



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse
Naturali e Ambiente

Corso di laurea Triennale
in Tecnica e Gestione delle Produzioni Biologiche
Vegetali

Effetti Biostimolanti nel Mais

Relatore:
Prof. Sartori Luigi

Laureando:
Alessandro Penon
Matricola
n. 1221842

ANNO ACCADEMICO 2022/2023

*Ai Miei Genitori
Graziella e Giancarlo*

INDICE

| | |
|---|----|
| INDICE..... | 3 |
| 1.Introduzione..... | 6 |
| 1.2 Abstract | 7 |
| 2. I Biostimolanti | 8 |
| 2.1 I Biostimolanti | 8 |
| 2.2. Tipologie matrici organiche Biostimolanti | 9 |
| 2.1.1. Sostanze Umiche | 9 |
| 2.1.2. Estratti di Alghe | 9 |
| 2.1.3. Idrolizzati Proteici..... | 9 |
| 2.2. Dosaggi e Impiego | 10 |
| 2.2.1. Aspetti Positivi..... | 10 |
| 2.2.2. Aspetti Negativi | 10 |
| 2.3 Aspetto Normativo | 11 |
| 2.3.1 Normativa Europea 2003 | 11 |
| 2.3.2 Regolamentazione nel 2009..... | 11 |
| 2.3.3 Nuovo Regolamento 2019..... | 11 |
| 2.4 Obiettivi Tesi | 12 |
| 3.Materiale e Metodi | 13 |
| 3.1 Descrizione dell’Azienda | 13 |
| 3.2 Andamento Climatico | 14 |
| 3.2.1 Dati Storici | 14 |
| 3.2.2 Condizioni climatiche durante la sperimentazione..... | 14 |
| 3.2.3 Difficoltà Ricontrate..... | 16 |
| 3.3. La Sperimentazione..... | 17 |
| 3.3.1 Conduzione della Sperimentazione..... | 17 |
| 3.3.2 Preparazione Letto di semina..... | 19 |
| 3.3.4 Prodotti Utilizzati Durante la Semina..... | 21 |
| 3.3.5 I Biostimolanti Utilizzati..... | 25 |
| 3.3.6 Distribuzione Biostimolanti | 31 |
| 3.3.7. Altre Lavorazioni Effettuate | 32 |
| 3.3.8 Interventi Irrigui | 34 |
| 3.4 Metodologia utilizzata | 35 |

| | |
|--------------------------------|----|
| 3.4.1 Rilievi Effettuati | 35 |
| 4. Risultati | 42 |
| 5. Conclusioni | 45 |
| Bibliografia | 47 |
| Sitografia | 49 |

1.Introduzione

I Biostimolanti sono dei preparati sono una composizione di matrici pressoché di origine organica, volti ad enfatizzare la risposta vegetativa e metabolica della coltura. Ciò significa che si utilizzano in parte risorse già presenti nell'ecosistema agrario. Supportano le produzioni vegetali a superare stress di abiotici e biotitici riscontrabili in uno slancio vegetativo e in una miglior produzione nei casi migliori.

Il ricorso ai biostimolanti viene incentivato al fine dimostrare l'efficacia dei tali in risposta ad una maggiore sostenibilità e riduzione degli input esterni in supporto alle colture.

L'obbiettivo di questa sperimentazione consiste nel dimostrare il confronto tra diverse applicazioni di biostimolanti nel Mais, nei diversi anni colturali, impiegando nuovi ceppi e matrici organiche, volte ad una maggior efficienza e risparmio in termini di somministrazione o apporto di materie organiche esterne e fattori produttivi in un sistema di agricoltura biologica. Si vogliono dimostrare le capacità sinergiche dei biostimolanti con le colture e il suolo, i quali sono in grado di aumentare l'efficienza della coltura e le sue caratteristiche morfologiche e fisiologiche.

1.2 Abstract

Biostimulant effects in corn.

Biostimulants are prepared because as such they are a composition of matrices of almost organic origin aimed at emphasizing the vegetative and metabolic response of the crop, which means that the resources already present in the agricultural ecosystem are partly used. They support plant production to overcome the abiotic and biotic stresses present in the vegetative period and improve, in the best cases, production.

The choice to use biostimulants was encouraged to demonstrate the effectiveness of this method in response to greater sustainability and reduction of external inputs in crop support.

The objective of this experiment is to demonstrate the comparison of different applications of biostimulants in corn, in different crop years, using new strains and organic matrices, aimed at greater efficiency and savings in terms of external inputs and inputs into an organic farming system. Synergistic capabilities with crops and soil must be demonstrated, capable of increasing the efficiency of the crop and its morphological and physiological characteristics.

