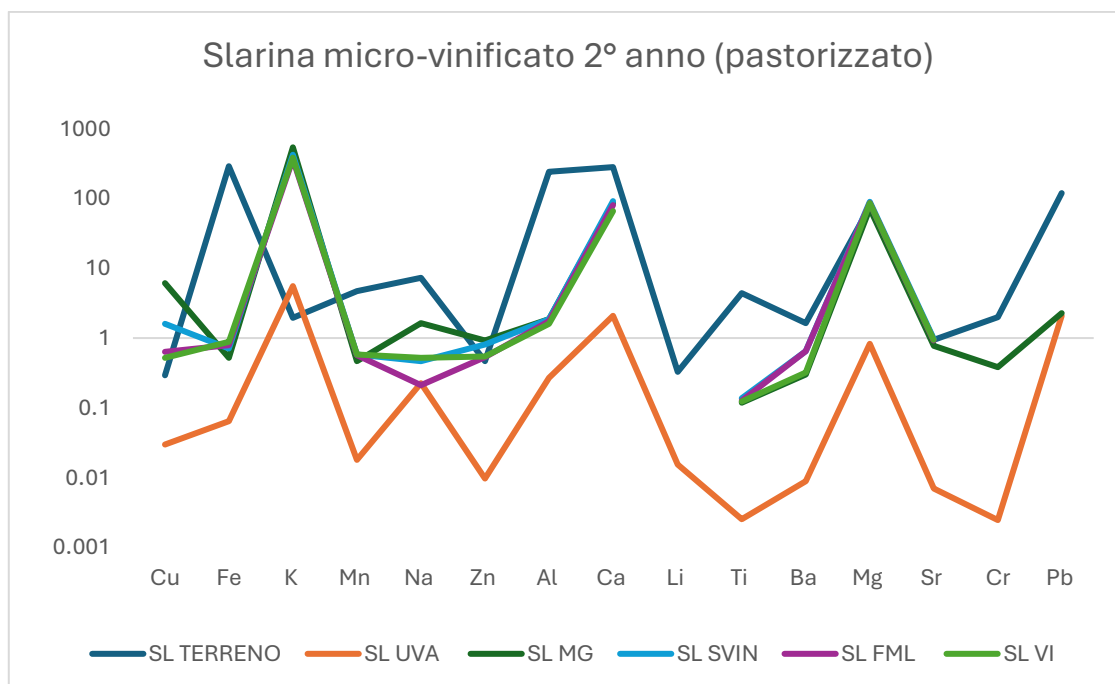


grafico 55 - grafico dei dati ICP-OES della Slarina micro-vinificata ottenuti da campioni pastorizzati, relativi al 2° anno di sperimentazione

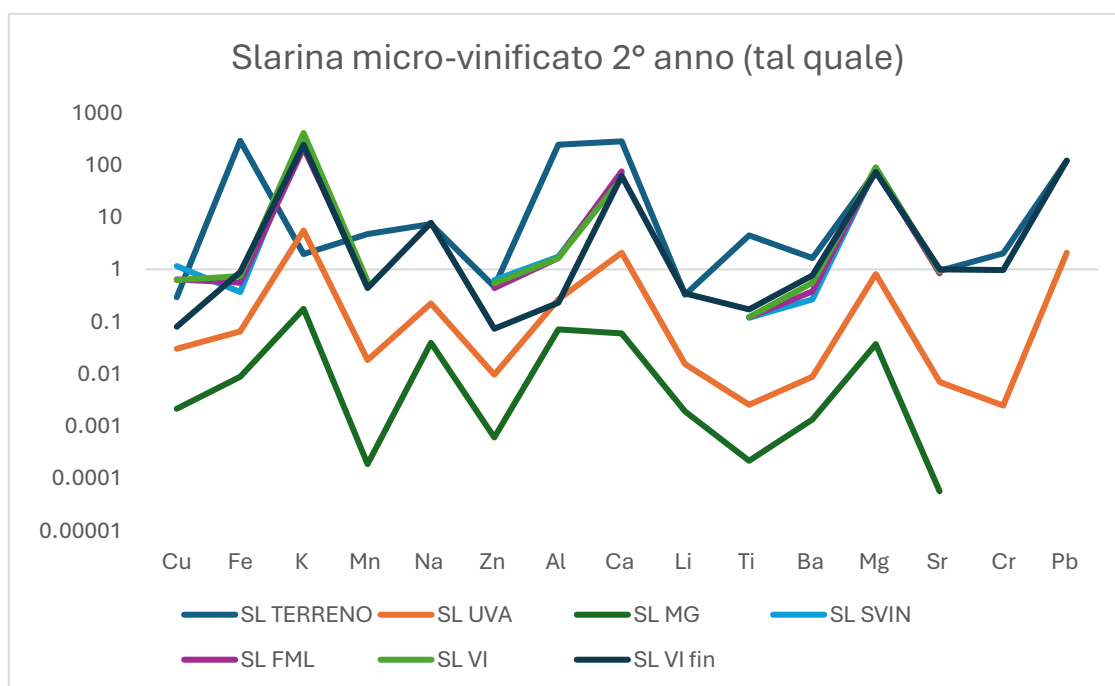


grafico 56 - grafico dei dati ICP-OES della Slarina micro-vinificata ottenuti da campioni tal quali, relativi al 2° anno di sperimentazione

Se si valuta invece il metodo di conservazione, è necessario tenere presente quanto detto nel paragrafo precedente, “Dati ottenuti dall’ICP-MS”, in cui è stato visto che il vino

rosso è più sensibile al calore, portando anche a una variazione del profilo sensoriale, per cui la pastorizzazione potrebbe non essere la scelta migliore di conservazione.

Tuttavia, nel caso dell'analisi degli elementi maggioritari il profilo della pastorizzazione è simile a quello congelato del 2° anno, ma con punte più alte nei metalli pesanti (Fe, K, Mg) in SL MG, e concentrazioni tendenzialmente maggiori rispetto al congelato in SL UVA.

Questo porta ad affermare che, in generale, la pastorizzazione sembra aumentare leggermente la presenza di metalli nei campioni di vino.

Tuttavia, mettendo a confronto i tre metodi di pre-trattamento, per l'ICP-OES risulta essere quello "tal quale", che mantiene curve simili alle altre, ma senza bisogno di altri passaggi, come verrà confermato nel paragrafo sotto-paragrafo seguente dedicato alla Barbera Bio.

Barbera Bio

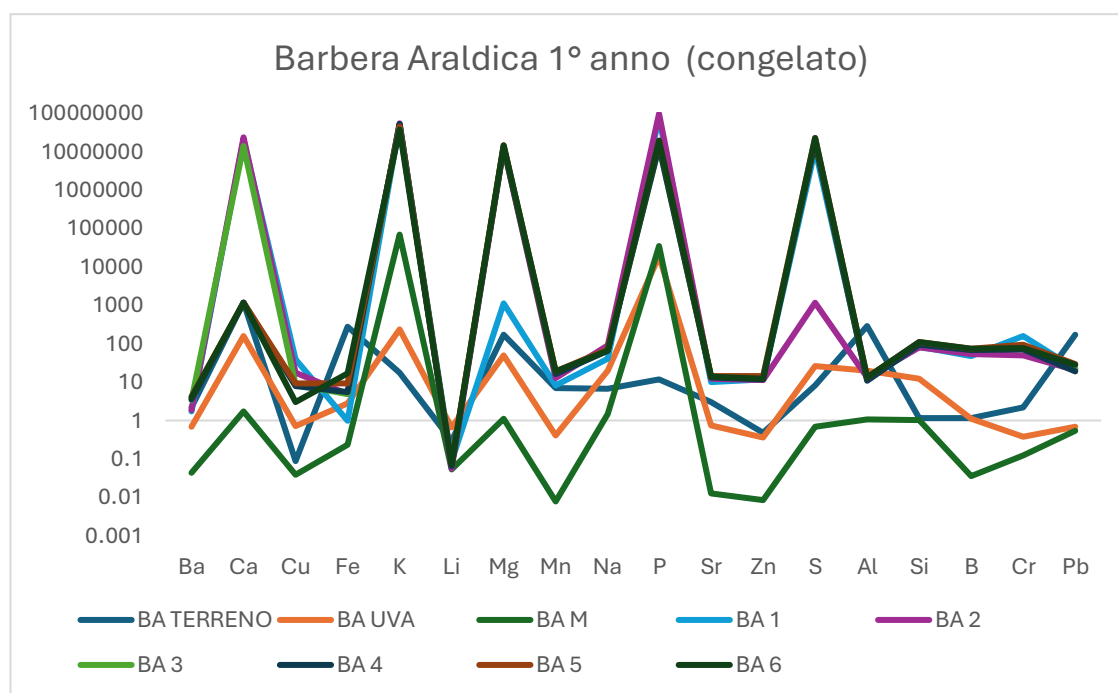


grafico 57 - grafico dei dati ICP-OES del Barbera Bio vinificato in Araldica ottenuti da campioni congelati, relativi al 1° anno di sperimentazione

Le curve mostrano un'elevata variabilità tra i campioni, con una tendenza marcata alla diminuzione della concentrazione degli elementi lungo la filiera (da terreno a vino).

Elementi come Sr, Zn, P e K mostrano valori significativamente più elevati nel terreno e nel mosto, ma risultano attenuati nel vino, segno di una perdita marcata durante la vinificazione industriale.

Inoltre, le curve dei campioni finali (BA 1-6) sono piuttosto disomogenee, indicando che i processi tecnologici complessi (filtrazione, uso di attrezzature diverse) possono introdurre variabilità e ridurre la tracciabilità.

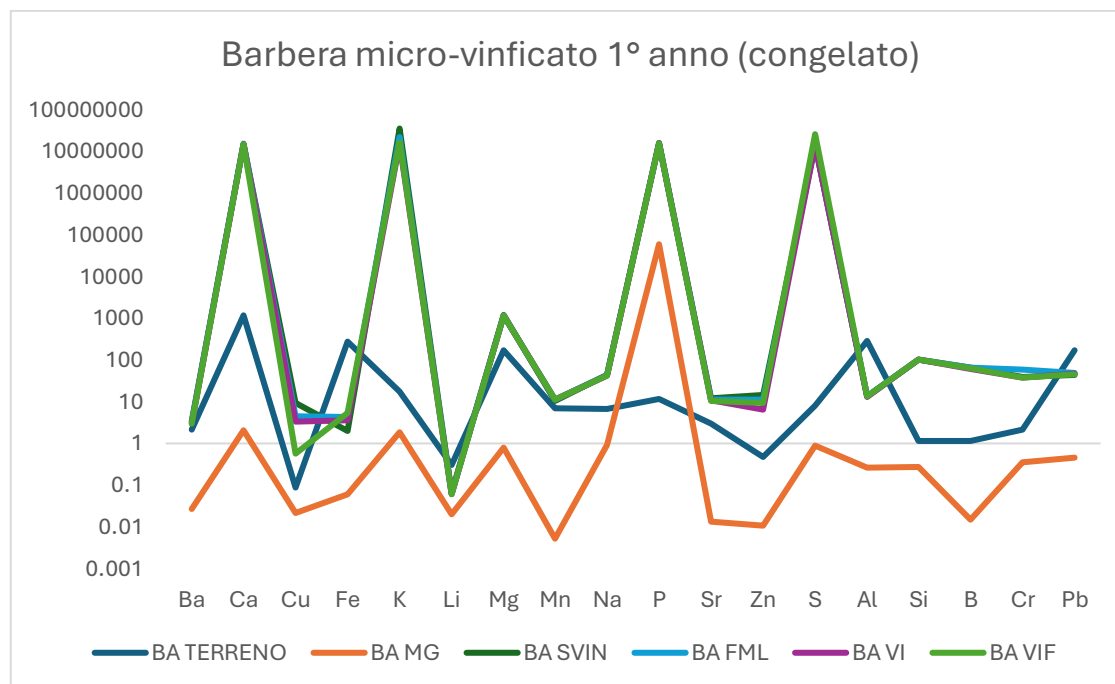


grafico 58 - grafico dei dati ICP-OES del Barbera Bio micro-vinificato ottenuti da campioni congelati, relativi al 1° anno di sperimentazione

Grazie alla micro-vinificazione la distribuzione elementare appare più omogenea e coerente lungo le diverse fasi (MG, SVIN, FML, VI, VIF), con curve che si sovrappongono maggiormente tra loro e un preservazioni migliore del pattern degli elementi in particolare per Sr, Zn, Fe e K, suggerendo una minore interferenza tecnologica e quindi maggiore fedeltà rispetto alla composizione originaria. Questo indica che la semplificazione del processo porta a una maggiore ripetibilità e stabilità analitica, rendendo questa modalità più adatta per scopi sperimentali.

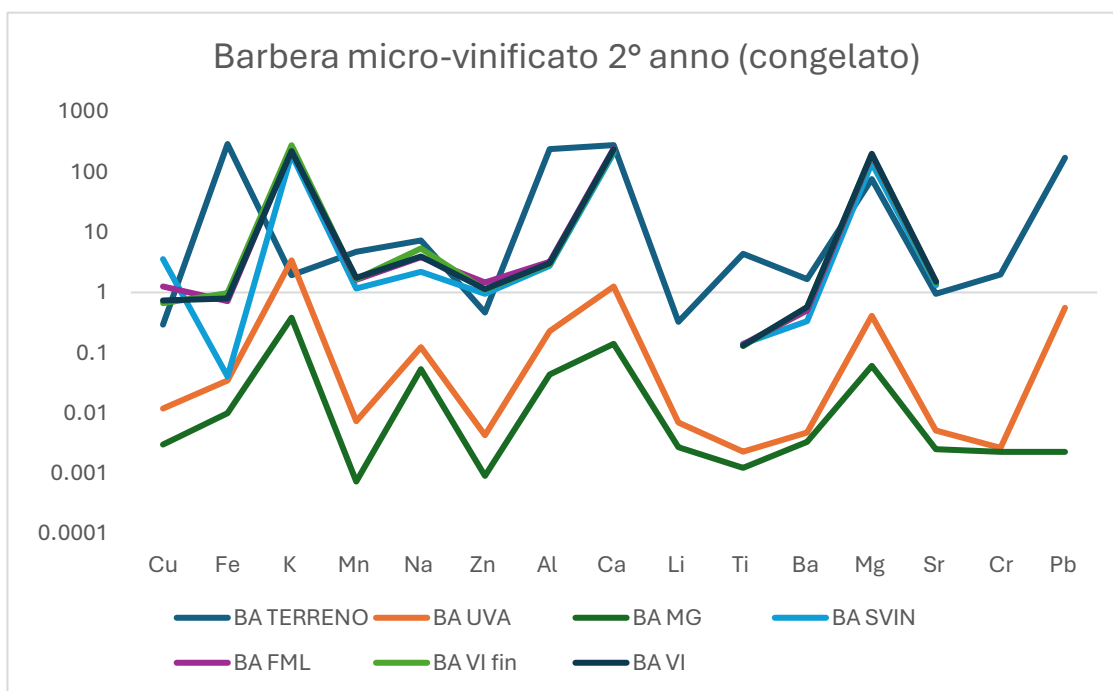


grafico 59 - grafico dei dati ICP-OES del Barbera Bio micro-vinificato ottenuti da campioni congelati, relativi al 2° anno di sperimentazione

Anche nell'annata seguente si conferma la coerenza della microvinificazione, ma con alcune variazioni interannuali, presumibilmente dovute a condizioni pedoclimatiche diverse. Nel grafico 59 si notano cambiamenti più evidenti per elementi come Cu, Fe, Ba e Mn, i cui livelli risultano leggermente più instabili rispetto all'anno precedente. Tuttavia, la struttura generale dei profili resta abbastanza sovrapponibile.

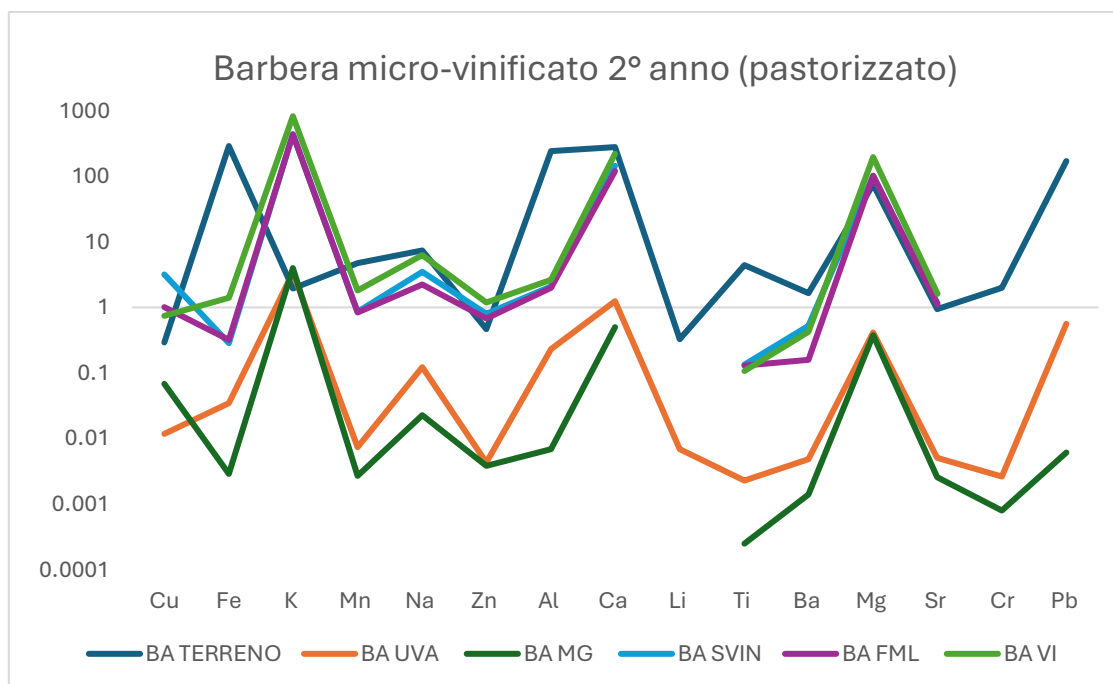


grafico 60 - grafico dei dati ICP-OES del Barbera Bio micro-vinificato ottenuti da campioni pastorizzati, relativi al 2° anno di sperimentazione

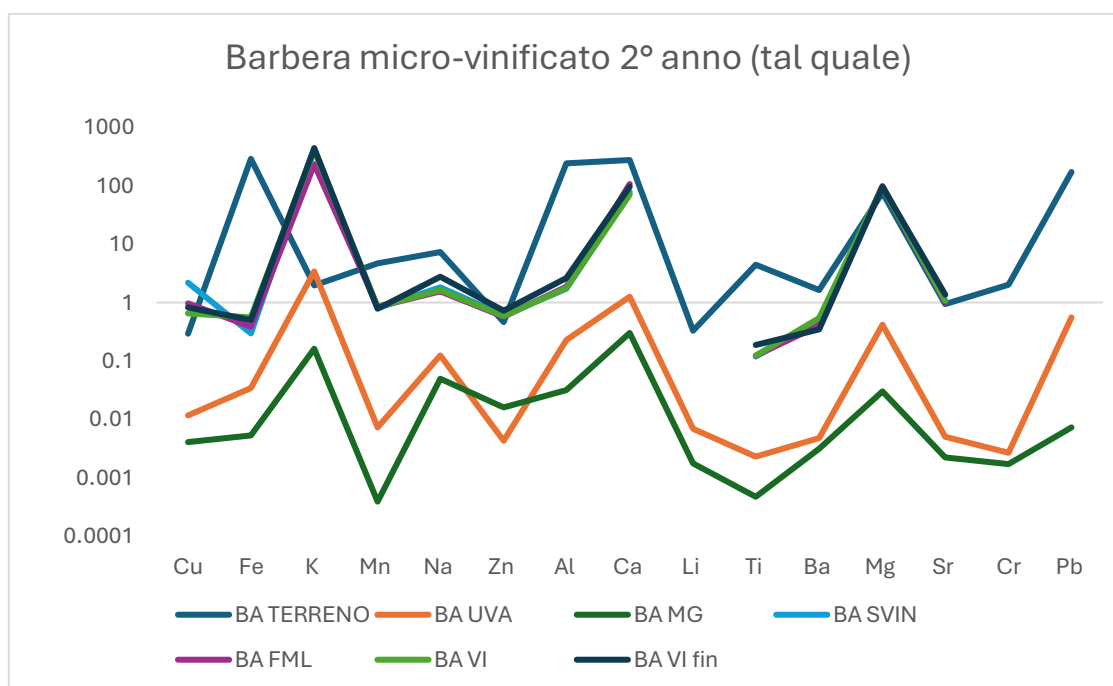


grafico 61 - grafico dei dati ICP-OES del Barbera Bio micro-vinificato ottenuti da campioni tal quali, relativi al 2° anno di sperimentazione

A differenza dell'analisi ICP-MS il pre-trattamento migliore per ottenere una curva minerale stabile e pulita risulta essere quello "tal-quale". Tale trattamento permette di avere una curva simile e migliore del congelato, riducendo il rischio di contaminazione o

estrazione forzata di metalli e senza richiedere passaggi ulteriori, quali congelamento/scongelamento e riscaldamento, che potrebbero alterare il profilo analitico. Congelare i campioni rimane comunque un'ottima seconda scelta, vista l'ottima conservazione e l'ampia ripetibilità.

Infine la pastorizzazione resta valida ma introduce un lieve incremento nei metalli, risultando meno ideale, difatti, le curve dei campioni (TERRENO, VI, VI fin, FML, SVIN), resa tanò ampiamente sovrapponibili su elementi di riferimento quali ad esempio Fe, K, Ca, Ba, Mg, Pb, ma vi è un rischio maggiore di trasferimenti metalli a causa del trattamento termico che favorisce l'estrazione dagli involucri cellulari o contenitori.

Riproducibilità del metodo

L'ICP-MS è un metodo altamente riproducibile, a condizione che venga utilizzato con un'adeguata preparazione del campione, calibrazione accurata e controllo delle condizioni operative. È ideale per studi comparativi, come la tracciabilità dei vini o il monitoraggio ambientale, in quanto permette la quantificazione anche a livelli di parti per trilione (ppt), mantenendo un buon grado di riproducibilità.

I fattori che possono influenzare la riproducibilità sono:

- la preparazione del campione: errori nella mineralizzazione (es. digestione acida) possono introdurre variabilità;
- gli effetti di matrice: soprattutto in campioni complessi come il vino, possono interferire con l'analisi se non si applicano strategie di correzione (es. diluizione, matrice corrispondente, calibrazione esterna o standard addizionati);
- le contaminazioni: essendo molto sensibile, anche tracce di contaminanti ambientali o da reagenti possono influenzare la riproducibilità;
- la stabilità del plasma: piccole fluttuazioni nelle condizioni del plasma possono influenzare l'intensità del segnale.

Inoltre, si può considerare la sua ripetibilità, intesa come precisione nelle condizioni operative identiche (stesso strumento, operatore, laboratorio e intervallo temporale ristretto). La ripetibilità intra-laboratorio è solitamente molto buona, con coefficienti di variazione (CV) < 5% per la maggior parte degli elementi, mentre quella è anch'essa elevata, sebbene possa dipendere dalla standardizzazione delle procedure.

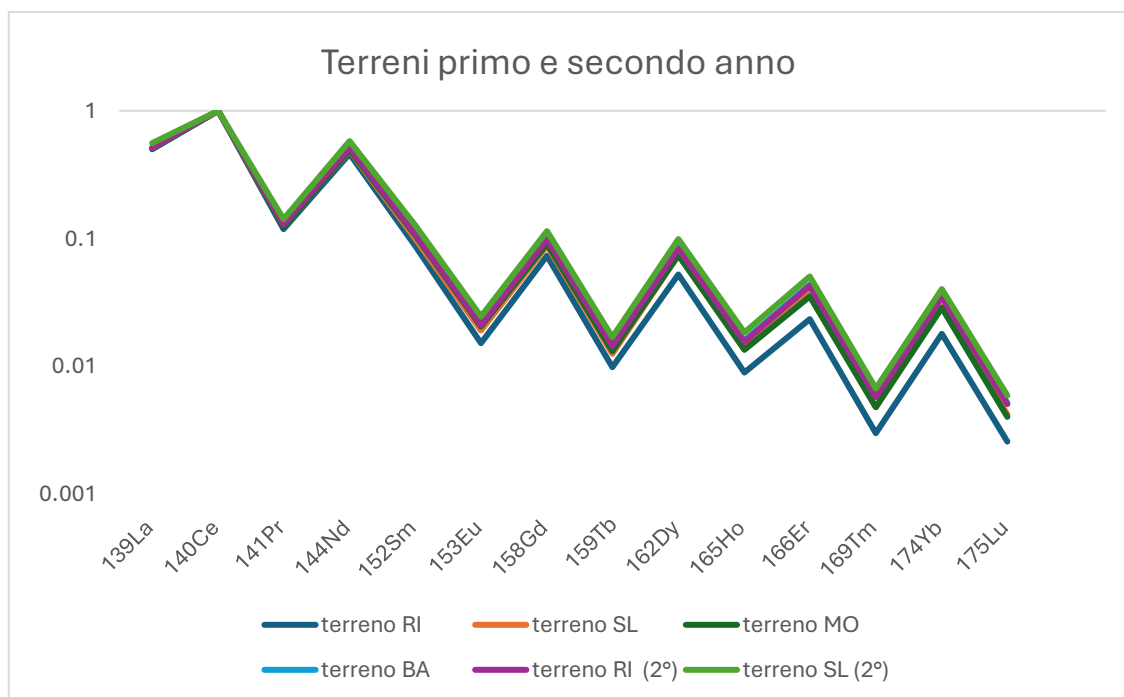


grafico 62 - grafico della riproducibilità del metodo sui terreni del 1° e 2° anno.

Il grafico mostra i profili delle terre rare (REE) in campioni di terreno analizzati in due anni consecutivi per diverse tipologie (RI, SL, MO, BA), permettendo di valutare la riproducibilità del metodo ICP-MS nel tempo.

Le curve dei terreni RI e SL del primo e secondo anno risultano quasi sovrapponibili e le concentrazioni relative degli elementi sono molto simili nei due anni, mostrando variazioni minime su scala logaritmica.

La forma del profilo per ciascun terreno è conservata, con differenze marginali riconducibili probabilmente a variazioni naturali minori nei campioni, errori analitici fisiologici o limiti di quantificazione per elementi a concentrazioni molto basse.

