



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA  
DIPARTIMENTO TERRITORIO E SISTEMI AGRO-FORESTALI

Corso di laurea in Scienze e tecnologie viticole ed enologiche

## **Biostimolanti applicati in vigneto per migliorare la qualità dei mosti**

Relatore  
Prof. Simone Vincenzi  
Correlatore  
Dott. Daniele Pizzinato

Laureando  
Nicola Simionato  
Matricola n. 1166586

ANNO ACCADEMICO 2021/2022

## **Indice**

### **CAPITOLO 1: INTRODUZIONE**

- 1.1 Il cambiamento climatico in viticoltura**
- 1.2 Presentazione progetto Oenoterris®**
- 1.3 Descrizione area della prova**
- 1.4 Idrolizzati proteici**

### **CAPITOLO 2: BIOSTIMOLANTI IN VITICOLTURA**

- 2.1 Definizione, classificazione e regolamentazione dei biostimolanti delle piante**
- 2.2 Principale meccanismo di azione dei biostimolanti**
- 2.3 Biostimolanti e gli stress abiotici**

### **CAPITOLO 3: MATERIALI E METODI**

- 3.1 Protocolli Oenoterris®**
  - 3.1.1 Protocolli agronomici**
  - 3.1.2 Protocolli enologici**

### **CAPITOLO 4: RISULTATI ANALITICI**

- 4.1 Risultati su sviluppo vegetativo e tolleranza a stress abiotici**
- 4.2 Risultati su analisi picciolo N e K**
- 4.3 Risultati su vincolo idrico e indice di crescita vegetativo**
- 4.4 Risultati su peso medio acino**
- 4.5 Risultati su analisi dei mosti**

### **CAPITOLO 5: CONCLUSIONE E CONSIDERAZIONI FINALI**

#### **BIBLIOGRAFIA**

#### **SITOGRAFIA**

## **Riassunto**

Il seguente lavoro è parte di un progetto di ricerca mirato ad indagare l'efficacia di un nuovo prodotto biostimolante da applicare sulla chioma di *Vitis vinifera*. L'obiettivo è quello di migliorare sia le caratteristiche agronomiche (ovvero ciò che riguarda la tolleranza agli stress abiotici) sia quello che tocca la componente dei precursori aromatici nel mosto. Sono state fatte rilevazioni fotografiche a cadenza settimanale per monitorare visivamente lo stato delle parcelle, inoltre per ogni rilevamento sono stati osservati a campione degli apici vegetativi ai quali è stato attribuito un voto a seconda dello stato di crescita per determinare grazie a una applicazione l'indice di crescita vegetativa (ICV). Sono inoltre stati fatti dei campionamenti dei piccioli con successive analisi N e K. Sono anche stati monitorati parametri della maturità (zuccheri, AT, APA e pH) e peso medio dell'acino. Altre analisi sono state condotte con Polyscan per la determinazione di una curva di maturazione, sono inoltre stati misurati i valori della componente amminoacidica totale sul mosto. Le rilevazioni e i campionamenti sono stati eseguiti in un campo sperimentale di 8 Ha a Glera in collaborazione con il gruppo viticolo Santa Margherita. L'appezzamento è costituito da tre parcelle sperimentali con due diverse forme di allevamento: Guyot e doppio capovolto ed è stato messo a confronto il testimone non trattato con delle parcelle trattate. Rilevazioni e campionamenti sono stati condotti durante la stagione vegetativa 2022 a cadenza settimanale.

## **Abstract**

The following work is part of a research project investigating the effectiveness of a new biostimulating product to be applied on the foliage of *Vitis vinifera*. The purpose is to improve the agronomic characteristics (in particular what concerns the tolerance to abiotic stress) and the effects on the aromatic compounds in the must. Photographic surveys were carried out on a weekly basis to visually monitor the state of the parcels, furthermore for each survey, a sample of vegetative apexes were observed which was given a vote according to the state of growth to determine, through an application, the index of vegetative growth (ICV). Samples of the petioles were also made with subsequent N and K analyses. Maturity parameters (sugars, AT, N and K) and average weight of the berries were also monitored. Other analyses were carried out with Polyscan for the determination of the total and extractable polyphenolic component. The surveys

and samplings were carried out in an 8 Ha experimental field on Glera in collaboration with the Santa Margherita winegrowing group. The plot consists of three experimental plots with two different forms of training: Guyot and double overturned and the untreated sample was compared with treated plots. Surveys and samplings were conducted during the 2022 growing season on a weekly basis.

## CAPITOLO 1: INTRODUZIONE

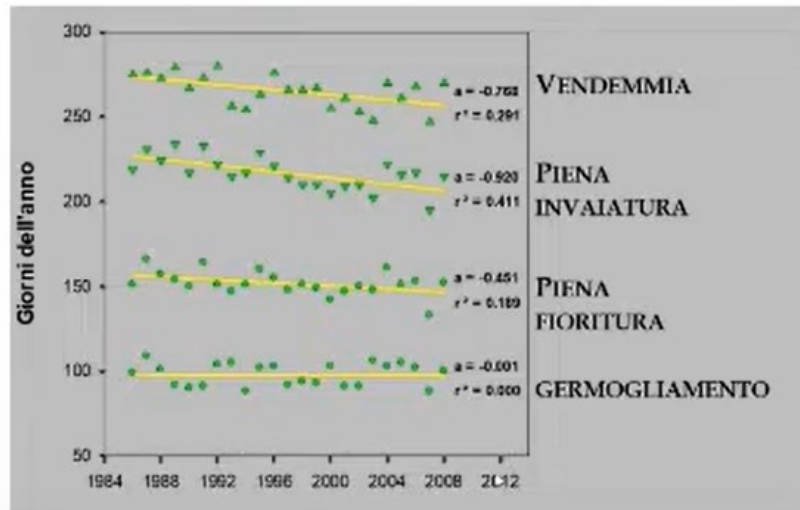
### 1.1 Il cambiamento climatico e la viticoltura

«Negli ultimi 150 anni il mondo si è riscaldato in media di poco più di un grado centigrado e ora la nostra atmosfera contiene concentrazioni di anidride carbonica che non sono state eguagliate per milioni di anni, se continuiamo così affronteremo il crollo di tutto quello che ci dà sicurezza: produzione alimentare, accesso all'acqua, temperatura abitabile per l'ambiente marino e catene alimentari oceaniche. Se il mondo naturale non può sopportare il più elementare dei nostri bisogni, poi gran parte del resto della civiltà cadrà rapidamente». (Attenborough, 2021, "COP 26").

Sono queste le parole del documentarista David Attenborough alla conferenza COP26 di Glasgow, organizzata dalle Nazioni Unite nel 2021. Riconoscendo come il cambiamento climatico sia un fatto di notevole influenza sulla salute dell'uomo, è innegabile come ciò comporti anche significative variazioni e sconvolgimenti nella attività antropica, *in primis* quella agricola che (sempre più di frequente) è condizionata da periodi di lunga siccità e temperature al di sopra delle medie stagionali.

Gli impatti del cambiamento climatico in viticoltura sono strettamente correlati alla variabilità che questo comporta: infatti i crescenti dati a disposizione dimostrano come, con l'avanzare degli anni, le fasi fenologiche della vite si collochino in media, di un giorno in anticipo rispetto all'anno precedente.

## STUDIO DEGLI IMPATTI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI SULLA FENOLOGIA DELLA VITE



2014. Fila, G., Gardaman, M., Belvini, R., Meggio E. and Pitacco A. A comparison of different modelling solutions for studying grapevine phenology under present and future climate scenarios. *Agricultural and Forest Meteorology* 195–196, 192–205.

(Meggio, Pitacco, infowine). <https://www.youtube.com/watch?v=ZanROb47-r4>

Come si evince dal grafico, l'anticipo sempre maggiore delle fasi fenologiche fa sì che la vendemmia arrivi in un periodo delicato della stagione per il fatto che le condizioni non sono ideali, a causa della presenza di fenomeni stressanti per le piante (primi fra tutti le elevate temperature e gli stress idrici).

Oltre allo sfasamento delle fasi fenologiche, sono da segnalare altri problemi derivanti dal cambiamento climatico tra cui:

- La siccità. Essa si presenta spesso in concomitanza con le alte temperature e questo può rappresentare un problema nel momento in cui la pianta necessita di acqua per evapotraspirare (e quindi controllare la sua temperatura). Se la pianta non trova l'acqua necessaria, essa andrà a ricavarla dove è presente maggiormente, grappolo incluso. Inoltre, la pianta, non riuscendo a termoregolarsi con facilità, subirà un aumento della sua temperatura interna, compromettendone la componente aromatica (e quindi la qualità del prodotto finale);
- Cambio di pattern delle precipitazioni come intensità e frequenza;
- Fenomeni erosivi;

- Aumento di fenomeni meteorologici estremi come grandinate e gelate tardive (Meggio et al., 2014).