2. I Biostimolanti

2.1 I Biostimolanti

I Biostimolanti sono dei preparati contenenti diverse sostanze, tra le quali composti umici, estratti di alghe, amminoacidi e composti azotati o microrganismi, come batteri, volti ad aumentare l'efficienza della coltura. La particolarità di questi preparati è che essi svolgono le loro funzioni sfruttando le capacità sinergiche di diversi ceppi batterici in correlazione con la pianta e il suolo dove essa si trova, senza apportare quantità significative direttamente e, quindi, senza rientrare nella categoria dei concimi e dei pesticidi. Inoltre, aiutano la resilienza della coltura agli stress abiotici e rappresentano un'alternativa più sostenibile, dal punto di vista economico e ambientale, ai prodotti di sintesi (1). Come dice la normativa in materia *“Talune sostanze, miscele e microrganismi, denominati prodotti biostimolanti delle piante, non rappresentano di per sé un apporto di nutrienti, ma stimolano, comunque, i processi nutrizionali naturali delle piante. Agiscono in aggiunta ai concimi, con lo scopo di ottimizzare l'efficienza tali concimi e di ridurre il tenore di apporto di nutrienti”*¹.

I Biostimolanti possono anche svolgere funzioni di rigenerare la fertilità del terreno e aiutare il processo di degradazione dei residui colturali. L'azione con cui questi preparati svolgono le loro funzioni sono molteplici, ma, in sintesi, promuovono le attività già presenti nell'ecosistema agrario, come convertire le diverse forme di azoto assimilabili per le colture attraverso processi metabolici secondari o produzione di ormoni, che facilitano la crescita radicale. (2)

Durante gli ultimi decenni si è rivolta particolare attenzione a questo tema e il mercato globale si stima che sia *“5,6 miliardi di dollari entro il 2026, con un tasso di crescita del 12,1%”*² e in Europa risiede la più grande superficie coinvolta con tali preparati circa *“6.2 milioni di ettari nel 2012”*³

¹ Regolamento (CE) n. 1107/2009 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 21 ottobre 2009, relativo all'immissione sul mercato dei prodotti fitosanitari e che abroga le direttive del Consiglio 79/117/CEE e 91/414/CEE (GU L 309 del 24.11.2009, pag. 1).

² (Marketsandmarkets 2022).

³ (Calvo et al. 2014).

2.2. Tipologie matrici organiche Biostimolanti

2.1.1. Sostanze Umiche

Le sostanze umiche derivano dalla decomposizione della sostanza organica e dall'attività metabolica dei microorganismi. Sostanze molto eterogenee e differenti tra di loro, esse si caratterizzano in base al loro peso molecolare e alla solubilità in umine (non solubili in acqua).

Tali Sostanze influenzano le capacità metaboliche e fisiologiche della coltura, come la rizogenesi, che stimola un maggior assorbimento dell'azoto nitrico.

Le Sostanze Umiche, inoltre, stimolano positivamente il metabolismo secondario, favorendo un accumulo di antiossidanti e le attività degli enzimi a difesa degli stress ossidativi.

Gli effetti positivi sul suolo determinano una maggior tolleranza agli stress abiotici (es. salinità, siccità, alte temperature).

2.1.2. Estratti di Alghe

Gli estratti di alghe sono utilizzati come ammendanti, in grado di migliorare la fertilità del terreno.

È stato dimostrato che gli estratti di alghe migliorano la velocità di germinazione, la crescita, qualità del prodotto e resistenza agli stress ambientali.

Gli effetti sono da ricondurre alla presenza di polisaccaridi, polifenoli e altre molecole organiche (es. betaine).

Le Applicazioni fogliari degli estratti di alghe incrementano le capacità della rizogenesi.

2.1.3. Idrolizzati Proteici

Gli idrolizzati proteici sono prodotti contenenti una miscela di aminoacidi di e peptidi solubili, ottenuti generalmente per idrolisi chimica, enzimatica o mista di proteine di origine animale o vegetale.

Le Fonti dalle quali gli idrolizzati proteici vengono ricavati sono residue di lavorazioni del cuoio, biomasse vegetali.

Tali prodotti si differenziano per via della loro origine e processo di produzione, i quali caratterizzano la loro modalità d'azione e utilizzo.

Gli idrolizzati proteici presentano proprietà biostimolanti, migliorando l'assorbimento e l'assimilazione dei nutrienti (es. azoto nitrico e ferro), la tolleranza a stress ambientali (salinità, siccità, temperature estreme) e la qualità del prodotto (maggiore contenuto di antiossidanti, più elevato livello di proteine, minore contenuto di nitrati). Inoltre, è stato riscontrato che possono agire come elicitori stimolando la risposta della coltura agli stress.