L'analisi è stata condotta anche su un unico campione, il terreno del Riesling, relativo al 1° anno, con tre aliquote diverse:

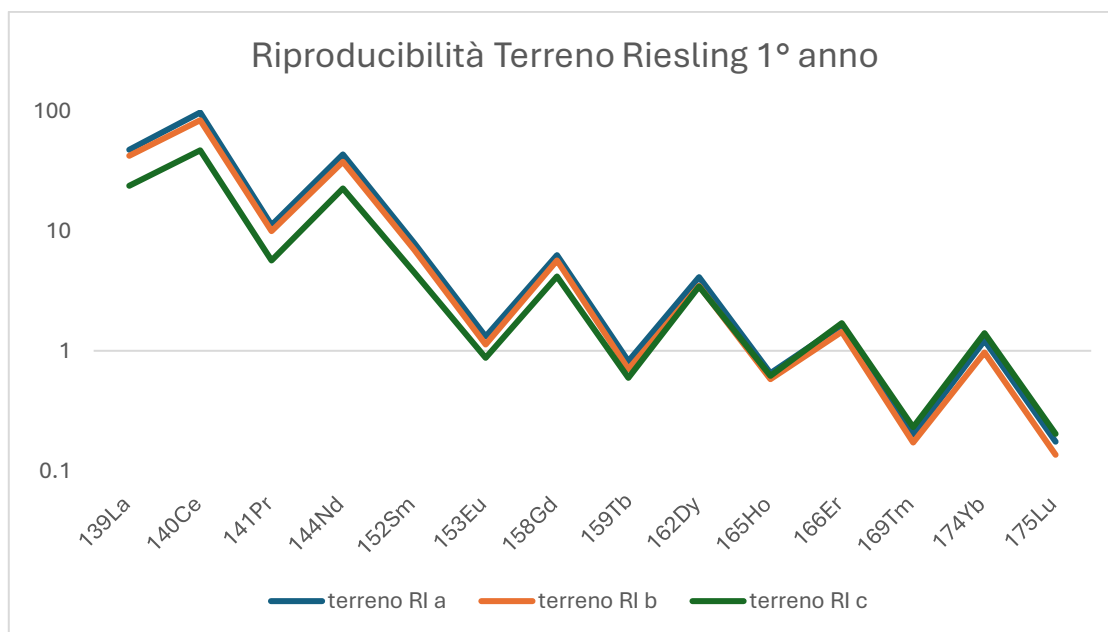


grafico 63 - grafico della riproducibilità del metodo sui terreni del Riesling relativi al 1° anno

Per le tre repliche di terreno (RI a, b, c), le curve quasi identiche su tutto l'intervallo analizzato, rafforzando la robustezza del metodo nella determinazione degli elementi in matrici solide, come il suolo.

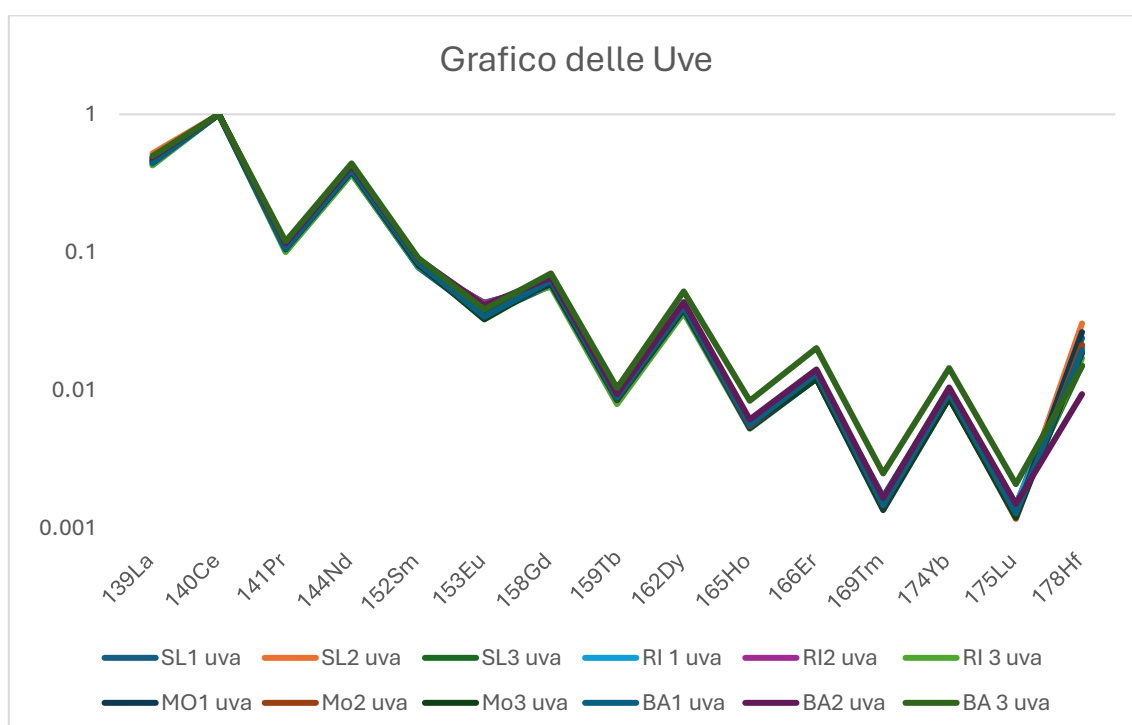


grafico 64 - grafico della riproducibilità del metodo sull'uve del 2° anno.

Anche la riproducibilità del metodo ICP-MS per le uve risulta molto buona, grazie a curve pressoché identiche tra replicati e località, le quali suggeriscono alta precisione analitica,

e a variazioni contenute, compatibili con l'errore tecnico atteso e con la variabilità biologica minima del campione.

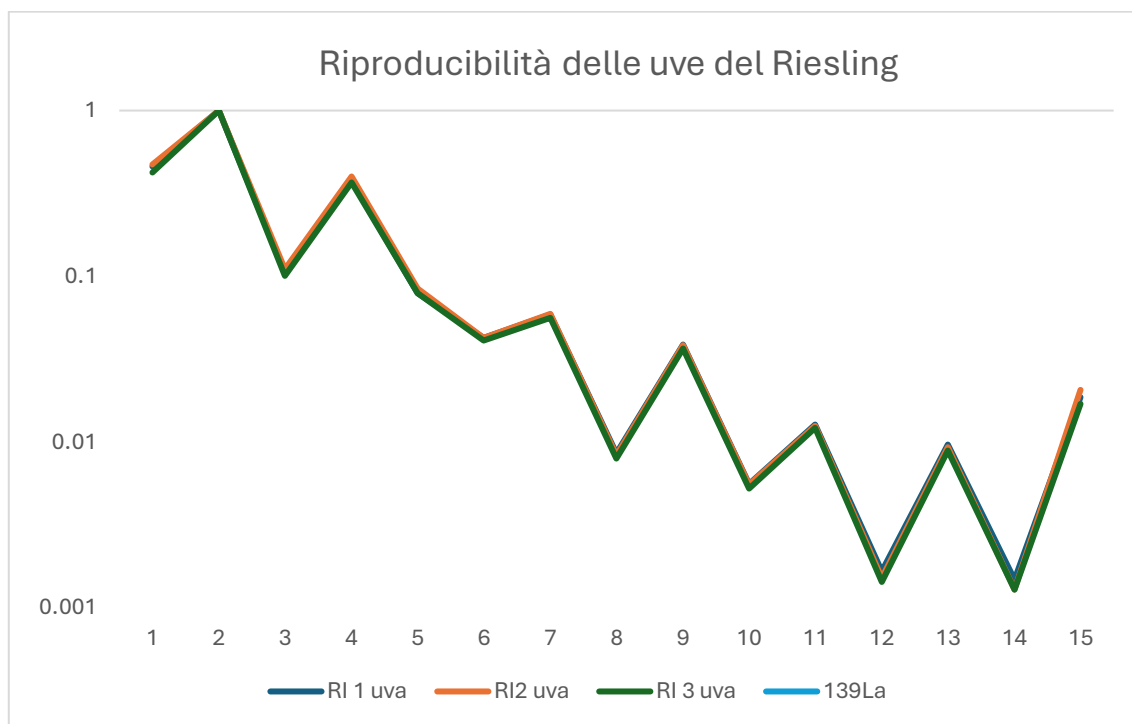


grafico 65 - grafico delle riproducibilità del metodo sulle uve.

Le repliche (RI 1 uva, RI 2 uva, RI 3 uva) risultano perfettamente sovrapponibili, indicando un'elevata precisione intra-campionamento. L'andamento costante e il basso scarto tra le misure confermano che il protocollo è in grado di restituire risultati affidabili su una matrice biologica più eterogenea.

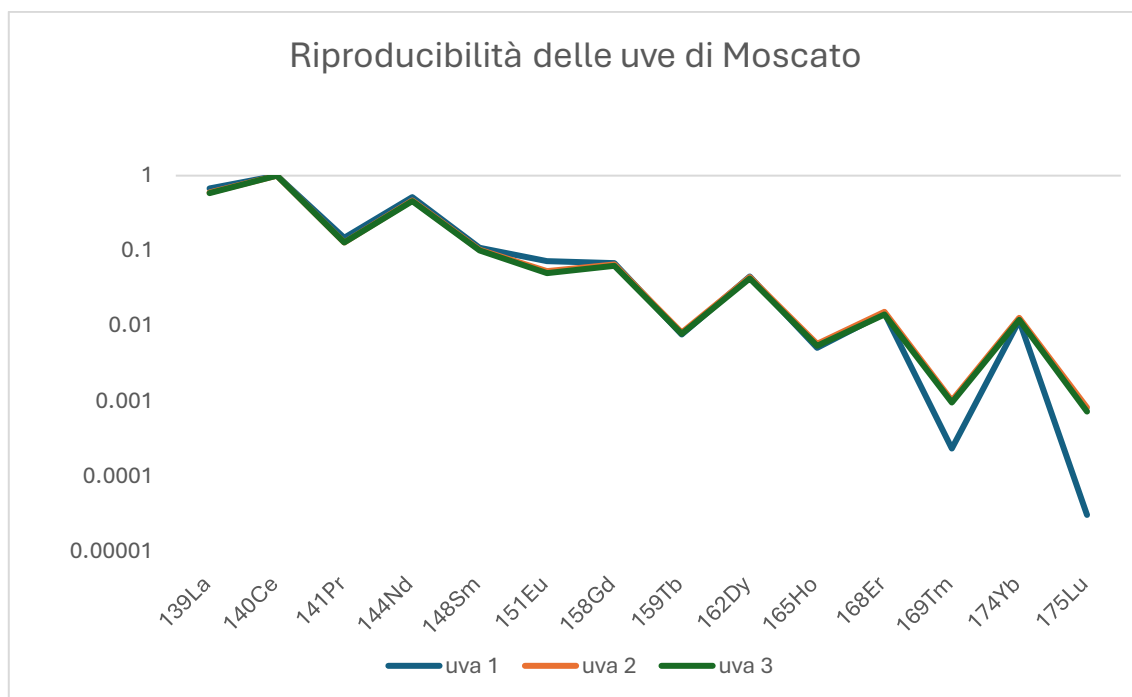


grafico 66 - grafico delle riproducibilità del metodo sulle uve.

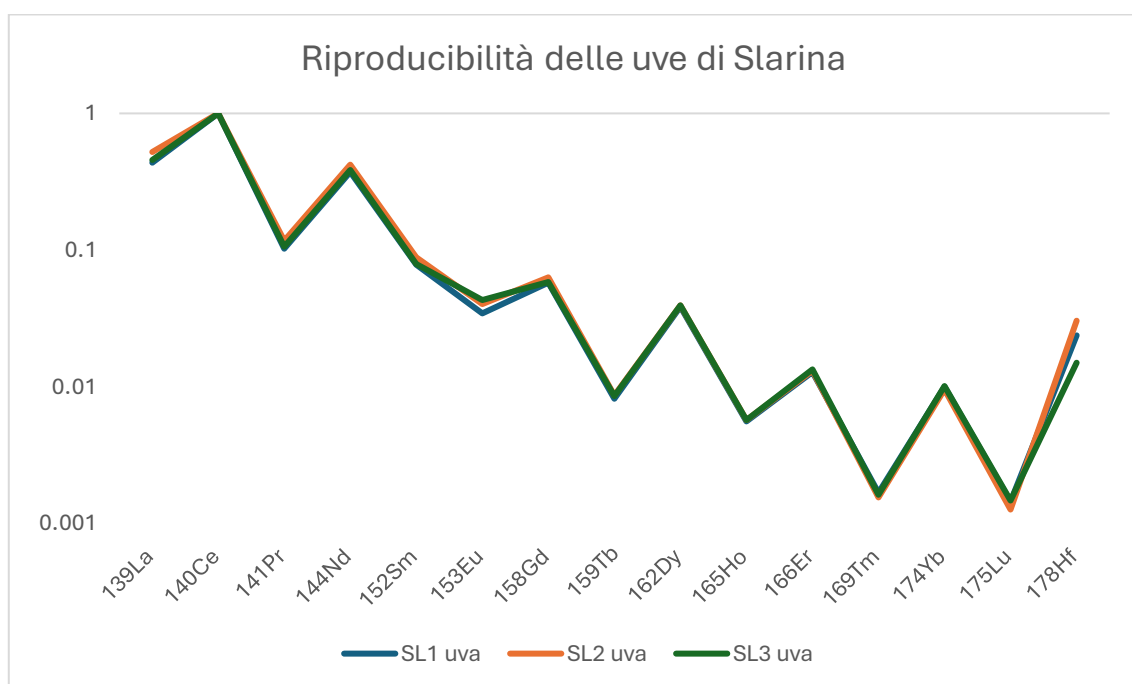


grafico 67 - grafico delle riproducibilità del metodo sulle uve.

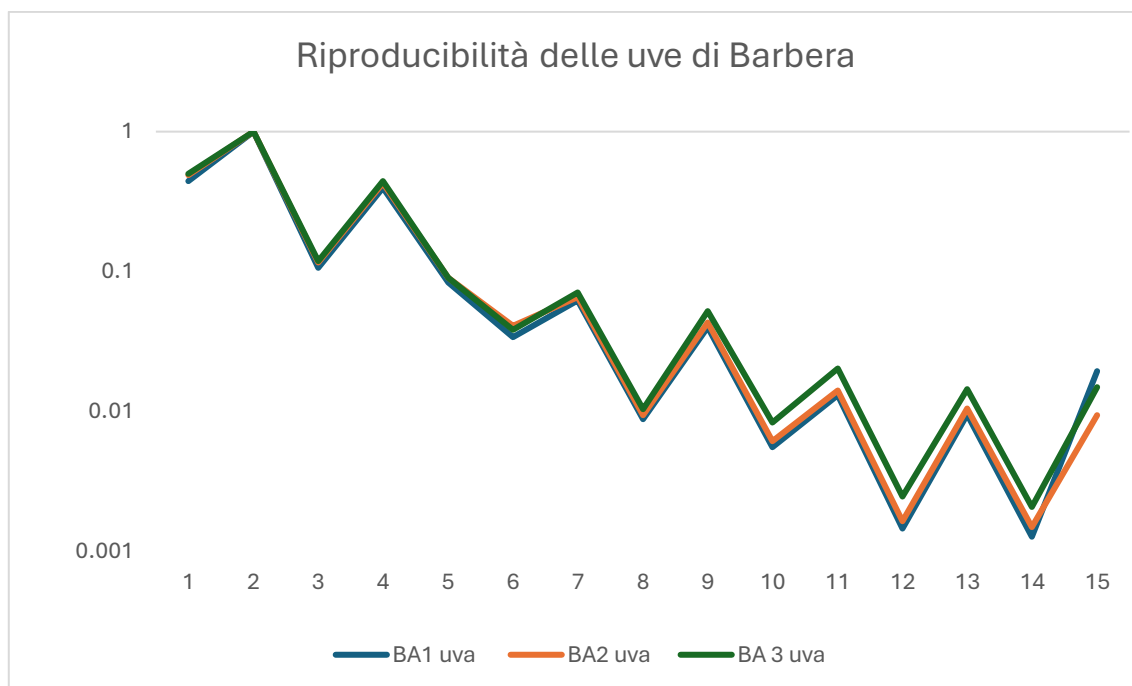


grafico 68 - grafico delle riproducibilità del metodo sulle uve.

Così come per il grafico 65, il grafico 66, 67 e 68 si ha una ridotta variabilità tra i replicati, osservabile in scala logaritmica, e ciò rafforza ulteriormente la validità del metodo adottato sia in termini di precisione che di affidabilità operativa, in accordo con l'andamento costante e il basso scarto tra le misure.

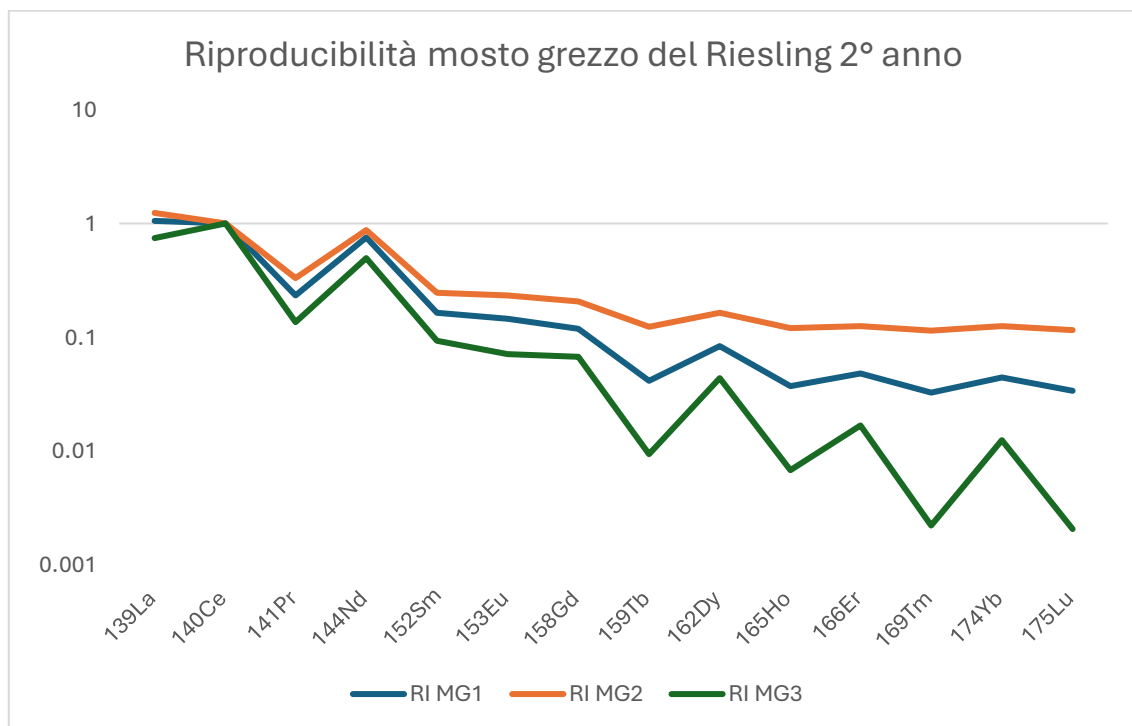


grafico 69 - grafico delle riproducibilità del metodo sul mosto grezzo.

I tre replicati (RI MG1, RI MG2, RI MG3) pur presentando alcune variazioni più marcate alle basse concentrazioni, hanno andamenti sovrapponibili nella maggior parte degli elementi tracciati.

Se si valuta le due annate di sperimentazione:

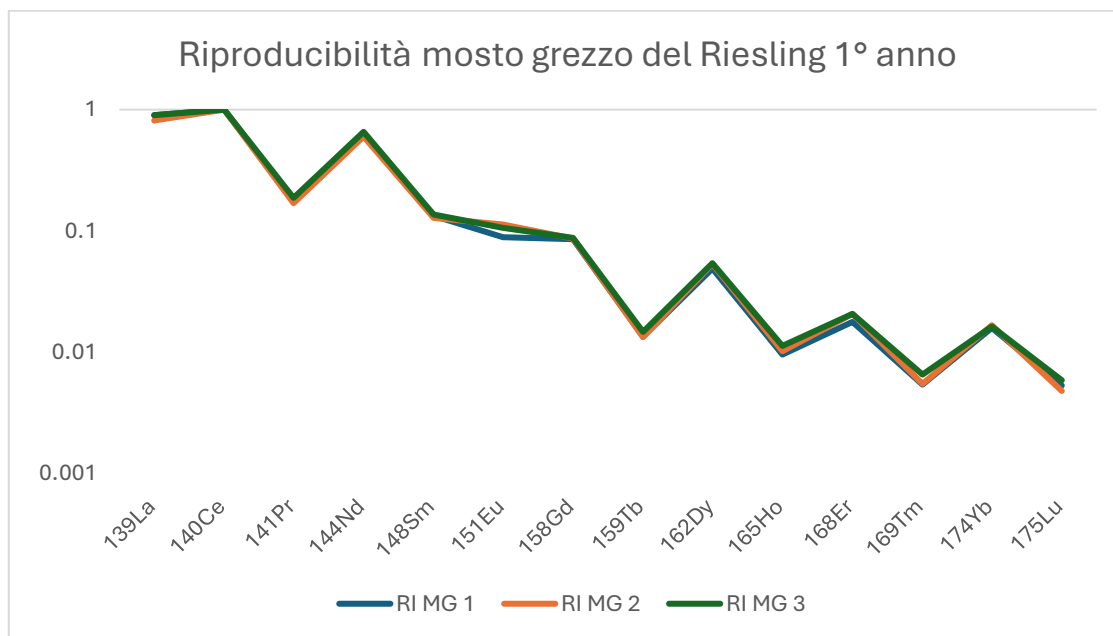


grafico 70 - grafico delle riproducibilità del metodo sul mosto grezzo.

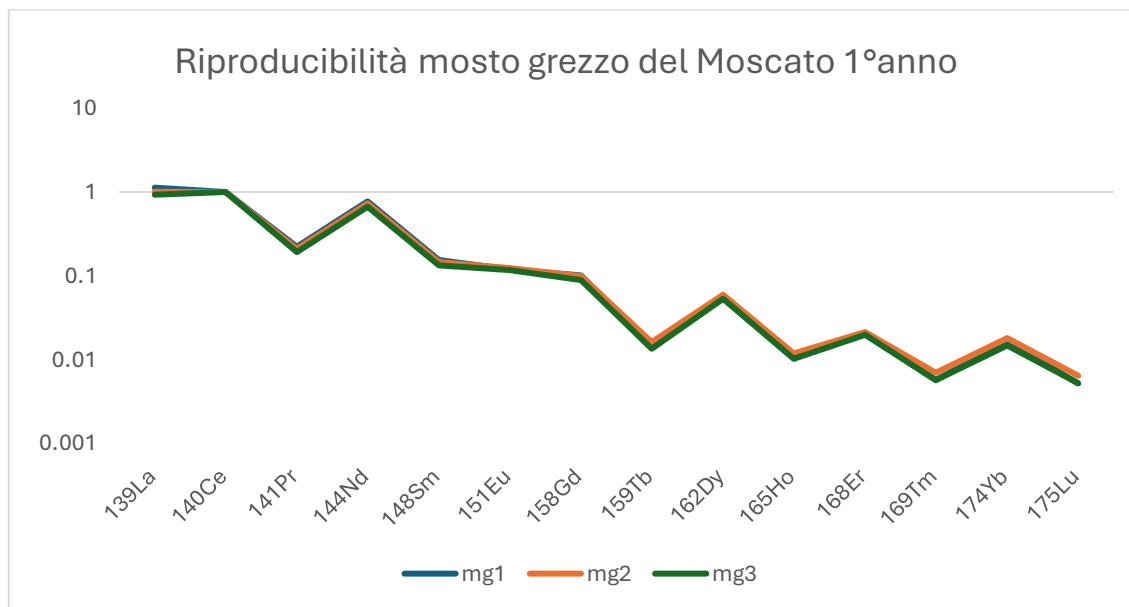


grafico 71- grafico delle riproducibilità del metodo sul mosto grezzo.

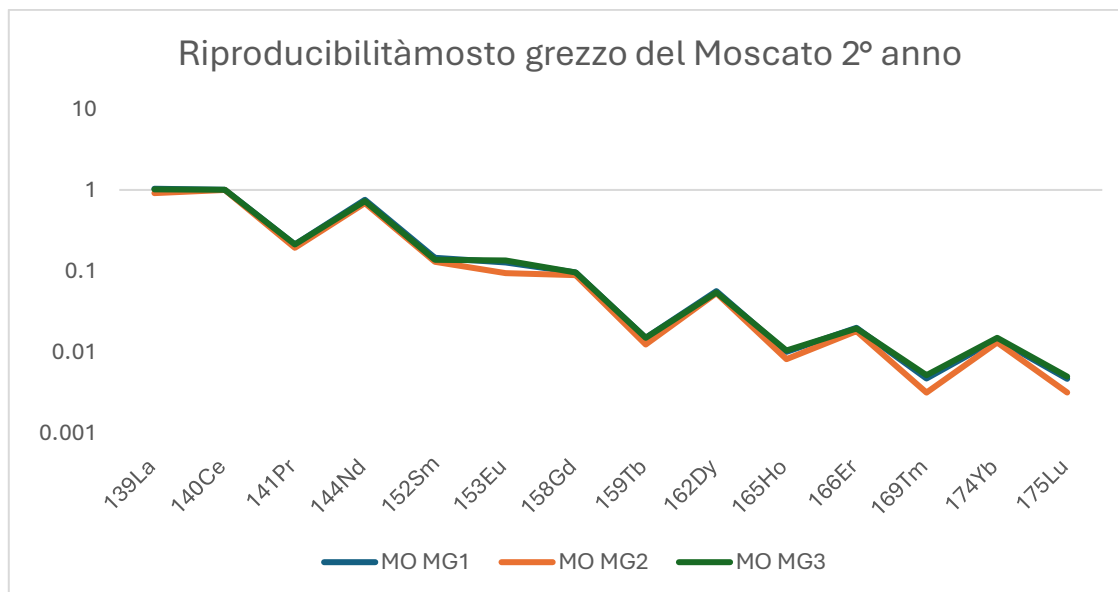


grafico 72 - grafico delle riproducibilità del metodo sul mosto grezzo.