-

## **1.2 Presentazione progetto OENOTERRIS®**

Il progetto Oenoterris fa parte di uno studio della durata di tre annate agrarie promosso da una nota azienda francese produttrice di prodotti per l'enologia la quale intende studiare l'effetto dei suoi prodotti biostimolanti fogliari da applicare in vigneto. L'obiettivo è quello di analizzare e confrontare le differenze tra le parcelle trattate e il testimone per quanto riguarda la crescita vegetativa, la maturazione degli acini e la qualità dei mosti.

Il progetto nel suo insieme include anche innovative pratiche di collaggio dei mosti e analisi chimiche e organolettiche sui vini che per ragioni oggettive (di tempo) non sono state inserite nella tesi.

I prodotti biostimolanti utilizzati nello studio sono: OENOTERRIS® Fleur e OENOTERRIS® Arôme, entrambi distribuiti alla dose di 5L/Ha per ogni somministrazione.

OENOTERRIS® Fleur è un biostimolante dalla formulazione liquida complessa che assicura l'omogeneità della fioritura della vite ed evita fenomeni di colatura, acinellatura e asincronia, rinforzando la resistenza della pianta agli stress abiotici (come lo stress idrico) e assicurando la sua stessa nutrizione. OENOTERRIS® Fleur è stato somministrato due volte, la prima in prefioritura a bottoni floreali ancora agglomerati e la seconda volta sempre in prefioritura a bottoni floreali separati, come da protocollo OENOTERRIS®.

Qualsiasi tipo di stress nutrizionale in questo periodo (prefioritura) ha un forte impatto sulla fioritura, con un aumento dei fenomeni di colatura e di acinellatura che recano danno alle produzioni.

- Tenore in elementi: N: 4%, P: 3%, K: 2%.
- Amminoacidi (25%) tra cui l'arginina
- Protettore delle auxine AMM n°1080002
- Polifenoli
- Silice

OENOTERRIS® Arôme è un biostimolante con una formulazione liquida complessa che promuove la sintesi dei precursori dei tioli e dei precursori amminoacidici degli esteri e delle componenti essenziali per il bouquet aromatico dei vini bianchi e rosati. Stimolando la sintesi del glutatione, il prodotto aiuta a combattere lo stress ossidativo nella pianta. Grazie a una composizione ricca di composti attivi, esso permette anche di rafforzare la resistenza agli stress abiotici come lo stress idrico. Il biostimolante è stato applicato una volta ad inizio invaiatura e un'altra volta a fine invaiatura dai sette ai dieci giorni circa dall'inizio della stessa.

- Tenore in elementi: N: 7%, P: 0, K: 0
- Aminoacidi (45%) tra cui la cisteina;
- Protettore delle auxine AMM n°1080002;
- Polifenoli.

### **1.3 Descrizione area della prova**

Il gruppo viticolo Santa Margherita, fondato nel 1935 da Gaetano Marzotto, ha sede a Fossalta di Portogruaro (VE) ed è contenuto all'interno del Consorzio Vini Venezia, nato nel 2011. Il Consorzio tutela ad oggi cinque denominazioni: le due eccellenze Lison DOCG e Malanotte del Piave DOCG, la nuova DOC Venezia e le due DOC storiche Lison-Pramaggiore e Piave.

L'area DOC Lison-Pramaggiore è situata sulla pianura a pochi chilometri dal litorale veneziano, immersa tra i fiumi Tagliamento e Livenza. Il clima è considerato temperato grazie alla vicinanza al mare e dei tratti lagunari che favoriscono l'esposizione dei vigneti ai venti della zona, prevalentemente serali, e che favoriscono, di conseguenza, l'escursione termica tra il giorno e la notte. (<https://www.lavinium.it/le-doc-del-veneto-lison-pramaggiore/>)

Il campo sperimentale utilizzato per i rilevamenti e le campionature è situato in Via Loncon a San Stino di Livenza (VE) ed è composto da 8 Ha di vigneto suddiviso in tre appezzamenti separati fisicamente da due scoline orientate parallelamente ai filari. La varietà impiantata è Glera innestata su Kober 5BB . Il vigneto è iscritto all'interno della DOC Prosecco. Nel dettaglio i tre appezzamenti, da ora definibili come parcelle sperimentali, sono così composti:



1. Parcella Sylvoz Oenoterris (SO) della superficie di 2 Ha composto da 45 filari, con sesto d'impianto di 2,5 x 1,3 m. L'impianto è datato 2012 con sistema di allevamento a Sylvoz;
2. Parcella Sylvoz tal quale (STQ) della superficie di 3 Ha composto da 67 filari, con sesto d'impianto di 2,5 x 1,3 m, risalente all'anno 2012 con sistema di allevamento a Sylvoz;
3. Parcella doppio capovolto Oenoterris (DCO) della superficie di 3 Ha composto da 67 filari con sesto d'impianto di 2,5 x 1,2 m, risalente all'anno 2012 con sistema di allevamento a doppia cappuccina.

Per l'analisi dei risultati, considerando l'assenza di un testimone non trattato per il DCO, saranno discussi solo i dati ottenuti sulle prime due parcelle.

Dall'analisi preliminare condotta con ausilio di panoramiche satellitari e dal confronto con l'agronomo della cantina, è emerso che l'appezzamento nella sua superficie non presenta nessun tipo di carenze nutrizionali e non è soggetto a fitopatie che possano ostacolare l'oggettiva raccolta dati necessaria per il confronto tra parcelle. Inoltre, l'agronomo, il Dott. Pasini (che da anni segue la gestione agronomica del vigneto) riporta che l'appezzamento in questione è vigoroso e molto produttivo in termini quantitativi. Il vigneto è inerbito, eccezion fatta per il sottofila dove vengono periodicamente fatte delle lavorazioni del terreno con lo scalzatore interfilare.

Il suolo è tipico della pianura alluvionale indifferenziata di origine fluvio-glaciale, formatosi da limi, da fortemente a estremamente calcareo (sito ArpaV, carta dei suoli).

La temperatura massima nei mesi di giugno, luglio e agosto nel 2022 è stata rispettivamente di 33.1 -38.6-37.2 °C (dati Arpa Veneto stazione di Lison-Portogruaro).



#### 1.4 Idrolizzati proteici

Gli idrolizzati proteici sono delle miscele di sostanze che contengono una vasta gamma di proteine, amminoacidi e peptidi in composizione e in quantità variabile a seconda della matrice organica di partenza da cui sono stati sintetizzati. Questi prodotti si ottengono mediante l'idrolisi enzimatica da parte di enzimi proteasici, i quali scindono le proteine nelle loro componenti costitutive, ma possono anche essere ottenuti con idrolisi chimica o mista (Lucini et al., 2015).

Solitamente gli idrolizzati di origine animale vengono estratti chimicamente e presentano un maggior contenuto di azoto organico mentre quelli di origine vegetale sono ottenuti utilizzando specifiche proteasi e presentano un maggior contenuto di peptidi solubili.

Gli idrolizzati sono prodotti che vengono applicati principalmente per via fogliare a dosi prestabilite e durante determinate fasi fenologiche. Nello specifico in questo lavoro la dose da applicare è stata di 5 L/Ha, 2 applicazioni a ridosso della fioritura e 2 applicazioni a ridosso dell'invasatura.

Queste sostanze presentano attività biostimolante, ovvero migliorano la tolleranza agli stress abiotici (periodi di siccità, elevate temperature), migliorano la resa e la quantità delle colture, consentono alle piante un miglior assorbimento degli elementi nutritivi. (Schiavon et al. 2008; Ertani et al. 2013a, b; Corte et al. 2014).

Studi condotti (Lachhab et al 2014) dimostrano che gli idrolizzati proteici possono fungere da elicitori attivando le risposte di difesa della pianta agli stress, la quale sintetizza proteine di difesa (PR protein, proteine che la pianta produce in risposta a stress sia abiotici che biotici).

Un altro importante effetto è quello della regolazione stomatica, è stato dimostrato che l'utilizzo di biostimolanti ottimizza l'assorbimento dell'acqua da parte della pianta andando a migliorare il rapporto carbonio/ acqua traspirata, determinando così un uso più efficiente dell'acqua da parte della pianta (Signorini, 2016).