2.2. Dosaggi e Impiego

Molto importante è definire le modalità di dosaggio e impiego dei biostimolanti, poiché essi possono variare, data la complessità dei composti e dove si intende impiegarli. Tuttavia, si sta studiando, a livello industriale, un processo produttivo che sia in grado di fornire dei prodotti stabili e una fornitura nel tempo sempre in sinergia con l'innovazione relativamente a questi nuovi prodotti impiegati in agricoltura.

2.2.1. Aspetti Positivi

Tali preparati sono un'innovazione nel contesto agricolo e costituiscono una fonte alternativa per il “supporto” alle nostre colture, senza nuocere l'ecosistema agrario e senza sfruttare già ciò che è presente nel suolo o ciò che la coltura è in grado di compiere in base alla sua capacità.

Si è constatato che l'uso prolungato di questi preparati si traduce in un costante aumento di produzione ad ettaro, oltre che nell'azione volta a supporto dell'agroecosistema.

Dati indicano che, se introdotti in modo mirato nei programmi di gestione agronomica delle colture, soprattutto in condizioni pedoclimatiche limitanti, questi prodotti permettono di abbassare la soglia del ricorso a elementi nutritivi di sintesi e ottenere un incremento delle rese di produzione che può raggiungere il 10%. (3)

2.2.2. Aspetti Negativi

Attualmente, tuttavia, gli agricoltori nutrono una certa insicurezza sull'uso di questi preparati, causa una certa diffidenza sulla loro efficacia e sul costo. Negli anni scorsi era presente un buco formativo in materia dei fertilizzanti, ma grazie al nuovo regolamento

comunitario in tale materia, ora si ha una linea guida chiara su cosa si definisce “biostimolante”, senza penalizzare questi tipi di preparati.

2.3 Aspetto Normativo

2.3.1 Normativa Europea 2003

Nel Regolamento CE. 2003/2003 relativa ai concimi, non vi era alcun riferimento a riguardo ai biostimolanti; pertanto, vi era una penalizzazione di questi preparati e non c’era una norma a tutela.

2.3.2 Regolamentazione nel 2009

Nel 2009 con il D.Lgs. 75/2010, fu sviluppata una regolamentazione di tutti quei prodotti riguardanti concimi, ammendanti, correttivi e biostimolanti, in ottica di armonizzare le diverse norme nazionali all’interno della comunità europea.

2.3.3 Nuovo Regolamento 2019

Il 27 marzo del 2019, fu approvato in parlamento europeo il nuovo regolamento relativo ai fertilizzanti, che abrogava il Re. CE. 2003/2003, introducendo sette nuove categorie di prodotti nel *Fertilizer Product Regulation (FPR)*.

Tali categorie sono chiamate *Product Function Categories (PFCs)* e riguardano:

- Fertilizzanti di natura organica, organo-minerale e inorganica.
- Fertilizzanti a base di calce
- Ammendanti
- Inibitori
- Biostimolanti
- Blend di Fertilizzanti
- Substrati di coltura

Un’ulteriore Macro-Categoria è la *Component Material Categories (CMCs)*, che riguarda tutte quelle sostanze di origine vegetali, estratti vegetali, parti di piante e digestati. sottoprodotti dell’industria, microrganismi e prodotti derivati secondo il Re. Ce. n.1069/2009 e i sottoprodotti ai sensi della direttiva 2088/98/CE (4).

2.4 Obiettivi Tesi

L'obiettivo di questa sperimentazione consiste nel dimostrare il confronto tra diverse applicazioni di biostimolanti nel Mais, nei diversi anni colturali, impiegando nuovi ceppi e matrici organiche, volte ad una maggior efficienza e risparmio in termini di input esterni e fattori produttivi in un sistema di agricoltura biologica. Si vogliono dimostrare le capacità sinergiche con le colture e il suolo, i biostimolanti sono in grado di aumentare l'efficienza della coltura e le sue caratteristiche morfologiche e fisiologiche.

3. Materiale e Metodi

3.1 Descrizione dell'Azienda

L'azienda dov'è stata condotta la prova ha sede a Bovolenta (PD) e gli attuali proprietari sono i F.lli Zaggia, che dal 1995 conducono l'attività. L'azienda è ad indirizzo zootecnico con circa 400 capi e circa 200ha necessari per la coltivazione delle colture destinate all'alimentazione animale, caratterizzata da un ciclo di produzione chiuso, e adotta il sistema di produzione biologico secondo le linee guida comunitarie del Reg (UE) n. 848/2018.