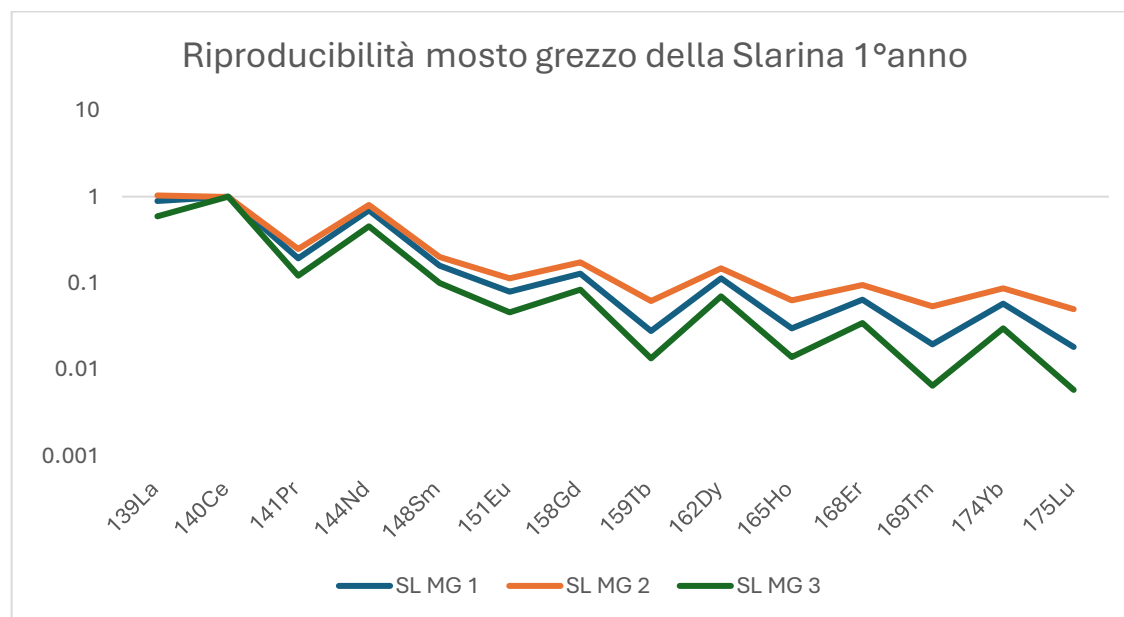


grafico 73 - grafico delle riproducibilità del metodo sul mosto grezzo.

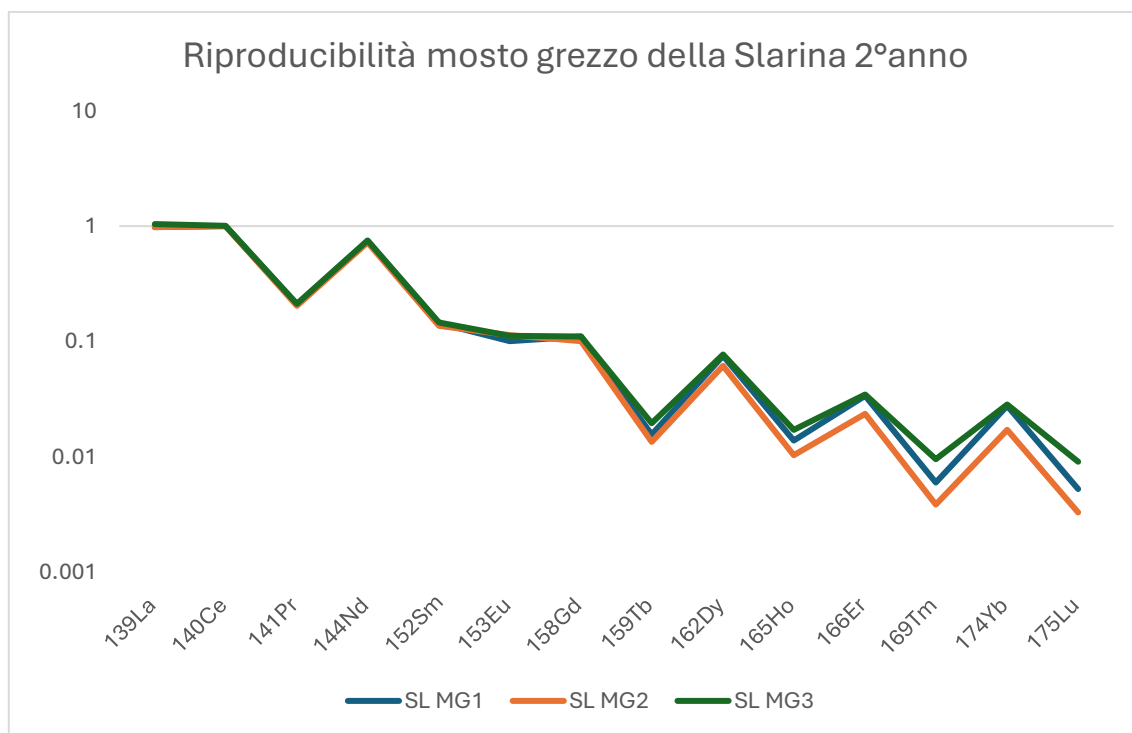


grafico 74 - grafico delle riproducibilità del metodo sul mosto grezzo.

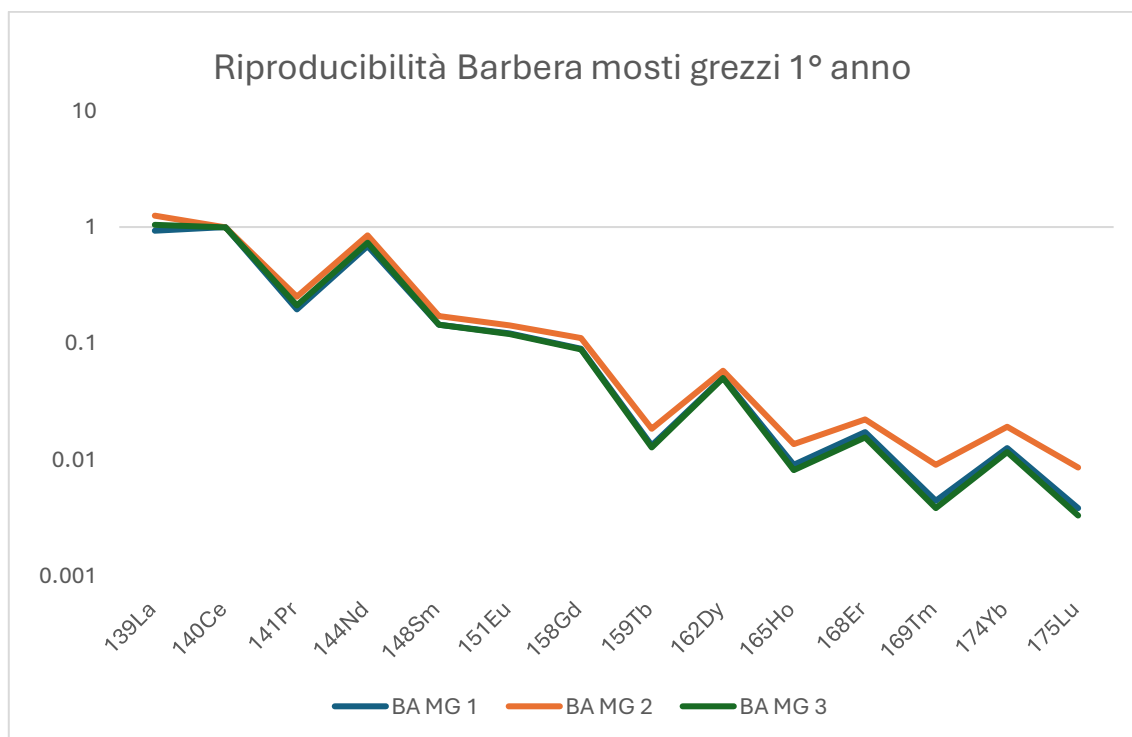


grafico 75 - grafico delle riproducibilità del metodo sul mosto grezzo.

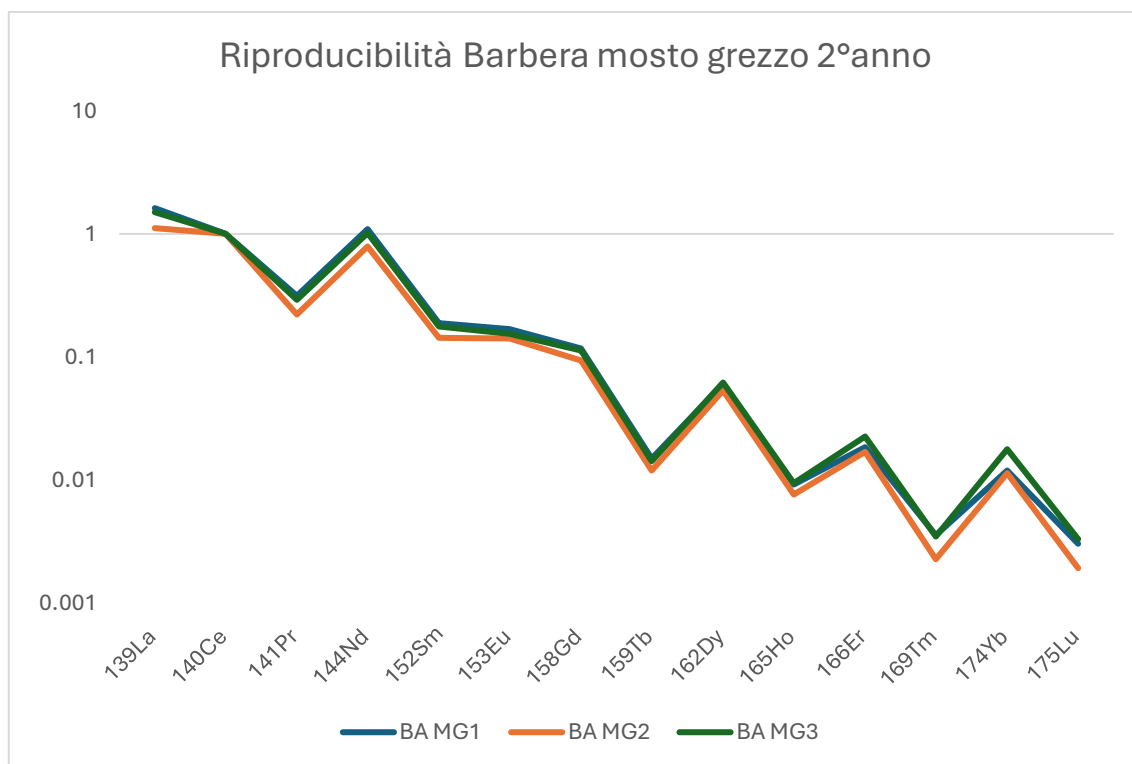


grafico 76 - grafico delle riproducibilità del metodo sul mosto grezzo.

I dati confermano un'ottima riproducibilità, che rende il metodo robusto e adatto a studi comparativi tra annate differenti, confermando che il protocollo è in grado di restituire risultati affidabili su una matrice biologica più eterogenea e complessa, come quella enologica analizzata, e che potrebbe avere la possibile interferenza di altri componenti del mosto.

Nel complesso, i dati evidenziano un'ottima riproducibilità del metodo analitico su tutte le matrici testate (mosto, terreno, uva), ciò rende il metodo idoneo a studi di tracciabilità e caratterizzazione elementale in ambito vitivinicolo.

I dati, espressi in scala logaritmica normalizzata, mostrano come la distribuzione dei REE possa fungere da tracciante sensibile sia per la variabilità annua sia per le differenze nei protocolli di vinificazione.

Bibliografia

Aceto, M., Robotti, E., Oddone, M., Baldizzone, M., Bonifacino, G., Bezzo, G., . . . Marengo, E. (2013). A traceability study on the Moscato wine chain. *Food Chemistry*.

Aceto, M., Bonello, F., Musso, D., Tsolakis, C., Cassino, C., & Osella, D. (2018). Wine Traceability with Rare Earth Elements. *Beverage*.

Rossano, E. C., Szilágyi, Z., Malorni, A., Pocsfalvi, G., (2006) Influence of Winemaking Practices on the Concentration of Rare Earth Elements in White Wines Studied by Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry

Moreno-Arribas, M. V., Polo, M. C. (2009). *Wine Chemistry and Biochemistry*. Springer.

Salmon, J. M. (2006). "Effect of Heat Treatments on Wine Aromas and Microbial Stability." *Bulletin de l'OIV*.

Joel Baker, J., Waight, T., Ulfbeck, D., (2002) Rapid and highly reproducible analysis of rare earth elements by multiple collector inductively coupled plasma mass spectrometry. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. Science Direct.

Bank, T., Roth, E., Tinker, P., Granite, E., (2016) Analysis of Rare Earth Elements in Geologic Samples using Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry. *Topical Report*.

Sanja Asendorf, (2017) Analysis of trace elements and major components in wine with the Thermo Scientific iCAP 7400 ICP-OES. Thermo Fisher Scientific.

Granell, Izquierdo-Llopart, A., Sahuquillo, A., López-Sánchez, J., and Saurina, J., (2022) Characterization of Musts, Wines, and Sparkling Wines Based on Their Elemental Composition Determined by ICP-OES and ICP-MS

Conclusione

In conclusione, l'analisi delle terre rare mediante ICP-MS si conferma un approccio robusto, sensibile e altamente riproducibile, adatto non solo al monitoraggio ambientale ma anche alla valorizzazione e tutela dell'origine dei prodotti vitivinicoli.

L'indagine sperimentale ha confermato il potenziale delle terre rare (REE) come traccianti geochimici efficaci nella filiera enologica, consentendo di valutare con precisione la tracciabilità del vino dalle sue origini pedologiche fino al prodotto finito. I dati ottenuti mediante l'analisi ICP-MS mostrano una chiara correlazione tra il profilo elementare del terreno, dell'uva e del mosto, dimostrando che l'impronta delle REEs viene sostanzialmente mantenuta fino alla fase di trattamento dei mosti. Nel vino finito, invece, si osserva un'attenuazione del segnale, attribuibile principalmente ai processi di vinificazione, chiarifica e trattamento, che comportano una significativa riduzione delle concentrazioni di terre rare e ne modificano il pattern originario.

L'analisi comparativa tra diverse annate e vitigni ha messo in luce come la distribuzione dei lantanidi sia fortemente influenzata da variabili ambientali, quali le condizioni pedoclimatiche, ma anche da fattori tecnologici legati alle modalità di vinificazione e conservazione. Questo suggerisce che le terre rare non solo possono essere utilizzate come marcatori per la tracciabilità geografica, ma anche per identificare caratteristiche temporali e di processo, aprendo così nuove prospettive nell'ambito del controllo e della certificazione dei vini.

Il confronto tra vinificazione standard e micro-vinificazione ha evidenziato che quest'ultima, caratterizzata da un processo più semplice e controllato, consente una maggiore conservazione del profilo REE. Ciò suggerisce che molte delle perdite di elementi si verificano durante le fasi meccaniche e i trattamenti tecnologici tipici della vinificazione convenzionale. Inoltre, l'indagine sulle diverse metodiche di conservazione ha mostrato che il congelamento assicura una maggiore uniformità e stabilità dei profili elementari, migliorando la ripetibilità e l'affidabilità dell'analisi ICP-MS, mentre la pastorizzazione, pur essendo efficace per i vini bianchi, si è rivelata meno adatta per i vini rossi, alterandone in maniera significativa il pattern elementare.

Parallelamente, l'utilizzo dell'ICP-OES ha permesso di ottenere una caratterizzazione dettagliata della composizione elementare, con un'analisi approfondita sia dei macro- che dei microelementi. I risultati hanno dimostrato come la concentrazione di tali elementi

sia, nuovamente, condizionata non solo dalle caratteristiche pedologiche e agronomiche, ma anche dalle fasi e tecniche di vinificazione. In particolare, la micro-vinificazione si è rivelata più efficace nel mantenere profili stabili e omogenei, riducendo la variabilità tipica delle lavorazioni su scala industriale, caratterizzata da maggiori contatti con bucce, lieviti e attrezzature.

L'analisi delle modalità di conservazione ha sottolineato l'importanza di questa fase per l'affidabilità dell'ICP-OES: l'analisi di campioni tal quali permette di rilevare con maggiore sensibilità gli elementi, sebbene con una maggiore variabilità, mentre il congelamento aumenta la stabilità ma può portare a una sottostima di alcuni microelementi a causa di fenomeni fisico-chimici. La pastorizzazione si è dimostrata un buon compromesso, assicurando stabilità e risultati coerenti.

L'approccio integrato di analisi delle terre rare e dei macro/microelementi ha anche permesso di monitorare il rispetto dei limiti normativi, identificando eventuali contaminazioni dovute a pratiche agricole o materiali utilizzati nella vinificazione. Ciò conferma il ruolo fondamentale dell'ICP-OES come strumento imprescindibile per il controllo qualità e la sicurezza alimentare nel settore enologico, fornendo dati precisi e affidabili utili a sostenere strategie di miglioramento produttivo e tutela del consumatore.

Infine, l'alta riproducibilità e precisione dell'ICP-MS sono state confermate su diverse matrici (terreno, uva, mosto), con variazioni minime attribuibili a fenomeni naturali o a limitazioni analitiche marginali. L'attenzione rigorosa al protocollo analitico, dalla preparazione dei campioni alla calibrazione, ha garantito coefficienti di variazione inferiori al 5%, assicurando un'elevata affidabilità dei dati anche a concentrazioni di terre rare nell'ordine dei ppt.

In prospettiva, i risultati ottenuti rafforzano l'utilizzo dell'ICP-MS per studi comparativi tra annate, zone di produzione e tecniche di vinificazione, rappresentando un valido supporto per la costruzione di sistemi di tracciabilità geochimica del vino. L'approccio combinato ICP-MS/ICP-OES si configura quindi come una strategia robusta, sensibile e altamente riproducibile per il monitoraggio ambientale, la valorizzazione e la tutela dell'origine dei prodotti vitivinicoli, aprendo nuove strade per la certificazione dell'autenticità, la valutazione dell'impatto delle pratiche agronomiche ed enologiche e il miglioramento complessivo della qualità del vino.

Appendice

Tabella 1.

Risultati dei campioni di terreno relativi l’analisi dei lantanidi eseguita con procedure di ICP-MS

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	152Sm	153Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	166Er	169Tm	174Yb	175Lu
terreno RI a	4,779869	9,837054	1,127282	4,418648	0,803921	0,133311	0,636277	0,083093	0,416284	0,065871	0,165651	0,020013	0,123757	0,017755
terreno RI b	4,846089	9,548246	1,142648	4,315156	0,789475	0,128322	0,644497	0,0807	0,398188	0,066647	0,164612	0,019615	0,110053	0,015548
terreno RI c	2,474408	4,90858	0,592546	2,376935	0,470698	0,091347	0,434725	0,062173	0,359547	0,064908	0,178521	0,024062	0,146291	0,021274
terreno SL	2,297462	4,526858	0,565327	2,226583	0,447038	0,086738	0,400428	0,057223	0,335482	0,062468	0,169725	0,021895	0,132853	0,019101
terreno MO	2,537529	5,073998	0,625677	2,527184	0,5343	0,10455	0,464779	0,066834	0,37725	0,068194	0,180208	0,024291	0,146068	0,020515
terreno BA	1,766864	3,455035	0,451892	1,842621	0,382727	0,078003	0,35127	0,050945	0,293784	0,055495	0,151783	0,020649	0,122807	0,01796
terreno RI (2°)	3,000359	5,830975	0,756583	3,008432	0,630402	0,12227	0,579335	0,085059	0,49153	0,090736	0,249267	0,033506	0,202567	0,029629
terreno SL (2°)	3,257556	5,842461	0,835175	3,40227	0,740246	0,14427	0,670178	0,099477	0,576482	0,107406	0,296964	0,0393	0,236812	0,034713

Tabella 2.

Tabella dei dati normalizzati al Ce dei campioni di terreno (ICP-MS)

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	152Sm	153Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	166Er	169Tm	174Yb	175Lu
terreno RI a	0,485905		1 0,114595	0,449184	0,081724	0,013552	0,064682	0,008447	0,042318	0,006696	0,016839	0,002034	0,012581	0,001805
terreno RI b	0,507537		1 0,119671	0,451932	0,082683	0,013439	0,067499	0,008452	0,041703	0,00698	0,01724	0,002054	0,011526	0,001628
terreno RI c	0,504098		1 0,120716	0,484241	0,095893	0,01861	0,088564	0,012666	0,073249	0,013223	0,036369	0,004902	0,029803	0,004334
terreno SL	0,507518		1 0,124883	0,491861	0,098752	0,019161	0,088456	0,012641	0,074109	0,0138	0,037493	0,004837	0,029348	0,004219
terreno MO	0,500104		1 0,123311	0,498066	0,105302	0,020605	0,0916	0,013172	0,07435	0,01344	0,035516	0,004787	0,028788	0,004043
terreno BA	0,511388		1 0,130792	0,533315	0,110774	0,022577	0,101669	0,014745	0,085031	0,016062	0,043931	0,005976	0,035544	0,005198
terreno RI (2°)	0,514555		1 0,129752	0,51594	0,108113	0,020969	0,099355	0,014587	0,084296	0,015561	0,042749	0,005746	0,03474	0,005081
terreno SL (2°)	0,557566		1 0,142949	0,582335	0,126701	0,024693	0,114708	0,017027	0,098671	0,018384	0,050829	0,006727	0,040533	0,005942

Tabella 3.

Risultati dei campioni di uva del Riesling (2023-2024) relativi l’analisi dei lantanidi eseguita con procedure di ICP-MS

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	148Sm	151Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	168Er	169Tm	174Yb	175Lu
una 1	0,009976	0,014558	0,002136	0,007575	0,001568	0,001108	0,000962	8,1E-05	0,000583	3,62E-05	0,000158	-2,8E-05	0,000117	-2,8E-05
uva 2	0,006324	0,010641	0,001302	0,004696	0,001003	0,000556	0,000651	5,2E-05	0,000406	2,89E-05	0,000121	-1,6E-05	9,37E-05	-1,5E-05
unva 3	0,013881	0,022057	0,003064	0,010822	0,002237	0,001302	0,001441	0,000152	0,00096	9,68E-05	0,00031	-7,5E-06	0,000256	-1E-05

Tabella 4.

Risultati dei campioni di mosto congelato del Riesling (2023-2024) relativi l’analisi dei lantanidi eseguita con procedure di ICP-MS

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	148Sm	151Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	168Er	169Tm	174Yb	175Lu
mosto 1	0,01656	0,015356	0,003532	0,012044	0,002385	0,001503	0,001615	0,00024	0,001019	0,000179	0,000394	6,85E-05	0,000301	6,39E-05
mosto 2	0,019014	0,018976	0,003884	0,012881	0,002529	0,001759	0,001603	0,000226	0,000954	0,000154	0,000351	5,37E-05	0,000263	4,92E-05
mosto 3	0,027209	0,053517	0,007167	0,025228	0,005441	0,004005	0,004853	0,000563	0,002638	0,000431	0,000994	0,000143	0,00081	0,000128

Tabella 5.

Risultati dei campioni di Riesling vinificato in Araldica (2023-2024) relativi l’analisi dei lantanidi eseguita con procedure di ICP-MS

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	148Sm	151Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	168Er	169Tm	174Yb	175Lu
Ri 1	0,311636	0,985771	0,133735	0,4055	0,170653	0,063414	0,111381	0,047472	0,130956	0,045025	0,074428	0,041392	0,065111	0,042767
Ri 2	0,152352	0,326524	0,050503	0,181934	0,057766	0,023552	0,040166	0,014777	0,041193	0,017026	0,028411	0,011063	0,02728	0,011884
Ri 3	-0,00332	0,007606	0,002332	0,010918	0,000984	0,004686	0,003006	0,003711	0,006119	0,003289	0,006645	0,003048	0,003428	0,003217
Ri 4	-0,02686	-0,03989	-0,00582	-0,01921	-0,003	0,000305	-0,00283	0,000336	-0,00017	-0,00018	0,002201	-0,00092	-0,00197	-0,00186
Ri 5	-0,03286	-0,05472	-0,01053	-0,02398	-0,01301	-0,00154	-0,00749	-0,00227	-0,00456	-0,00304	-0,00318	-0,00296	-0,004	-0,00413
Ri 6	-0,03354	-0,04616	-0,01178	-0,02401	-0,01103	-0,00308	-0,00787	-0,00331	-0,00535	-0,00372	-0,00412	-0,00409	-0,00503	-0,00555
Ri 7	-0,0373	-0,06243	-0,01363	-0,03372	-0,01414	-0,00452	-0,01047	-0,00453	-0,00726	-0,00471	-0,0048	-0,00494	-0,00526	-0,00646
Ri 8	0,031005	0,009052	0,016039	0,036673	-0,64567	0,000254	-0,00201	-0,00451	0,00922	-0,00463	0,005982	-0,00271	-0,00316	-0,00591

Tabella 6.

Tabella dei dati normalizzati al Ce dei campioni di uva del Riesling (2023-2024) (ICP-MS)

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	148Sm	151Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	168Er	169Tm	174Yb	175Lu
uva 1	0,685255	1	0,146711	0,520347	0,1077	0,076104	0,066064	0,005562	0,040013	0,002485	0,010859	-0,00191	0,008025	-0,00192
uva 2	0,59432	1	0,122384	0,441331	0,09427	0,052291	0,06122	0,004886	0,038109	0,002716	0,011361	-0,00152	0,00881	-0,00144
uva 3	0,629316	1	0,138917	0,490618	0,101426	0,059013	0,065308	0,006899	0,043511	0,00439	0,014066	-0,00034	0,011623	-0,00045

Tabella 7.

Tabella dei dati normalizzati al Ce dei campioni di mosto congelato del Riesling (2023-2024) (ICP-MS)

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	148Sm	151Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	168Er	169Tm	174Yb	175Lu
mosto 1	1,078426	1	0,229984	0,784279	0,155312	0,097899	0,105184	0,015599	0,066377	0,011683	0,02569	0,004458	0,019595	0,00416
mosto 2	1,001977	1	0,204661	0,678788	0,133248	0,09272	0,084468	0,011928	0,050294	0,008125	0,018511	0,00283	0,013842	0,002594
mosto 3	0,508414	1	0,13392	0,471398	0,101667	0,07483	0,09068	0,01052	0,049295	0,008047	0,018568	0,00267	0,015135	0,002397

Tabella 8.

Tabella dei dati normalizzati al Ce dei campioni di Riesling vinificato in Araldica (2023-2024) (ICP-MS)

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	148Sm	151Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	168Er	169Tm	174Yb	175Lu
Ri 1	0,316134	1	0,135666	0,411353	0,173116	0,064329	0,112989	0,048157	0,132846	0,045675	0,075503	0,041989	0,066051	0,043384
Ri 2	0,466585	1	0,154668	0,557184	0,176913	0,072128	0,123012	0,045255	0,126156	0,052143	0,08701	0,03388	0,083545	0,036396
Ri 3	-0,43712	1	0,306519	1,435401	0,129368	0,616114	0,395178	0,487829	0,804424	0,432415	0,873574	0,400733	0,450659	0,422941
Ri 4	0,673333	1	0,145982	0,481695	0,075328	-0,00763	0,071017	-0,00843	0,004346	0,004581	-0,05518	0,02306	0,049397	0,046692
Ri 5	0,600598	1	0,192444	0,438286	0,23784	0,028137	0,136934	0,041556	0,083323	0,055505	0,058089	0,054059	0,073024	0,075428
Ri 6	0,726579	1	0,255172	0,520204	0,238958	0,066711	0,17054	0,071681	0,115915	0,080543	0,089283	0,088573	0,109082	0,12014
Ri 7	0,597505	1	0,218296	0,540074	0,22652	0,07236	0,167791	0,07253	0,116295	0,075498	0,076862	0,079163	0,084329	0,103406
Ri 8	3,425018	1	1,771797	4,05121	-71,3253	0,02811	-0,22165	-0,49871	1,018533	-0,51159	0,660804	-0,29948	-0,34891	-0,65231

Tabella 9.

