

**6.13 LINEA D1 - Analisi statistica e modellistica di supporto alle decisioni
in viticoltura ed enologia**

Coordinatore scientifico:

**Prof. Stefano Benedettelli – Dipartimento di Scienze Agronomiche e
Gestione del territorio agroforestale -
Università degli Studi di Firenze / CeRA**

Autori del Documento:

Prof. Stefano Benedettelli

Dott. Enrico Palchetti

**Dipartimento di Scienze Agronomiche
e Gestione del territorio
agroforestale
Piazzale delle Cascine N. 18 – Firenze**

1) Introduzione

I dati ottenuti dalle diverse linee di ricerca attivate presso i campi e la cantina sperimentali della Società Consortile Toscana S.r.l., nonché dalle attività di ricerca ed analisi presso gli Istituti di Ricerca convenzionati, saranno utilizzati per verificare, le corrispondenze tra la variabilità osservata nella "sensoristica remota e di campo" ottenute dallo svolgimento dell'attività D1 del presente progetto, con quella osservata e prodotta dalla combinazione dei livelli dei diversi fattori considerati nelle prove della gestione della chioma e dei cantieri di raccolta – Linee ricerca A1, A2, B1, B2, B3, B4, B5.

Materiali e metodi

Verranno utilizzati metodi di analisi statistica multivariati, come **l'analisi delle componenti principali** (Principal Component), **Path analysis** (Correlazione multipla con coefficienti standardizzati) ed **analisi delle corrispondenze** (Correspondence Analysis) per ottenere modelli previsionali complessi che mettano in relazione variabili ambientali, pedologiche, colturali e tecnologiche con le qualità delle uve e del vino.

2) Obiettivi del programma di ricerca

2.1 Prova sperimentale - Gestione della chioma (Linea A1)

Introduzione

Lo schema sperimentale adottato è orientato a valutare le componenti della varianza dovute all'interazione osservabile tra i diversi fattori relativi alla gestione agronomica del vigneto. L'elevato numero di fattori considerati ha lo scopo di prendere in considerazione più elementi che agiscono ed interagiscono contemporaneamente nel determinare le variazioni della qualità dell'uva, quindi di valutare gli effetti diretti ed indiretti ad essa connessi.

Vista la complessità degli interventi colturali del vigneto la scelta è stata orientata verso quelle operazioni ritenute più importanti nel determinare la qualità delle uve, per convalidare le tesi analizzate le prove verranno ripetute in quattro località considerando due vitigni diversi in più anni.

Materiali e metodi

Per la linea di ricerca "gestione della chioma", sono stati considerati 6 fattori, di cui 2 ad effetti casuali (Località ed Epoca di raccolta) e 4 ad effetti fissi (Defogliatura, Sfemminellatura, Carica di gemme e Diradamento). Lo schema sperimentale adottato è quello a Split-Split-Plot in cui il main plot è costituito dal fattore Località, il primo sub-plot dall'Epoca di raccolta ed i Sub-sub-plot dai fattori ad effetti fissi.

- **Località** – La prova, replicata in due blocchi, verrà eseguita in 4 località in una delle quali (Le Mortelle) sono presenti 2 varietà (Sangiovese e Cabernet), nelle altre due località la disposizione dei cloni è la seguente: Chianti Clone Sangiovese, Maremma Clone Cabernet; quindi insieme al fattore località verrà considerato anche il fattore Varietà (gerarchicamente superiore). Il fattore località verrà considerato ad effetti casuali mentre il fattore Varietà ad effetti fissi.
- **Carica di gemme e selezione germoglio:** (2 livelli) verranno adottati due carichi di potatura speronata: 5 speroni ad una gemma, e 5 speroni a due gemme.
- **Defogliatura:** (2 livelli) viene eseguita (o meno) nella fase precoce di sviluppo della pianta. La defogliatura tardiva viene effettuata, se necessario, sempre per entrambi i livelli della defogliatura precoce. La tecnica prevista è manuale, e prevede l'eliminazione delle foglie nella zona in cui sono presenti i grappoli. È una tecnica molto severa che ha lo scopo di ridurre le dimensioni dell'acino in fase precoce.
- **Sfemminellatura** : (2 livelli) viene effettuata in fase intermedia di coltura (tra la defogliatura precoce e quella tardiva). Si tratta della rimozione dei germogli secondari (non dei grappoli), viene effettuata in un

momento in cui le femminelle sono ancora erbacee (possibilità di farla manualmente senza l'impiego delle forbici).

- **Diradamento:** (3 livelli) il diradamento dei grappoli verrà effettuato o meno in fase precoce; per quanto concerne il diradamento tardivo verrà effettuato, se ritenuto necessario, su tutte le piante.
- **Epoche di raccolta:** (3 livelli) tre epoche di raccolta: precoce, media e tardiva.

La superficie parcellare è costituita da circa 104 piante (di cui circa 34 piante da destinare ad ogni epoca di raccolta), quindi la superficie totale per ciascuna combinazione di tesi (parcella sperimentale) è di circa 170 m²: l'intera superficie occupata dal disegno sperimentale, con due repliche, sarà di 24 x 2 x 170 m² = 8160 m².

Considerando tre epoche di raccolte avremo un totale di 192 campioni di uve prelevati da ciascuna località, per un totale complessivo 576 campioni di uve per tutto lo schema sperimentale ogni anno.

Superfici necessarie:

- ▲ Le Mortelle - Castiglione della Pescaia: 0,8 ha (Sangiovese);
- ▲ Le Mortelle - Castiglione della Pescaia: 0,8 ha (Cabernet);
- ▲ Quercegrossa - Castelnuovo Berardenga: 0,8 ha (Sangiovese);
- ▲ Donna Olimpia 1898 - Castagneto Carducci: 0,8 ha (Cabernet).

Scelta dei vigneti

L'età dei vigneti deve oscillare tra i 5 ed i 10 anni dall'impianto (attualmente sono stati scelti due vigneti con data di impianto anno 2000).

Il sesto d'impianto, la forma di allevamento, la conduzione agronomica del vigneto devono essere le medesime per tutta la prova sperimentale.