I vari terreni in proprietà/affitto dell'azienda sono dislocati nei comuni di Bovolenta (PD), Porto Viro (RO) e San Bellino (RO).

Nata come realtà familiare condotta nelle varie generazioni, solo nel 1995 si è adottato il sistema di agricoltura biologica. Possiede anche un laboratorio per la lavorazione e conferimento della carne nel comune di Cartura (PD), in seguito alla macellazione dei capi avvenuta presso terzi e vari punti vendita nei comuni di San Nicolò e Padova. (5)



3.2 Andamento Climatico

3.2.1 Dati Storici

Nella Seguevole Parte si è voluto raccogliere dei dati relativi alle variabili agrometeorologiche in grado di arricchire l'argomentazione e il confronto nei diversi anni colturali. I seguenti dati sono stati raccolti dall'APRAV⁴. Si è voluto tener conto del Bilancio Idro-climatico, delle temperature e delle precipitazioni.

L'anno colturale 2021-2022 è stato caratterizzato da una disponibilità idrica molto variegata nella regione Veneto. Tale dato tiene in considerazione la differenza tra le precipitazioni e l'evapotraspirazione di riferimento (ET₀) espressi in (mm). Per il periodo primaverile-estivo 2021 l'ET₀⁵ era compresa tra i 600 – 700mm. Nelle provincie di Padova, Venezia e Rovigo, la situazione si presentava con un deficit idrico. tendenza negativa. (metti fotografici)

3.2.2 Condizioni climatiche durante la sperimentazione

In questa sezione si vuole render nota la situazione climatica nel 2023, anno in cui la sperimentazione è stata effettuata nel periodo che comprende febbraio e settembre.

Le variabili agrometeorologiche che verranno prese in considerazione saranno le seguenti:

- Temperatura
- Precipitazioni

I seguenti dati sono stati forniti dall'Arpav (6).

⁴ ARPAV è l'acronimo di Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale Veneto.

⁵ ET₀ si riferisce alla quantità di Acqua Evapo-traspirata in millimetri.