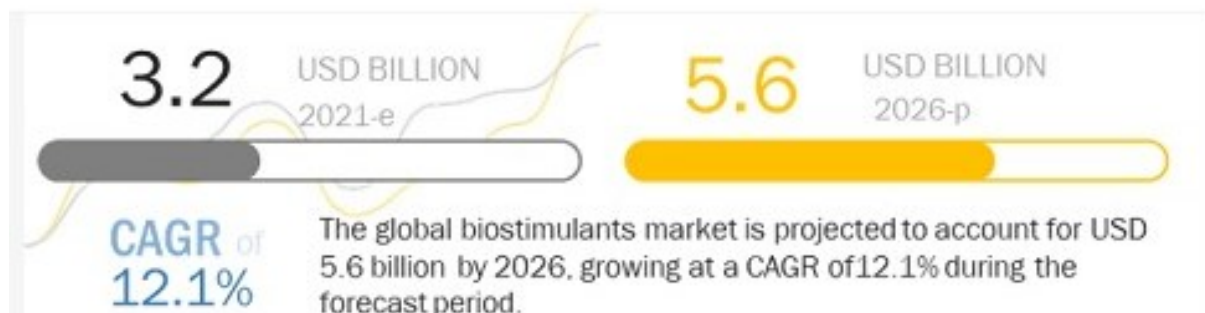
Un altro effetto dovuto all'uso di idrolizzati proteici contenenti specifici peptidi è quello di esercitare sulla pianta degli effetti auxino-simile, stimolando appunto la produzione di auxine da parte della pianta (Colla et al 2014).

Questi prodotti possono essere applicati sia in agricoltura convenzionale sia in agricoltura biologica, al contrario degli ormoni sintetici che oltre ad avere costosi e sofisticati metodi di sintesi presentano anche una elevata tossicità per l'uomo.

Vista e validata l'efficacia di questi prodotti biostimolanti unito al crescente bisogno di attuare pratiche conservative e sostenibili per un mercato sempre più esigente, l'uso dei biostimolanti è in piena crescita.

Nel 2021 il mercato dei biostimolanti è stato valutato 3,2 miliardi di dollari e si prevede di raggiungere i 5,6 miliardi entro il 2026, con un tasso annuo di crescita del 12,1% (<https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/biostimulant-market-1081.html>).

### Global Biostimulants Market Trends



## CAPITOLO 2: BIOSTIMOLANTI IN VITICOLTURA

### 2.1 Definizione, classificazione e regolamentazione dei biostimolanti delle piante

Secondo il Regolamento europeo sui fertilizzanti Reg. (UE) 2019/1009, per definizione, i biostimolanti delle piante hanno la loro origine dall'effetto che riescono a dare sulle piante e sulla vegetazione: questo effetto positivo viene chiamato *claim* e si riferisce a tutte quelle sostanze che accentuano e/o promuovono la crescita delle piante (senza che siano necessariamente farmaci o derivati da processi chimici) (Ciavatta et al., 2019). La prima discussione sul tema risale agli anni Trenta del Novecento per opera del professor V.P. Filatov il quale si riferiva a quei materiali, provenienti da vari organismi tra cui le stesse piante, che riuscivano ad accelerare i processi metabolici delle piante. Secondo il professor Patrick Du Jardin, il biostimolante vegetale è quella sostanza o microrganismo che riesce a migliorare l'efficacia nutrizionale delle piante, aumentando la tolleranza agli stress abiotici senza influire sulla qualità del raccolto prodotto.

Secondo il Regolamento europeo suddetto, il biostimolante è: “Un prodotto fertilizzante dell'UE con la funzione di stimolare i processi nutrizionali delle piante, indipendentemente dal tenore di nutrienti del prodotto, con l'unico obiettivo di migliorare una o più delle seguenti caratteristiche delle piante o della loro rizosfera:

- a) efficienza dell'uso dei nutrienti;
- b) tolleranza allo stress abiotico;
- c) caratteristiche qualitative;
- d) disponibilità di nutrienti contenuti nel suolo o nella rizosfera (Reg. (UE) 2019/1009)”

Negli Stati Uniti d'America nell'*Agriculture Improvement Act of 2018*, si nota come il biostimolante venga descritto dalla legislazione statunitense come quella sostanza o microrganismo che viene applicato alle piante, ai semi o alla loro rizosfera per stimolare i processi naturali e migliorare l'assorbimento dei nutrienti e la loro efficienza, migliorando la qualità delle colture e permettendo alle piante di essere più tolleranti agli stress abiotici. (Ciavatta et al. 2019). In sintesi, non si palesano differenze tra le due definizioni (europea e statunitense), ma, al contrario, si denotano diversi punti in comune.

Rimanendo però in Italia, in particolare con il Decreto Legislativo 75 del 2010, i biostimolanti vengono descritti come quei prodotti che apportano a un altro fertilizzante (o al suolo o anche

alla pianta) delle sostanze che regolano o riescono a favorire il pieno e completo assorbimento degli elementi nutritivi, correggendo o preservando anomalie fisiologiche (D. Lgs. 75/2010).

Un altro tipo di classificazione è basata sui composti costitutivi dei biostimolanti:

- Microrganismi (come funghi, batteri benefici e inoculi microbici);
- Sostanze umiche, come acidi umici e fulvici;
- Composti azotati, tra cui proteine idrolizzate, amminoacidi e altri composti che contengono azoto;
- Estratti di alghe e vegetali;
- Composti organici
- Chitosani e altri polimeri.

Prima di analizzare con precisione i meccanismi di azione dei biostimolanti, è utile precisare cosa sia uno stress abiotico (argomento che verrà sviluppato poi nel paragrafo 1.3). Esso è l'insieme di quegli agenti ambientali in grado di limitare la produttività della coltura, specialmente relativi agli stress estivi e a condizioni che limitano in maniera prolungata e simultanea la disponibilità idrica (stress idrico), di alte temperature (stress termico) e di energia radiante (stress radiativo) (Ciavatta et al., 2019).

A causa della siccità e, soprattutto, del rapido e progressivo mutamento delle condizioni climatiche, gli stress abiotici stanno decisamente aumentando, non solamente nelle stagioni estive ma anche negli altri periodi dell'anno. Le uve, proprio a causa di questi cambiamenti climatici, possono presentarsi disidratate o con una concentrazione eccessivamente alta di zuccheri, profili aromatici inadeguati per il mercato o, in casi ancora più tragici, inadatti alla vinificazione perché carenti dal punto di vista nutrizionale, incapaci di adattarsi con rapidità ai cambiamenti del suolo e del clima (Ciavatta et al. 2019). I biostimolanti, perciò, diventano estremamente importanti non solo per cercare di garantire una certa sostenibilità ambientale (ed economica), ma anche per preservare la sensibilità dei vigneti, ottimizzando il processo produttivo in equilibrio con l'ambiente (senza influenzare la pianta e i suoi frutti). Va comunque posta grande attenzione dal momento che una scarsa disponibilità di micro e macronutrienti potrebbe compromettere anche in maniera irreversibile la crescita della pianta e, per questo motivo, si rivelano utili i biostimolanti che si trovano a metà via tra i biostimolanti "propriamente detti" e i cosiddetti "anti traspiranti" (Ciavatta et al. 2019). Da non trascurare sono quei composti che provengono dall'alga bruna *Ascophyllum nodosum*, in grado di migliorare la tolleranza dei vigneti allo stress idrico e

in grado di mantenere, a livelli di stress relativi bassi, i tassi fotosintetici, stimolando la capacità del vigneto a eseguire la biosintesi, mantenendo l'efficienza nell'uso dell'acqua (Ciavatta et al., 2019).

Questo era solamente un esempio dei tipi di biostimolanti che hanno una grande importanza per garantire un'alta tolleranza a stress biotici e abiotici, mantenendo un livello produttivo buono, se non ottimo in certe circostanze, contribuendo in situazioni non stressante a migliorare in maniera importante la fitoregolazione delle piante, sia in fase di fioritura che di produzione del frutto stesso (aumentando anche la dimensione del grappolo e facendo crescere a grandi livelli la produttività (Ciavatta et al., 2019).

## **2.2 Principale meccanismo di azione dei biostimolanti**

Per fare un esempio con una sostanza già citata in precedenza (l'alga bruna *Ascophyllum nodosum*), nel momento in cui questo biostimolante viene applicato sulla chioma in epoca precoce, si può giungere ad un aumento della resa a ettaro che va dall'8 al 12% (non vengono però raggiunti simili risultati se applicati durante l'invasatura (Ciavatta et al., 2019). Il meccanismo d'azione di questi biostimolanti sembrerebbe permettere alle piante di attivare la biosintesi delle auxine, migliorando l'assorbimento dell'azoto e la sua mobilizzazione.