Durante le fasi di svolgimento dell'esperimento il vigneto deve essere monitorato anche in base allo stato fitosanitario e fisiologico-nutrizionale al fine di considerare altre fonti di variazione che potrebbero modificare gli effetti dovuti ai fattori studiati.

TABELLA 1: 2.1 – Prova sperimentale - Gestione della chioma – Linea A1
Analisi della varianza e composizione attesa delle varianze

Fonti di variazione	g. l.	Composizione attesa della varianza
Varietà (fattore A)	1	$\sigma_{ea}^2 + 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3 \times \sigma_{L(A)}^2 + 2 \times 3 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3 \times \frac{\sum_{j=1}^2 \alpha_j^2}{(i-1)}$
Località (Varietà)	2	$\sigma_{ea}^2 + 3 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3 \times \sigma_{L(A)}^2$
Blocchi (località)	4	σ_{ea}^2
Errore <i>a</i>		
Epoca di raccolta (fattore R)	2	$\sigma_{eb}^2 + 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3 \times \sigma_{L(A),R}^2 + 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3 \times \sigma_{AR}^2 + 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3 \times \sigma_R^2$
Interazione A x R	2	$\sigma_{eb}^2 + 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3 \times \sigma_{L(A),R}^2 + 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3 \times \sigma_{AR}^2$
Interazione L(A) x R	4	$\sigma_{eb}^2 + 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3 \times \sigma_{L(A),R}^2$
Epoca di raccolta x Blocchi (località)	8	σ_{eb}^2
Errore <i>b</i>		
Defogliatura (fattore B) <i>j</i>	1	$\sigma_{ec}^2 + 3 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3 \times \sigma_{L(A),B}^2 + 2 \times 3 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3 \times \sigma_{AB}^2 + 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3 \times \sigma_{RB}^2 + 2 \times 2 \times 3 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3 \times \frac{\sum_{j=1}^2 \beta_j^2}{(j-1)}$
Sfemminellatura (fattore C) <i>k</i>	1	$\sigma_{ec}^2 + 3 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3 \times \sigma_{L(A),C}^2 + 2 \times 3 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3 \times \sigma_{AC}^2 + 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3 \times \sigma_{RC}^2 + 2 \times 2 \times 3 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3 \times \frac{\sum_{k=1}^2 \gamma_k^2}{(k-1)}$
Carica di gemme (fattore D) <i>r</i>	2	$\sigma_{ec}^2 + 3 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times \sigma_{L(A),D}^2 + 2 \times 3 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times \sigma_{AD}^2 + 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times \sigma_{RD}^2 + 2 \times 2 \times 3 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times \frac{\sum_{r=1}^3 \delta_r^2}{(r-1)}$

Diradamento (fattore E) p	2	$\sigma_{ec}^2 + 3 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times \sigma_{L(A),E}^2 + 2 \times 3 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times \sigma_{AE}^2 + 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times \sigma_{RE}^2 + 2 \times 2 \times 3 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times \frac{\sum_{p=1}^3 \varepsilon_p^2}{(p-1)}$
Interazione A x B	1	$\sigma_{ec}^2 + 3 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3 \times \sigma_{L(A),B}^2 + 2 \times 3 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3 \times \sigma_{AB}^2$
Interazione A x C	1	$\sigma_{ec}^2 + 3 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3 \times \sigma_{L(A),C}^2 + 2 \times 3 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3 \times \sigma_{AC}^2$
Interazione A x D	2	$\sigma_{ec}^2 + 3 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times \sigma_{L(A),D}^2 + 2 \times 3 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times \sigma_{AD}^2$
Interazione A x E	2	$\sigma_{ec}^2 + 3 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times \sigma_{L(A),E}^2 + 2 \times 3 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times \sigma_{AE}^2$
Interazione L(A)x B	2	$\sigma_{ec}^2 + 3 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3 \times \sigma_{L(A),B}^2$
Interazione L(A)x C	2	$\sigma_{ec}^2 + 3 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3 \times \sigma_{L(A),C}^2$
Interazione L(A)x D	4	$\sigma_{ec}^2 + 3 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times \sigma_{L(A),D}^2$
Interazione L(A)x E	4	$\sigma_{ec}^2 + 3 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times \sigma_{L(A),E}^2$
Interazione (R x B)	2	$\sigma_{ec}^2 + 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3 \times \sigma_{RB}^2$
Interazione (R x C)	2	$\sigma_{ec}^2 + 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3 \times \sigma_{RC}^2$
Interazione (R x D)	4	$\sigma_{ec}^2 + 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times \sigma_{RD}^2$
Interazione (R x E)	4	$\sigma_{ec}^2 + 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times \sigma_{RE}^2$
Interazione (B x C)	1	$\sigma_{ec}^2 + 2 \times 2 \times 3 \times 2 \times 3 \times 3 \times \frac{\sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^2 \mu_{jk}^2}{((j-1) \times (k-1))}$
Interazione (B x D)	2	$\sigma_{ec}^2 + 2 \times 2 \times 3 \times 2 \times 2 \times 3 \times \frac{\sum_{j=1}^2 \sum_{r=1}^3 \eta_{jr}^2}{((j-1) \times (r-1))}$

Interazione (B x E)	2	$\sigma_{ec}^2 + 2 \times 2 \times 3 \times 2 \times 2 \times 3 \times \frac{\sum_{j=1}^2 \sum_{p=1}^3 \rho_{jp}^2}{((j-1) \times (p-1))}$
Interazione (C x D)	2	$\sigma_{ec}^2 + 2 \times 2 \times 3 \times 2 \times 2 \times 3 \times \frac{\sum_{k=1}^2 \sum_{r=1}^3 \tau_{kr}^2}{((k-1) \times (r-1))}$
Interazione (C x E)	2	$\sigma_{ec}^2 + 2 \times 2 \times 3 \times 2 \times 2 \times 3 \times \frac{\sum_{k=1}^2 \sum_{p=1}^3 \theta_{kp}^2}{((k-1) \times (p-1))}$
Interazione (D x E)	4	$\sigma_{ec}^2 + 2 \times 2 \times 3 \times 2 \times 2 \times 2 \times \frac{\sum_{r=1}^3 \sum_{p=1}^3 \varpi_{rp}^2}{((r-1) \times (p-1))}$
Errore c	791	σ_{ec}^2
Totale	863	

Nota: Le componenti delle varianze relative all'interazione Località entro Varietà "L(A)" per tutti gli altri fattori (B, C, D, E), sono state specificate nel modello ma in base ai risultati dell'analisi della varianza potrebbero essere cumulate nella varianza degli errori considerati.