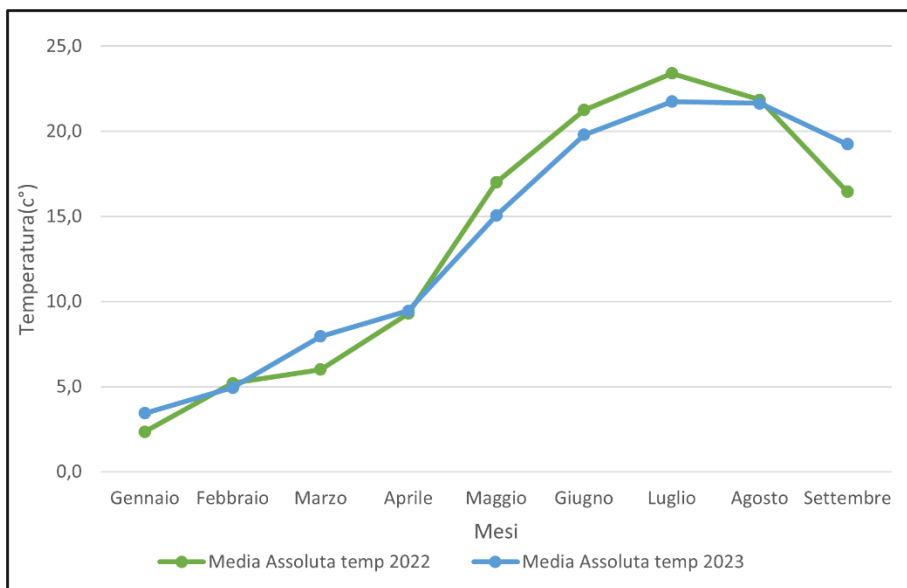


Fig. 1 Temperatura a confronto Nei diversi anni colturali

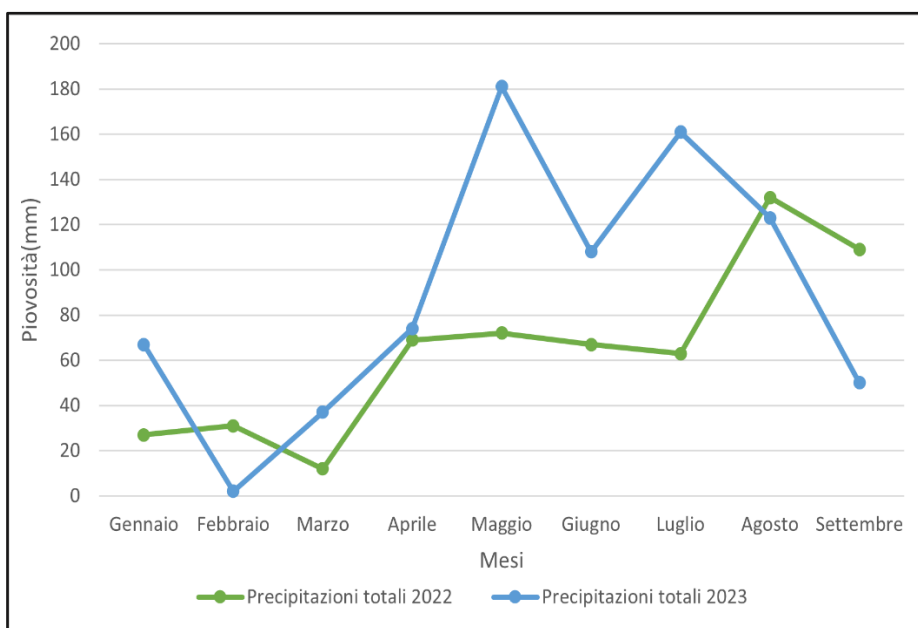


Fig. 2 Piovosità a confronto nei diversi anni colturali

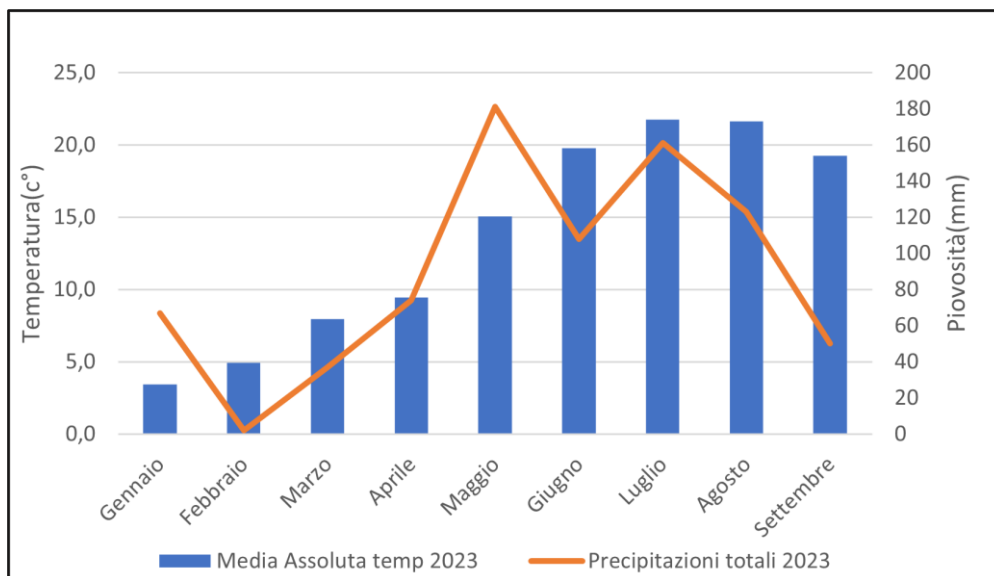


Fig. 3 Pluviogramma 2023

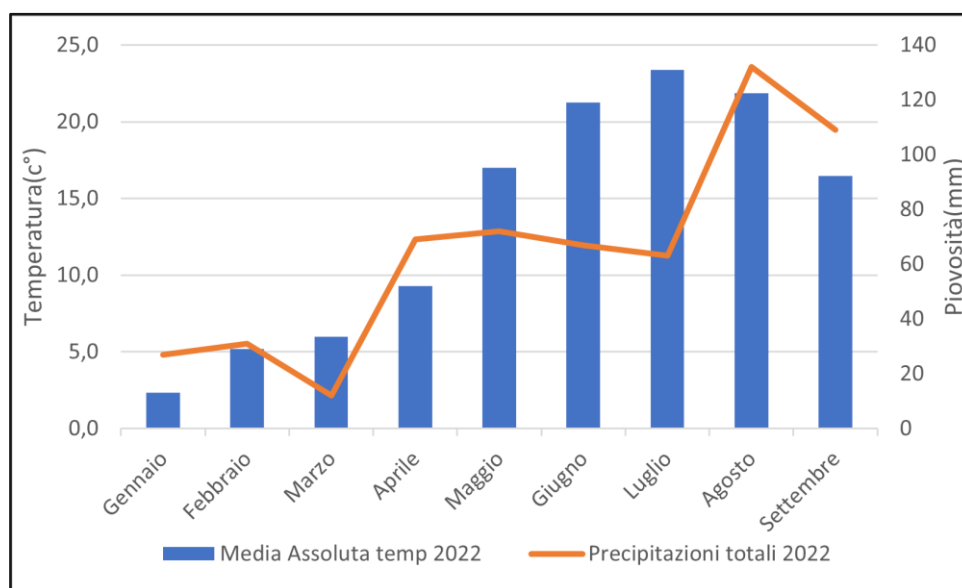


Fig. 4 Pluviogramma 2022

3.2.3 Difficoltà Ricontrate

Durante il ciclo colturale del Mais, nei terreni soggetti alla sperimentazione, a metà maggio si sono verificate delle condizioni metereologiche avverse, che hanno causato la morte di gran parte del mais seminato. Il terreno è collocato a ridosso di un corso d'acqua che, a causa di eccessive precipitazioni, ha esondato, inondando il terreno e causando la

persistenza dell'acqua. L'insieme di questi fattori ha causato asfissia radicale alle colture presenti e gran parte di esse ne hanno risentito in modo irreversibile.



Fig. 5 Appezzamento Soggetto al Danno da Esondazione

Alla luce di questi dati si vuole commentare che gli anni colturali 2021-2022 e 2022-2023 differiscono di qualche unità in termini della temperatura e, invece, in termini di precipitazione, si vuole far attenzione che nel maggio del 2023 ci sia stato un evento piovoso di nota importanza a rispetto dell'anno precedente, prova inequivocabile che dimostra l'eccessiva precipitazione nella regione e la generazione di problematiche legate al ristagno idrico.

3.3. La Sperimentazione

3.3.1 Conduzione della Sperimentazione

La prova è stata condotta in un appezzamento di circa 2.5 ha nel comune di San Bellino (RO). In origine la prova doveva essere condotta su circa 6 ha ma in seguito ad eventi piovosi eccessivi ha pregiudicato l'utilizzo di alcuni appezzamenti destinati alla sperimentazione.

Il terreno dove è stata condotta la prova presenta una tessitura che varia tra il Franco Sabbioso, Limoso e Argilloso. Il terreno si è formato da sedimenti alluvionali ricchi di calcare grazie ai corsi d'acqua presenti nelle vicinanze.