In base al loro profilo biochimico, i biostimolanti possono essere in grado di equilibrare in maniera molto importante le componenti principali della qualità della vendemmia, come zuccheri (fruttosio, saccarosio e glucosio), composti aromatici e precursori (dai tioli alle aldeidi, chetoni e così via), acidi organici (come acido malico e tartarico), senza dimenticare i composti fenolici (Ciavatta et al. 2019).

I biostimolanti possono anche comprendere idrolizzati proteici e formulati che hanno amminoacidi utili a non influire negativamente sul profilo aromatico delle uve, promuovendo una fermentazione corretta (e un aumento significativo della qualità del prodotto finale) (Ciavatta et al. 2019).

In genere, il meccanismo d'azione dei biostimolanti (come riporta l'azienda Ticozzi sas, una delle realtà leader dalla fine degli anni Cinquanta nella produzione e uso di prodotti specifici per la coltivazione e l'agricoltura). (<sup>1</sup> UNMACO, «Biostimolanti e nutrizione del suolo e delle piante», URL: <https://www.unmaco.it/2021/07/biostimolanti-e-nutrizione-del-suolo-e-delle-piante/> (19/7/2022)) è riassumibile in 5 step:

- il riconoscimento dei principi attivi da parte di recettori specifici che permette la penetrazione delle molecole attive del prodotto nelle cellule e nei tessuti della pianta;
- la traslocazione e la trasformazione di queste molecole attive;
- la manifestazione dei geni di difesa, dei segnali e della regolazione dello stato ormonale che permettono una resistenza locale indotta;
- l'attivazione dei processi metabolici;
- la trasmissione dei segnali e il trasferimento della resistenza indotta all'intera pianta.

L'impiego di biostimolanti nell'agricoltura ha portato in molti casi a un aumento nell'efficienza fisiologica delle piante, permettendo di superare situazioni di stress abiotico (e non solo), con un riflesso positivo sulla qualità delle produzioni agrarie e alimentari in generale. Vi sono alcuni biostimolanti che hanno un ruolo molto singolare, come il rizobatterio *Azospirillum* che promuove la crescita delle piante dato che riesce a convertire l'azoto atmosferico in ammoniaca e produce fitormoni (tanto da aumentare significativamente i pigmenti fotosintetici prodotti dalle piante, prima fra tutti la clorofilla (Galieni et al. 2019).

Non da meno sono i funghi, veri e propri esempi di "colonizzazione" delle radici delle piante e che promuovono la crescita delle stesse, aumentando la velocità ed efficienza fotosintetica: funghi come le micorrize o la *Piriformospora indica* permettono alle piante di avere una grande resistenza agli stress biotici e abiotici, migliorando l'ossidazione della pianta (Galieni et al., 2019).

### **2.3 Biostimolanti e gli stress abiotici**

Come già sottolineato in precedenza, i cambiamenti climatici e ambientali hanno definitivamente condizionato (e stanno cambiando stagione dopo stagione) il suolo. È bene quindi concentrarsi anche sugli effetti degli stress abiotici sul terreno (in Italia e non solo); i dati FAO (Food and Agriculture Organization) pongono in luce il rischio di perdere nei prossimi 25 anni circa il 30% dei terreni e addirittura il 50% dei terreni per il 2050, a fronte di un aumento della popolazione in tutto il mondo che passerà, con ogni probabilità, dai sette miliardi di oggi ai dieci circa (Cellini et al., 2019).

Come possono essere utili i biostimolanti? Essi possono aiutare ad affrontare i cambiamenti climatici e quegli eventi abiotici che possono danneggiare in maniera spesso irreversibili le

colture vegetali: basti pensare agli sbalzi di temperature caldo/freddo a cui si è assistito negli ultimi anni e gli episodi di siccità dei fiumi e falde in Italia.

I biostimolanti riescono a sviluppare nella pianta, secondo uno studio del gruppo guidato dalla ricercatrice Yang (e riportati nel manuale “I Biostimolanti in agricoltura”), uno stato definito “tolleranza sistemica indotta, in inglese *Induced Systemic Tolerance IST* per resistere agli stress abiotici e atmosferici in generale, garantendo grande resistenza delle colture vegetali (Cellini et al., 2019).

L'utilizzo di biostimolanti a base di microrganismi benefici per cercare di aumentare la produttività delle colture si rivela un'ottima possibilità per affrontare gli stress biotici e anche quelli abiotici: i microrganismi presenti nei prodotti biostimolanti sono, nella maggioranza dei casi, in grado di colonizzare gli organi aerei di una pianta tanto quanto il suo apparato radicale, dove poi svolgono la loro funzione (Cellini et al., 2019). Gli stress abiotici possono anche rivelarsi vantaggiosi da un certo punto di vista dato che sono spesso legati ad un aumento nella concentrazione di anidride carbonica atmosferica che agevola l'efficienza della fotosintesi e la produzione della pianta (benché ogni pianta o quasi abbia bisogno di acqua e azoto per poter vivere in maniera florida).

Gli stress termici portano nella grande maggioranza dei casi a un tasso di respirazione e traspirazione delle piante maggiore e una veloce fotosintesi: per questo motivo è utile usare dei biostimolanti che riescano a garantire il fabbisogno di acqua sempre costante. Diventa interessante, ad esempio, l'uso dell'ormone etilene, una sostanza che regola i processi di sviluppo e senescenza della pianta, in grado di gestire stress biotici e abiotici, rispondendo agli stress ambientali e favorendo la fotosintesi in modo molto importante durante gli sbalzi di temperatura. I biostimolanti vanno a influenzare i tratti fenotipici delle piante e migliorano le produttività delle colture, sia in sistemi controllati (come le serre) che in condizioni di campo. Per questo motivo sono necessari degli strumenti specifici per misurare la fotosintesi: tra questi vi sono i fluorimetri per misurare la fluorescenza della clorofilla *a* e gli analizzatori dei gas a infrarossi (Perata et al., 2019).

Vengono quindi analizzati i fenotipi insieme agli studi di tipo genetico ed è per questo che è nata la disciplina della fenomica, ossia l'analisi del fenotipo di una pianta per valutare le variabili dinamiche dipendenti dall'interazioni della pianta con l'ambiente. Attraverso analisi multispettrali si può estrarre una serie di informazioni sullo stato di salute della pianta, se sta crescendo o se la sua composizione nutrizionale si sta impoverendo. Sono necessari sensori e



fotocamere, non solamente infrarossi, che, attraverso vari software, riescono a calcolare biomassa, morfologia fogliare e radicale e, naturalmente, le caratteristiche del frutto.

Uno dei parametri più importanti nella fenomica è la fluorescenza della clorofilla, utile a capire le condizioni di stress della pianta e che consente di comprendere come l'energia luminosa (fondamentale per consentire la fotosintesi) viene assorbita dai pigmenti del vigneto, in questo caso alimentando in modo più o meno intenso la clorofilla. Nel momento in cui la pianta dissipa poca energia per via fotochimica e, invece, riemette in grandissima parte questa energia come fluorescenza, si è in una situazione di scarso equilibrio (Perata et al., 2019).

Per quanto riguarda gli stress idrici, anche in questo caso i biostimolanti possono rivelarsi davvero importanti per massimizzare le risorse idriche e, soprattutto, per fare in modo di evitare ogni perdita d'acqua durante la traspirazione.

In casi in cui l'acqua dovesse scarseggiare, gli stomi delle piante alterano il proprio metabolismo e spesso vengono interrotte le produzioni di amminoacidi o proteine, le cellule rallentano la crescita e la concentrazione di sali nelle cellule viene di molto diminuita (Tradecorp, «Biostimolanti: stress da siccità – come agisce internamente nella pianta», URL: <https://tradecorp.it/stress-da-siccita-come-agisce-e-come-mitigarlo/> (22/07/2022)).

Per fare degli esempi, i funghi micorrizici (sperimentati nelle piante di cetriolo) hanno dimostrato di determinare un aumento della clorofilla, grazie alla loro capacità di permettere alle membrane della pianta di far passare più acqua: questo avviene mediante l'effetto di induzione delle acquaporine, proteine che mediano l'assorbimento di acqua nelle radici, con un ruolo chiave nelle condizioni di stress idrico poiché promuovono un recupero della pressione di turgore (Cellini et al., 2019).