2.2. Prova sperimentale: Raccolta, pulizia e cernita delle uve (*Linea B1*);

Cantiere di raccolta e stato dell'uva (Linea B1.1)

Introduzione

La prova prevede il confronto tra la qualità delle uve e dei mosti ottenuti mediante la raccolta manuale e la raccolta meccanica. Per evitare problemi dovuti la fase di ammostamento, l'unità sperimentale sarà dimensionata in modo tale da avere almeno 10 q di uva.

Oltre al confronto tra raccolta manuale e meccanica, anche alcuni fattori del settore gestione della chioma, che incidono sulla quantità di MOG (Material Other than Grapes) e sulla percentuale di acini scarsamente maturi (ASM), saranno presi in considerazione per valutare gli effetti discriminanti e non della raccolta meccanica.

La prova verrà condotta in una sola località (Le mortelle) e le analisi saranno effettuate sulla qualità del mosto e del vino post-fermentazione.

Materiali e metodi

Durante il primo anno di sperimentazione verrà preso in considerazione un solo cantiere di raccolta meccanica, mentre nei successivi anni, in base ai risultati ottenuti, verrà elaborato un secondo cantiere di raccolta meccanica cercando di limitare i problemi legati alla a questo tipo di raccolta.

Vengono considerati 3 fattori, tutti e 3 ad effetti fissi:

- **Cantiere di raccolta:** ha 2 livelli:
 - manuale (RMa),
 - meccanica tradizionale (RMe)
- **Epoca di raccolta:** 2 livelli, precoce e tardiva;
- **Defogliatura:** viene eseguita (o meno) nella fase precoce di sviluppo della pianta. La defogliatura tardiva viene effettuata, se necessario, sempre per entrambi i livelli della defogliatura.

Verrà effettuata la selezione dei grappoli pre-intervento della vendemmiatrice.

NB il diradamento pre-intervento della vendemmiatrice ha lo scopo di poter paragonare la qualità delle uve nei diversi trattamenti senza l'eventuale variabilità non controllata dovuta alla diversa presenza di acini non maturi.

La prova, replicata in tre blocchi, verrà eseguita in una sola località: Le Mortelle. La superficie parcellare è costituita da circa 1000 m² (per ottenere una produzione di circa 1t di uva per ciascuna combinazione di tesi), l'intera superficie occupata dal disegno sperimentale, con tre repliche, sarà quindi di 8 x 3 x 1000 = 24.000mq. Il calcolo della superficie totale sarà effettuato in base sia ai livelli di questa prova che ai livelli della prova aggiuntiva di MOG descritta al punto B1.2.

Le uve provenienti da tutte le combinazioni di tesi saranno vinificate (24 vinificazioni) e la fase di vinificazione (di circa 700-1000 qli di uva) sarà preceduta dalle medesime analisi sull'uva previste dal punto A1.

Informazioni aggiuntive

La raccolta meccanica migliorata deve ancora essere stabilita, ovvero: potrebbe essere un sistema che migliora la non selettività della raccolta meccanica classica, oppure un metodo che riduce l'ossidazione del mosto. Le modifiche da apportare verranno stabilite in base ai risultati ottenuti dal primo anno di sperimentazione.

**TABELLA 2: Prova sperimentale: Cantiere di raccolta e stato delle uve -
Linea B1.1**
Analisi della varianza e composizione attesa delle varianze.

Fonti di variazione	g. l.	Composizione attesa della varianza
Epoca di raccolta (fattore A)	1	$\sigma_{ea}^2 + 3 \times 2 \times 2 \times \frac{\sum_{p=1}^2 \alpha_p^2}{(p-1)}$
Blocchi <i>b</i>	2	$\sigma_{ea}^2 + 2 \times 2 \times 2 \times \sigma_b^2$
Errore a	2	σ_{ea}^2
Defogliatura (fattore B)	1	$\sigma_{eb}^2 + 3 \times 2 \times 2 \times \frac{\sum_{i=1}^2 \beta_i^2}{(i-1)}$
Cantiere di raccolta (fattore C)	1	$\sigma_{eb}^2 + 3 \times 2 \times 2 \times \frac{\sum_{r=1}^2 \gamma_r^2}{(r-1)}$
Interazione (A x B)	1	$\sigma_{eb}^2 + 3 \times 2 \times \frac{\sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \mu_{ij}^2}{((i-1) \times (j-1))}$
Interazione (A x C)	1	$\sigma_{eb}^2 + 3 \times 2 \times \frac{\sum_{i=1}^2 \sum_{r=1}^3 \eta_{ir}^2}{((i-1) \times (r-1))}$
Interazione (B x C)	1	$\sigma_{eb}^2 + 3 \times 2 \times \frac{\sum_{j=1}^2 \sum_{r=1}^3 \tau_{jr}^2}{((j-1) \times (r-1))}$
Errore b	13	σ_{eb}^2
Totale	23	

Prova sperimentale: Livelli di MOG (Linea B1.2)
Introduzione

Questa prova è associata alla precedente in quanto la combinazione "raccolta manuale" verrà utilizzata per creare 3 livelli di MOG allo scopo di valutare l'incidenza di materiale estraneo nell'uva sulla qualità del vino.