Si sono volute condurre tre tesi differenti con preparati anch'essi differenti per natura e composizione.

Le varie tesi sono state condotte dividendo il campo in tre zone diverse ognuna di esse ha ospitato una singola tesi.

Si è voluto sperimentare l'effetto dei biostimolanti e, con l'aggiunta di batteri azoto fissatori, confrontare con una gestione priva di tali preparati.

Nella seguente illustrazione si può vedere come si è suddiviso il campo soggetto alla prova:

- Trattato (T)
- Non Trattato (NT)
- Trattato con Batteri Azoto Fissatori (TD)



Fig. 6 Appezamenti soggetti alla prova in origine



Fig. 7 Appezamento soggetto alla prova

3.3.2 Preparazione Letto di semina

I terreni nei quali è stata condotta la prova sono prevalentemente di tessitura Sabbiosa ed in altri tendenzialmente Limosa. La natura dei terreni è molto eterogenea ed interessante ai fini di capire il comportamento della coltura.



Fig. 8 Terreno non lavorato

Per la preparazione del terreno è stato utilizzato un preparatore della ditta Tedesca Kongskilde modello “*Germinator*” (7) trainato da una Trattoria Fendt 211 modello frutteto con gommatura modello Garden per ridurre il compattamento



Fig. 9 Lavorazione di affinamento in corso



Fig. 10 Differenza porzione lavorate



Fig. 11 Erpice usato per l'affinamento

Per massimizzare la rottura delle zolle presenti dopo il passaggio del preparatore e far sì che lo strato più umido del terreno fosse ad un livello più superficiale, sono stati effettuati due passaggi dell'erpice mod. *germinator* ed i risultati visivi sono stati i seguenti.

3.3.3 Semina

La semina è stata effettuata il giorno 19/04 nel comune di San Bellino (RO).

È usata seminata la varietà:

P9911 della Pioneer

È un ibrido interessante per le qualità della granella e per la buona produttività e ciclo vegetativo e resistente a stress idrici e termici. (8)

Scelta dell'ibrido:

Negli ultimi decenni il miglioramento genetico ha conseguito sorprendenti risultati.