Va comunque sottolineato il costo decisamente importante di questi biostimolanti di origine microbica, pur nella loro indubbia efficacia, e spesso risulta difficile riprodurre i risultati in maniera semplice e uniforme per alcuni motivi (di seguito elencati):

- la tipologia del suolo (già di per sé influenzato da fattori abiotici), basti pensare a un terreno di tipo vulcanico o più minerale in cui la reazione del biostimolante usato potrebbe essere totalmente inutile o, al contrario, troppo intensa, causando danni alla pianta;
- la competizione dei ceppi microbici selezionati con quelli della microflora indigena: troppi contrasti in questo senso possono creare eccessivi squilibri (Cellini et al., 2019).



## CAPITOLO 3: MATERIALI E METODI

### 3.1 Protocolli Oenoterris®

Per il rilevamento dei dati sono stati seguiti dei protocolli redatti dalla azienda produttrice e sono suddivisibili in 2, protocolli agronomici e protocolli enologici:

#### 3.1.1. Protocolli agronomici

1. **Osservazione: Protocollo fotografico per il monitoraggio fenologico delle parcelle Oenoterris®.** Consiste in un monitoraggio settimanale dello stato delle parcelle e dell'aspetto della vite tramite una serie di foto. Nello specifico sono stati fatti rilevamenti fotografici con cadenza settimanale in tutto il periodo vegetativo a partire dalla fase di fioritura;

Obbiettivo:

L'obiettivo del monitoraggio fotografico è di fornire una visione globale dello stato della vite. Si tratta di uno strumento di analisi visiva che completa gli altri strumenti di supporto decisionale e di monitoraggio della pianta (monitoraggio agroclimatico; controllo dell'apice, ecc.), così come la concimazione per le esigenze della vite.

Materiale: macchina fotografica/smartphone

Metodi:

Un monitoraggio settimanale delle parcelle viene effettuato per ogni modalità (gruppo di controllo e trattato) delle parcelle Oenoterris®.

Questo monitoraggio viene effettuato in un formato fotografico ben definito per seguire l'evoluzione della vite durante il ciclo vegetativo e produttivo, in funzione dello stato idrico del terreno.

Per il monitoraggio fotografico, vengono scattate otto foto, in formato paesaggio, secondo quattro parametri della vite:

1) L'aspetto generale della parcella e della vite:

- Una foto generale di tre filari per osservare lo stato del terreno (impurità).

- Una foto al 4° palo dei due filari per evidenziare lo stato sanitario e idrico della vite.

2) Lo stato della vegetazione e zona di crescita:

- Una foto di un filare tra il 4° e il 5° palo per osservare l'uniformità della vegetazione.

- Due foto al 4° palo, una su tutto il ceppo e l'altra sulla zona di crescita, per osservare il progresso del ciclo vegetativo e di riproduzione.

3) L'evoluzione e l'aspetto del grappolo

- Una foto, quando la fase lo permette, di tutta l'uva per osservare il progresso della maturazione in generale e lo stato sanitario.

- Una foto di un grappolo, dall'infiorescenza al grappolo per vedere lo sviluppo.

4) Lo stato dell'apice

- Una foto dell'apice in cui si veda la forma e il colore, per indicarci la dinamica di crescita e poterla classificare secondo tre categorie: germoglio attivo/estremità del rametto caduto o secco/rametto a crescita lenta, che ci darà un'idea del vincolo idrico subito dalla vite.

## **2. Protocollo sul vincolo idrico:**

Obbiettivo:

L'obbiettivo di questo protocollo è di monitorare settimanalmente lo stato dell'apice sulle parcelle di riferimento per correlare i risultati ottenuti con quelli degli altri protocolli. L'osservazione degli apici permette di seguire l'evoluzione della crescita delle viti, grazie a un indice variabile da 0 a 1 che caratterizza lo stato di crescita della vite (1 = forte crescita; 0 = arresto di crescita). Lo studio della crescita della vite permette inoltre di stimare il livello di vincolo idrico della vite in quattro livelli che vanno da 0 a 3 (0 corrisponde a un'assenza di vincolo idrico e 3 a un vincolo idrico severo).

Materiali:

-Smartphone

-Applicazione Apex Vigne

Metodi: Una volta alla settimana, con l'ausilio dell'app Apex Vigne, è necessario eseguire delle letture sulla dinamica di crescita dell'apice. L'applicazione consente, grazie a un sistema di conteggio, di contare gli apici e poi di calcolare un indice di crescita vegetativa (ICV).

Indicazione della lettura delle misure:

Per realizzare le letture dello stato dell'apice, utilizzare gli stessi filari di ogni parcella di prova degli altri protocolli. Cioè all'altezza del primo palo contrassegnato da un paletto OT sulla parcella.

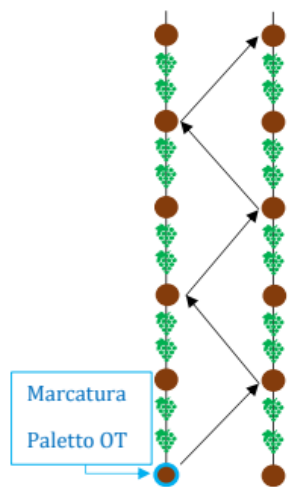


Figura 2: Schema di passaggio nel filare, alternando un lato e l'altro

Per ottenere un indice di crescita vegetativa per mezzo dell'applicazione occorre eseguire almeno una cinquantina di osservazioni per parcella per qualificare un livello medio di crescita, come segue:

- osservare 1 o 2 apici di ceppi diversi, alternando i lati del filare come mostrato nel diagramma (figura 2).
- Secondo il metodo degli apici, l'osservazione sarà classificata in una delle 3 categorie (figura 3) presenti sull'applicazione cliccando su di essa.



Figura 3: Categorie che caratterizzano lo stato dell'apice

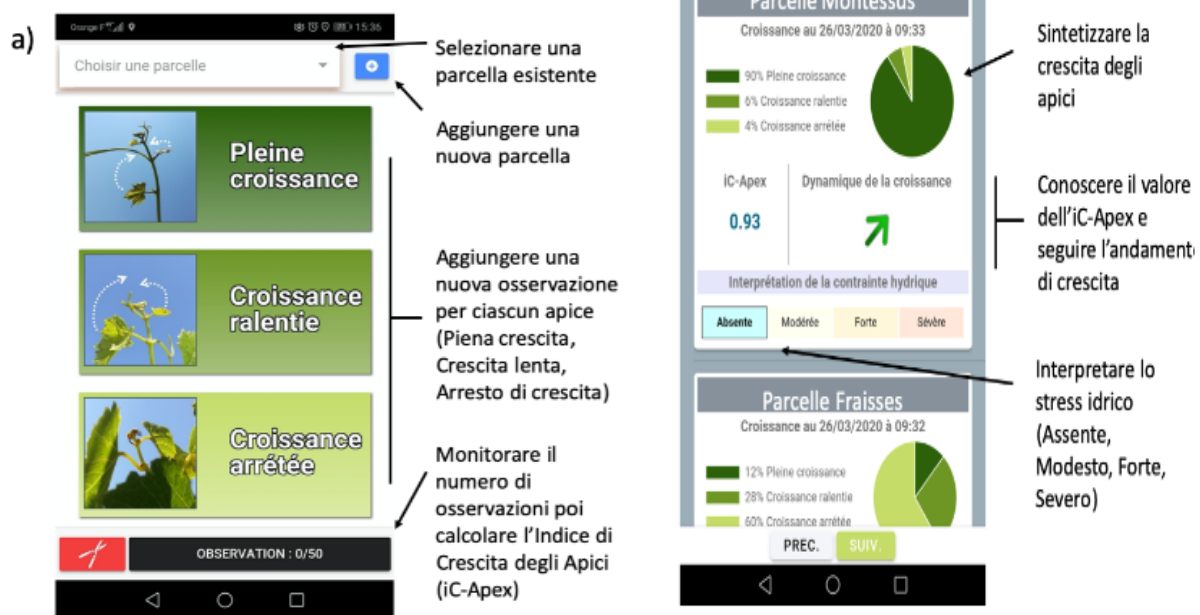
Apex Vigne è un'applicazione per facilitare il monitoraggio della crescita e stimare lo stress idrico delle parcelle viticole.

L'osservazione della crescita degli apici è un metodo semplice che è stato proposto per monitorare l'insorgenza di stress idrico nella vigna. Essendo basato su osservazioni dirette nel vigneto, esso rappresenta un approccio particolarmente interessante per la filiera vitivinicola in quanto è facile da implementare ed economico.