Risultati dei campioni di Riesling micro-vinificato (2023-2024) relativi l’analisi dei lantanidi eseguita con procedure di ICP-MS

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	148Sm	151Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	168Er	169Tm	174Yb	175Lu
RI MG1	0,038136	0,04225	0,007545	0,026703	0,005606	0,003733	0,003594	0,00057	0,00206	0,000406	0,000749	0,000227	0,000666	0,000224
RI MG2	0,036386	0,044447	0,007569	0,02657	0,005699	0,005009	0,003841	0,000593	0,00239	0,000452	0,000914	0,000243	0,00074	0,000213
RI MG3	0,028209	0,031352	0,005843	0,020607	0,004267	0,00332	0,00276	0,000458	0,001701	0,000352	0,000647	0,000206	0,000506	0,000184
RI MC1	0,021928	0,017284	0,004308	0,014797	0,002945	0,002297	0,001864	0,000388	0,001075	0,000311	0,000458	0,000244	0,000374	0,000233
RI MC2	0,044451	0,040204	0,008423	0,028672	0,005525	0,005116	0,003466	0,000538	0,001865	0,000368	0,000629	0,000236	0,000524	0,000223
RI MC3	0,014549	0,015195	0,00297	0,010112	0,00224	0,001618	0,001444	0,000285	0,0009	0,000228	0,000404	0,000187	0,00034	0,000172
RI VI	0,004062	0,009252	0,000369	0,040766	0,005842	0,000266	0,002416	0,00046	0,006872	0,004216	0,008005	0,006488	0,014731	0,009737
RI VIF	0,012431	0,026786	0,005865	0,077181	0,004339	0,003389	0,008805	0,004441	0,012349	0,007259	0,017289	0,010424	0,020805	0,01106

Tabella 10.

Tabella dei dati normalizzati al Ce dei campioni di Riesling micro-vinificato (2023-2024) (ICP-MS)

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	148Sm	151Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	168Er	169Tm	174Yb	175Lu
RI MG1	0,902621	1	0,178571	0,632015	0,132687	0,088367	0,085064	0,013486	0,048747	0,009608	0,017719	0,005381	0,015759	0,005299
RI MG2	0,818657	1	0,170289	0,597803	0,12823	0,112706	0,086426	0,013341	0,053772	0,010174	0,020553	0,005466	0,016646	0,004784
RI MG3	0,899772	1	0,186356	0,657294	0,136114	0,105908	0,088022	0,014597	0,054247	0,011223	0,02065	0,006557	0,016153	0,005862
RI MC1	1,26866	1	0,249225	0,856109	0,170411	0,132915	0,107851	0,022452	0,062187	0,017996	0,02649	0,014107	0,021634	0,013484
RI MC2	1,10563	1	0,209504	0,713155	0,137418	0,127254	0,086214	0,01337	0,046391	0,009154	0,015651	0,005878	0,013028	0,005543
RI MC3	0,957485	1	0,195438	0,665504	0,147422	0,106498	0,095033	0,018745	0,059198	0,014986	0,026564	0,012291	0,022365	0,011292
RI VI	0,439024	1	0,039896	4,40614	0,631381	0,028725	0,261136	0,049699	0,742737	0,455673	0,86521	0,701206	1,592137	1,052399
RI VIF	0,464084	1	0,218964	2,881367	0,162001	0,126504	0,328701	0,165782	0,461026	0,270988	0,645444	0,389159	0,776689	0,412899

Tabella 11.

Risultati dei campioni di uva del Moscato (2023-2024) relativi l’analisi dei lantanidi eseguita con procedure di ICP-MS

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	148Sm	151Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	168Er	169Tm	174Yb	175Lu
uva 1	0,016541	0,024556	0,003625	0,01272	0,002657	0,001793	0,001678	0,000186	0,00111	0,000125	0,000359	5,62E-06	0,00029	7,36E-07
uva 2	0,024768	0,041672	0,005397	0,01933	0,00426	0,002215	0,002726	0,000341	0,00186	0,000237	0,000632	4,15E-05	0,000535	3,37E-05
uva 3	0,027547	0,046852	0,006041	0,021509	0,004687	0,002366	0,002959	0,000367	0,001992	0,00025	0,000654	4,45E-05	0,000556	3,35E-05

Tabella 12.

Risultati dei campioni di Moscato vinificato in Araldica (2023-2024) relativi l’analisi dei lantanidi eseguita con procedure di ICP-MS

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	148Sm	151Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	168Er	169Tm	174Yb	175Lu
MO2	0,190387	0,74569	0,049469	0,192452	0,031013	0,007309	0,035096	0,003809	0,036712	0,005066	0,015575	-0,00139	0,011565	-0,00315
MO3	0,121594	0,287784	0,031384	0,17122	0,008903	0,006057	0,027358	0,002373	0,033491	0,002898	0,013049	-0,00253	0,006344	-0,00591
MO4	0,01329	0,359176	-0,00419	-0,006	-0,01898	-0,00523	-0,00736	-0,00569	-0,00345	-0,0064	-0,00582	-0,00702	-0,00655	-0,00868
MO5	-0,01621	0,012633	-0,01113	-0,01553	-0,02057	-0,00414	-0,0066	-0,00374	-0,00334	-0,00444	-0,0024	-0,0047	-0,00412	-0,00584
MO6	-0,03378	-0,05521	-0,01311	-0,0293	-0,01691	-0,00575	-0,0094	-0,00498	-0,00654	-0,00581	-0,00457	-0,00571	-0,00535	-0,00643
MO7	0,569277	1,090254	0,157896	0,622444	0,157294	0,025463	0,128814	0,015944	0,108589	0,017423	0,058117	0,003812	0,049335	0,002201

Tabella 13.

Tabella dei dati normalizzati al Ce dei campioni di uva del Moscato (2023-2024) (ICP-MS)

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	148Sm	151Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	168Er	169Tm	174Yb	175Lu	
uva 1	0,673623		1	0,147644	0,517998	0,108218	0,073006	0,068319	0,007557	0,045219	0,005093	0,014614	0,000229	0,0118	3E-05
uva 2	0,594361		1	0,129516	0,46385	0,102229	0,053165	0,065419	0,008172	0,044625	0,005681	0,015175	0,000995	0,012839	0,000809
uva 3	0,587954		1	0,128935	0,459088	0,100046	0,050503	0,063148	0,007833	0,042515	0,005331	0,013949	0,00095	0,011873	0,000716

Tabella 14.

Tabella dei dati normalizzati al Ce dei campioni di Moscato vinificato in Araldica (2023-2024) (ICP-MS)

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	148Sm	151Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	168Er	169Tm	174Yb	175Lu	
MO2	0,255316		1	0,066341	0,258085	0,04159	0,009801	0,047065	0,005109	0,049232	0,006794	0,020887	-0,00187	0,015509	-0,00423
MO3	0,42252		1	0,109053	0,59496	0,030937	0,021046	0,095063	0,008245	0,116374	0,010072	0,045342	-0,0088	0,022044	-0,02052
MO4	0,037001		1	-0,01167	-0,0167	-0,05286	-0,01455	-0,0205	-0,01585	-0,0096	-0,01781	-0,01619	-0,01953	-0,01825	-0,02416
MO5	-1,28305		1	-0,88117	-1,22925	-1,62807	-0,3281	-0,52254	-0,2958	-0,26443	-0,35163	-0,19014	-0,37215	-0,32633	-0,4624
MO6	0,611958		1	0,237533	0,530715	0,306261	0,104197	0,170266	0,090255	0,118513	0,105233	0,082872	0,103349	0,096869	0,116549
MO7	0,522151		1	0,144825	0,570917	0,144273	0,023355	0,118151	0,014624	0,0996	0,015981	0,053306	0,003496	0,045251	0,002019

Tabella 15.

Risultati dei campioni di Moscato micro-vinificato (2023-2024) relativi l’analisi dei lantanidi eseguita con procedure di ICP-MS

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	148Sm	151Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	168Er	169Tm	174Yb	175Lu
MO MG 1	0,039758	0,035292	0,007814	0,027145	0,005401	0,004217	0,00356	0,000506	0,001944	0,000369	0,000708	0,000201	0,000582	0,000182
MO MG 2	0,037927	0,037696	0,007884	0,027668	0,005441	0,004649	0,003717	0,00061	0,002234	0,000448	0,000801	0,000259	0,000676	0,000241
MO MG3	0,040278	0,043294	0,008283	0,028973	0,005708	0,005027	0,003848	0,000587	0,002298	0,000443	0,000858	0,000247	0,000643	0,000226
MO MC1	0,036267	0,036985	0,007192	0,025459	0,005019	0,004073	0,003431	0,000439	0,001874	0,000287	0,000606	0,000118	0,000539	0,000103
MO MC2	0,029442	0,025222	0,005949	0,019956	0,004021	0,003307	0,002744	0,000605	0,001576	0,000513	0,00074	0,000412	0,000673	0,000381
MO MC3	0,042321	0,054905	0,008968	0,031268	0,006667	0,005458	0,004276	0,000562	0,00244	0,000357	0,000772	0,000132	0,000546	0,000115
MO VI	0,007769	0,012253	0,000123	0,062024	0,011381	0,001395	0,003131	0,001485	0,00565	0,004338	0,009955	0,006153	0,007985	0,007311
MO VIF	0,018565	0,022431	0,008839	0,149168	0,023604	0,009236	0,013485	0,010511	0,01509	0,012025	0,016955	0,015711	0,019234	0,015962

Tabella 16.

Tabella dei dati normalizzati al Ce dei campioni di Moscato micro-vinificato (2023-2024) (ICP-MS)

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	148Sm	151Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	168Er	169Tm	174Yb	175Lu	
MO MG 1	1,126548		1	0,221399	0,76917	0,153025	0,119493	0,100873	0,014338	0,055092	0,010445	0,020072	0,005695	0,016491	0,005169
MO MG 2	1,006146		1	0,20914	0,733988	0,144327	0,12334	0,098594	0,016189	0,059257	0,011888	0,021246	0,006882	0,01794	0,006407
MO MG3	0,930355		1	0,191311	0,669225	0,131834	0,116111	0,088883	0,013552	0,053084	0,010235	0,019827	0,005715	0,014846	0,005221
MO MC1	0,98057		1	0,194447	0,688341	0,135689	0,110133	0,092765	0,011862	0,050667	0,007752	0,016388	0,0032	0,014583	0,002775
MO MC2	1,167317		1	0,235877	0,79124	0,159422	0,131111	0,108813	0,024	0,062482	0,020353	0,029345	0,016329	0,02669	0,015101
MO MC3	0,770807		1	0,163334	0,5695	0,121422	0,099416	0,077876	0,010228	0,044438	0,006502	0,014057	0,002402	0,009945	0,002094
MO VI	0,63406		1	0,010041	5,061775	0,928782	0,113869	0,25551	0,121157	0,461107	0,354035	0,812453	0,502133	0,651614	0,596661
MO VIF	0,827649		1	0,39405	6,65012	1,052314	0,411733	0,601196	0,468577	0,67275	0,536077	0,755883	0,700432	0,857462	0,711629

Tabella 17.

Risultati dei campioni di uva della Slarina (2023-2024) relativi l’analisi dei lantanidi eseguita con procedure di ICP-MS

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	148Sm	151Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	168Er	169Tm	174Yb	175Lu
uva 1	0,009579493	0,013852	0,001834	0,006558	0,00139	0,001049	0,000862	6,52E-05	0,00052	2,98E-05	0,000145	-2,9E-05	0,000107	-2,8E-05
uva 2	0,012518885	0,0182	0,00266	0,009428	0,002107	0,001202	0,001286	0,000133	0,000856	8,16E-05	0,00027	-1,1E-05	0,000215	-1,2E-05
uva 3	0,027394142	0,049563	0,00593	0,020644	0,004648	0,002406	0,002842	0,000347	0,001866	0,000238	0,000634	4,03E-05	0,000525	2,9E-05

Tabella 18.

Risultati dei campioni di Slarina vinificata in Araldica (2023-2024) relativi l’analisi dei lantanidi eseguita con procedure di ICP-MS

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	148Sm	151Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	168Er	169Tm	174Yb	175Lu
SL M1	0,036406419	0,060308	0,006025	0,021964	0,004696	0,002075	0,003463	0,00065	0,002498	0,000582	0,001246	0,000322	0,001062	0,000327
SL M2	0,034111339	0,043194	0,007776	0,027736	0,006044	0,003018	0,004584	0,000743	0,00374	0,000735	0,001888	0,000299	0,001653	0,000296
SL M3	0,038511337	0,05492	0,009082	0,032342	0,00679	0,004317	0,005328	0,000836	0,004201	0,000765	0,001884	0,000281	0,001629	0,000263
SL2	1,066535631	1,922193	0,256115	1,029174	0,29115	0,064464	0,200705	0,035337	0,151913	0,032922	0,072679	0,01451	0,046068	0,012241
SL3	0,006428264	0,027631	0,006326	-0,01791	0,007579	0,00016	0,005157	-0,00174	0,004157	-0,00135	0,001155	-0,00203	-0,00263	-0,00299
SL4	0,003773915	0,002635	0,000271	-0,03474	0,01147	-0,00144	0,00056	-0,00362	0,000965	-0,00361	-0,00017	-0,00379	-0,00256	-0,00506
SL5	0,046358606	0,058665	0,006006	-0,01015	0,005746	0,00172	0,007941	-0,00153	0,005113	-0,00122	0,003614	-0,00222	0,000116	-0,00346
SL6	2,391001616	3,113359	0,471171	1,921135	0,452438	0,086425	0,406282	0,058388	0,377111	0,077698	0,228614	0,028944	0,17865	0,022541
SL7	0,020719205	0,065822	0,002715	0,048128	0,019314	0,000626	0,0142	-0,00239	0,009437	-0,0039	-0,00054	-0,00581	-0,0036	-0,00753
SL8	-0,02317746	-0,03679	-0,01014	-0,02123	-0,02418	-0,00638	-0,00706	-0,0068	-0,00595	-0,00752	-0,0064	-0,00797	-0,00775	-0,00942
SL9	-0,01645921	-0,02839	-0,01381	-0,01986	-0,01629	-0,00763	-0,01094	-0,00751	-0,00821	-0,00813	-0,00792	-0,0083	-0,00801	-0,00965
SL10	-0,03552762	-0,06751	-0,01864	-0,03664	-0,0198	-0,00915	-0,01357	-0,00795	-0,01045	-0,00824	-0,00846	-0,008	-0,00851	-0,00931

Tabella 19.

Tabella dei dati normalizzati al Ce dei campioni di uva della Slarina (2023-2024) (ICP-MS)

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	148Sm	151Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	168Er	169Tm	174Yb	175Lu
uva 1	0,691565094	1	0,13243	0,473435	0,100326	0,075718	0,062205	0,004706	0,037505	0,002154	0,010441	-0,00213	0,007693	-0,00205
uva 2	0,687855673	1	0,14614	0,518014	0,115782	0,066052	0,070647	0,007297	0,047037	0,004482	0,014809	-0,00059	0,011789	-0,00067
uva 3	0,552709084	1	0,119653	0,416515	0,093772	0,048535	0,05734	0,006998	0,03765	0,004797	0,012802	0,000813	0,010595	0,000585

Tabella 20.

Tabella dei dati normalizzati al Ce dei campioni di Slarina vinificata in Araldica (2023-2024) (ICP-MS)

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	148Sm	151Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	168Er	169Tm	174Yb	175Lu
SL M1	0,603678919	1	0,099904	0,364205	0,077865	0,0344	0,05743	0,010782	0,041418	0,00965	0,020662	0,005337	0,017613	0,005416
SL M2	0,789727527	1	0,180029	0,64213	0,13992	0,069871	0,106118	0,017197	0,086594	0,017023	0,043704	0,00692	0,038277	0,006854
SL M3	0,701223936	1	0,165375	0,588892	0,123631	0,078605	0,097011	0,015226	0,076491	0,01392	0,034307	0,005114	0,029657	0,004781
SL2	0,554853436	1	0,133241	0,535417	0,151468	0,033537	0,104415	0,018384	0,079031	0,017127	0,03781	0,007549	0,023966	0,006368
SL3	0,232645226	1	0,228935	-0,64829	0,274279	0,005789	0,186648	-0,06294	0,150457	-0,04895	0,041804	-0,07338	-0,09515	-0,1081
SL4	1,432050312	1	0,102738	-13,1815	4,352568	-0,54628	0,212548	-1,37359	0,366358	-1,37029	-0,06407	-1,43672	-0,97281	-1,91866
SL5	0,790231509	1	0,102375	-0,17307	0,097947	0,029311	0,135367	-0,02603	0,087148	-0,02082	0,061601	-0,03789	0,001969	-0,0589
SL6	0,767981227	1	0,151339	0,617062	0,145322	0,027759	0,130496	0,018754	0,121127	0,024956	0,07343	0,009297	0,057382	0,00724
SL7	0,314778595	1	0,041243	0,731183	0,293427	0,00951	0,215731	-0,03625	0,143371	-0,05926	-0,00826	-0,08823	-0,05476	-0,11447
SL8	0,630077764	1	0,275536	0,577195	0,657331	0,173391	0,191867	0,184901	0,161879	0,204519	0,173931	0,216716	0,210817	0,256037
SL9	0,579786388	1	0,486596	0,699595	0,57383	0,268777	0,385449	0,264664	0,289269	0,286319	0,278976	0,292251	0,282273	0,339968
SL10	0,526269797	1	0,276124	0,542729	0,293252	0,13558	0,20096	0,117836	0,15479	0,121988	0,125285	0,118444	0,125993	0,137946

Tabella 21.

Risultati dei campioni di Slarina micro-vinificata (2023-2024) relativi l’analisi dei lantanidi eseguita con procedure di ICP-MS

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	148Sm	151Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	168Er	169Tm	174Yb	175Lu
SL MG1	1,244151	1,405435	0,271921	0,971941	0,223197	0,111567	0,179359	0,039295	0,15758	0,041873	0,090137	0,027082	0,081153	0,025455
SL MG2	1,241856	1,203025	0,298561	0,968684	0,242474	0,135856	0,206714	0,074617	0,176747	0,07557	0,113683	0,064023	0,103914	0,059774
SL MG3	1,484965	2,497289	0,300819	1,137649	0,250807	0,113267	0,208149	0,033172	0,174357	0,034736	0,085749	0,015965	0,073767	0,014395
SL SVIN	0,001336	0,002482	-0,00345	0,101148	-0,00641	-0,00043	0,002476	0,001393	0,002766	0,002346	0,006351	0,004837	0,003213	0,005055
SL FML	0,004989	0,008869	-0,0009	0,168641	0,008813	0,001894	0,003755	0,003009	0,005758	0,00556	0,010867	0,006361	0,012423	0,008159
SL VI	0,019001	0,029223	0,009003	0,164661	5,53E-06	0,008339	0,011005	0,009065	0,013761	0,010106	0,015326	0,013091	0,019433	0,016387
SL VIF	0,014557	0,018346	0,003548	0,152074	0,012994	0,005448	0,006618	0,006241	0,007461	0,007943	0,012931	0,01032	0,016434	0,013588

Tabella 22.

Tabella dei dati normalizzati al Ce dei campioni di Slarina micro-vinificata (2023-2024) (ICP-MS)

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	148Sm	151Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	168Er	169Tm	174Yb	175Lu
SL MG1	0,885243	1	0,193478	0,691559	0,15881	0,079383	0,127618	0,027959	0,112122	0,029794	0,064134	0,01927	0,057742	0,018112
SL MG2	1,032278	1	0,248175	0,805207	0,201553	0,112929	0,171828	0,062024	0,146919	0,062817	0,094498	0,053218	0,086377	0,049686
SL MG3	0,594631	1	0,120458	0,455554	0,100432	0,045356	0,08335	0,013283	0,069818	0,01391	0,034337	0,006393	0,029539	0,005764
SL SVIN	0,538134	1	-1,38798	40,74891	-2,58206	-0,17399	0,997496	0,561037	1,114414	0,945214	2,558539	1,948582	1,294433	2,036475
SL FML	0,562521	1	-0,10175	19,01556	0,99371	0,213518	0,42338	0,339245	0,64926	0,626949	1,225354	0,71721	1,400775	0,920022
SL VI	0,650199	1	0,308072	5,634547	0,000189	0,285337	0,37659	0,310208	0,470887	0,345821	0,524441	0,447955	0,664991	0,560733
SL VIF	0,793481	1	0,193381	8,289058	0,708245	0,296969	0,360711	0,340157	0,406662	0,432953	0,70481	0,562522	0,895758	0,740616

Tabella 23.

Risultati dei campioni di uva del Barbera Bio (2023-2024) relativi l’analisi dei lantanidi eseguita con procedure di ICP-MS

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	148Sm	151Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	168Er	169Tm	174Yb	175Lu
uva 1	0,011448	0,017523	0,00244	0,008653	0,001827	0,001185	0,001102	0,000102	0,0007	5,8E-05	0,000223	-2E-05	0,000168	-2E-05
uva 2	0,087353	0,15117	0,00768	0,026925	0,005847	0,003136	0,003795	0,000454	0,002294	0,000279	0,0007	4,82E-05	0,000562	3,66E-05
uva 3	0,030948	0,053603	0,006859	0,023742	0,005103	0,002978	0,003188	0,000384	0,001972	0,000231	0,00058	3,36E-05	0,000469	2,32E-05

Tabella 24.

Risultati dei campioni di Barbera Bio vinificato in Araldica (2023-2024) relativi l’analisi dei lantanidi eseguita con procedure di ICP-MS

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	148Sm	151Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	168Er	169Tm	174Yb	175Lu
BA M1	0,02442	0,021003	0,005064	0,016774	0,003244	0,002906	0,001995	0,000312	0,001052	0,000191	0,000321	8,29E-05	0,000222	8,08E-05
BA M2	0,033762	0,053776	0,00799	0,027904	0,006205	0,005039	0,00402	0,000602	0,002676	0,000413	0,000926	0,000135	0,000734	0,000121
BA M3	0,036702	0,059447	0,009045	0,031579	0,00715	0,00715	0,00474	0,000696	0,003019	0,000435	0,000936	0,000125	0,000696	0,000105
BA2	0,429982	1,66877	0,120819	0,518183	0,095532	0,02878	0,094226	0,013347	0,077135	0,016076	0,042028	0,003499	0,031278	0,001513
BA3	0,054369	0,166857	0,016835	0,111078	0,020183	0,003282	0,021046	-0,0002	0,026274	0,00402	0,024142	-0,00107	0,023207	7,4E-05
BA4	-0,01228	-0,0077	-0,01035	0,00966	-0,01013	-0,00107	-0,0053	-0,00545	-0,00259	-0,00558	-0,00389	-0,00706	-0,00571	-0,00844
BA5	-0,02331	-0,04065	-0,01311	-0,0272	-0,01404	-0,0032	-0,00915	-0,00701	-0,0075	-0,00739	-0,00533	-0,0073	-0,0073	-0,00873
BA6	-0,03852	-0,06715	-0,0172	-0,03796	-0,01722	-0,00401	-0,01303	-0,00739	-0,01	-0,00793	-0,00766	-0,00774	-0,0087	-0,00878
BA7	-0,03865	-0,07165	-0,01743	-0,04399	-0,01797	-0,00135	-0,01276	-0,00602	-0,01013	-0,0066	-0,0069	-0,00664	-0,00743	-0,00756
BA8	5,243116	1,15562	0,113209	0,438732	0,088555	0,02015	0,104131	0,014052	0,063031	0,017568	0,04625	0,011026	0,04675	0,013652

Tabella 25.

Tabella dei dati normalizzati al Ce dei campioni di uva del Barbera Bio (2023-2024) (ICP-MS)

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	148Sm	151Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	168Er	169Tm	174Yb	175Lu
uva 1	0,653322	1	0,13926	0,49379	0,104276	0,067612	0,062891	0,005802	0,039961	0,003307	0,012727	-0,00112	0,009582	-0,00111
uva 2	0,577846	1	0,050801	0,178111	0,038681	0,020745	0,025107	0,003002	0,015174	0,001849	0,004628	0,000319	0,003714	0,000242
uva 3	0,577349	1	0,127968	0,442927	0,095201	0,05556	0,059467	0,007157	0,036788	0,004306	0,010821	0,000626	0,008753	0,000433

Tabella 26.

Tabella dei dati normalizzati al Ce dei campioni di Barbera Bio vinificata in Araldica (2023-2024) (ICP-MS)

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	148Sm	151Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	168Er	169Tm	174Yb	175Lu
BA M1	1,162717	1	0,241127	0,798668	0,154442	0,138361	0,09501	0,014839	0,050093	0,009073	0,015275	0,003949	0,010593	0,003847
BA M2	0,627823	1	0,148574	0,518894	0,115377	0,093707	0,074762	0,0112	0,049771	0,007683	0,017215	0,00251	0,013652	0,002243
BA M3	0,617382	1	0,152153	0,531203	0,120278	0,120277	0,079729	0,01171	0,050782	0,007313	0,015743	0,002108	0,01171	0,001766
BA2	0,257664	1	0,0724	0,310518	0,057247	0,017246	0,056464	0,007998	0,046223	0,009633	0,025185	0,002097	0,018743	0,000907
BA3	0,32584	1	0,100897	0,665709	0,120957	0,019671	0,126133	-0,00122	0,157461	0,024093	0,144687	-0,00641	0,139082	0,000444
BA4	1,595815	1	1,344653	-1,25514	1,316609	0,138483	0,688317	0,708165	0,335964	0,725326	0,505486	0,917813	0,741976	1,097198
BA5	0,573598	1	0,32249	0,669294	0,34546	0,078671	0,225037	0,172367	0,1845	0,18184	0,131212	0,179568	0,17959	0,214798
BA6	0,573704	1	0,256088	0,565261	0,256493	0,059714	0,194004	0,110126	0,148993	0,118139	0,114108	0,115319	0,129619	0,130806
BA7	0,539395	1	0,243211	0,613914	0,250799	0,01889	0,178062	0,083983	0,14144	0,092163	0,09629	0,092636	0,103713	0,105457
BA8	4,537057	1	0,097964	0,37965	0,07663	0,017437	0,090108	0,01216	0,054543	0,015202	0,040022	0,009542	0,040454	0,011813

Tabella 27.