Materiali e metodi

Considerano il livello "raccolta manuale", all'interno della combinazione della tesi che comprende l' esecuzione della defogliatura e del diradamento, per ognuna delle due epoche di raccolta, verranno adottati 3 livelli di MOG aggiungendo manualmente parti estranee all'uva raccolta come segue:

- **0% MOG** - corrispondente alla raccolta manuale;
- **50% MOG** - 50% della quantità max di MOG ritrovata nella raccolta meccanica;
- **100% MOG** - 100% della quantità max di MOG ritrovata nella raccolta meccanica

Quindi i fattori considerati sono:

- **Concentrazione di MOG : 3 livelli.** Fattore considerato ad effetti casuali.
- **Epoca di raccolta : 2 livelli.** Fattore considerato ad effetti casuali. Questo fattore verrà considerato gerarchicamente superiore rispetto al fattore livelli di MOG.

La prova, replicata in tre blocchi, verrà eseguita in una sola località e condotta in parallelo con la prova dei cantieri di raccolta dove, all'interno della modalità Raccolta manuale, verranno considerato i tre livelli di MOG specificati dallo schema sperimentale. A tale scopo le superfici della prova destinata alla raccolta manuale per ogni epoca di raccolta sarà incrementata di 4000 m², solo per le combinazioni dei livelli Diradamento si e Defogliatura si, corrispondenti a 12000 m² totali per i tre blocchi.

Conseguentemente la superficie totale destinata alla prova (Cantieri di raccolta 24.000 m² + livelli di MOG 12.000 m²) sarà 36.000 m², dato che il livello di MOG 0 (per i due livelli di raccolta, per il livello di Defogliatura, per il livello Diradamento, per i tre blocchi = 6) comune ad entrambi i disegni sperimentali.

Le vinificazioni da effettuare sono quindi **24** provenienti dallo schema di campo relativo alla raccolta meccanica e **12** provenienti dai livelli di MOG, totale **36** vinificazioni.

TABELLA 3: Prova sperimentale: Livelli MOG – Linea B1.2
Analisi della varianza e composizione attesa delle varianze

Fonti di variazione	g. l.	Composizione attesa della varianza
Data di Raccolta (fattore A)	1	$\sigma_{ea}^2 + 3 \times 3 \times \sigma_A^2$
Blocchi <i>b</i>	2	$\sigma_{ea}^2 + 2 \times 3 \times \sigma_b^2$
Errore a	2	σ_{ea}^2
Livelli di MOG (fattore B)	2	$\sigma_e^2 + 3 \times \sigma_{AB}^2 + 3 \times 2 \times \sigma_B^2$
Interazione (A x B)	4	$\sigma_{eb}^2 + 3 \times \sigma_{AB}^2$
Errore b	11	σ_{eb}^2
Totale	17	

2.4. Prova sperimentale: Massimizzazione del potenziale enologico per mezzo di diverse tecniche di vinificazione – *Linea B4*

Introduzione

Questa prova verrà eseguita in cantina sperimentale e prevede tempi, temperatura e macerazioni diverse sempre combinate tra di loro per poter valutare gli effetti principali e le interazioni tra i diversi fattori considerati. I livelli considerati di ogni fattore sono stati scelti anche in funzione di determinare una variazione continua (combinando la entro livelli e la tra le varie combinazione dei livelli) dei parametri considerati, per poter studiare le correlazioni tra di questi e successivamente elaborare dei modelli lineari e complessi di previsione, che mettano in relazione i vari interventi che possono essere applicati a livello di pianta, di uva, di mosto e di vino, con la qualità e quantità del vino. Analisi multivariate, infatti, potranno fornire indicazioni utili per stabilire e quantificare l'incidenza diretta ed indiretta nel determinare i livelli qualitativi delle uve e del vino.

Materiali e metodi

Per la varietà Sangiovese verranno presi in considerazione 5 fattori: 3 ad effetti casuali e 2 ad effetti fissi. Per i primi due anni non saranno considerate le combinazioni dei lieviti, in quanto verranno proposte dall'attività microbiologica solo a partire dal terzo anno.

I 5 fattori sono:

- **Grado di maturazione** (2 livelli): Della varietà sangiovese verranno considerati due livelli di raccolta: precoce e tardiva. Questo fattore ad effetto casuale, sarà gerarchicamente superiore dato che non è possibile randomizzarne i livelli con le combinazioni dei livelli considerati per gli altri fattori.
- **Macerazione prefermentativa** (3 livelli) livello 1: MPF; livello 2: Criomacerazione; livello 3: Testimone. Effetto fisso.
- **Temperatura** (2 livelli): livello 1: 20 °C e livello 2: 30 °C. Fattore ad effetto casuale.

- **Tecniche del salasso** (2 livelli): con e senza salasso
- **Tempo di contatto** (n livelli) Questo fattore ad effetti casuali, presenta un numero imprecisato di livelli, che corrispondono alla esigenza di eseguire dei prelievi a tempi da stabilire durante il corso della fermentazione.

La prova verrà replicata due volte (2 Blocchi).

TABELLA 4: Prova sperimentale: Massimizzazione del potenziale enologico per mezzo di diverse tecniche di vinificazione – Linea B4
Analisi della varianza e composizione attesa delle varianze