Tuttavia, nonostante questi vantaggi il metodo presenta alcuni limiti di attuazione che ne ostacolano l'adozione e la diffusione tra i professionisti della viticoltura. Una delle principali limitazioni risiede nella necessità di annotare e memorizzare i conteggi degli apici nel vigneto, nonché di eseguire il calcolo degli indici a partire da questi conteggi. L'obiettivo dell'applicazione Apex-Vigne è fornire uno strumento gratuito che permetta di rimuovere questi limiti e quindi incoraggiare l'uso e l'adozione del metodo degli apici.

L'applicazione Apex-Vigne è un calcolatore avanzato che consente di facilitare, sul campo, l'implementazione del metodo degli apici, fornisce un ambiente che combina diverse funzionalità che consentono di:

- Facilitare il conteggio dei 50 apici con un aiuto visivo per assegnare l'osservazione a una delle 3 classi di crescita e un contatore che consente di seguire l'avanzamento del conteggio (figura a)
- Calcolare automaticamente l'indice di sintesi delle osservazioni (iC-Apex) e interpretare lo stress idrico corrispondente sotto forma di classi (figura b).
- Localizzare, datare e registrare i valori i valori dell'iC-Apex.
- Visualizzare la cronologia delle osservazioni raccolte in una parcella.
- Esportare i dati in un formato compatibile con i comuni fogli di calcolo.



### 3. Protocollo di controllo della maturità: monitoraggio dell'indice di maturità e analisi dei mosti

Obiettivo:

Dalla fine dell'invasatura, dei campioni di acini saranno prelevati settimanalmente secondo il metodo dei 200 acini, consigliato dall'OIV (Carbonneau et al., 1991). Lo scopo di questi campioni è di seguire l'evoluzione del peso degli acini, degli acidi organici, del pH e del carico di zucchero, durante il processo di maturazione, fino alla raccolta.

Materiali;

- Sacchetto di plastica per il congelamento
- Bilancia
- Rifrattometro
- Termometro
- Polyscan
- Pipetta in plastica

## Metodi

In ogni parcella trattata/non trattata, occorre raccogliere in un sacchetto (tipo quelli utilizzati per il congelamento) 200 acini d'uva prelevati dalla parcella in questione.

Questi campioni devono essere prelevati da un'area rappresentativa della parcella, e sistematicamente dagli stessi filari su 50-100 ceppi con espressione vegetativa e/o resa media (evitare di utilizzare i filari di confine, i filari vicini a una parcella di controllo da trattare, e i primi e gli ultimi due dai pali).

Tecnica di campionamento acini su grappolo:

- 1) Sui ceppi di vite, il campionamento degli acini è fatto “scansionando” entrambi i lati del filare e centrando il campionamento sulla parte centrale della zona di produzione.
- 2) Prelevare 2 o 3 acini da grappoli posti in posizioni diverse, alternando la parte superiore e inferiore del grappolo, la parte anteriore e posteriore per i grappoli successivi.
- 3) Riporre gli acini nel sacchetto da congelamento o in una scatola foderata con carta assorbente se l'uva è bagnata (per rimuovere l'acqua piovana residua o la rugiada abbondante).
- 4) Pesare gli acini per ottenere il peso di 200 acini e il peso medio per acino.
- 5) Preparare il Polyscan con il programma “Maturità di sequenza aromatica” e con l'elettrodo in posizione.
- 6) Schiacciare gli acini attraverso il sacchetto o un mini-torchio, e raccogliere una goccia di succo da depositare sull'elettrodo del Polyscan.
- 7) Misurare anche la temperatura e il contenuto di zucchero con l'ausilio di un rifrattometro.
- 8) Raccogliere il succo rimanente in una bottiglia da 250 ml per omogeneizzare tutto il succo raccolto.
- 9) Versare il succo imbottigliato in tre flaconi Falcon da 50 ml. Uno dei flaconi sarà poi portato in laboratorio per ulteriori analisi (pH, AT, APA, zuccheri). Gli altri due flaconi saranno congelati per la tracciabilità.



### 3.1.2 Protocolli enologici

Analisi dei mosti:

- Analisi chimica (zucchero, AT, pH, N assimilabile). Le analisi degli zuccheri sono state eseguite con metodo enzimatico utilizzando il sistema automatico I-Cubio (R-Biopharm). L'acidità titolabile è stata determinata mediante titolazione acido-base con NaOH 0.1N in presenza di indicatore blu di bromotimolo. L'azoto assimilabile (APA) è stato misurato mediante numero di formolo (titolazione in presenza di formaldeide).
- Analisi degli amminoacidi. L'analisi è stata eseguita mediante HPLC previa derivatizzazione del campione con reattivo fluorescente. L'analisi è stata condotta da Italiana Biotecnologie (Montebello Vicentino, VI).

## CAPITOLO 4: RISULTATI ANALITICI

### 4.1. Risultati su sviluppo vegetativo e tolleranza a stress abiotici

Durante la stagione vegetativa sono stati eseguiti 13 rilevamenti fotografici, si evince dalle foto che l'uva delle parcelle trattate con i biostimolanti Oenoterris presenta una minor quantità di acinellatura verde. Questo è osservabile nelle foto (scelte a campione) sotto riportate:

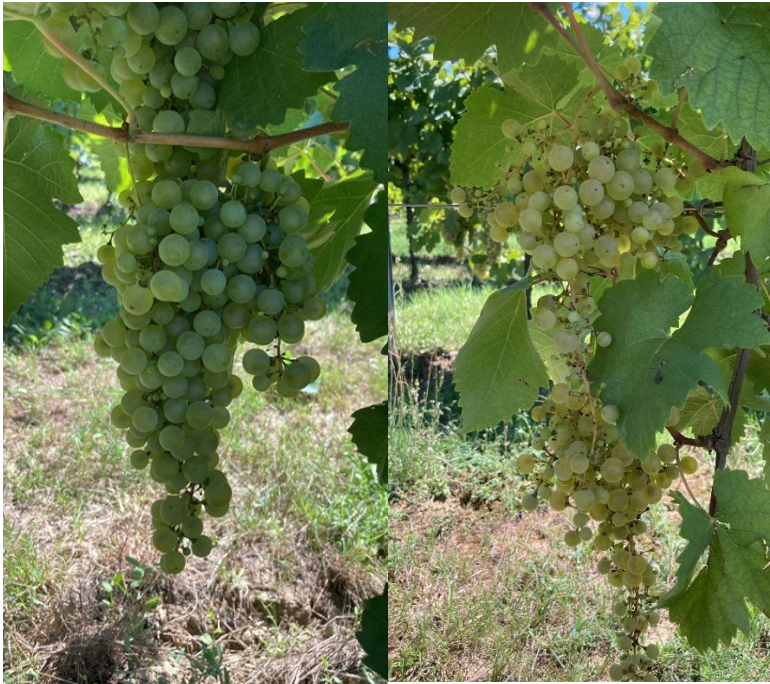
Rilevamento del 17/06/22, in successione le foto dell'uva delle parcelle di: SO e STQ.



Rilevamento del 12/07/22, in successione le foto dell’uva delle parcelle di: SO e STQ.



Rilevamento del 22/08/22, in successione le foto dell’uva delle parcelle di: SO e STQ.



## 4.2. Risultati su vincolo idrico

Durante la stagione vegetativa sono stati eseguiti un totale di 11 rilevamenti a cadenza settimanale per monitorare lo stato degli apici, nei grafici sono riportati solo 5 valori rappresentativi che permettono di seguire l'andamento nel tempo dei parametri rilevati.

Si notano delle differenze tra la parcella di Sylvoz Oenoterris® e la parcella di Sylvoz non trattato, dal punto di vista dello stress idrico che nella parcella non trattata appare forte già nel periodo che va dal 22/07 al 29/07 mentre in quella di Sylvoz trattato appare moderato.

Un'altra differenza di intensità dello stress idrico sempre tra le due parcelle appare nel periodo tra il 22/08 e l'1/09 dove da uno stress idrico forte nel trattato si arriva a uno stress idrico severo nel tal quale.

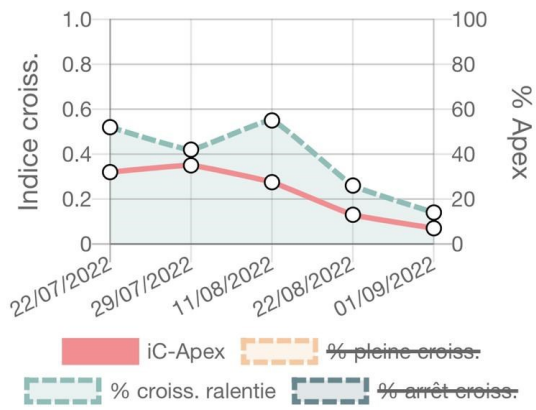
Si evince quindi che la parcella non trattata è quella con valori più alti di stress idrico.