Risultati dei campioni di Barbera Bio micro-vinificato (2023-2024) relativi l’analisi dei lantanidi eseguita con procedure di ICP-MS

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	148Sm	151Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	168Er	169Tm	174Yb	175Lu
BA MG1	0,054473	0,058241	0,011361	0,040185	0,00842	0,007095	0,005239	0,000776	0,002986	0,000526	0,001008	0,00026	0,000731	0,000223
BA MG2	0,049355	0,039388	0,009861	0,033617	0,006801	0,005618	0,004364	0,000728	0,002286	0,000533	0,000875	0,000355	0,000756	0,000337
BA MG3	0,064045	0,061302	0,01301	0,045126	0,008906	0,007409	0,005452	0,000782	0,003078	0,000497	0,000951	0,000235	0,000714	0,000203
BA SVIN	-0,00815	-0,01386	-0,00925	-0,0003	-0,00387	-0,00326	-0,00826	-0,00766	-0,00737	-0,00692	-0,00349	-0,00502	-0,00674	-0,00329
BA FML	0,012322	0,019903	-0,00076	0,125725	0,005961	0,005548	0,001705	0,000828	0,003922	0,003153	0,007452	0,006153	0,0072	0,007328
BA VI	0,021891	0,03315	0,002399	0,169446	0,009897	0,006312	0,005042	0,004388	0,00835	0,005841	0,009374	0,008693	0,010013	0,011501
BA VIF	0,019819	0,024281	0,003097	0,175653	0,015455	0,010764	0,005955	0,005676	0,007526	0,00721	0,009998	0,009824	0,013632	0,011823

Tabella 28.

Tabella dei dati normalizzati al Ce dei campioni di Barbera Bio micro-vinificata (2023-2024) (ICP-MS)

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	148Sm	151Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	168Er	169Tm	174Yb	175Lu
BA MG1	0,935302	1	0,195062	0,68998	0,144571	0,12182	0,089961	0,013317	0,051274	0,009032	0,017299	0,004458	0,012553	0,003827
BA MG2	1,253049	1	0,25036	0,853486	0,172673	0,142643	0,110802	0,01847	0,058032	0,013543	0,022207	0,009018	0,019205	0,00856
BA MG3	1,044742	1	0,212232	0,73612	0,145276	0,120866	0,088938	0,012764	0,050217	0,008113	0,01552	0,003835	0,011649	0,003307
BA SVIN	0,58829	1	0,667532	0,021895	0,279497	0,234975	0,596163	0,552813	0,531618	0,499191	0,251587	0,362422	0,486562	0,237513
BA FML	0,619091	1	-0,03812	6,316765	0,299477	0,278744	0,085677	0,041585	0,197069	0,158404	0,374404	0,309135	0,361742	0,368183
BA VI	0,660354	1	0,07238	5,111468	0,298563	0,190408	0,152096	0,132372	0,251895	0,176205	0,282766	0,262217	0,302051	0,346939
BA VIF	0,81622	1	0,127533	7,23406	0,636487	0,443291	0,245234	0,233746	0,30993	0,296931	0,41175	0,404583	0,561399	0,486932

Tabella 29.

Risultati dei campioni di uva (2024-2025) relativi l’analisi dei lantanidi eseguita con procedure di ICP-MS

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	152Sm	153Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	166Er	169Tm	174Yb	175Lu
SL1 uva	1,869185	4,303599	0,438813	1,604198	0,334438	0,148278	0,246823	0,035125	0,164966	0,023961	0,055286	0,007216	0,043197	0,006196
SL2 uva	1,909027	3,674116	0,430077	1,540469	0,323074	0,147542	0,230564	0,031789	0,145223	0,020921	0,047923	0,005672	0,035004	0,004631
SL3 uva	1,304749	2,869186	0,301938	1,10107	0,227553	0,123074	0,167007	0,024538	0,11309	0,01642	0,038314	0,004623	0,029005	0,004209
RI 1 uva	1,878456	4,097585	0,42555	1,551243	0,322041	0,173074	0,241232	0,03494	0,158138	0,022885	0,052016	0,006775	0,039402	0,006015
RI2 uva	2,32576	4,902232	0,540402	1,964526	0,412331	0,208643	0,290226	0,04066	0,188222	0,026926	0,060852	0,007365	0,045426	0,006282
RI 3 uva	1,898928	4,473547	0,448665	1,651899	0,353212	0,183358	0,250361	0,035291	0,163036	0,023229	0,054	0,006393	0,039734	0,005713
MO1 uva	0,921101	2,037385	0,212751	0,786269	0,163451	0,073666	0,119095	0,017061	0,077858	0,010766	0,024477	0,002715	0,017659	0,002514
Mo2 uva	1,042313	2,178671	0,242562	0,897402	0,185061	0,073967	0,135254	0,018793	0,086475	0,011907	0,026962	0,00302	0,019682	0,002521
Mo3 uva	1,460057	3,136153	0,337101	1,254195	0,257373	0,101654	0,191074	0,027131	0,123169	0,017502	0,037809	0,004329	0,027345	0,003722
BA1 uva	0,903724	2,042614	0,216983	0,809051	0,170351	0,06934	0,125875	0,017878	0,081881	0,011315	0,02652	0,002957	0,019406	0,002582
BA2 uva	1,501671	3,075403	0,357228	1,316547	0,276559	0,126103	0,201364	0,028736	0,132968	0,018792	0,043238	0,005019	0,03203	0,004556
BA 3 uva	1,366433	2,730978	0,324702	1,20337	0,245924	0,104389	0,19194	0,028138	0,142189	0,022699	0,05494	0,006713	0,039235	0,005636

Tabella 30.

Tabella dei dati normalizzati al Ce dei campioni di uva (2024-2025) (ICP-MS)

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	152Sm	153Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	166Er	169Tm	174Yb	175Lu
SL1 uva	0,434331	1	0,101964	0,372757	0,077711	0,034454	0,057353	0,008162	0,038332	0,005568	0,012846	0,001677	0,010037	0,00144
SL2 uva	0,519588	1	0,117056	0,419276	0,087932	0,040157	0,062754	0,008652	0,039526	0,005694	0,013043	0,001544	0,009527	0,00126
SL3 uva	0,454745	1	0,105235	0,383757	0,079309	0,042895	0,058207	0,008552	0,039415	0,005723	0,013354	0,001611	0,010109	0,001467
RI 1 uva	0,45843	1	0,103854	0,378575	0,078593	0,042238	0,058872	0,008527	0,038593	0,005585	0,012694	0,001653	0,009616	0,001468
RI2 uva	0,474429	1	0,110236	0,400741	0,084111	0,042561	0,059203	0,008294	0,038395	0,005493	0,012413	0,001502	0,009266	0,001281
RI 3 uva	0,424479	1	0,100293	0,369259	0,078956	0,040987	0,055965	0,007889	0,036445	0,005193	0,012071	0,001429	0,008882	0,001277
MO1 uva	0,4521	1	0,104424	0,385921	0,080226	0,036157	0,058455	0,008374	0,038215	0,005284	0,012014	0,001333	0,008667	0,001234
Mo2 uva	0,478417	1	0,111335	0,411903	0,084942	0,033951	0,062081	0,008626	0,039691	0,005465	0,012376	0,001386	0,009034	0,001157
Mo3 uva	0,465557	1	0,107489	0,399915	0,082066	0,032414	0,060926	0,008651	0,039274	0,005581	0,012056	0,00138	0,008719	0,001187
BA1 uva	0,442435	1	0,106228	0,396086	0,083399	0,033946	0,061625	0,008753	0,040086	0,00554	0,012984	0,001448	0,0095	0,001264
BA2 uva	0,488284	1	0,116156	0,428089	0,089926	0,041004	0,065476	0,009344	0,043236	0,00611	0,014059	0,001632	0,010415	0,001481
BA 3 uva	0,500346	1	0,118896	0,440637	0,09005	0,038224	0,070283	0,010303	0,052065	0,008312	0,020117	0,002458	0,014367	0,002064

Tabella 31.

Risultati dei campioni di Riesling vinificato in Araldica (2024-2025, campioni congelati) relativi l’analisi dei lantanidi eseguita con procedure di ICP-MS

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	152Sm	153Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	166Er	169Tm	174Yb	175Lu
RI M	0,028774	0,062739	0,009679	0,044532	0,011079	0,002983	0,010831	0,001994	0,010539	0,00255	0,007021	0,001279	0,005003	0,001266
RI 2	0,001514	0,0017	0,000243	0,000807	0,000551	0,000302	0,000332	0,000208	0,000426	0,000239	0,00042	0,00024	0,000439	0,000282
RI 3	0,002855	0,004361	0,000707	0,00218	0,00068	0,000471	0,000907	0,000332	0,000644	0,000362	0,000774	0,000346	0,000804	0,000409
RI 4	0,00213	0,003263	0,000441	0,001153	0,000834	0,000598	0,000467	0,000327	0,000389	0,000328	0,000374	0,000326	0,000476	0,000282
RI 5	0,002087	0,002392	0,000409	0,00068	0,000547	0,000441	0,000494	0,000392	0,000474	0,000378	0,000492	0,000298	0,000488	0,000336
RI 6	0,001601	0,002429	0,000326	0,000821	0,000586	0,000495	0,000386	0,000293	0,000369	0,000275	0,000387	0,000278	0,000364	0,000254
RI 7	0,003775	0,00331	0,000698	0,001121	0,000976	0,000604	0,000764	0,000457	0,000597	0,000492	0,000577	0,000473	0,000714	0,000565
RI 8	0,00313	0,00302	0,000831	0,001341	0,000903	0,000839	0,000979	0,000738	0,001062	0,000829	0,000879	0,000847	0,001074	0,000891
RI 9	0,002739	0,003078	0,000588	0,001086	0,000831	0,000604	0,000647	0,000612	0,000682	0,000656	0,000722	0,000617	0,000872	0,00066
RI 10	0,002442	0,002418	0,000482	0,001006	0,00082	0,000531	0,000494	0,000426	0,000644	0,000446	0,000676	0,000457	0,00079	0,000511
RI 11	0,002608	0,002761	0,000487	0,000882	0,000696	0,000525	0,00071	0,000457	0,000511	0,000389	0,000643	0,000408	0,000665	0,000444

Tabella 32.

Tabella dei dati normalizzati al Ce dei campioni di Riesling vinificato in Araldica (2024-2025, campioni conelati) (ICP-MS)

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	152Sm	153Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	166Er	169Tm	174Yb	175Lu	
RI M	0,458623		1	0,15427	0,709802	0,176589	0,047544	0,172637	0,031784	0,167987	0,040644	0,111903	0,020393	0,079742	0,020175
RI 2	0,890804		1	0,143213	0,474978	0,32438	0,177598	0,195482	0,122426	0,250857	0,140626	0,24702	0,14134	0,25838	0,166081
RI 3	0,654645		1	0,162219	0,499863	0,156012	0,108003	0,208076	0,076027	0,147579	0,083013	0,177545	0,079434	0,184307	0,093841
RI 4	0,652891		1	0,135156	0,353392	0,255767	0,183215	0,143057	0,100131	0,1191	0,100484	0,114626	0,10003	0,145857	0,086532
RI 5	0,872541		1	0,170944	0,284504	0,228795	0,18431	0,20649	0,163926	0,198061	0,158031	0,205765	0,124747	0,203995	0,140603
RI 6	0,659363		1	0,134295	0,33826	0,241134	0,203882	0,159017	0,120575	0,152128	0,113438	0,159404	0,114603	0,149791	0,1045
RI 7	1,140412		1	0,210929	0,338504	0,294911	0,182413	0,230745	0,138173	0,180379	0,148565	0,17443	0,142753	0,215803	0,170584
RI 8	1,036524		1	0,275324	0,444161	0,29897	0,277934	0,324269	0,244419	0,351804	0,274433	0,291149	0,28047	0,355791	0,295187
RI 9	0,889844		1	0,19103	0,352892	0,27	0,19618	0,210124	0,198922	0,221584	0,213037	0,234493	0,200365	0,283381	0,214378
RI 10	1,009848		1	0,199474	0,416241	0,338981	0,219756	0,204265	0,176148	0,266406	0,184553	0,279498	0,188804	0,326597	0,211226
RI 11	0,944696		1	0,176346	0,319307	0,252236	0,190257	0,257213	0,16565	0,185031	0,141002	0,23288	0,147934	0,241014	0,160847

Tabella 33.

Risultati dei campioni di Riesling vinificato in Araldica (2024-2025, campioni tal quali)
relativi l’analisi dei lantanidi eseguita con procedure di ICP-MS

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	152Sm	153Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	166Er	169Tm	174Yb	175Lu
RI M1	0,534016	0,506646	0,119088	0,380271	0,082938	0,073543	0,059942	0,021123	0,042678	0,01899	0,024476	0,016587	0,022479	0,017189
RI M2	0,16687	0,134785	0,044924	0,118607	0,03336	0,031502	0,027908	0,016804	0,022184	0,016193	0,016901	0,015455	0,016933	0,015642
RI M3	0,878334	1,187877	0,161674	0,593147	0,110582	0,08492	0,079815	0,011197	0,051944	0,00812	0,02013	0,002666	0,014862	0,002469
RI 2	0,031091	0,073771	0,011026	0,052063	0,011316	0,002642	0,012119	0,001722	0,010701	0,002299	0,006793	0,000962	0,005168	0,000829
RI 3	0,006586	0,017781	0,003416	0,017953	0,003895	0,000655	0,003795	0,000529	0,004063	0,000639	0,00055	0,00042	0,002122	0,000284
RI 4	0,001583	0,004606	0,001591	0,008062	0,001727	0,000215	0,001714	0,000219	0,001946	-2,9E-05	-0,00153	0,000165	0,000523	8,2E-05
RI 5	0,006166	0,004078	0,001451	0,007045	0,00165	0,000349	0,001506	0,00031	0,00122	-3,6E-05	-0,00152	0,000194	0,000516	4,65E-05
RI 6	0,00213	0,001123	0,001027	0,005841	0,001041	0,000282	0,001061	6,91E-05	0,001116	-0,00014	-0,00161	0,000103	0,000219	-2,7E-05
RI 7	-0,00051	-0,00062	-0,00016	-0,00074	-0,0003	-0,00057	-0,00033	-0,00028	-8,26E-05	-0,0001	3,97E-05	-0,00012	0,000441	0,000163
RI 8	-0,003	-0,00365	-0,00207	-0,00262	-0,00163	-0,0019	-0,00201	-0,0019	-0,00183	-0,00189	-0,00189	-0,00187	-0,00168	-0,00179
RI 9	-0,00275	-0,0036	-0,00189	-0,00251	-0,00172	-0,00179	-0,0018	-0,00175	-0,00185	-0,00178	-0,00161	-0,00171	-0,00148	-0,0016
RI 10	-0,00029	0,000258	-0,00038	-9,39E-05	-0,00021	-5,51E-05	-0,00042	-0,00023	-0,00039	-0,00031	-1,44E-05	-0,00025	0,000164	-1,28E-05
RI 11	0,000195	0,000378	0,000154	0,000359	0,000336	0,000239	0,000116	0,000103	0,000159	0,000107	0,000179	0,000106	0,000301	0,00022

Tabella 34.

Tabella dei dati normalizzati al Ce dei campioni di Riesling vinificato in Araldica (2024-2025, campioni tal quali) (ICP-MS)

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	152Sm	153Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	166Er	169Tm	174Yb	175Lu	
RI M1	1,054022		1	0,235051	0,750566	0,163701	0,145156	0,118311	0,041692	0,084235	0,037481	0,04831	0,03274	0,044367	0,033927
RI M2	1,238045		1	0,333301	0,879973	0,247508	0,233722	0,207058	0,124672	0,164591	0,120142	0,125391	0,114661	0,125632	0,116051
RI M3	0,739415		1	0,136103	0,499334	0,093092	0,071489	0,067191	0,009426	0,043728	0,006836	0,016946	0,002245	0,012511	0,002078
RI 2	0,421455		1	0,149458	0,705739	0,153391	0,035812	0,164276	0,023349	0,145058	0,03117	0,092085	0,013041	0,070057	0,011234
RI 3	0,370369		1	0,192102	1,009653	0,219057	0,036848	0,213416	0,029755	0,228496	0,035926	0,030946	0,023614	0,119346	0,015952
RI 4	0,343718		1	0,345358	1,750283	0,374928	0,046652	0,372173	0,047543	0,422458	-0,00637	-0,33292	0,035929	0,113454	0,017801
RI 5	1,512117		1	0,355831	1,727677	0,404517	0,085515	0,369263	0,076043	0,299223	-0,00891	-0,37205	0,047546	0,126597	0,011411
RI 6	1,896839		1	0,914562	5,200729	0,92693	0,250897	0,944777	0,061499	0,993164	-0,12818	-1,43727	0,091261	0,194856	-0,02368
RI 7	0,821726		1	0,259743	1,18442	0,48357	0,90831	0,527641	0,449578	0,132355	0,166692	-0,06358	0,19461	-0,70731	-0,26105
RI 8	0,820668		1	0,56811	0,717335	0,447387	0,520984	0,551788	0,520147	0,500112	0,517097	0,516511	0,511492	0,458877	0,489656
RI 9	0,764452		1	0,526966	0,697782	0,477737	0,497471	0,500969	0,486588	0,513979	0,496466	0,447234	0,475152	0,410398	0,445273
RI 10	-1,1084		1	-1,46648	-0,36427	-0,80983	-0,21384	-1,64254	-0,88956	-1,51653	-1,20519	-0,05594	-0,97173	0,637811	-0,04968
RI 11	0,51608		1	0,40702	0,950059	0,88773	0,630861	0,305693	0,271226	0,419495	0,282686	0,47305	0,279564	0,795121	0,580762

Tabella 35.

Risultati dei campioni di Riesling micro-vinificato (2024-2025, campioni congelati)
relativi l’analisi dei lantanidi eseguita con procedure di ICP-MS

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	152Sm	153Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	166Er	169Tm	174Yb	175Lu
RI MG	1,091284	1,536017	0,232909	0,841163	0,161782	0,128118	0,1133	0,015891	0,069163	0,010485	0,024527	0,004175	0,018685	0,003486
RI MC	0,95485	1,268875	0,192462	0,691234	0,131905	0,102503	0,094394	0,012667	0,056661	0,008131	0,018556	0,002521	0,012138	0,002011
RI VI	0,007065	0,011921	0,000988	0,004615	0,001149	0,000531	0,002204	0,000361	0,00141	0,000421	0,001647	0,00039	0,001845	0,000393
RI VIF	0,004775	0,008468	0,000877	0,004243	0,001172	0,000489	0,001301	0,000259	0,001247	0,000521	0,001837	0,000392	0,002185	0,000479
RI VI fin	0,00839	0,01897	0,001585	0,007481	0,001569	0,000634	0,001597	0,00045	0,002311	0,000606	0,00248	0,000483	0,00283	0,000596

Tabella 36.

Tabella dei dati normalizzati al Ce dei campioni di Riesling micro-vinificato (2024-2025, campioni congelati) (ICP-MS)

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	152Sm	153Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	166Er	169Tm	174Yb	175Lu
RI MG	0,710464	1	0,151632	0,547626	0,105325	0,08341	0,073762	0,010346	0,045028	0,006826	0,015968	0,002718	0,012164	0,00227
RI MC	0,752517	1	0,151679	0,544762	0,103954	0,080783	0,074392	0,009983	0,044655	0,006408	0,014624	0,001987	0,009566	0,001585
RI VI	0,592605	1	0,082845	0,38717	0,096404	0,044573	0,184852	0,030247	0,118316	0,035332	0,138149	0,032752	0,154755	0,032997
RI VIF	0,563855	1	0,103606	0,501084	0,138453	0,057756	0,153651	0,030578	0,147285	0,061568	0,216948	0,046343	0,258036	0,056566
RI VI fin	0,442312	1	0,083542	0,394345	0,082708	0,033422	0,084188	0,023728	0,12183	0,031925	0,130745	0,025438	0,149161	0,031439
MG- VI fin	0,465227	0	0,579058	0,325447	0,240567	0,0855712	0,132012	0,0785514	0,020568	0,12054	1,564644	1,61387	1,698388	1,730665

Tabella 37.

Risultati dei campioni di Riesling micro-vinificato (2024-2025, campioni pastorizzati) relativi l’analisi dei lantanidi eseguita con procedure di ICP-MS

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	152Sm	153Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	166Er	169Tm	174Yb	175Lu
RI MG	0,078295	0,168569	0,021876	0,102356	0,023669	0,005242	0,024111	0,003608	0,021494	0,004017	0,011019	0,001532	0,008898	0,001409
RI MC	0,058942	0,116901	0,016824	0,074181	0,016114	0,004137	0,015686	0,002444	0,014681	0,002799	0,008424	0,001133	0,006736	0,001011
RI VI	0,027926	0,063169	0,003164	0,015439	0,003001	0,001345	0,003351	0,000537	0,004234	0,000889	0,003168	0,000529	0,0041	0,000668

Tabella 38.

Tabella dei dati normalizzati al Ce dei campioni di Riesling micro-vinificato (2024-2025, campioni pastorizzati) (ICP-MS)

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	152Sm	153Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	166Er	169Tm	174Yb	175Lu
RI MG	0,464471	1	0,129775	0,607207	0,140414	0,031098	0,143032	0,021404	0,127511	0,023827	0,065367	0,009089	0,052784	0,008358
RI MC	0,504209	1	0,143919	0,634562	0,13784	0,035392	0,134179	0,020906	0,125581	0,023946	0,07206	0,009693	0,057623	0,008645
RI VI	0,442078	1	0,050084	0,244416	0,047508	0,021293	0,053042	0,008508	0,06702	0,014066	0,050151	0,008381	0,06491	0,010579

Tabella 39.

Risultati dei campioni di Riesling micro-vinificato (2024-2025, campioni tal quali) relativi l’analisi dei lantanidi eseguita con procedure di ICP-MS

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	152Sm	153Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	166Er	169Tm	174Yb	175Lu
RI MG1	0,534016	0,506646	0,119088	0,380271	0,082938	0,073543	0,059942	0,021123	0,042678	0,01899	0,024476	0,016587	0,022479	0,017189
RI MG2	0,16687	0,134785	0,044924	0,118607	0,03336	0,031502	0,027908	0,016804	0,022184	0,016193	0,016901	0,015455	0,016933	0,015642
RI MG3	0,878334	1,187877	0,161674	0,593147	0,110582	0,08492	0,079815	0,011197	0,051944	0,00812	0,02013	0,002666	0,014862	0,002469
RI MC1	0,735647	0,742431	0,161217	0,526744	0,112273	0,110939	0,076443	0,023324	0,050399	0,020157	0,025949	0,017054	0,021822	0,017118
RI MC2	0,822345	0,833144	0,165228	0,58121	0,108809	0,106004	0,068794	0,00927	0,03915	0,005888	0,012664	0,001951	0,009009	0,001651
RI MC3	0,895592	0,82754	0,175646	0,606472	0,111451	0,108207	0,068412	0,008641	0,037315	0,005078	0,011289	0,001475	0,007218	0,001203
RI VI	0,032667	0,069663	0,005363	0,0223	0,005615	0,002408	0,00537	0,00148	0,006075	0,00221	0,005882	0,001851	0,007021	0,00209
RI VI fin	0,012501	0,030956	0,002901	0,015113	0,003071	0,001231	0,003113	0,000523	0,003515	0,000911	0,003214	0,00058	0,003852	0,000754

Tabella 40.

Tabella dei dati normalizzati al Ce dei campioni di Riesling micro-vinificato (2024-2025, campioni tal quali) (ICP-MS)

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	152Sm	153Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	166Er	169Tm	174Yb	175Lu
RI MG1	1,054022	1	0,235051	0,750566	0,163701	0,145156	0,118311	0,041692	0,084235	0,037481	0,04831	0,03274	0,044367	0,033927
RI MG2	1,238045	1	0,333301	0,879973	0,247508	0,233722	0,207058	0,124672	0,164591	0,120142	0,125391	0,114661	0,125632	0,116051
RI MG3	0,739415	1	0,136103	0,499334	0,093092	0,071489	0,067191	0,009426	0,043728	0,006836	0,016946	0,002245	0,012511	0,002078
RI MC1	0,990864	1	0,217147	0,709485	0,151224	0,149427	0,102963	0,031416	0,067884	0,027151	0,034951	0,022971	0,029392	0,023057
RI MC2	0,987038	1	0,198318	0,69761	0,1306	0,127233	0,082571	0,011127	0,046991	0,007067	0,015201	0,002342	0,010813	0,001982
RI MC3	1,082233	1	0,212251	0,732861	0,134677	0,130757	0,082669	0,010442	0,045091	0,006137	0,013641	0,001782	0,008722	0,001454
RI VI	0,468929	1	0,076992	0,320116	0,080608	0,034565	0,077087	0,021242	0,08721	0,031724	0,084428	0,026572	0,100786	0,030007
RI VI fin	0,403823	1	0,09372	0,488213	0,099217	0,039765	0,100548	0,016895	0,113543	0,029434	0,103825	0,018723	0,12444	0,024352

Tabella 41.

Risultati dei campioni di Moscato micro-vinificato (2024-2025, campioni congelati) relativi l'analisi dei lantanidi eseguita con procedure di ICP-MS

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	152Sm	153Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	166Er	169Tm	174Yb	175Lu
MO MG	0,691728	0,640004	0,136882	0,472209	0,08876	0,075478	0,061594	0,00933	0,034452	0,00602	0,011358	0,002925	0,007885	0,002601
MO MC	0,893353	0,794828	0,176597	0,627281	0,115048	0,117721	0,073087	0,009216	0,039049	0,005009	0,011082	0,001654	0,006823	0,001177
MO VI	0,002406	0,002872	0,000409	0,000719	0,000598	0,000549	0,000413	0,000363	0,000598	0,000387	0,000486	0,000469	0,000625	0,000552
MO VIF	0,003007	0,003437	0,001148	0,001927	0,001911	0,001805	0,00201	0,0019	0,00226	0,002691	0,003077	0,00367	0,004171	0,004295
MO VI fin	-0,00021	0,003667	-7E-05	0,000303	-2,1E-05	-4,7E-05	-0,00036	-9,3E-05	7,59E-05	-8,4E-05	0,000324	-0,00014	0,000114	-6,8E-05

Tabella 42.