Fonti di variazione	g. l.	Composizione attesa della varianza
Grado di maturazione (fattore A)	1	$\sigma_{ea}^2 + 2 \times 3 \times 2 \times 2 \times n \times \sigma_A^2$
Blocchi	1	$\sigma_{ea}^2 + 2 \times 3 \times 2 \times 2 \times n \times \sigma_b^2$
Errore a	1	σ_{ea}^2
Macerazione (fattore B) j	2	$\sigma_{eb}^2 + 2 \times 2 \times 2 \times n \times \sigma_{A.B}^2 + 2 \times 2 \times 2 \times n \times \sigma_{BC}^2 + 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times \sigma_{BE}^2 + 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times n \times \frac{\sum_{j=1}^3 \beta_j^2}{(j-1)}$
Temperatura (fattore C) k	1	$\sigma_{eb}^2 + 2 \times 3 \times 2 \times n \times \sigma_{AC}^2 + 2 \times 2 \times 2 \times n \times \sigma_{BC}^2 + 2 \times 2 \times 3 \times n \times \sigma_{CD}^2 + 2 \times 2 \times 3 \times 2 \times \sigma_{CE}^2 + 2 \times 2 \times 3 \times n \times \sigma_C^2$
Vinificatori (fattore D) r	1	$\sigma_{eb}^2 + 2 \times 2 \times 3 \times n \times \sigma_{AD}^2 + 2 \times 2 \times 3 \times n \times \sigma_{CD}^2 + 2 \times 2 \times 3 \times 2 \times \sigma_{CE}^2 + 2 \times 2 \times 3 \times 2 \times n \times \frac{\sum_{r=1}^2 \delta_r^2}{(r-1)}$
Tempo di contatto (fattore E) p	n-1	$\sigma_{eb}^2 + 2 \times 3 \times 2 \times 2 \times \sigma_{AE}^2 + 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times \sigma_{BE}^2 + 2 \times 2 \times 3 \times 2 \times \sigma_{CE}^2 + 2 \times 2 \times 3 \times 2 \times \sigma_{DE}^2 + 2 \times 2 \times 3 \times 2 \times 2 \times \sigma_E^2$
Interazione A x B	2	$\sigma_{eb}^2 + 2 \times 2 \times 2 \times n \times \sigma_{A.B}^2$
Interazione A x C	1	$\sigma_{eb}^2 + 2 \times 3 \times 2 \times n \times \sigma_{AC}^2$
Interazione A x D	1	$\sigma_{eb}^2 + 2 \times 2 \times 3 \times n \times \sigma_{AD}^2$

Interazione A x E	1(n-1)	$\sigma_{eb}^2 + 2 \times 3 \times 2 \times 2 \times \sigma_{AE}^2$
Interazione (B x C)	2	$\sigma_{eb}^2 + 2 \times 2 \times 2 \times n \times \sigma_{BC}^2$
Interazione (B x D)	2	$\sigma_{eb}^2 + 2 \times 2 \times 2 \times n \times \frac{\sum_{i=1}^3 \sum_{r=1}^2 \pi_{ir}^2}{(i-1) \times (r-1)}$
Interazione (B x E)	2(n-1)	$\sigma_{eb}^2 + 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times \sigma_{BE}^2$
Interazione (C x D)	1	$\sigma_{eb}^2 + 2 \times 2 \times 3 \times n \times \sigma_{CD}^2$
Interazione (C x E)	1(n-1)	$\sigma_{eb}^2 + 2 \times 2 \times 3 \times 2 \times \sigma_{CE}^2$
Interazione (D x E)	1(n-1)	$\sigma_{eb}^2 + 2 \times 2 \times 3 \times 2 \times \sigma_{DE}^2$
Errore b	42n-12	σ_{eb}^2
Totale	48n-1	

2.5. Prova sperimentale: Miglioramento della qualità dei vini mediante l'impiego di inoculi misti – Linea B2

Introduzione

In base ai risultati ottenuti nei primi due anni di ricerca relativi alle prove eseguite in campagna ed in cantina e a quelle in laboratorio per identificare le combinazioni di lieviti, verrà impostata una prova da eseguire in cantina con fermentatori da 10 hl in cui verranno presi in considerazione fattori relativi alla qualità delle uve, fattori relativi alle modalità di fermentazione e combinazione di lieviti. I livelli per ogni fattore verranno definiti alle fine dei primi due anni di prove combinando i risultati ottenuti.

Materiali e metodi

L'assistenza statistica verrà fornita durante i primi due anni per identificare indici multivariati finalizzati alla selezione delle diverse combinazioni di lieviti presi in considerazione dal progetto

2.6 Prova sperimentale: Controllo della fermentazione malolattica per la tutela della qualità del vino - Linea B3

Introduzione

La metodologia è associata a quella relativa allo studio della Linea B3.

Attività:

- a. Sviluppo di metodi rapidi per l'individuazione di ceppi di *O. oeni* capaci di produrre ammine biogene (istamina e putrescina); (mediante PCR).
- b. Definizione di condizioni ambientali e/o parametri nutrizionali che limitano o favoriscono la formazione di ammine biogene in vino da parte di *O. oeni*; disponendo di una collezione piuttosto vasta di *O. oeni*.
- c. Definizione di fattori e condizioni che influenzano la sopravvivenza di ceppi di *O. oeni* in vivo.

In base ai risultati ottenuti nei primi due anni di ricerca relativi alle prove eseguite in campagna ed in cantina e a quelle in laboratorio verranno eseguite le stime delle cariche microbiche sui vini presenti in cantina ottenuti dalle diverse modalità di raccolta e di vinificazione.

3) CURRICULUM VITAE

PROF. BENEDETTELLI STEFANO

Data di nascita: 18 agosto 1953.

Luogo di nascita: Roma.

Residenza: viale Montegrappa, 286 Prato (PO)

Stato civile: Coniugato.

Titolo di Studio: Diploma di laurea in Scienze Agrarie, conseguito il 22 febbraio 1978 presso l'Università degli Studi di Perugia, con votazione di 110/110 e lode.

Tesi sperimentale in Agronomia sull'argomento: "Nuovo sistema irriguo a goccia per la coltura del tabacco Virginia Bright in Umbria"; presso l'Istituto di Agronomia e Coltivazioni Erbacee, della Facoltà di Scienze Agrarie di Perugia, Relatore Prof. F. Bonciarelli.

Vince il premio Garden Club per la migliore tesi di laurea dell'anno accademico 1976/1977.

Servizio militare: Dal luglio 1978 all'ottobre 1979 svolge il servizio militare come Ufficiale, con la nomina di Sottotenente di complemento.

Dall'ottobre 1979 è posto in congedo per ultimato servizio di prima nomina.

Borsa di studio: Dall'ottobre 1979 al giugno 1982 usufruisce di una borsa di studio del C.N.R. presso l'Istituto del Germoplasma C.N.R. di Bari. Argomento svolto: "studio di nuovi sistemi per la valutazione del germoplasma di frumento"

Corsi e di Specializzazione: Dal marzo 1981 al Luglio 1983 frequenta la Scuola di Perfezionamento in Biologia, indirizzo Genetica Applicata, presso la Facoltà di Scienze dell'Università degli Studi di Milano.