Un'altra differenza si nota dall'indice che caratterizza lo stato di crescita della vite (curva verde che va da 0 a 1) dove dal confronto tra le parcelle emerge che la parcella di tal quale è quella che presenta i valori più bassi.

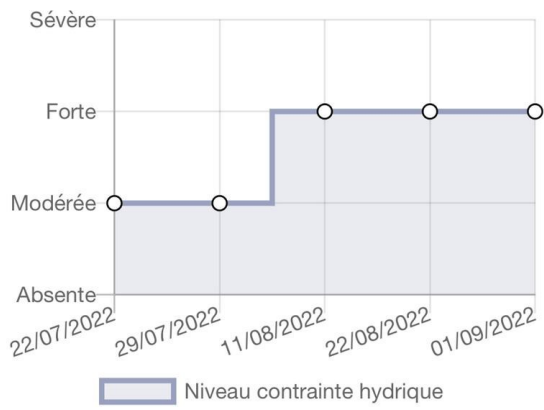
La % Apex riporta la percentuale di apici in crescita vegetativa.

Parcella di Sylvoz Oenoterris®:

## Suivi de la croissance



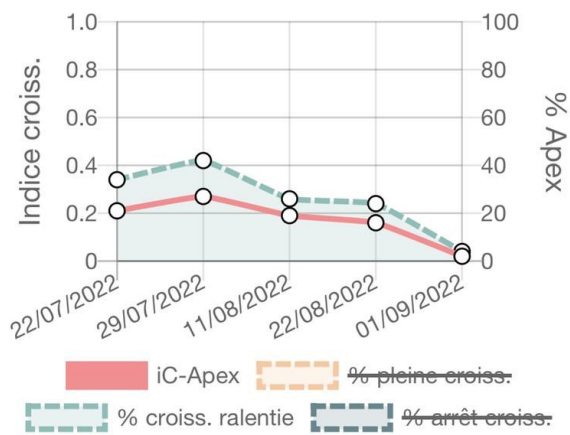
## Interprétation contrainte hydrique



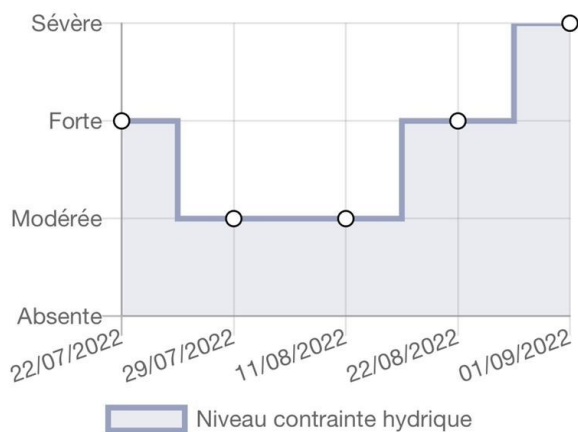


Parcella di Sylvoz tal quale:

### Suivi de la croissance



### Interprétation contrainte hydrique

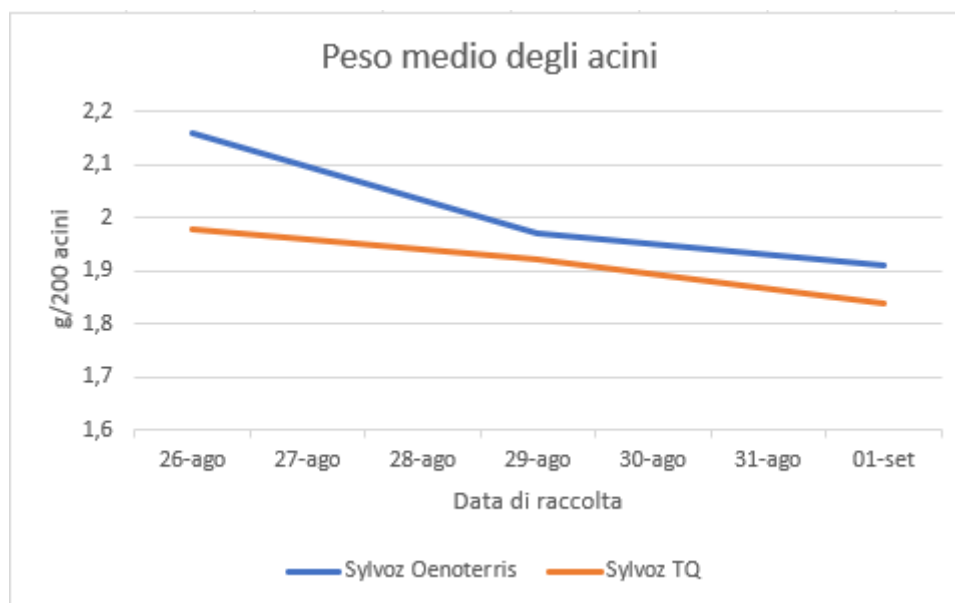


#### 4.3. Risultati su monitoraggio indice di maturità e peso medio acino

Per la determinazione del peso medio dell'acino sono stati eseguiti 3 campionamenti a ridosso della data di vendemmia (26/08, 29/08, 1/09) per ogni campionamento sono stati prelevati 200 acini per parcella seguendo la tecnica di campionamento OIV (metodo dei 200 acini), una volta prelevati sono stati pesati ed è stato calcolato il peso medio per acino.

Dal grafico si vede che i valori di peso medio della parcella di Sylvoz trattata Oenoterris® risulta maggiore rispetto a quella non trattata in tutte e tre le pesate (curva blu).

	26-ago	29-ago	01-set
Sylvoz Oenoterris	2,16	1,97	1,91
Sylvoz TQ	1,98	1,92	1,84



#### 4.4. Risultato analisi dei mosti

Ai diversi campionamenti, fino alla data di vendemmia finale, una quota degli acini è stata pigiata e sono state eseguite le analisi base per confrontare le due parcelle.

	26.08.22				29.08.22				05.09.22 (vendemmia)		
	Acidità (g/L)	pH	APA (mg/L)	Zuccheri (g/L)	Acidità (g/L)	pH	APA (mg/L)	Zuccheri (g/L)	Acidità (g/L)	pH	Zuccheri (g/L)
Sylvoz tq	4,7	3,16	52,6	187	4,9	3,21	43,65	195,2	3,4	3,59	192,6
Sylvoz trattato	5,1	3,17	60,7	193,6	5,1	3,23	76,74	194,6	4,6	3,55	193

Come si può osservare dalla tabella, il campione trattato ha mostrato in tutti i prelievi, fino alla vendemmia, una maggiore acidità e un pH inferiore. Questo risultato è senza dubbio positivo, soprattutto in un'annata come questa che è stata un'annata di stress idrico eccezionale. Lo dimostra il fatto che alla vendemmia l'uva presentava comunque un pH superiore a 3.5.

La maggiore acidità, presa da sola, potrebbe essere però anche un sintomo di una ritardata maturità, piuttosto che una risposta attiva della pianta nei confronti dello stress. Gli zuccheri, però, dimostrano un accumulo pressoché identico delle due tesi, indicando quindi che le uve sono arrivate a sintetizzare la stessa quantità di zuccheri, ma conservando una maggiore freschezza e acidità nel campione trattato.

Infine, una nota positiva si può osservare anche nell'accumulo di azoto assimilabile nelle bacche. Infatti, nonostante i valori molto bassi (comunque in linea con i dati del Glera nell'annata 2022), si può notare che il campione trattato presentava in tutti i punti di campionamento un contenuto maggiore di azoto assimilabile (alla vendemmia non è stato possibile eseguire la determinazione dell'APA perché il campione era stato mutizzato con un antifermentativo che interferisce con il metodo di analisi). Questo aspetto potrebbe essere dovuto ad un assorbimento di aminoacidi per via fogliare, considerando che i prodotti applicati sono ricchi in composti azotati, o semplicemente ad un miglioramento del metabolismo azotato della pianta.