Tabella dei dati normalizzati al Ce dei campioni di Moscato micro-vinificato (2024-2025, campioni congelati) (ICP-MS)

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	152Sm	153Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	166Er	169Tm	174Yb	175Lu
MO MG	1,080818	1	0,213876	0,737821	0,138686	0,117933	0,09624	0,014577	0,053831	0,009406	0,017747	0,004571	0,012321	0,004064
MO MC	1,123958	1	0,222183	0,789203	0,144745	0,148109	0,091954	0,011595	0,049129	0,006302	0,013943	0,002081	0,008584	0,001481
MO VI	0,837581	1	0,142347	0,250284	0,208139	0,191321	0,143688	0,126392	0,208093	0,134765	0,169058	0,163138	0,217741	0,192191
MO VIF	0,874899	1	0,334134	0,560616	0,556119	0,525308	0,58493	0,552742	0,657508	0,783019	0,895366	1,0679	1,213511	1,24977
MO VI fin	-0,0571	1	-0,01899	0,082691	-0,00565	-0,01289	-0,09755	-0,02537	0,020698	-0,02292	0,088227	-0,03945	0,031127	-0,01863

Tabella 43.

Risultati dei campioni di Moscato micro-vinificato (2024-2025, campioni pastorizzati) relativi l'analisi dei lantanidi eseguita con procedure di ICP-MS

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	152Sm	153Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	166Er	169Tm	174Yb	175Lu
MO MG	0,02927	0,065196	0,009098	0,041129	0,010884	0,003291	0,011032	0,001675	0,009856	0,002099	0,006343	0,000816	0,004773	0,000642
MO MC	0,025414	0,051616	0,007694	0,036025	0,008076	0,002834	0,008166	0,001229	0,008049	0,001408	0,004255	0,000568	0,003049	0,000527
MO VI	0,00083	0,001409	-5,43E-05	0,000333	0,000585	0,000733	-5,42E-05	-1,69E-05	9,50E-05	-1,81E-12	0,000132	1,20E-05	7,59E-05	2,63E-05

Tabella 44.

Tabella dei dati normalizzati al Ce dei campioni di Moscato micro-vinificato (2024-2025, campioni pastorizzati) (ICP-MS)

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	152Sm	153Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	166Er	169Tm	174Yb	175Lu	
MO MG	0,448962		1	0,139544	0,630847	0,166948	0,050473	0,169213	0,025692	0,151175	0,032194	0,097285	0,01252	0,073216	0,009846
MO MC	0,492372		1	0,149072	0,697949	0,156472	0,054911	0,158206	0,023814	0,155936	0,02727	0,08243	0,010996	0,059063	0,010204
MO VI	0,589353		1	-0,03856	0,236154	0,415189	0,520067	-0,0385	-0,01198	0,06743	-1,3E-09	0,093512	0,008542	0,053872	0,018696

Tabella 45.

Risultati dei campioni di Moscato micro-vinificato (2024-2025, campioni tal quali)
relativi l’analisi dei lantanidi eseguita con procedure di ICP-MS

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	152Sm	153Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	166Er	169Tm	174Yb	175Lu
MO MG1	1,070578	1,035065	0,221857	0,780283	0,151076	0,132758	0,099455	0,015435	0,058336	0,010456	0,020735	0,004916	0,015127	0,004863
MO MG2	0,68112	0,745949	0,143603	0,510871	0,096345	0,070258	0,066294	0,009327	0,039639	0,006142	0,013632	0,002371	0,009873	0,002388
MO MG3	0,757367	0,745015	0,157052	0,543881	0,102866	0,099984	0,071417	0,011156	0,040734	0,007848	0,014717	0,003911	0,01115	0,003731
MO MC1	0,717661	0,70861	0,144811	0,497659	0,095203	0,101345	0,061021	0,009045	0,033667	0,005462	0,010679	0,002587	0,007226	0,002591
MO MC2	0,255038	0,212261	0,051213	0,172313	0,032378	0,029821	0,020322	0,003082	0,011783	0,001882	0,00438	0,000895	0,002786	0,000961
MO MC3	0,373417	0,362406	0,073354	0,257438	0,046694	0,043916	0,031152	0,00411	0,016725	0,002445	0,004835	0,000798	0,003723	0,00084
MO VI	0,000473	0,000735	-5,88E-05	0,000143	0,000781	0,000582	1,76E-05	-1,45E-05	3,78E-05	-2,04E-05	9,22E-05	-4,01E-06	0,000192	3,29E-06
MO VI fin	-0,00051	0,003639	1,74E-05	-0,00014	0,0001	0,000142	-0,00034	-7,8E-05	0,000153	-0,00012	0,000404	-0,00012	0,000106	6,83E-06

Tabella 46.

Tabella dei dati normalizzati al Ce dei campioni di Moscato micro-vinificato (2024-2025, campioni tal quali) (ICP-MS)

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	152Sm	153Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	166Er	169Tm	174Yb	175Lu	
MO MG1	1,03431		1	0,214341	0,753849	0,145958	0,128261	0,096085	0,014912	0,056359	0,010102	0,020033	0,004749	0,014614	0,004698
MO MG2	0,913092		1	0,192511	0,684861	0,129158	0,094186	0,088872	0,012504	0,053139	0,008234	0,018275	0,003178	0,013236	0,003201
MO MG3	1,01658		1	0,210804	0,730027	0,138073	0,134203	0,09586	0,014974	0,054675	0,010535	0,019754	0,00525	0,014966	0,005007
MO MC1	1,012773		1	0,204359	0,702303	0,134352	0,143019	0,086113	0,012765	0,047511	0,007707	0,01507	0,003651	0,010197	0,003656
MO MC2	1,201534		1	0,241274	0,811799	0,15254	0,140492	0,095742	0,014521	0,05551	0,008864	0,020637	0,004216	0,013127	0,004525
MO MC3	1,030385		1	0,202407	0,710358	0,128845	0,121179	0,08596	0,01134	0,04615	0,006746	0,01334	0,002202	0,010274	0,002317
MO VI	0,644147		1	-0,08006	0,194134	1,062169	0,792534	0,023996	-0,01968	0,051371	-0,02776	0,125462	-0,00546	0,261562	0,004479
MO VI fin	-0,13878		1	0,004786	-0,03799	0,027515	0,038961	-0,0936	-0,02153	0,04212	-0,03337	0,111146	-0,03313	0,029111	0,001877

Tabella 47.

Risultati dei campioni di Slarina vinificata in Araldica (2024-2025, campioni congelati)
relativi l’analisi dei lantanidi eseguita con procedure di ICP-MS

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	152Sm	153Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	166Er	169Tm	174Yb	175Lu
SL M	0,608929	0,778353	0,129315	0,487801	0,098982	0,057907	0,077706	0,011687	0,056052	0,010023	0,024783	0,003997	0,018751	0,003277
SL 1	0,004087	0,006298	0,00119	0,003684	0,00171	0,000894	0,00141	0,000564	0,00144	0,000669	0,001437	0,000637	0,001781	0,000726
SL 2	0,003674	0,003996	0,000597	0,001377	0,001086	0,000869	0,001197	0,000542	0,000843	0,000549	0,00086	0,000607	0,000929	0,000603
SL 3	0,003985	0,006536	0,000795	0,001997	0,001392	0,000863	0,001168	0,000552	0,000948	0,000619	0,000879	0,000619	0,001175	0,000628
SL 4	0,003369	0,004213	0,000703	0,001878	0,00132	0,000833	0,000853	0,000566	0,000824	0,000576	0,000846	0,000573	0,001099	0,000723
SL 5	0,003007	0,003648	0,000602	0,001496	0,001113	0,000731	0,000808	0,00045	0,000739	0,000478	0,000807	0,000505	0,000942	0,000533
SL 6	0,003036	0,003352	0,000537	0,000909	0,001115	0,000833	0,00062	0,000496	0,000578	0,000492	0,00061	0,000493	0,000816	0,000523

Tabella 48.

Tabella dei dati normalizzati al Ce dei campioni di Slarina vinificata in Araldica (2024-2025, campioni congelati) (ICP-MS)

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	152Sm	153Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	166Er	169Tm	174Yb	175Lu
SL 1	0,648825	1	0,188894	0,584962	0,271521	0,141886	0,223823	0,089525	0,228683	0,106276	0,228143	0,101094	0,282824	0,115339
SL 2	0,919185	1	0,14942	0,344667	0,271767	0,217565	0,299414	0,135638	0,210994	0,137294	0,215071	0,151805	0,232467	0,150814
SL 3	0,60972	1	0,121586	0,305488	0,213019	0,13211	0,178772	0,084419	0,145042	0,094749	0,13452	0,094662	0,179769	0,096101
SL 4	0,799725	1	0,16682	0,445799	0,313431	0,197787	0,202471	0,134413	0,195647	0,136725	0,200906	0,135926	0,260813	0,171679
SL 5	0,824253	1	0,164951	0,410183	0,305178	0,200276	0,221618	0,123386	0,202489	0,13106	0,221225	0,138313	0,258278	0,146089
SL 6	0,905589	1	0,160315	0,271124	0,332468	0,248558	0,184905	0,147983	0,17236	0,146693	0,182019	0,146927	0,243481	0,156133
SL M	0,78233	1	0,166139	0,626709	0,127168	0,074397	0,099834	0,015015	0,072013	0,012877	0,031841	0,005135	0,024091	0,00421

Tabella 49.

Risultati dei campioni di Slarina vinificata in Araldica (2024-2025, campioni tal quali)
relativi l’analisi dei lantanidi eseguita con procedure di ICP-MS

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	152Sm	153Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	166Er	169Tm	174Yb	175Lu
SL M1	1,41361	1,244891	0,281871	1,002274	0,190308	0,179415	0,118559	0,015523	0,0618	0,009306	0,018085	0,003448	0,011771	0,00301
SL M2	1,201265	1,167883	0,244351	0,863822	0,16465	0,161429	0,10899	0,01469	0,056764	0,009339	0,018294	0,003795	0,011737	0,003668
SL M3	1,349782	1,567859	0,279254	0,984455	0,187919	0,134412	0,127212	0,017963	0,073744	0,011482	0,024807	0,00456	0,017495	0,00424
SL 1	0,012856	0,02836	0,004624	0,021378	0,004662	0,001143	0,005618	0,00108	0,005695	0,00156	0,004049	0,000926	0,003932	0,000869
SL 2	0,004036	0,00672	0,001828	0,005715	0,001661	0,000957	0,002176	0,000954	0,002258	0,001371	0,002444	0,001332	0,002892	0,001548
SL 3	0,001327	0,001926	0,000573	0,001259	0,000623	0,000521	0,000847	0,000551	0,000728	0,000755	0,000793	0,000502	0,001161	0,000629
SL 4	0,001631	0,002327	0,000623	0,002454	0,000678	0,000553	0,000959	0,000551	0,001018	0,000786	0,001049	0,000643	0,001358	0,000676
SL 5	0,00046	0,000608	0,000226	0,000555	0,000635	0,000358	0,00017	5,53E-05	0,000242	6,45E-05	0,000153	5,79E-05	0,000354	0,000153
SL 6	0,000439	0,001113	6,34E-05	0,000247	0,000304	0,0003	-9,2E-06	9,64E-06	0,000114	7,03E-05	0,000198	5,62E-05	0,000485	9,22E-05

Tabella 50

Tabella dei dati normalizzati al Ce dei campioni di Slarina vinificata in Araldica (2024-
2025, campioni tal quali) (ICP-MS)

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	152Sm	153Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	166Er	169Tm	174Yb	175Lu
SL M1	1,135529	1	0,226422	0,80511	0,152871	0,144121	0,095236	0,012469	0,049643	0,007476	0,014527	0,00277	0,009456	0,002418
SL M2	1,028583	1	0,209226	0,739648	0,140982	0,138224	0,093323	0,012578	0,048604	0,007996	0,015664	0,00325	0,010049	0,003141
SL M3	0,860908	1	0,178112	0,627897	0,119857	0,08573	0,081138	0,011457	0,047035	0,007323	0,015822	0,002908	0,011159	0,002704
SL 1	0,453316	1	0,163037	0,753818	0,164394	0,040315	0,198091	0,038069	0,200818	0,055022	0,142765	0,032664	0,13863	0,030654
SL 2	0,600579	1	0,271974	0,850422	0,247166	0,142474	0,323836	0,141913	0,336027	0,20404	0,36374	0,19815	0,430404	0,230352
SL 3	0,689183	1	0,297591	0,653714	0,32338	0,270626	0,439893	0,285982	0,378032	0,392127	0,411615	0,26081	0,60303	0,326496
SL 4	0,700859	1	0,267817	1,05468	0,291529	0,237869	0,412055	0,236687	0,437592	0,33774	0,450821	0,276195	0,583509	0,290704
SL 5	0,755763	1	0,371003	0,912401	1,044972	0,588806	0,278993	0,090873	0,397722	0,106073	0,252294	0,095203	0,581636	0,251802
SL 6	0,394659	1	0,056952	0,222438	0,273072	0,26985	-0,00825	0,008665	0,102229	0,063153	0,177587	0,05047	0,435939	0,082844

Tabella 51.

Risultati dei campioni di Slarina micro-vinificata (2024-2025, campioni congelati)
relativi l’analisi dei lantanidi eseguita con procedure di ICP-MS

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	152Sm	153Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	166Er	169Tm	174Yb	175Lu
SL MG	0,608929	0,778353	0,129315	0,487801	0,098982	0,057907	0,077706	0,011687	0,056052	0,010023	0,024783	0,003997	0,018751	0,003277
SL SVIN	0,003797	0,006293	0,000799	0,003516	0,001291	0,000688	0,002456	0,000385	0,00128	0,000489	0,001155	0,000445	0,001583	0,000511
SL FML	0,007072	0,009033	0,002131	0,003776	0,001905	0,001793	0,030857	0,001336	0,001781	0,001266	0,001863	0,001177	0,00206	0,001345
SL VI	0,002775	0,003062	0,000395	0,000928	0,000632	0,000507	0,000972	0,000152	0,000454	0,000239	0,000623	0,000216	0,000849	0,000311
SL VIF	0,002558	0,003358	0,0004	0,000769	0,000604	0,00038	0,001116	0,00024	0,000388	0,000266	0,000499	0,000264	0,000778	0,000317
SL VI fin	-0,00016	0,004056	0,000165	5,28E-05	3,08E-06	-2,4E-05	-0,00032	-4,4E-05	-3E-06	-7,9E-05	0,000499	-8E-05	0,000448	2,73E-05

Tabella 52.

Tabella dei dati normalizzati al Ce dei campioni di Slarina micro-vinificata (2024-2025, campioni congelati) (ICP-MS)

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	152Sm	153Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	166Er	169Tm	174Yb	175Lu	
SL MG	0,78233		1	0,166139	0,626709	0,127168	0,074397	0,099834	0,015015	0,072013	0,012877	0,031841	0,005135	0,024091	0,00421
SL SVIN	0,603314		1	0,127008	0,558704	0,205089	0,109383	0,390315	0,061143	0,203394	0,077784	0,183502	0,070634	0,251556	0,081158
SL FML	0,782867		1	0,235952	0,418037	0,210846	0,198529	3,415999	0,147882	0,197155	0,140136	0,206286	0,130336	0,228084	0,148901
SL VI	0,906279		1	0,129012	0,303126	0,206276	0,165643	0,317373	0,04979	0,148206	0,078071	0,203565	0,070621	0,277294	0,101527
SL VIF	0,761743		1	0,119021	0,229035	0,179827	0,113294	0,332369	0,071352	0,115507	0,079334	0,148512	0,078715	0,231828	0,094477
SL VI fin	-0,03948		1	0,040789	0,013027	0,00076	-0,00583	-0,07941	-0,01087	-0,00074	-0,01958	0,122987	-0,01982	0,110378	0,006737

Tabella 53.

Risultati dei campioni di Slarina micro-vinificata (2024-2025, campioni pastorizzati) relativi l’analisi dei lantanidi eseguita con procedure di ICP-MS

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	152Sm	153Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	166Er	169Tm	174Yb	175Lu
SL MG	0,065613	0,162572	0,024266	0,117509	0,026637	0,006233	0,028351	0,004326	0,026713	0,005336	0,016031	0,002248	0,01312	0,001926
SL SVIN	-0,00123	0,000265	0,000208	0,001953	0,000639	0,00018	0,000783	1,45E-05	0,000581	6,80E-05	0,000566	8,82E-05	0,001437	0,000191
SL FML	-0,00093	-3,06E-05	0,000534	0,002472	0,001236	0,00063	0,001594	0,000284	0,001096	0,000347	0,000843	0,000309	0,00177	0,00052
SL VI	-0,00118	-0,00143	4,53E-05	0,000894	0,000339	0,000234	0,000142	7,23E-06	0,000402	4,08E-05	0,000125	2,41E-05	0,000704	6,58E-05

Tabella 54.

Tabella dei dati normalizzati al Ce dei campioni di Slarina micro-vinificata (2024-2025, campioni pastorizzati) (ICP-MS)

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	152Sm	153Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	166Er	169Tm	174Yb	175Lu	
SL MG	0,403592		1	0,149263	0,722812	0,163845	0,03834	0,174392	0,026611	0,164317	0,032821	0,09861	0,013829	0,080705	0,011846
SL SVIN	-4,65336		1	0,784497	7,358965	2,407331	0,678777	2,951136	0,054488	2,188606	0,256218	2,134238	0,332492	5,416122	0,719425
SL FML	30,4705		1	-17,4406	-80,7254	-40,3658	-20,5893	-52,056	-9,28703	-35,8032	-11,3247	-27,5296	-10,0855	-57,81	-16,9848
SL VI	0,822852		1	-0,03156	-0,62305	-0,23624	-0,16329	-0,09883	-0,00504	-0,27998	-0,02845	-0,08726	-0,01678	-0,49055	-0,04591

Tabella 55.

Risultati dei campioni di Slarina micro-vinificata (2024-2025, campioni tal quali) relativi l’analisi dei lantanidi eseguita con procedure di ICP-MS

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	152Sm	153Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	166Er	169Tm	174Yb	175Lu
SL MG1	1,119825	1,136444	0,237308	0,843379	0,16453	0,114139	0,124997	0,017783	0,085425	0,015624	0,038351	0,006799	0,031442	0,005965
SL MG2	1,19876	1,219866	0,249253	0,882224	0,167143	0,139054	0,12201	0,016494	0,074706	0,012654	0,028557	0,004696	0,02082	0,004013
SL MG3	0,66043	0,634166	0,133739	0,478017	0,092331	0,071221	0,069797	0,012314	0,04902	0,010796	0,021954	0,006022	0,017984	0,005738
SL SVIN	0,001943	0,004283	0,000582	0,002668	0,001043	0,000528	0,000795	0,000183	0,000846	0,000256	0,000874	0,000227	0,001289	0,000335
SL FML	0,0014	0,002516	0,000145	0,001524	0,000422	0,000546	0,000248	5,54E-05	0,00037	0,00015	0,000593	7,82E-05	0,001186	0,00025
SL VI	0,00105	0,002445	0,000244	0,00105	0,000655	0,000432	0,000239	0,000128	0,00041	0,000138	0,000349	0,000193	0,001195	0,00026
SL VI fin	0,000813	0,00761	0,000366	0,00104	0,000334	0,000414	0,000372	0,000269	0,000616	0,00029	0,001065	0,000293	0,000985	0,000273

Tabella 56.

Tabella dei dati normalizzati al Ce dei campioni di Slarina micro-vinificata (2024-2025, campioni tal quali) (ICP-MS)

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	152Sm	153Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	166Er	169Tm	174Yb	175Lu	
SL MG1	0,985376		1	0,208816	0,742121	0,144776	0,100435	0,10999	0,015648	0,075168	0,013748	0,033746	0,005983	0,027667	0,005249
SL MG2	0,982698		1	0,204328	0,723213	0,137018	0,113991	0,100019	0,013521	0,061241	0,010373	0,02341	0,003849	0,017068	0,00329
SL MG3	1,041415		1	0,210889	0,753772	0,145595	0,112306	0,110061	0,019417	0,077298	0,017024	0,034618	0,009495	0,028358	0,009049
SL SVIN	0,453534		1	0,135918	0,622978	0,243421	0,123196	0,185518	0,042794	0,197486	0,059848	0,203939	0,052889	0,300912	0,078309
SL FML	0,556263		1	0,057562	0,605516	0,167849	0,217171	0,09861	0,022031	0,147034	0,059455	0,235581	0,031085	0,471482	0,099432
SL VI	0,429391		1	0,099975	0,429361	0,267973	0,176849	0,097622	0,05225	0,167608	0,056557	0,142786	0,078753	0,488851	0,106377
SL VI fin	0,10683		1	0,048057	0,1367	0,043947	0,054341	0,048936	0,035399	0,081005	0,038054	0,139962	0,038555	0,129406	0,035907

Tabella 57.

Risultati dei campioni di Barbera Bio micro-vinificato (2024-2025, campioni congelati) relativi l’analisi dei lantanidi eseguita con procedure di ICP-MS

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	152Sm	153Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	166Er	169Tm	174Yb	175Lu
BA MG	1,170456	0,688794	0,211796	0,725403	0,121273	0,109795	0,07637	0,009777	0,039716	0,005972	0,012696	0,002315	0,007895	0,001802
BA SVIN	0,00234	0,003041	0,000331	0,000966	0,000783	0,000392	0,000548	0,00016	0,000378	0,000207	0,000538	0,000224	0,000743	0,000254
BA FML	0,002746	0,003437	0,000367	0,001025	0,000699	0,000586	0,000512	0,000203	0,000474	0,000223	0,000492	0,000246	0,000651	0,000301
BA VI	0,002761	0,003395	0,000303	0,000771	0,000842	0,000549	0,000647	0,000169	0,000512	0,000159	0,000531	0,000158	0,000573	0,000235
BA VIF	0,002536	0,002888	0,000322	0,000659	0,000711	0,000531	0,000413	0,000213	0,000341	0,000235	0,000394	0,00024	0,000532	0,000273
BA VI fin	0,002884	0,004667	0,000331	0,001011	0,000598	0,000429	0,00053	0,000206	0,00035	0,000184	0,000459	0,000176	0,000581	0,000222

Tabella 58.

Tabella dei dati normalizzati al Ce dei campioni di Barbera Bio micro-vinificata (2024-2025, campioni congelati) (ICP-MS)

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	152Sm	153Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	166Er	169Tm	174Yb	175Lu	
BA MG	1,699283		1	0,307489	1,053149	0,176065	0,159401	0,110875	0,014195	0,057661	0,00867	0,018433	0,00336	0,011463	0,002616
BA SVIN	0,76961		1	0,10876	0,317733	0,257576	0,129067	0,180192	0,052523	0,124326	0,068132	0,176929	0,073745	0,244347	0,083455
BA FML	0,799004		1	0,106923	0,298102	0,203329	0,170417	0,149047	0,059146	0,137821	0,064919	0,143181	0,071658	0,189553	0,087686
BA VI	0,813214		1	0,089309	0,227198	0,247929	0,161865	0,19073	0,049902	0,150698	0,046948	0,15656	0,046597	0,168792	0,069152
BA VIF	0,878156		1	0,111345	0,228076	0,246095	0,184	0,143039	0,073744	0,118015	0,081205	0,136324	0,083202	0,184145	0,094471

Tabella 59.

Risultati dei campioni di Barbera Bio micro-vinificato (2024-2025, campioni pastorizzati) relativi l’analisi dei lantanidi eseguita con procedure di ICP-MS

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	152Sm	153Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	166Er	169Tm	174Yb	175Lu
BA MG	0,029682	0,07169	0,01017	0,048392	0,011181	0,002846	0,011167	0,00168	0,010998	0,002337	0,007548	0,001069	0,006886	0,00106
BA SVIN	-0,00156	-0,00209	0,000104	0,000947	0,000633	0,000444	0,000347	3,86E-05	0,000267	3,63E-05	0,000138	0,000106	0,000519	0,000102
BA FML	0,000226	0,000204	0,00038	0,001592	0,000856	0,000691	0,004371	0,000255	0,000658	0,000288	0,000481	0,000231	0,000723	0,000273
BA VI	0,001256	0,002302	0,000226	0,001611	0,000618	0,000552	0,000203	5,06E-05	0,000478	2,72E-05	0,000132	2,81E-05	0,000363	9,22E-05

Tabella 60.

Tabella dei dati normalizzati al Ce dei campioni di Barbera Bio micro-vinificata (2024-2025, campioni pastorizzati) (ICP-MS)

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	152Sm	153Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	166Er	169Tm	174Yb	175Lu
BA MG	0,414035	1	0,141866	0,675015	0,155958	0,039702	0,155765	0,023432	0,153412	0,032597	0,105284	0,01491	0,096055	0,014786
BA SVIN	0,749396	1	-0,04987	-0,45351	-0,30344	-0,21287	-0,16607	-0,01847	-0,12808	-0,01737	-0,06626	-0,05092	-0,2488	-0,04889
BA FML	1,109063	1	1,862346	7,799885	4,193205	3,382611	21,40963	1,251418	3,223106	1,410069	2,35513	1,12973	3,540537	1,338392
BA VI	0,545471	1	0,098317	0,699691	0,268401	0,240004	0,088343	0,021988	0,207714	0,011817	0,057227	0,012198	0,15757	0,040044

Tabella 61.

Risultati dei campioni di Barbera Bio micro-vinificato (2024-2025, campioni tal quali)
relativi l’analisi dei lantanidi eseguita con procedure di ICP-MS

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	152Sm	153Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	166Er	169Tm	174Yb	175Lu
BA MG1	1,39412	0,860251	0,269623	0,941118	0,161427	0,145823	0,101566	0,012965	0,051864	0,007948	0,016006	0,003067	0,01032	0,002624
BA MG2	1,646245	1,476732	0,328909	1,166678	0,212451	0,209798	0,139418	0,01761	0,079063	0,011249	0,025096	0,003362	0,016763	0,002853
BA MG3	1,961161	1,305695	0,38057	1,331852	0,232627	0,201703	0,148226	0,018561	0,081304	0,01236	0,029402	0,004562	0,023298	0,004345
BA SVIN	0,00083	0,001841	0,000238	0,001043	0,001267	0,000554	0,000339	-2,37E-05	0,000198	9,80E-06	0,000292	-1,14E-05	0,000413	5,49E-05
BA FML	-2,74E-05	2,55E-05	-4,98E-05	0,000355	0,000608	0,000985	1,71E-05	-2,41E-06	0,000162	1,36E-05	0,000217	4,61E-05	0,00045	3,29E-06
BA VI	-6,86E-05	0,000745	7,69E-05	0,000276	0,000605	0,000679	0,000365	2,89E-05	0,000133	4,53E-06	0,000178	6,02E-05	0,000289	7,24E-05
BA VI fin	0,002744	0,006063	0,000253	0,001179	0,00068	0,000871	0,000142	6,03E-05	0,000371	4,31E-05	0,000468	5,41E-05	0,00043	9,55E-05

Tabella 62.