Titolo della tesi sperimentale di perfezionamento: "Individuazione di popolazioni sintetiche di primo ciclo in mais, mediante metodi multivariati". Relatore prof. A. Camussi e correlatore prof. E. Ottaviano.

Trascorre un periodo di circa due anni (novembre 1984 - settembre 1986) presso il Laboratorio del prof. G.E. Hart alla Texas A&M University in College Station, Texas. Occupandosi della localizzazione e mappatura di marcatori genetici in frumento.

Attività didattica:

a. Docente della Scuola di Aggiornamento in Genetica Agraria, corso di "Metodi di selezione varietale" presso l'Università della Tuscia di Viterbo. Argomento trattato: "Struttura genetica di varietà di specie autogame e di specie allogame. Varietà ibride". Viterbo 20 novembre - 2 dicembre 1988.

b. Docente del corso di Statistica e Tecnica Software presso la sede CO.RI.SA. di Sassari. Argomento trattato: "Stima delle componenti della varianza. La regressione nell'ANOVA". 15 - 19 gennaio 1990.

- c. Docente del corso di “Genetica Agraria”, presso la Facoltà di Agronomia dell’Università E. Mondlane di Maputo. Febbraio - giugno 1990.
- d. Docente del corso di perfezionamento in biotecnologie sementiere, presso la Facoltà di Agraria dell’Università della Tuscia di Viterbo. Argomento trattato: “Genetica quantitativa e tecniche avanzate di selezione”; settembre - dicembre 1990.
- e. Docente del corso di “Genetica Agraria”, presso la Facoltà di Agronomia dell’Università E. Mondlane di Maputo; febbraio - giugno 1991.
- f. Docente del corso di “Melhoramento genético das plantas”, presso la Facoltà di Agronomia dell’Università E. Mondlane di Maputo; agosto - dicembre 1991.
- g. Docente del corso di “Miglioramento Genetico delle Piante Agrarie”, presso la Facoltà di Agraria dell’Università degli Studi di Firenze; novembre 1992.
- h. Docente del corso di “Melhoramento genético das plantas”, presso la Facoltà di Agronomia dell’Università E. Mondlane di Maputo; agosto - dicembre 1993
- i. Docente del corso di “Melhoramento genético das plantas”, presso la Facoltà di Agronomia dell’Università E. Mondlane di Maputo; agosto - dicembre 1994.
- l. Docente del modulo di Statistica del corso integrato di Matematica, presso la Facoltà di Agraria dell’Università degli Studi di Firenze; gennaio 1996 – novembre 2001
- m. Docente del modulo “Coltivazione Erbacee III” corso integrato di “Coltivazioni Erbacee Mediterranee e Conservazione”; presso la Facoltà di Agraria dell’Università degli Studi di Firenze.
- n. Docente del corso di “Genetica Agraria” del corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Agrarie Tropicali e Subtropicali; presso la Facoltà di Agraria dell’Università degli Studi di Firenze; 2001-2004.
- o. Docente del corso di “Genetica Agraria” nel corso di Laurea in Scienze Agrarie per la sicurezza alimentare e ambientale nei tropici; presso la Facoltà di Agraria dell’Università degli Studi di Firenze; 2004
- p. Docente del corso di “Genetica applicate” nel corso di Laurea in Scienze dello sviluppo dei sistemi agrari tropicali e subtropicali; laurea di secondo livello; 2005.

Attività Scientifica.

Si è occupato dello studio della qualità delle proteine di riserva (gliadine) in frumento duro e tenero, analizzando gli aspetti della variabilità genetica e delle componenti ambientali.

Studio della variabilità genetica di accessioni di Farro (*Triticum dicoccum*) provenienti dalla Garfagnana ed il mantenimento della biodiversità di questa popolazione.

Analisi della componente genetica che controlla le qualità produttive del fagiolo Zolfino (*Phaseolus vulgaris*) del Pratomegno (FI, AR).

Recupero, moltiplicazione e valorizzazione di germoplasma di frumento duro e tenero.

Impiego: Nel giugno 1982 risulta vincitore del concorso per ricercatore, presso l’Istituto del Germoplasma del C.N.R. di Bari.

Nel febbraio 1984, viene distaccato presso l’Istituto per l’Agroselvicoltura C.N.R. di Porano (TR).

Agosto 1992 risulta vincitore del concorso per professore associato e nel novembre 1992 viene chiamato dall’Università di Firenze come docente del Corso di Miglioramento Genetico delle Piante Agrarie (modificato in Miglioramento delle Piante Coltivate, dal gennaio 1996).

DOTT. PALCHETTI ENRICO**Data di nascita:** 09 ottobre 1970.**Luogo di nascita:** Firenze.**Residenza:** via della Sapienza n° 6 - 51100 Pistoia (PT)**Stato civile:** Celibe.**Titolo di Studio:** Diploma di laurea in Scienze Agrarie, conseguito il 22 febbraio 1978 presso l'Università degli Studi di Perugia, con votazione di 110/110 e lode.**Posizione attuale e competenze scientifiche**

Ricercatore non confermato presso la Facoltà di Agraria dell'Università di Firenze, ha preso servizio in data 1/1/05 presso il Dipartimento di Scienze Agronomiche e Gestione del Territorio Agroforestale (DISAT) con cui collabora dal 1997 e presso cui ha svolto il proprio dottorato di ricerca in "Agrobiotecnologie delle colture tropicali" con il lavoro di tesi dal titolo "Studio della tuberizzazione in vitro di patata (*Solanum tuberosum* L.) e ruolo dell'azoto" e presso cui è risultato vincitore di 6 assegni di ricerca.