I principali obiettivi sono l'incremento della produzione e l'adattamento ai diversi ecosistemi agrari migliorando la risposta della coltura agli stress biotici e abiotici. Una morfologia bilanciata consente una permanenza durante le fasi della maturazione della spiga e buon ancoraggio.

Si vuole precisare che la scelta dell'ibrido è strettamente correlata alla destinazione d'uso delle filiere commerciali.

Durante la scelta dell'ibrido si deve tener conto della durata del ciclo vegetativo, dal periodo di emergenza fino alla maturazione.

Insieme alla semina sono stati impiegati diversi prodotti, al fine di supportare l'emergenza della coltura e le prime fasi del ciclo vegetativo.

Sono stati distribuiti inoculi di batteri azoto fissatori e un insetticida a base di *Spinosad* ammesso in agricoltura Biologica.

Per la semina si è utilizzata una seminatrice della Vaderstadt modello *Tempo F8* (9), trainata da una trattrice Fendt modello 313 Vario.

La dose di semina utilizzata è stata di 79000 semi/ha ad una profondità variabile di 4mm.

I prodotti distribuiti sono stati utilizzati miscelati tra di loro con una dose di 20kg/ha.

3.3.4 Prodotti Utilizzati Durante la Semina

- **Acticer G**

*“E’ un inoculo di funghi micorrizici per mais dolce. I Funghi all’interno dell’inoculo *Rhizophagus irregularis* AGF 630, *Azospirillum lipoferum* AGF 500, *A. brasilense* AGF 498 e *Il Trichoderma harzianum* AGF 276.” (10)*

Il meccanismo d'azione è la stimolazione radicale e la trasformazione dell'azoto presente in atmosfera in forme assimilabili dalla coltura in azoto ammoniacale.

Inoltre, vengono incrementate la colonizzazione e la reazione a stress abiotici da parte della coltura.

Si differenzia, rispetto ai concimi organici comunemente usati per le piccole quantità richieste ovvero 8kg/ha. Si pensa che la dose di azoto per il 240 kg/ha; pertanto, l'impiego di tali prodotti costituisce una forte innovazione.

Per quanto riguarda i ceppi di batteri utilizzati, essi si differenziano per la loro funzione o specializzazione sfruttano le capacità simbiotiche dei batteri.

Per esempio, *Azospirillum Brasilense*, stimola la rizogenesi e il proliferarsi di colonie batteriche nel suolo.

In recenti sperimentazioni è stata comprovata l'efficacia di tali ceppi nella cultura del Mais (*Zea Mays L.*) e come essi incrementano le capacità fisiologiche e non della pianta. *“È stato visto in una prova condotta in Brasile che i Plant-growth-promoting bacteria (PGPB) batteri volti a stimolare o a supportare le colture grazie a fitormoni prodotti da quest'ultimi, che oltre, ad incrementare le capacità morfologiche, supportano la pianta anche all'acquisizione di capacità resilienti alla salinità e siccità.”* (11) (12)

I risultati della prova condotta in Brasile mostrano che negli appezzamenti dove sono stati introdotti i PGPB si è riscontrato un *“incremento della produzione del 16-30%”*, comparati a parcelle non trattate. Inoltre, l'analisi fogliare delle colture coinvolte nella sperimentazione e, in particolare, di quelle trattate, ha dimostrato un accumulo di sostanze nei tessuti fogliari, tra cui Azoto, Fosforo, Potassio, Boro e altri elementi.

I batteri, dopo la loro implementazione, continueranno a moltiplicarsi e a creare coloni nel terreno, perciò l'utilizzo di condizioni ambientali e pedologiche, che potrebbero influire nell'efficacia dei ceppi precludendone la loro sopravvivenza. Pertanto, l'agricoltore deve valutare attentamente l'impiego dei PGPB e monitorare l'efficacia tramite analisi del suolo e fogliari.

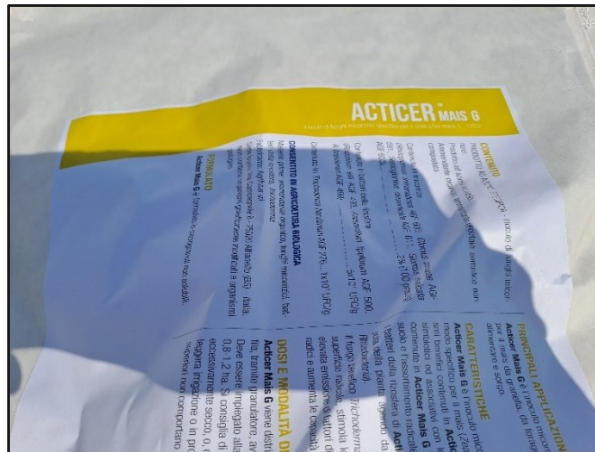


Fig. 12 Scheda Acticer

- **Success**

È un insetticida a base di *spinosad* efficace contro larve di Elateridi. Si presenta in granuli; ciò garantisce un'uniformità di distribuzione e persistenza nel terreno. La molecola del principio si attiva tramite una fermentazione batterica.