Tabella dei dati normalizzati al Ce dei campioni di Barbera Bio micro-vinificata (2024-
2025, campioni tal quali) (ICP-MS)

	139La	140Ce	141Pr	144Nd	152Sm	153Eu	158Gd	159Tb	162Dy	165Ho	166Er	169Tm	174Yb	175Lu
BA MG1	1,620596	1	0,313424	1,094004	0,187651	0,169513	0,118066	0,015071	0,06029	0,009239	0,018606	0,003565	0,011996	0,00305
BA MG2	1,114789	1	0,222728	0,79004	0,143865	0,142069	0,09441	0,011925	0,053539	0,007617	0,016994	0,002277	0,011352	0,001932
BA MG3	1,502006	1	0,29147	1,020033	0,178163	0,15448	0,113523	0,014215	0,062269	0,009466	0,022518	0,003494	0,017843	0,003327
BA SVIN	0,451099	1	0,12916	0,566421	0,688353	0,300875	0,184351	-0,01287	0,107558	0,005323	0,158582	-0,00621	0,224403	0,029843
BA FML	-1,07544	1	-1,95103	13,90698	23,81831	38,59123	0,671429	-0,09444	6,329308	0,532939	8,517186	1,807566	17,65071	0,129002
BA VI	-0,09207	1	0,103259	0,369767	0,811293	0,910608	0,490375	0,038813	0,178512	0,006084	0,238646	0,080741	0,387521	0,097191
BA VI fin	0,452624	1	0,041802	0,194431	0,112165	0,1436	0,023375	0,009937	0,061141	0,007103	0,077123	0,00893	0,07096	0,015745

Tabella 63.

Risultati dei campioni di terreno relativi l’analisi dei macro-elementi eseguita con
procedure di ICP-OES

	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	Zn	Al	Ca	Sr	Ba	Li	Ti	Cr	Rb	B	Si	P	S	Pb
Ter. BA 1	0,001007	3,14245	0,199328	1,99819	0,079935	0,077837	0,005455	3,26216	13,5592	0,0341	0,025047	0,00347	0,045449	0,024994	0,286598	0,013042	0,013333	0,132201	0,094195	1,975961
Ter. MO 1	0,000791	3,20768	0,020657	1,13069	0,063584	0,077837	0,003137	2,18456	6,54435	0,016149	0,020916	0,00347	0,059157	0,039068	0,273889	0,013042	0,012823	0,493365	0,124509	1,375305
Ter. RI 2	0,000791	2,68295	0,020657	1,44209	0,049704	0,077837	0,001983	1,87551	6,82546	0,022032	0,023119	0,00347	0,073309	0,027343	0,275989	0,013042	0,012823	1,01499	0,328707	1,788356
Ter. Ric 1	0,000791	3,03573	0,020657	1,2733	0,048646	0,077837	0,002767	2,2876	5,78772	0,0176	0,020096	0,00347	0,075667	0,034622	0,271396	0,013042	0,019579	0,132201	0,094195	1,31932
Ter. Rib 1	0,000791	3,48882	0,020657	1,47421	0,055668	0,077837	0,003846	2,46637	6,79914	0,020037	0,021263	0,00347	0,080493	0,037038	0,276951	0,013042	0,019507	0,132201	0,094195	2,649016
Ter. Ria 1	0,000791	3,14064	0,020657	1,33568	0,051038	0,077837	0,003279	2,40736	6,03735	0,018285	0,02038	0,00347	0,071148	0,033195	0,269268	0,013042	0,012823	0,132201	0,094195	2,744531
Ter. SL 2	0,003108	3,08084	0,020657	0,808437	0,049953	0,077837	0,004917	2,55337	2,96091	0,010113	0,017494	0,00347	0,046834	0,021216	0,26449	0,013042	0,012823	0,46942	0,094195	1,275077
Ter. SL 1	0,003804	3,64985	0,058944	1,21714	0,055244	0,077837	0,005576	3,28195	4,85993	0,013111	0,020554	0,00347	0,052864	0,03045	0,281853	0,013042	0,012823	0,132201	0,094195	2,483631

Tabella 64.

Risultati dei campioni di Riesling vinificato in Araldica (2023-2024, campioni congelati)
relativi l’analisi dei macro-elementi eseguita con procedure di ICP-OES

	Ba	Ca	Cu	Fe	K	Li	Mg	Mn	Na	P	Sr	Zn	S	Al	Si	B	Cr	Pb
RI UVA 1	2,90311	967,724	4,70256	22,1146	897,686	3,66688	273,82	1,94158	122,884	532,572	3,11867	2,24573	171,446	92,6953	68,399	7,98321	2,519828	16,15829
RI UVA 2	1,56138	677,041	7,72068	19,2795	950,466	1,38847	224,665	1,48224	68,1519	469,64	1,97992	1,98328	150,498	51,6764	55,5842	6,39514	2,375634	1,134217
RI UVA 3	3,99069	1260,55	7,81067	27,9983	2093,59	3,87974	470,558	3,17204	189,326	960,964	4,08183	3,96883	316,447	154,973	97,628	11,524	4,032841	2,364859
RI M1	1,0518	57,1096	0,866831	4,48578	40,3399	0,823229	25,3878	0,083039	25,342	49,3102	0,128728	0,338242	13,3047	10,8536	14,0032	0,637972	1,401089	0,301636
RI M2	1,04552	40,8475	0,452289	2,94017	33,2375	0,557306	13,0499	0,029286	17,2342	28,7924	0,128728	0,071729	6,62988	6,05461	11,5055	0,637972	1,227235	0,494086
RI M3	2,36129	97,1242	3,8292	16,3177	268,23	4,84766	72,8241	0,470413	59,9709	67,0845	0,247685	0,562246	18,7541	48,3565	47,0576	0,637972	1,606607	4,837119
RI 1	0,009735	141,544	0,481099	0,020463	905,487	0,006877	7,74823	0,040307	0,939503	634,509	0,034268	0,091729	11,4951	0,113415	1,11384	0,378197	0,788198	0,121845
RI 2	0,00698	164,152	0,366897	0,017067	882,375	0,000158	8,7808	0,046449	0,507865	897,562	0,037353	0,089067	126,940	0,109259	1,15214	0,444242	0,730922	0,052199
RI 3	0,005857	163,865	0,215017	0,006025	552,581	0,000139	8,57858	0,046375	0,520452	115,518	0,033595	0,087471	163,411	0,099778	1,1407	0,450739	0,245917	0,067678
RI 4	0,007524	159,924	0,412205	0,006556	589,940	0,000133	7,87885	0,044107	0,536637	123,784	0,031449	0,124365	185,119	0,102725	1,08978	0,429367	0,240419	0,04547
RI 5	0,007093	11,3324	0,318895	0,007368	783,895	0,000091	5,92598	0,030855	0,405413	104,163	0,024649	0,112315	130,379	0,07943	0,771003	0,338383	0,17572	0,032269
RI 6	0,009527	155,117	0,307352	0,007922	779,167	0,000119	7,24733	0,041769	0,48922	143,416	0,032225	0,096083	194,204	0,105233	1,04983	0,433141	0,255893	0,022378
RI 7	0,011204	161,271	0,20755	0,006352	546,510	0,000115	7,30875	0,044326	0,558459	168,940	0,032873	0,083182	206,813	0,114294	1,13349	0,435495	0,283657	0,014712
RI 8	0,013114	130,627	0,046885	0,014279	263,300	0,000088	7,16044	0,0461	0,548555	177,330	0,030821	0,056589	271,338	0,138712	1,24472	0,419442	0,40131	0,036415

Tabella 65.

Risultati dei campioni di Riesling micro-vinificato (2023-2024, campioni congelati) relativi l’analisi dei macro-elementi eseguita con procedure di ICP-OES

	Ba	Ca	Cu	Fe	K	Li	Mg	Mn	Na	P	Sr	Zn	S	Al	Si	B	Cr	Pb
RI MG 1	0,069847	4,67207	0,061295	0,255211	11,2142	0,049838	2,39129	0,011142	2,30241	15,4197	0,027458	0,027311	2,4631	0,962252	1,5691	0,047532	1,159571	2,723545
RI MG 2	0,071881	5,25498	0,073813	0,280183	7,0426	0,059032	2,75375	0,014991	2,44777	15,6776	0,033078	0,034836	2,30581	0,959129	1,25535	0,029012	1,173122	1,379012
RI MG 3	0,051317	4,11735	0,073231	0,200027	6,61512	0,034585	2,14367	0,010961	1,80713	13,2086	0,021298	0,027352	2,1298	0,736855	0,817161	0,043438	0,849189	0,999254
RI MC 1	0,034465	2,58261	0,023383	0,037209	2,21342	0,020627	0,666302	0,003403	1,17951	8,94124	0,015902	0,012032	1,42756	0,105156	0,236536	0,009229	0,429219	0,487055
RI MC 2	0,079789	4,57234	0,036193	0,052009	2,87326	0,020587	1,39764	0,007404	1,32914	14,529	0,031165	0,024331	2,25066	0,306853	0,383312	0,021917	0,74798	1,5771
RI MC 3	0,054371	4,63569	0,102318	0,146362	5,68596	0,04031	2,42465	0,01412	1,76284	12,7796	0,023116	0,042952	2,06552	0,616265	0,839681	0,085081	0,255649	0,641627
RI VI	0,012291	8,4676	0,029634	0,031266	4,51999	0,000159	7,29213	0,041648	0,331706	71,1416	0,025496	0,100014	8,52339	0,092046	1,34447	0,406838	0,786866	0,602308
RI VIF	0,00987	8,95914	0,004476	0,03817	3,14888	0,000171	6,13655	0,034126	0,315539	55,9041	0,022212	0,103336	15,2624	0,085762	1,10855	0,344987	0,648869	0,606046

Tabella 66.

Risultati dei campioni di Moscato vinificato in Araldica (2023-2024, campioni congelati) relativi l’analisi dei macro-elementi eseguita con procedure di ICP-OES

	Ba	Ca	Cu	Fe	K	Li	Mg	Mn	Na	P	Sr	Zn	S	Al	Si	B	Cr	Pb
MO UVA 1	4,51974	1209,72	6,84091	36,6458	1488,89	5,65126	489,276	6,00676	189,325	800,002	4,02023	3,40345	204,951	144,796	112,202	9,85078	4,830883	2,228302
MO UVA 2	5,5499	1696,21	7,99129	37,5074	3435,73	4,81286	662,877	9,17994	209,528	1141	6,00307	4,40426	269,164	196,506	195,626	15,3608	7,10894	4,534276
MO UVA 3	7,05344	1826,2	10,512	42,4495	3403,71	6,77109	743,497	8,74335	284,799	1273,5	6,83906	5,42159	307,943	254,094	176,928	16,8974	7,359305	5,572126
MO M1	0,058675	5,62577	0,044019	0,6324	5,30908	0,0664	2,05075	0,016673	2,80562	14,3953	0,0276	0,025451	2,37763	1,05929	1,45422	0,028796	1,111758	1,366084
MO M2	0,11355	8,21575	0,146552	1,90851	31,7686	0,229676	4,96999	0,04905	5,19037	16,3165	0,047875	0,05073	2,68345	4,25248	4,87512	0,206388	1,491649	2,037243
MO M3	0,110678	8,81733	0,112948	1,43285	21,973	0,100078	4,48448	0,064933	3,46277	17,0185	0,064977	0,042142	2,7597	3,19432	4,37321	0,139749	0,888611	1,206778
MO 1	0,287878	87,9054	0,500949	2,63885	103,147	0,384012	32,9069	0,436826	18,914	152,295	0,368226	0,25478	19,4632	8,2513	8,64637	0,830034	1,359995	0,027859
MO 2	0,356098	123,039	0,594532	2,71832	189,165	0,336281	44,4855	0,653173	21,9301	227,819	0,552539	0,337573	26,0882	12,1604	15,9849	1,2568	1,479091	0,019702
MO 3	0,419759	120,841	0,709753	2,80774	176,989	0,421326	45,0188	0,572493	26,4386	240,435	0,56175	0,363466	27,5892	14,6288	13,0267	1,25091	1,00914	0,014131
MO 4	0,016611	20,0387	0,290718	0,019307	102,903	0,000266	11,5449	0,119265	0,744453	228,68	0,069575	0,099648	23,5347	0,135824	1,68392	0,832548	0,690699	0,140563
MO 5	0,01715	17,6225	0,247623	0,017616	93,8247	0,000239	11,0572	0,115168	0,692778	250,052	0,065209	0,089495	22,7705	0,128472	1,63441	0,800473	0,879281	0,100044
MO 6	0,019248	15,0944	0,091815	0,038117	60,2053	0,000248	11,2469	0,12177	0,656491	271,391	0,063732	0,067674	31,9785	0,134714	1,74201	0,812364	0,943803	0,504229

Tabella 67.

Risultati dei campioni di Moscato micro-vinificato (2023-2024, campioni congelati) relativi l’analisi dei macro-elementi eseguita con procedure di ICP-OES

	Ba	Ca	Cu	Fe	K	Li	Mg	Mn	Na	P	Sr	Zn	S	Al	Si	B	Cr	Pb
MO MG 1	0,071193	4,55517	0,034177	0,122608	6,76892	0,042914	1,65005	0,008091	2,10958	20,7576	0,026743	0,022465	2,34961	0,342882	0,630868	0,01509	1,111758	1,366084
MO MG 2	0,089436	8,15992	0,069478	0,174288	10,0664	0,064869	3,25234	0,019231	3,18476	35,5945	0,042472	0,04104	3,68773	0,851598	0,834401	0,04803	1,491649	2,037243
MO MG 3	0,056536	3,7749	0,041174	0,086873	4,23316	0,04592	1,40736	0,009893	1,65902	16,0052	0,019	0,019351	1,87281	0,277557	0,423558	0,023972	0,888611	1,206778
MO MC 1	0,061659	4,50927	0,03746	0,08826	6,41639	0,071183	1,66301	0,011079	2,95407	20,0684	0,025438	0,024462	2,31584	0,362535	0,65357	0,023583	0,82227	2,40191
MO MC 2	0,058616	5,48646	0,048803	0,083404	5,89141	0,027174	2,31229	0,012551	2,22022	24,9953	0,026923	0,035854	2,67367	0,418851	0,539195	0,018526	0,830642	1,938476
MO MC 3	0,071389	5,72933	0,064378	0,170312	9,06257	0,071535	2,53165	0,019935	2,47773	23,4873	0,02826	0,03243	2,52247	0,916784	0,920488	0,049771	0,768152	1,454188
MO VI	0,014555	8,19574	0,007549	0,120129	11,7692	0,000113	8,08254	0,069499	0,414735	126,985	0,035897	0,06619	10,1978	0,107957	1,41938	0,48628	0,717296	0,380768
MO VIF	0,012237	7,0168	0,001633	0,149892	9,92388	0,000106	6,8702	0,057517	0,506225	103,518	0,030085	0,055959	25,1942	0,092341	1,18979	0,401686	0,775558	0,393245

Tabella 68.

Risultati dei campioni di Slarina vinificato in Araldica (2023-2024, campioni congelati)
relativi l’analisi dei macro-elementi eseguita con procedure di ICP-OES

	Ba	Ca	Cu	Fe	K	Li	Mg	Mn	Na	P	Sr	Zn	S	Al	Si	B	Pb	Cr
SL UVA 1	1,91069	824,076	4,43709	24,5505	883,496	2,83132	295,336	2,13671	109,404	496,801	2,59814	2,42504	147,804	71,8077	79,948	8,60922	1,21421	2,485037
SL UVA 2	3,71779	1336,46	7,8801	21,8192	1837,96	4,47345	490,718	3,35008	192,43	918,189	3,69658	3,70768	266,651	114,236	89,296	11,82	2,387921	3,524835
SL UVA 3	6,73971	1788,16	12,7451	39,1504	3509,83	8,90235	715,978	4,64097	295,109	1297,27	5,49926	5,31014	369,586	253,949	145,679	14,4305	4,62596	4,547175
SL M	0,128085	9,69898	0,248128	2,50342	25,9064	0,230296	6,11425	0,055065	5,20958	11,6081	0,050226	0,041462	2,69173	5,79524	6,55923	0,163168	1,233089	6,414797
SL 1	0,008093	17,3247	0,181516	0,01257	43,1914	0,000371	10,9014	0,075168	0,316563	105,691	0,058275	0,109303	9,8463	0,110937	1,56547	0,451173	0,196503	1,390611
SL 2	0,009542	16,3357	0,122828	0,057533	85,1616	0,000339	11,018	0,064534	0,430029	119,492	0,048851	0,073461	11,583	0,10748	1,39161	0,546781	0,216864	1,36085
SL 3	0,009664	15,5684	0,076804	0,051448	32,1076	0,000312	10,3733	0,063695	0,349147	106,028	0,043291	0,06179	12,7399	0,105466	1,33238	0,52709	0,146048	1,443969
SL 4	0,011499	15,7805	0,072072	0,053779	48,0278	0,000258	10,3109	0,063825	0,366306	108,567	0,045517	0,055682	14,519	0,108869	1,34658	0,543685	0,174459	1,990119
SL 5	0,008904	12,3251	0,632063	0,028134	69,5357	0,000357	7,9901	0,046811	0,478645	55,5063	0,029201	0,085842	4,78414	0,130897	1,25348	0,321198	0,623238	1,374015
SL 6	0,013508	14,2639	0,053962	0,06993	44,7562	0,000329	10,7866	0,072901	0,370747	123,497	0,049553	0,029246	14,9355	0,110717	1,46355	0,572489	0,273611	1,173295
SL 7	0,016199	12,2315	0,046834	0,086218	41,7695	0,000326	11,0482	0,077298	0,370413	140,829	0,050721	0,029552	16,0005	0,110613	1,53437	0,591649	0,202518	1,137513
SL 8	0,019409	11,4819	0,089528	0,080294	63,6522	0,000378	11,624	0,078847	0,441446	188,488	0,057419	0,085752	18,0022	0,118596	1,62899	0,631572	0,136775	1,182013
SL 9	0,019872	10,5055	0,010296	0,267386	48,3092	0,000381	11,6037	0,082749	0,425618	195,578	0,056504	0,090623	23,0678	0,124168	1,657	0,623466	0,069022	1,03471

Tabella 69.

Risultati dei campioni di Slarina micro-vinificato (2023-2024, campioni congelati)
relativi l’analisi dei macro-elementi eseguita con procedure di ICP-OES

	Ba	Ca	Cu	Fe	K	Li	Mg	Mn	Na	P	Sr	Zn	S	Al	Si	B	Pb	Cr
SL MG 1	0,065785	5,75371	0,113249	1,06002	8,08435	0,038157	2,47651	0,016094	1,81081	12,8127	0,027428	0,029867	2,24125	1,55547	1,96229	0,033296	1,848935	8,743188
SL MG 2	0,057855	5,66078	0,109832	0,915445	6,68419	0,044524	2,1238	0,014371	1,98824	12,2312	0,025381	0,022894	2,23136	1,38209	1,41395	0,04481	1,124383	8,178834
SL MG 3	0,064933	7,87976	0,205121	1,3501	12,5453	0,103107	3,99853	0,02866	3,35183	15,2711	0,029234	0,045149	2,49377	2,40244	1,85968	0,075881	1,662137	10,81222
SL SVIN	0,012287	5,45499	0,055211	0,011954	10,291	0,000168	10,3111	0,066318	0,254135	98,4008	0,026103	0,087698	9,43406	0,074708	1,43943	0,530624	0,219166	1,10414
SL FML	0,013269	4,21126	0,033106	0,037696	6,44975	0,000137	9,74887	0,07214	0,241802	92,5007	0,023315	0,049909	9,54063	0,062972	1,35387	0,516966	0,319602	1,305823
SL VI	0,016045	7,03148	0,035758	0,088574	25,0781	0,000192	10,5765	0,079539	0,300229	104,203	0,035987	0,075224	10,8951	0,09676	1,48266	0,599724	3,427538	1,482585
SL VIF	0,015177	6,23874	0,032378	0,099359	5,9218	0,000151	10,4654	0,080089	0,271832	102,92	0,032654	0,077439	20,6174	0,091433	1,44986	0,572558	3,761118	1,473749

Tabella 70.

Risultati dei campioni di Barbera Bio vinificato in Araldica (2023-2024, campioni congelati) relativi l’analisi dei macro-elementi eseguita con procedure di ICP-OES

	Ba	Ca	Cu	Fe	K	Li	Mg	Mn	Na	P	Sr	Zn	S	Al	Si	B	Cr	Pb
BA UVA 1	3,08324	1054,12	4,38545	21,9696	1229,48	2,03891	321,739	3,09655	87,0183	579,880	4,09698	2,8292	188,343	108,777	76,023	8,3175	2,21693	1,598145
BA UVA 2	9,00025	1976,3	8,77173	34,9092	3195,76	9,48071	608,354	4,81817	269,241	1022,89	9,4074	4,23359	331,391	264,096	142,114	13,609	3,370164	7,748113
BA UVA 3	8,73147	1875,5	8,93375	30,0975	2928,16	8,94136	597,912	4,71291	258,113	1005,52	9,25057	4,04077	298,689	228,061	166,327	12,2737	6,209945	12,08904
BA M1	0,190737	10,152	0,129548	0,693981	590,982	0,220194	5,04606	0,02688	9,05727	189,101	0,073889	0,026204	4,83292	8,76637	2,10857	0,025884	0,713397	0,806807
BA M2	0,156265	8,8355	0,207116	1,40116	294,629	0,283889	5,79782	0,046755	6,87516	180,189	0,06419	0,034797	3,30966	4,97314	5,64825	0,22627	0,641352	2,840527
BA M3	0,130483	7,00812	0,177019	0,992209	259,630	0,230051	4,57858	0,031376	6,04104	140,940	0,050118	0,048635	2,71465	3,63032	5,03097	0,172332	0,500577	2,99648
BA 1	0,01714	198,995	0,3898	0,009743	529,206	0,00087	11,1253	0,081267	0,412569	785,470	0,100377	0,116131	115,350	0,121995	0,833251	0,477693	1,551583	0,221658
BA 2	0,018643	229,679	0,176123	0,049418	549,573	0,00056	122,505	0,124749	0,916046	964,269	0,123176	0,113991	11,6454	0,131352	0,797223	0,532827	0,498271	0,205004
BA 3	0,034239	136,667	0,084676	0,047903	502,728	0,000701	136,203	0,166284	0,686346	136,226	0,139129	0,120795	173,379	0,113697	0,970256	0,700202	0,777925	0,222795
BA 4	0,034785	11,4904	0,079951	0,053846	522,856	0,000645	130,778	0,162299	0,649165	140,564	0,130089	0,119404	173,349	0,109911	0,947187	0,669198	0,711078	0,18909
BA 5	0,040725	11,6799	0,092571	0,092908	449,722	0,000756	144,928	0,192813	0,697663	192,165	0,143384	0,144242	220,709	0,130583	1,10153	0,738012	0,94569	0,294304
BA 6	0,03973	11,5479	0,030508	0,168328	370,776	0,000717	142,504	0,191584	0,663098	190,377	0,136374	0,12182	221,450	0,134107	1,09821	0,72473	0,754147	0,278834
BA 7	0,039104	11,4009	0,00687	0,240132	254,351	0,000675	143,233	0,190901	0,656177	195,501	0,133385	0,136652	298,300	0,133193	1,10219	0,71522	1,55675	3,152212

Tabella 71.

Risultati dei campioni di Barbera Bio micro-vinificato (2023-2024, campioni congelati)
relativi l’analisi dei macro-elementi eseguita con procedure di ICP-OES

	Ba	Ca	Cu	Fe	K	Li	Mg	Mn	Na	P	Sr	Zn	S	Al	Si	B	Cr	Pb
BA MG 1	0,099942	9,96336	0,085403	0,282324	6,37468	0,084967	4,05453	0,026783	3,74317	245,450	0,061325	0,055793	3,51587	1,25735	1,50579	0,057214	1,380907	1,094616
BA MG 2	0,074948	7,2081	0,092014	0,163946	7,33864	0,043106	2,86689	0,016401	2,53781	227,711	0,046675	0,039763	3,42187	0,714756	0,776015	0,069976	1,661045	2,495006
BA MG 3	0,115661	5,94942	0,062866	0,229293	6,29301	0,086379	2,00689	0,014765	3,78159	185,112	0,039562	0,023265	2,96385	0,930867	0,776703	0,037425	0,890164	1,431468
BA SVIN	0,033141	149,973	0,092634	0,019607	355,219	0,000661	11,8514	0,105188	0,435803	159,844	0,119274	0,147146	146,381	0,135543	1,02156	0,651357	0,390182	0,446441
BA FML	0,033179	154,271	0,044606	0,04278	220,301	0,000624	11,812	0,112065	0,438081	155,589	0,114412	0,111975	148,182	0,136274	1,04221	0,648885	0,588497	0,486003
BA VI	0,029841	148,616	0,033796	0,035387	153,108	0,000608	11,6467	0,110918	0,425564	152,289	0,10641	0,064624	145,141	0,131053	1,02146	0,620742	0,384408	0,465284
BA VIF	0,030367	147,628	0,00574	0,054476	168,180	0,000606	11,7541	0,112236	0,42711	155,603	0,105183	0,094988	260,077	0,133137	1,03372	0,624936	0,384048	0,457841

Tabella 72.