Nel corso della sua carriera si è occupato di diversi aspetti riguardanti le tecniche colturali di specie erbacee. Di particolare rilevanza sono gli studi condotti, principalmente su patata, riguardanti la nutrizione azotata alla sua interazione con la disponibilità idrica. Si è inoltre occupato di tecniche di coltura in vitro, ricerche ed applicazioni pratiche sulla filiera produttiva delle sementi (tecniche convenzionali e rapide), di produzioni di qualità e di tecniche di valorizzazione e conservazione della biodiversità, studi questi soprattutto legati alle vecchie varietà locali di patata e fagiolo (è attualmente responsabile del programma di ricerca finalizzato alla moltiplicazione della varietà locale di patata "Rossa di Cetica" finanziato dall'Amministrazione Provinciale di Arezzo-Assessorato all'Agricoltura).

Nell'ambito delle precedenti ricerche ha attivamente collaborato alla stesura e, successivamente, alla realizzazione del progetto "Produzione di tubero seme per colture precoci di patata (*Solanum tuberosum*): ruolo delle condizioni ambientali e della nutrizione azotata" finanziato nel 2000 dal COFIN coadiuvando attivamente il Prof. Vincenzo Vecchio nel coordinamento di tre unità operative.

Nel corso della carriera ha inoltre svolto attività legate alle produzioni agricole tropicali su mais e sorgo di origine somala (Vincitore del premio giovani ricercatori 2001 con un progetto dal titolo: "Caratterizzazione genetica mediante marcatori molecolari germoplasma di sorgo e mais di origine Somala"); papaia coltivata in Messico ("Valutazione di barriere vegetali ed artificiali sul controllo di vettori del virus della macchia anulare e sulla produzione di papaya (*Carica papaya* L.) in Messico") e mais di origine venezuelana ("Valutazione di germoplasma di mais tropicale (*Zea mays*) per tolleranza alla salinità").

Attualmente svolge ricerche finalizzate allo studio delle biomasse vegetali per la produzione di energia, è inoltre responsabile scientifico per il progetto "Olio Vegetale Puro per l'Utilizzo come Carburante e Combustibile" finanziato dalla provincia di Firenze-Assessorato

all'Agricoltura ed Ambiente finalizzato all'utilizzo in motori a combustione a ciclo diesel di oli vegetali puri come carburanti.

E' inoltre membro del Centro Interdipartimentale di Ricerca per le Energie Alternative e Rinnovabili (CREAR) dell'Università degli Studi di Firenze e svolge attività didattica nell'ambito del Master Internazionale in Bioenergie ed Ambiente IMES dell'Università degli Studi di Firenze.

Publicazioni

1. PALCHETTI E., LOMBARDI E., VENORA G. (1995) "Incidenza dello stress salino sull'anatomia del cilindro centrale di frumento duro (*Triticum durum* Desf.)" Poster agli atti del convegno della Società Italiana di Genetica Agraria (SIGA) Bari 1995.
2. VECCHIO V., BENEDETTELLI S., ANDRENELLI LUISA, PALCHETTI E. (1999) Preconditioning effect of photoperiod on in vitro tuberization of *Solanum tuberosum* (spp. *Tuberosum* and *Andigena*). Abstract 14th Triennial Conference of the European Association for Potato Research. EAPR Sorrento Italia, 2-7 May. Pagg.: 28-29.
3. ANDRENELLI L., BENEDETTELLI S., PALCHETTI E., BERTOCCI F., VECCHIO V. (1999). Effect of nitrogen nutrition on in vitro tuberization of potato in both inductive and noninductive conditions. Abstract 14th Triennial Conference of the European Association for Potato Research. EAPR Sorrento Italia, 2-7 May. Pagg.: 22-23.
4. VECCHIO V., ANDRENELLI L., PALCHETTI E., BERTOCCI F., BENEDETTELLI. (1999). The length of in vitro culture of potato plantlets on minitubers production. Abstract 14th Triennial Conference of the European Association for Potato Research. EAPR Sorrento Italia, 2-7 May. Pagg.: 428-429.
5. VECCHIO V., BENEDETTELLI S., PALCHETTI E., ANDRENELLI L. (1999). In vitro screening of new potato clones for early tuberization. Abstract 14th Triennial Conference of the European Association for Potato Research. EAPR Sorrento Italia, 2-7 May. Pagg.: 30-31.
6. VECCHIO V., BENEDETTELLI S., LUISA ANDRENELLI, PALCHETTI E., ESPEN L., (2000). Inductive and noninductive conditions on in vitro tuberization and microtubers dormancy in potato (*Solanum tuberosum* subspecies *tuberosum* and subspecies *andigena*). *Potato Research*, 43: 115-123.
7. TRUCCHI P., FALCIAI M., GHINASSI G., PAPINI R., PALCHETTI E., (2000). Influence of different levels of irrigation and nitrogen supply on potato (*Solanum tuberosum* L.) in a semi-arid environment. Conference of International Commission on Irrigation and Drainage (ICID)- Control of adverse impacts of fertilizers and agrochemicals- 22-27 October 2000, Cape Town - South Africa.
8. PALCHETTI ENRICO, LUISA ANDRENELLI E VINCENZO VECCHIO, (2001). Ottimizzazione Della Gestione Dell'azoto In Coltura Irrigua Di Patata. *Gazzettino della Patata*. N° 2: 25-30.
9. PALCHETTI E., TRUCCHI P., PAPINI R., VECCHIO V., (2001). Nitrogen management in irrigated potato crop: physiological and nutritional diagnostics tools. Abstract 11th Nitrogen workshop. INRA 9-12 September 2001, Reims-France.
10. PAPINI R., TRUCCHI P., PALCHETTI E., VECCHIO V., (2001). Influence of different levels and times of nitrogen supply on soil nitrate content in an irrigated potato (*Solanum tuberosum* L.) crop. Abstract 11th Nitrogen workshop. INRA 9-12 September 2001, Reims-France.
11. ANDRENELLI LUISA, PALCHETTI E., GHISELLI LISETTA, VECCHIO V., (2001). Valorizzazione di germoplasma locale e coltura in vitro per la produzione di tubero

seme di patata (*Solanum Tuberosum* L.). Agricesena, convegno Società Orticola Italiana. 2-3-Febraio.