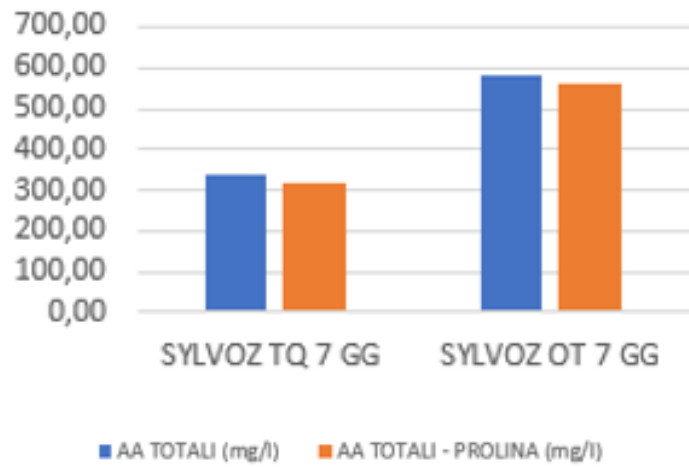
Sui mosti prelevati in prossimità della vendemmia (7 giorni e 3 giorni prima della raccolta) è stato determinato anche il contenuto di aminoacidi.

L'uva della parcella trattata con i biostimolanti Oenoterris® ha mostrato in entrambi i campionamenti un contenuto di aminoacidi maggiore rispetto al campione proveniente dalla parcella di controllo. La tabella e il grafico sottostanti riportano il contenuto in mg/L di azoto aminoacidico, sia totale che dopo sottrazione della prolina, che sappiamo non essere utilizzabile dai lieviti in fermentazione.

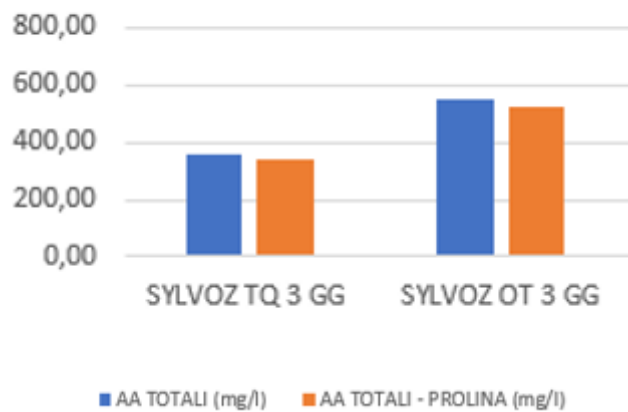
	SYLVOZ TQ 7 GG	SYLVOZ OT 7 GG
AA TOTALI (mg/l)	334,51	581,63
AA TOTALI - PROLINA (mg/l)	319,60	559,67
	SYLVOZ TQ 3 GG	SYLVOZ OT 3 GG
AA TOTALI (mg/l)	359,46	550,05
AA TOTALI - PROLINA (mg/l)	343,18	527,14



### AA a 7 GG dalla Vendemmia



### AA a 3 GG dalla Vendemmia



Si può infatti notare, in entrambe le campionature, che la parcella trattata Oenoterris® presentava un aumento della frazione amminoacidica netta dal 50 al 100%.

Dunque, l'obiettivo di aumentare la frazione amminoacidica al fine di valorizzare meglio la composizione aromatica dei futuri vini è stato soddisfatto.

## **CAPITOLO 5: CONCLUSIONE E CONSIDERAZIONI FINALI**

Il lavoro svolto ha evidenziato ciò che negli obiettivi era stato prefissato, i formulati biostimolanti a base di idrolizzati proteici del progetto Oenoterris® applicati sulla chioma della vite hanno dimostrato l'efficacia nel migliorare:

1. Lo sviluppo vegetativo (e quindi l'utilizzo razionale dell'acqua da parte della pianta),
2. La tolleranza agli stress abiotici
3. L'uniformità di produzione (minori acinellature),
4. I parametri chimici delle uve e dei mosti

Ulteriori analisi chimiche e sensoriali sul vino finito (oltre a quelle in attesa come l'analisi dei piccioli, l'indice di maturazione al Polyscan e l'analisi vitaminica) saranno condotte in seguito alla produzione di questo elaborato.

In virtù di tutte le problematiche generate dal cambiamento climatico, come periodi di lunga siccità e temperature estreme, il settore enologico, sempre più necessita di trovare soluzioni che permettano di rispettare gli standard qualitativi e produttivi che lo caratterizzano; l'impiego di questi prodotti biostimolanti si conferma un ottimo strumento da adottare in risposta a queste necessità.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. Colla, G.; Roupael, Y.; Lucini, L.; Cardarelli, M.;” Biostimolanti, cosa sono e come agiscono”, L'informatore agrario n 23, 2015, p. 36-40
2. Schiavon, M.; Ertani, A.; Nardi, S. 2008. Effects of an alfalfa protein hydrolysate on the gene expression and activity of enzymes of TCA cycle and N metabolism in *Zea mays* L. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56: 11800-11808
3. Ertani, A.; Schiavon, M.; Muscolo, A.; Nardi S. 2013a. Alfalfa plant-derived biostimulant stimulate short-term growth of salt stressed *Zea mays* L. plants. *Plant and Soil* 364: 145-158.
4. Ertani, A.; Pizzeghello, D.; Altissimo, A.; Nardi, S. 2013b. Use of meat hydrolysate derived from tanning residues as plant biostimulant. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 176: 287-295.

5. Lachhab N, Sanzani S., Adrian M., Chiltz A., Balacey S., Boselli M., Ippolito A., Poinssot B. (2014) - Soybean and casein hydrolysates induce grapevine immune responses and resistance against *Plasmopara viticola*. *Front. Plant Sci.*, 5: 716
6. Signorini, M. Effetti di trattamenti con induttori di resistenza sui caratteri produttivi e qualitativi della varietà Sangiovese a Montalcino. 2017. Tesi di laurea, Università di Verona.
7. Colla, G., Rouphael, Y., Canaguier, R., Svecova, E., Cardarelli, M. Biostimulant action of a plant-derived protein hydrolysate produced through enzymatic hydrolysis. *Front. Plant. Sci.*, 2014, 5: 448
8. (Ciava C., Manoli C., (a cura di Ferrante A.). **I biostimolanti in agricoltura**, tit. cap. “Definizione, classificazione e regolamentazione dei biostimolanti delle piante”. Milano, Edagricole-New Business Media, 2019, p. 9)
9. Reg. (UE) 2019/1009
10. (<sup>1</sup> UNMACO, «**Biostimolanti e nutrizione del suolo e delle piante**», URL: <https://www.unmaco.it/2021/07/biostimolanti-e-nutrizione-del-suolo-e-delle-piante/> (19/7/2022)).
11. (Galièni A., Pagnani G., Pisante M., Stagnari F., (a cura di Ferrante A), tit. cap. “I biostimolanti, effetto sulla resa e qualità dei prodotti”, op. cit., p. 73).
12. (Cellini A., Donati I., Sangiorgio D., Spinelli F., (a cura di Ferrante A) tit. cap. “Utilizzo di biostimolanti microbici per mitigare gli stress abiotici enfatizzati dai cambiamenti climatici”, op. cit., p. 51).
13. (Perata P., Santaniello A., Scartazza A., (a cura di Ferrante A), tit. cap. “I meccanismi di azione dei biostimolanti nella pianta”, op. cit., p. 44).
14. Tradecorp, «**Biostimolanti: stress da siccità – come agisce internamente nella pianta**», URL: <https://tradecorp.it/stress-da-siccita-come-agisce-e-come-mitigarlo/> (22/07/2022)

## SITOGRAFIA

1. Attenborough, 2021, “COP 26”. <https://www.youtube.com/watch?v=MzM3D002dTU>
2. <https://www.lavinium.it/le-doc-del-veneto-lison-pramaggiore/>
3. Sito Arpa Veneto carta dei suoli. [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwii9\\_iRh5X6AhXD-](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwii9_iRh5X6AhXD-)

qQKHfmYBvoQFnoECA0QAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.arpa.veneto.it%2Fsuolo%2Fhtm%2Fcarte\_web.asp&usg=AOvVaw1ETvbqlnp1kZ8To-CtBFie

4. dati Arpa Veneto stazione di Lison-Portogruaro.  
[https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjEg8PWh5X6AhVBtqQKHbGnD3sQFnoECAwQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.arpa.veneto.it%2Fbollettini%2Fmeteo60gg%2Fstaz\\_159.htm&usg=AOvVaw0REBj2dgIVeJjvAJXKuJW](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjEg8PWh5X6AhVBtqQKHbGnD3sQFnoECAwQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.arpa.veneto.it%2Fbollettini%2Fmeteo60gg%2Fstaz_159.htm&usg=AOvVaw0REBj2dgIVeJjvAJXKuJW)
5. <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/biostimulant-market-1081.html>
6. Meggio, F., Pitacco, A. Infowine <https://www.youtube.com/watch?v=ZanROb47-r4>