Risultati dei campioni di Riesling vinificato in Araldica (2024-2025, campioni congelati)
relativi l’analisi dei macro-elementi eseguita con procedure di ICP-OES

	Cu	Fe	K	Mn	Na	Zn	Al	Ca	Li	Ti	Ba	Mg	Sr	Cr	Pb
RI 11	0,008817	-0,00038	1,475481	0,008111	0,073756	0,008338	0,019285	0,953216	-0,00061	0,001327	0,003304	1,26051	0,008432	-0,00691	0,034088
RI 10	0,016683	-0,00107	1,091335	0,007993	0,062657	0,008962	0,021014	1,165889	-0,00059	0,001356	0,003169	1,255988	0,008773	-0,00538	0,03618
RI 9	0,01003	-0,00083	1,072286	0,00695	0,055504	0,009458	0,019595	1,045229	-0,00063	0,001315	0,003114	1,133168	0,007728	-0,00516	0,03363
RI 8	0,011222	-0,00037	1,334574	0,007229	0,05521	0,008424	0,020167	1,197565	-0,00063	0,001329	0,003493	1,129155	0,008432	-0,00382	0,036779
RI 7	0,015012	0,000656	1,329703	0,009925	0,081563	0,010738	0,026601	1,926963	-0,0006	0,001339	0,003642	1,468811	0,009391	-0,00268	0,035519
RI 6	0,00951	0,000689	0,666176	0,005623	0,035021	0,00624	0,020673	1,057377	-0,00056	0,0015	0,004032	0,85749	0,00853	-0,00195	0,033685
RI 5	0,015208	0,000655	1,994875	0,005693	0,049689	0,008299	0,02821	1,526106	-0,00055	0,001542	0,003893	0,956015	0,009186	-0,00202	0,029595
RI 4	0,013258	0,000443	1,628556	0,005298	0,003575	0,006537	0,021979	1,450772	-0,00056	0,001573	0,003258	0,9138	0,009249	-0,00209	0,030053
RI 3	0,030036	-0,00045	3,753134	0,006066	0,014007	0,008284	0,026472	1,787214	-0,00052	0,001553	0,003197	1,080092	0,009952	-0,00417	0,025763
RI 2	0,057479	-0,00106	3,668419	0,005836	0,005105	0,006884	0,026278	1,763	-0,00054	0,001574	0,002784	1,048696	0,009558	-0,00624	0,023895
RI MG	0,045394	0,074926	3,181833	0,005836	0,404542	0,006856	0,29241	0,928332	0,031171	0,003381	0,017828	0,647808	0,010057	0,005014	0,026159
uva RI3	0,081731	0,246662	20,7347	0,051899	0,979275	0,031564	1,06961	6,42037	0,072313	0,00719	0,034405	3,08684	0,019569	0,007072	7,834642
uva RI2	0,072829	0,199293	19,5249	0,057952	0,784514	0,026935	0,95911	5,51576	0,053122	0,006537	0,027588	2,62377	0,013613	0	9,640476
uva RI1	0,071822	0,193496	17,338	0,050649	0,748621	0,027495	0,934986	5,25787	0,046839	0,005532	0,023903	2,48367	0,012649	0,001291	10,16036

Tabella 73.

Risultati dei campioni di Riesling vinificato in Araldica (2024-2025, campioni tal quali)
relativi l’analisi dei macro-elementi eseguita con procedure di ICP-OES

	Cu	Fe	K	Mn	Na	Zn	Al	Ca	Li	Ti	Ba	Mg	Sr	Cr	Pb
RI MG 3	0,029209	0,044336	2,513673	0,00336	0,343233	0,004617	0,128947	0,839829	0,017696	0,002633	0,007113	0,467666	0,001161	-0,00226	-0,01347
RI MG2	0,004421	0,017166	0,484581	0,000262	0,114961	0,001955	0,18313	0,189456	0,003106	6,42E-05	0,004448	0,102103	-0,00091	-0,00182	-0,01072
RI MG1	0,013774	0,045542	1,399635	0,001295	0,240634	0,004997	0,51066	0,558547	0,007704	0,000862	0,008209	0,325382	0,000727	-0,00169	-0,01117
RI 11	0,024777	-0,0007	6,704441	0,00789	0,083042	0,008442	0,023091	1,801283	-0,00068	0,000962	0,003522	1,243449	0,007714	-0,00693	0,031457
RI 10	0,009043	0,000565	5,053216	0,007222	0,058053	0,007952	0,018152	1,263653	-0,0008	0,001148	0,003174	1,059219	0,007309	-0,00531	0,033407
RI 9	0,006656	0,000287	5,730552	0,00768	0,071926	0,009338	0,017177	1,209526	-0,00065	0,001038	0,004728	1,19357	0,007753	-0,00521	0,030471
RI 8	0,007969	-0,00078	2,892277	0,003606	0,028275	0,005786	0,015399	0,610924	-0,00063	0,001199	0,002874	0,640446	0,006858	-0,00558	0,025647
RI 7	0,007091	-0,00108	6,216866	0,007847	0,07734	0,009786	0,017501	1,321369	-0,00063	0,001039	0,001575	1,264466	0,007585	-0,0058	0,030816
RI 6	0,005687	0,000435	6,42977	0,008509	0,094534	0,013258	0,026635	1,580997	-0,00061	0,001033	0,00426	1,352683	0,007646	-0,00473	0,028442
RI 5	0,009376	0,066011	3,28699	0,00486	0,067399	0,254666	0,082388	6,064128	-0,00048	0,002523	0,004942	0,746775	0,008653	-0,00445	0,022569
RI 4	0,022519	-0,00021	2,930986	0,003838	0,006676	0,012559	0,017905	0,946848	-0,00062	0,001247	0,002908	0,724901	0,006958	-0,0059	0,02493
RI 3	0,008365	-0,00193	5,61983	0,007255	0,021256	0,011389	0,019591	1,257226	-0,00072	0,000947	0,001235	1,291897	0,007047	-0,0075	0,029049
RI 2	0,022079	0,000486	8,572257	0,01284	0,032433	0,015695	0,024785	2,033453	-0,00075	0,000773	0,005823	2,040587	0,008759	-0,0067	0,036322

Tabella 74.

Risultati dei campioni di Riesling micro-vinificato (2024-2025, campioni congelati)
relativi l’analisi dei macro-elementi eseguita con procedure di ICP-OES

	Cu	Fe	K	Mn	Na	Zn	Al	Ca	Li	Ti	Ba	Mg	Sr	Cr	Pb
RI MG	0,045394	0,074926	3,181833	0,005836	0,404542	0,006856	0,29241	0,928332	0,031171	0,003381	0,017828	0,647808	0,010057	0,005014	0,026159
RI MC	0,044136	0,031359	2,367934	0,004432	0,336	0,005906	0,175385	0,877461	0,019204	0,002216	0,012852	0,521763	0,009969	0,005436	0,026536
RI VI	0,022721	-0,00094	1,843639	0,005728	0,009197	0,007496	0,020718	0,820114	-0,00058	0,001368	0,002851	1,343456	0,008529	-0,0084	0,036663
RI VI fin	0,022373	-0,00045	1,392555	0,005854	0,011544	0,007047	0,020387	0,954346	-0,00059	0,001356	0,00274	1,351732	0,008509	-0,00901	0,035418

Tabella 75.

Risultati dei campioni di Riesling micro-vinificato (2024-2025, campioni pastorizzati)
relativi l’analisi dei macro-elementi eseguita con procedure di ICP-OES

	Cu	Fe	K	Mn	Na	Zn	Al	Ca	Li	Ti	Ba	Mg	Sr	Cr	Pb
RI MC past	0,106143	0,006747	10,24173	0,00863	0,044491	0,015744	0,026232	2,200806	-0,00048	0,001276	0,005523	1,425009	0,010152	0,004695	0,027716
RI MG past	0,082234	0,011267	8,091572	0,007931	0,034341	0,012959	0,029525	1,893677	-0,00044	0,0013	0,006176	1,235653	0,009701	0,005835	0,028421
RI VI past	0,018437	0,00162	3,033877	0,004331	0,018853	0,006136	0,021313	1,573343	-0,00047	0,001271	0,003448	0,912198	0,008402	-0,00393	0,029869

Tabella 76.

Risultati dei campioni di Riesling micro-vinificato (2024-2025, campioni tal quali)
relativi l'analisi dei macro-elementi eseguita con procedure di ICP-OES

	Cu	Fe	K	Mn	Na	Zn	Al	Ca	Li	Ti	Ba	Mg	Sr	Cr	Pb
RI MC3	0,005878	0,006735	0,335596	0,000559	0,123175	0,015333	0,097554	0,49355	0,005174	-0,00028	0,00623	0,133679	-0,00064	-0,0029	-0,01443
RI MC2	0,016579	0,01338	0,673551	0,00161	0,149909	0,002663	0,104859	0,468504	0,006725	-0,0001	0,004701	0,26548	-0,00093	-0,00255	-0,01723
RI MC1	0,008917	0,007781	0,443591	0,001255	0,108144	0,002635	0,128006	0,342488	0,003936	-0,00015	0,006769	0,17332	-0,00073	-0,00215	-0,01254
RI MG3	0,029209	0,044336	2,513673	0,00336	0,343233	0,004617	0,128947	0,839829	0,017696	0,002633	0,007113	0,467666	0,001161	-0,00226	-0,01347
RI MG2	0,004421	0,017166	0,484581	0,000262	0,114961	0,001955	0,18313	0,189456	0,003106	6,42E-05	0,004448	0,102103	-0,00091	-0,00182	-0,01072
RI MG1	0,013774	0,045542	1,399635	0,001295	0,240634	0,004997	0,51066	0,558547	0,007704	0,000862	0,008209	0,325382	0,000727	-0,00169	-0,01117
RI VI	0,022713	0,001892	3,723037	0,005846	0,007484	0,006716	0,025507	2,144557	-0,00059	0,001153	0,003594	1,194876	0,008523	-0,005	0,030314
RI VI fin	0,016964	-0,00168	1,936365	0,002308	0,004474	0,00538	0,02442	1,231338	-0,00045	0,001739	0,003798	0,691562	0,010055	-0,00811	0,033287

Tabella 77.

Risultati dei campioni di Moscato micro-vinificato (2024-2025, campioni congelati)
relativi l'analisi dei macro-elementi eseguita con procedure di ICP-OES

	Cu	Fe	K	Mn	Na	Zn	Al	Ca	Li	Ti	Ba	Mg	Sr	Cr	Pb
MO MC	0,014494	0,020184	0,818843	0,002675	0,36023	0,002985	0,096249	0,718797	0,01838	0,001667	0,019805	0,23317	0,009571	0,006121	0,026048
MO MG	0,018679	0,046904	2,153457	0,004136	0,372377	0,00466	0,194127	0,791292	0,013721	0,002971	0,017604	0,386737	0,009656	0,00642	0,026763
MO VI fin	0,006802	-0,00031	2,430912	0,005877	0,034355	0,008443	0,020398	0,837889	-0,00056	0,001474	0,002796	1,011846	0,0087	-0,00803	0,02753
MO VI	0,015857	-0,002	2,637121	0,006958	0,020532	0,01073	0,020516	0,964314	-0,00056	0,001409	0,002948	1,175635	0,009157	-0,00879	0,031606
uva MO3	0,032214	0,111508	15,1063	0,026801	0,36057	0,014626	0,879281	5,05941	0,01632	0,008234	0,016645	1,71443	0,01663	0,007633	1,809236
uva MO2	0,026298	0,090006	12,7628	0,022238	0,30782	0,013234	0,598239	4,32946	0,014586	0,006627	0,01318	1,56864	0,01574	0,007352	1,583806
uva MO1	0,022372	0,088902	10,5908	0,016915	0,31891	0,011865	0,525382	3,81617	0,018168	0,005064	0,013385	1,3717	0,014004	0,007024	1,368737

Tabella 78.

Risultati dei campioni di Moscato micro-vinificato (2024-2025, campioni pastorizzati)
relativi l'analisi dei macro-elementi eseguita con procedure di ICP-OES

	Cu	Fe	K	Mn	Na	Zn	Al	Ca	Li	Ti	Ba	Mg	Sr	Cr	Pb
MO MC	0,029351	0,005439	6,81691	0,006684	0,029856	0,008925	0,02009	1,404799	-0,00048	0,001296	0,005814	0,800758	0,008644	0,004672	0,028092
MO MG	0,04595	0,005281	11,65433	0,010794	0,054628	0,013818	0,0273	2,399067	-0,00043	0,00127	0,004188	1,342563	0,009979	0,004132	0,026192
MO VI	0,011972	-0,00036	4,917992	0,004661	0,025075	0,008302	0,016641	0,628316	-0,00051	0,001297	0,002122	0,775978	0,007934	-0,00417	0,025074

Tabella 79.

Risultati dei campioni di Moscato micro-vinificato (2024-2025, campioni tal quali)
relativi l'analisi dei macro-elementi eseguita con procedure di ICP-OES

	Cu	Fe	K	Mn	Na	Zn	Al	Ca	Li	Ti	Ba	Mg	Sr	Cr	Pb
MO MC3	0,011065	0,012126	0,573256	0,001989	0,132084	0,003344	0,050765	0,363416	0,004751	0,001454	0,006867	0,193852	0,006945	0,006354	0,021386
MO MC2	0,010009	0,010537	0,657476	0,002426	0,168639	0,003214	0,076939	0,536809	0,006876	0,001296	0,008669	0,21219	0,00772	0,004807	0,019486
MO MC1	0,004928	0,003725	0,57624	0,001159	0,153599	0,001718	0,047608	0,471235	0,009374	-0,00049	0,007082	0,175529	-0,00069	-0,00322	-0,0148
MO MG3	0,005717	0,01711	0,646584	0,001685	0,170171	0,001589	0,08667	0,355444	0,010912	-0,00022	0,007439	0,184381	-0,00135	-0,00319	-0,01525
MO MG2	0,010708	0,04014	1,833435	0,003157	0,2409	0,004257	0,271093	0,681575	0,009451	0,00074	0,009314	0,407947	-9,3E-05	-0,00221	-0,01512
MO MG1	0,005993	0,029212	1,095299	0,001815	0,308628	0,002306	0,176367	0,460568	0,015337	0,000234	0,011797	0,228492	-0,00052	-0,00261	-0,01525
MO VI	0,010366	-0,00014	4,012812	0,004162	0,004902	0,006411	0,01592	0,581253	-0,0006	0,001224	0,003167	0,696461	0,007777	-0,00531	0,023658

Tabella 80.

Risultati dei campioni di Slarina vinificato in Araldica (2024-2025, campioni congelati)
relativi l’analisi dei macro-elementi eseguita con procedure di ICP-OES

	Cu	Fe	K	Mn	Na	Zn	Al	Ca	Li	Ti	Ba	Mg	Sr	Cr	Pb
SL 6	0,006738	0,01269	4,176251	0,010806	0,014922	0,006084	0,02007	1,211622	-0,00063	0,001138	0,003285	1,795495	0,008899	-0,00692	0,035253
SL 5	0,005665	0,009776	3,974734	0,010261	0,006827	0,006406	0,019427	1,290194	-0,0006	0,001196	0,003326	1,721584	0,008758	-0,00549	0,03737
SL 4	0,00913	0,003631	2,454682	0,005776	-0,00424	0,002912	0,017951	0,855047	-0,00068	0,001323	0,003138	1,000392	0,008181	-0,00472	0,027693
SL 3	0,011274	0,009086	3,972079	0,010894	0,004174	0,004735	0,019804	1,527082	-0,00059	0,001117	0,003242	1,797828	0,008397	-0,00457	0,032982
SL 2	0,011035	0,000509	3,598104	0,005313	0,003745	0,004782	0,01812	0,987524	-0,00051	0,001409	0,003076	0,990426	0,008382	-0,00384	0,022517
SL 1	0,01952	0,00125	5,238853	0,007686	-0,00539	0,009101	0,021141	1,522324	-0,00052	0,001329	0,003179	1,410675	0,008923	-0,00525	0,025152
SL M3	0,020303	0,036859	2,879987	0,003691	0,369769	0,006554	0,402416	0,590453	0,011252	0,002599	0,014865	0,431113	0,008778	0,006819	0,027353
SL M2	0,0136	0,022639	1,38767	0,001961	0,438735	0,005396	0,499361	0,504167	0,017763	0,001923	0,014612	0,27702	0,0087	0,006833	0,023339
SL M1	0,012193	0,029764	1,769612	0,002343	0,511763	0,00516	0,247647	0,541994	0,018397	0,002083	0,02004	0,257453	0,008846	0,006275	0,02513

Tabella 81.

Risultati dei campioni di Slarina vinificato in Araldica (2024-2025, campioni tal quali)
relativi l’analisi dei macro-elementi eseguita con procedure di ICP-OES

	Cu	Fe	K	Mn	Na	Zn	Al	Ca	Li	Ti	Ba	Mg	Sr	Cr	Pb
SL M3	0,005528	0,010036	0,784168	0,001005	0,100681	0,001785	0,109571	0,160769	0,003064	0,000708	0,004048	0,117384	0,00239	0,001857	0,007448
SL M2	0,003309	0,005508	0,337632	0,000477	0,106748	0,001313	0,121499	0,122668	0,004322	0,000468	0,003555	0,067401	0,002117	0,001663	0,005679
SL M1	0,003163	0,007721	0,459083	0,000608	0,132764	0,001339	0,064246	0,140607	0,004773	0,00054	0,005199	0,06679	0,002295	0,001628	0,006519
SL 6	0,689385	2,269081	1062,581	1,111129	1,763881	0,649196	1,532019	72,73668	-0,06961	0,08101	0,562488	181,3171	0,862116	-0,5767	2,885827
SL 5	0,840795	1,43263	904,8236	1,090097	1,321306	0,678434	1,637143	106,5668	-0,06833	0,080463	0,643286	175,9509	0,825491	-0,52019	3,166222
SL 4	0,952753	1,205219	890,6704	1,137643	0,554469	0,631019	1,53774	92,27468	-0,0696	0,07957	0,541321	178,4866	0,839558	-0,39975	3,47911
SL 3	1,094786	1,768025	885,0664	1,203994	0,555882	0,47772	1,640646	101,0348	-0,06729	0,0893	0,616044	177,1588	0,86652	-0,22857	3,580887
SL 2	1,064921	0,483691	742,5153	1,191028	0,49159	0,802507	1,521136	82,41828	-0,06979	0,089692	0,584065	166,9238	0,713271	0,021331	3,561785
SL 1	1,716424	0,838209	918,7731	1,14249	0,232529	1,066653	1,605406	74,67443	-0,06211	0,095922	0,538136	155,4829	0,658112	0,375883	3,410992

Tabella 82.

Risultati dei campioni di Slarina micro-vinificato (2024-2025, campioni congelati)
relativi l’analisi dei macro-elementi eseguita con procedure di ICP-OES

	Cu	Fe	K	Mn	Na	Zn	Al	Ca	Li	Ti	Ba	Mg	Sr	Cr	Pb
SL MG	0,030861	0,097164	2,208988	0,003583	0,337944	0,004515	0,256329	0,351686	0,018101	0,00326	0,014252	0,350502	0,008363	0,008152	0,029063
SL SVIN	0,014628	0,00849	2,261821	0,009436	-0,00183	0,009874	0,026699	1,595096	-0,00056	0,001438	0,005216	1,445249	0,011715	-0,00655	0,0351
SL FML	0,006754	0,009538	2,444284	0,011015	0,000889	0,008451	0,026383	1,715998	-0,00057	0,001301	0,007604	1,740143	0,011303	-0,00784	0,039175
SL VI	0,006364	0,01042	2,836421	0,010621	0,001855	0,009183	0,02277	1,420942	-0,00062	0,001241	0,00461	1,669094	0,01208	-0,00957	0,037301
SL VI fin	0,006188	0,013611	2,935959	0,010902	0,015217	0,009302	0,023394	1,416676	-0,00059	0,001325	0,005572	1,731032	0,011696	-0,00999	0,040899
uva SL3	0,087831	0,213024	16,5754	0,059942	0,716354	0,031099	0,878761	6,68743	0,05194	0,008491	0,030948	2,69001	0,023411	0,008813	7,006352
uva SL2	0,109405	0,221925	22,2556	0,062858	0,807226	0,035805	0,988908	8,35427	0,046165	0,008535	0,032693	3,10747	0,026666	0,008514	8,288334
uva SL1	0,113067	0,232899	18,7505	0,065582	0,796623	0,033183	0,90277	6,75253	0,060939	0,009344	0,027901	2,73885	0,021833	0,00825	6,22937

Tabella 83.

Risultati dei campioni di Slarina micro-vinificato (2024-2025, campioni pastorizzati)
relativi l’analisi dei macro-elementi eseguita con procedure di ICP-OES

	Cu	Fe	K	Mn	Na	Zn	Al	Ca	Li	Ti	Ba	Mg	Sr	Cr	Pb
SL MG	0,061232	0,005259	5,405664	0,004683	0,016526	0,009216	0,018826	0,85096	-0,00053	0,001187	0,002975	0,727352	0,007801	0,003801	0,022765
SL SVIN	0,016132	0,007146	4,235469	0,005849	0,004688	0,008071	0,018583	0,922139	-0,00053	0,001373	0,006538	0,897098	0,009921	-0,00404	0,028136
SL FML	0,006378	0,007838	3,663062	0,005724	0,00211	0,005327	0,017598	0,807264	-0,00054	0,001267	0,006441	0,859686	0,009259	-0,00409	0,028066
SL VI	0,00526	0,008911	3,847849	0,005792	0,005251	0,005425	0,016159	0,66397	-0,00057	0,001233	0,003229	0,860366	0,009492	-0,00369	0,029124

Tabella 84.

Risultati dei campioni di Slarina micro-vinificato (2024-2025, campioni tal quali) relativi l'analisi dei macro-elementi eseguita con procedure di ICP-OES

	Cu	Fe	K	Mn	Na	Zn	Al	Ca	Li	Ti	Ba	Mg	Sr	Cr	Pb
SL MG3	0,004288	0,017839	0,3073	0,000258	0,069227	0,00058	0,066233	0,092157	0,002322	0,000183	0,002859	0,076921	-0,00093	-0,00107	-0,00773
SL MG2	0,005551	0,018663	0,423873	0,000294	0,124911	0,003163	0,233905	0,187167	0,007277	0,000452	0,002563	0,090497	0,000185	-0,00052	-0,00651
SL MG1	0,013958	0,060268	1,190087	0,001471	0,236616	0,002953	0,495417	0,373749	0,01182	0,001741	0,009148	0,234258	0,001468	0,000498	-0,00298
SL SVIN	0,011552	0,003711	3,532374	0,004916	-0,00355	0,006168	0,017321	0,682301	-0,00058	0,001187	0,002622	0,840985	0,009115	-0,00586	0,024826
SL FML	0,006473	0,005479	2,104709	0,00546	-0,00441	0,004403	0,016524	0,755433	-0,0006	0,001206	0,003788	0,857302	0,008354	-0,00471	0,02649
SL VI	0,006156	0,007418	4,083947	0,005828	-0,00129	0,005326	0,016286	0,565599	-0,00058	0,001223	0,005478	0,896314	0,009243	-0,0046	0,02747
SL VI fin	0,000791	0,008764	2,43341	0,004322	0,077837	0,00073	0,00233	0,606156	0,00347	0,001705	0,007704	0,729802	0,010113	0,009612	1,216337

Tabella 85.

Risultati dei campioni di Barbera Bio micro-vinificato (2024-2025, campioni congelati) relativi l'analisi dei macro-elementi eseguita con procedure di ICP-OES

	Cu	Fe	K	Mn	Na	Zn	Al	Ca	Li	Ti	Ba	Mg	Sr	Cr	Pb
BA MG	0,012159	0,040157	1,5261	0,00292	0,21471	0,003652	0,173699	0,555993	0,010759	0,004864	0,01346	0,245141	0,010003	0,009038	0,381567
BA svin	0,035633	0,000403	1,965986	0,011625	0,021759	0,009549	0,02791	2,067929	-0,00034	0,001405	0,00335	1,404472	0,013298	-0,00671	0,036954
BA FML	0,012438	0,007106	2,359535	0,016379	0,038645	0,014634	0,03203	2,447486	-0,00028	0,001379	0,00508	1,892641	0,0148	-0,00781	0,040771
BA VI fin	0,006704	0,009727	2,766053	0,016658	0,05418	0,010942	0,029553	2,256452	-0,00027	0,001288	0,005676	1,951257	0,014418	-0,00605	0,039961
BA VI	0,007449	0,007854	2,218119	0,017543	0,039346	0,011289	0,030364	2,369487	-0,00029	0,001311	0,005719	1,997986	0,015092	-0,00827	0,039257
uva BA3	0,046237	0,115173	11,7886	0,024387	0,421184	0,014388	0,775321	4,63337	0,020734	0,008541	0,015764	1,47234	0,018231	0,009506	0,947426
uva BA2	0,047019	0,166777	14,9139	0,033206	0,591675	0,018553	1,05196	5,0763	0,03685	0,00886	0,021432	1,76298	0,019989	0,009497	3,032618
uva BA1	0,028654	0,073119	8,69199	0,018238	0,257279	0,012063	0,556581	3,17705	0,014142	0,00639	0,012662	1,05729	0,014546	0,00883	1,857415

Tabella 86.

Risultati dei campioni di Barbera Bio micro-vinificato (2024-2025, campioni pastorizzati) relativi l'analisi dei macro-elementi eseguita con procedure di ICP-OES

	Cu	Fe	K	Mn	Na	Zn	Al	Ca	Li	Ti	Ba	Mg	Sr	Cr	Pb
BA MG	0,275685	0,011464	15,9821	0,010816	0,090195	0,015336	0,027391	2,014278	-8,3E-05	0,000998	0,005605	1,528799	0,010396	0,003217	0,024693
BA SVIN	0,031992	0,002847	4,401295	0,008636	0,03485	0,008041	0,020799	1,459305	-0,00038	0,001341	0,0052	1,013392	0,011743	-0,00424	0,024861
BA FML	0,010046	0,003208	4,372746	0,008293	0,022182	0,006819	0,019858	1,203587	-0,00039	0,001299	0,001601	1,013574	0,01109	-0,00406	0,028018
BA VI	0,007468	0,014169	8,275899	0,018307	0,062492	0,011994	0,026462	2,203416	-0,00027	0,001072	0,004288	1,974223	0,016127	-0,00514	0,039244

Tabella 87.

Risultati dei campioni di Barbera Bio micro-vinificato (2024-2025, campioni tal quali) relativi l'analisi dei macro-elementi eseguita con procedure di ICP-OES

	Cu	Fe	K	Mn	Na	Zn	Al	Ca	Li	Ti	Ba	Mg	Sr	Cr	Pb
BA MG3	0,015274	0,02154	0,610495	0,001765	0,194382	0,144337	0,119141	2,39729	0,00592	0,001749	0,01295	0,109199	0,00907	0,006278	0,027341
BA MG2	0,016028	0,020882	0,619985	0,00151	0,172072	0,0246	0,169864	0,570678	0,008388	0,001674	0,011298	0,124579	0,007639	0,005944	0,025741
BA MG1	0,012843	0,01394	0,494833	0,000897	0,169453	0,003928	0,048702	0,300032	0,004192	0,00162	0,009585	0,088017	0,007401	0,006313	0,024742
BA SVIN	0,021698	0,00295	4,088968	0,00806	0,018028	0,005946	0,017288	0,783793	-0,00023	0,001186	0,004952	0,970964	0,01057	-0,00702	0,026249
BA FML	0,009744	0,003809	2,343999	0,00842	0,015628	0,005661	0,018537	1,085488	-0,00046	0,001226	0,004058	0,984703	0,010245	-0,00502	0,024197
BA VI	0,006565	0,005626	4,057722	0,008485	0,016306	0,005937	0,017842	0,709426	-0,00044	0,001233	0,005432	0,974401	0,010729	-0,00501	0,026674
BA VI fin	0,008293	0,004983	4,439975	0,007849	0,027346	0,007186	0,025992	0,956507	-0,00024	0,001873	0,003434	0,974545	0,013704	-0,00684	0,034816