12. PALCHETTI E., PAPINI R., TRUCCHI P., ANDRENELLI L., VECCHIO V., (2001). Influenza dell'azoto sulla tuberizzazione della patata e sulla dinamica dei nitrati nel suolo in coltura irrigua. XXXIV Convegno SIA Pisa, 17-21 Settembre.

13. VECCHIO V., PALCHETTI E., ANDRENELLI L., GHISELLI L., (2002). Valutazione della potenzialità produttiva di cloni nuovi di patata con differenti tecniche di coltura e produzione di tubero seme pre-base. Rivista di Agronomia 36: 51-60.

14. SCAZZIOTA B., DE MARCO G., PALCHETTI E., LA ROCCA F., VECCHIO V., (2002). Come distribuire l'azoto in colture extrastagionali di patata. L'informatore Agrario, 2: 63-65.

15. ANDRENELLI L., PALCHETTI E., GHISELLI L., VECCHIO V., (2002). Valorizzazione di germoplasma locale e coltura in vitro per la produzione di tubero seme di patata (*Solanum tuberosum* L.) Italus Hortus 9, 3: 5-6.

16. PALCHETTI E., COLOM M. R., VECCHIO V., (2002). Nitrogen nutrition: N compartmentation in the plant, physiological and productive parameters in potato (*Solanum tuberosum* L.). Abstracts 15th Triennial Conference of the European Association for Potato Research. Hamburg – Germany. July 14-19.

17. BENNICI A., PALCHETTI E., VECCHIO V., MORI B., ANDRENELLI L., (2002). Nitrogen nutrition: nutritional and histological indicators in tuberization of tuber seed crop in potato (*Solanum tuberosum* L.). Abstracts 15th Triennial Conference of the European Association for Potato Research. Hamburg – Germany. July 14-19.

18. PALCHETTI E., LA ROCCA F., VECCHIO V., PAPINI R., (2002). Nitrogen nutrition: influence of different nitrogen supply on the yield and N-NO₃ dynamics in the soil in irrigated potato crop in the mediterranean area. Abstracts 15th Triennial Conference of the European Association for Potato Research. Hamburg – Germany. July 14-19.

19. VECCHIO V., ANDRENELLI L., PALCHETTI E., GHISELLI L., (2002). Effect of microtuber age on dormancy. Abstracts 15th Triennial Conference of the European Association for Potato Research. Hamburg – Germany. July 14-19.

20. VECCHIO V., MARZI V., DALLA COSTA L., PALCHETTI E., TEDONE L., (2002). Early potato production: role of environment and N supply on the seed tuber production. Selected paper for the 15th Triennial Conference of the European Association for Potato Research. Hamburg – Germany. July 14-19.

21. VECCHIO V., MARZI V., DALLA COSTA L., TEDONE L., PALCHETTI E., ANDRENELLI L., LOVATTI L., (2002). Valutazioni sulla produzione di tuberi - seme di patata per colture fuori stagione. L'Informatore Agrario n° 8: 111-115.

22. PALCHETTI E., ANDRENELLI L., BENEDETTELLI S., VECCHIO V. (2003) Produzione di tubero seme: valutazione precoce della vigoria e delle performance produttive di minituberi di alcune varietà di patata (*Solanum Tuberosum* L.). Sementi Elette. 1/2: 81-86.

23. VECCHIO V., SCAZZIOTA B., PALCHETTI E., DE MARCO G., GRANIERI V., (2003). Effetto sulla produzione di patata di varietà e gestione azotata. L'informatore agrario. 23, 55-58.

24. PALCHETTI E., (2003). Non sprechiamo l'azoto. Il ruolo della fertilizzazione azotata e degli indicatori nutrizionali per la produzione di tubero seme. Il gazzettino della patata. 2: 29-34.

25. VECCHIO V., MARZI V., DALLA COSTA L., TEDONE L., PALCHETTI E., (2003). Patata precoce: influenza dell'ambiente e della gestione dell'azoto sulla qualità del tubero seme

e da consumo. Relazione orale al XXXV CONVEGNO SIA obiettivo "qualità integrale" il ruolo della ricerca agronomica, Portici - Napoli, 16-18 Settembre 2003.

26. VECCHIO V., PALCHETTI E., ANDRENELLI L., TROMBI G., CARDINI G., DISHNICA T., (2003) Sviluppo rurale in Albania: valorizzazione delle piante medicinali e aromatiche (pma). Conferenza Internazionale "POLITICHE AMBIENTALI: STRUMENTI E METODI", Tirana- Scutari (Albania) 5-6 dicembre 2003.

27. VECCHIO V., PALCHETTI E., ANDRENELLI L., GHISELLI L., (2002). Efficienza! Parola d'ordine nella fertilizzazione azotata. . Il gazzettino della patata. Anno XXII Novembre-Dicembre: 10-18.

28. PAPINI R., TRUCCHI P., PALCHETTI E., VECCHIO V., VALBOA G. (2003). Dinamica dell'azoto minerale nel suolo in coltura irrigua di patata e sua influenza sulla produzione. Relazione orale presentata al XXI Convegno Nazionale S.I.C.A., Ancona, 23-26 settembre 2003.

29. SCAZZIOTA B., DE MARCO G., GRANIERI V., VECCHIO V., PALCHETTI E.. (2004) Agronomic strategies in extra-seasonal potato quality production. Poster accettato per ISHS Symposium "Towards Ecologically Sound Fertilisation Strategies for Field Vegetable Production" Perugia, Italy, 7-10 June 2004

30. VECCHIO V., ANDRENELLI L., GHISELLI L., MANZELLI M. and PALCHETTI E., (2003). In vitro evaluation of earliness and tuberization ability of new Italian potato clones (*Solanum tuberosum* L.) under both different photoperiod and cultural medium conditions. Potato Research (in press).

31. VECCHIO V., CERTOSI G., TALLARICO R., PALCHETTI E., (2003). Contributo delle biomasse vegetali alla produzione i Energia: esperienza sul sorgo da fibra in Toscana. Presentato alla rivista "L'Informatore Agrario".