La sua dose di distribuzione è di 12kg/ha.

Il *Spinosad* è una molecola registrata nel 1997 e risulta essere un insetticida efficace per la lotta integrata. L'organismo che provvede all'azione di insetticida è il *Saccharopolyspora spinosa*. La sua azione è molto efficace contro numerosi parassiti, tra cui i lepidotteri e nematodi.

Risulta essere selettivo e perciò non costituisce un danno per organismi non bersaglio.

Nel 2003 è stato autorizzato per l'agricoltura biologica paragonato a molti piretroidi.

Il Spinosad ha una "bassa tossicità per i mammiferi" (13), risulta essere fotolabile e, pertanto, quando esso è collocato nel terreno, dimostra una buona persistenza e garantisce una buona protezione per la coltura.

Tali supporti rimangono validi nel lungo termine fornendo una fonte di supporto alle colture.

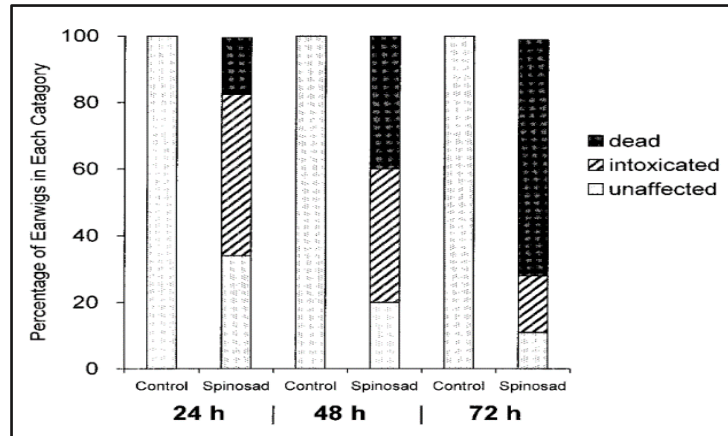


Fig. 13 Mortalità Spinosad

In una sperimentazione in Messico nella regione del Chapas, dove il clima è particolarmente caldo (tipicamente 35°C di giorno e 23°C di notte) e umidità relativa del 85-95% si è condotta una prova per verificare l'efficacia della molecola in tali condizioni contro larve di *S. frugiperda*. La molecola si è rivelata efficace con una mortalità o intossicazione delle larve elevata nelle prime ore del trattamento. (14) (15) (16) (17)



Fig. 14 Scheda Success

3.3.5 I Biostimolanti Utilizzati

- **Vixeran**

È un inoculo di funghi micorrizici del ceppo *Azotobacter salinestris* del ceppo *CECT 9690*. È un batterio endofita che raggiunge le radici e la rizosfera. Fissa l'azoto quando entra a contatto con le foglie poiché si nutre degli essudati fogliari principalmente carbonio e zuccheri.

È un prodotto ad azione specifica per fissare l'azoto atmosferico nel terreno tramite i batteri azoto fissatori presenti sotto forma di cisti dormienti grazie al processo della nitro-genasi che, grazie a processi di ossido riduzione, riduce l'azoto atmosferico in ammoniaca, forma assimilabile dalle colture.

Successivamente, grazie al glutammato sintetasi, si procederà alla biosintesi delle cellule vegetali e quando la cultura non necessiterà più di azoto, cesserà i vari processi di sintesi.

In caso di necessità, la pianta richiamerà tramite essudati radicali o essudati in generale (fonte di carbonio) i batteri (la popolazione/colonia batterica) e si fisserà azoto⁶.

Una volta distribuiti in campo, i batteri si attivano immediatamente a temperature ambientali favorevoli non troppo drastiche, riscontrabili in temperature primaverili al momento della semina.

Inoltre, *Vixeran* formerà un film sull'apparato radicale e si ridurrà la perdita per lisciviazione di azoto e persisterà a contatto con la coltura.

Ha una dose di 50g/ha e si distribuisce quando la coltura, in questo caso il mais, ha dalle 3 a 6 Foglie.

I batteri in questione fanno parte dei *Plant Growth Promoting Bacteria (PGPB)*, "che producono un elevato numero di metaboliti secondari, favoriscono lo sviluppo delle piante, stimolano la sintesi di fitormoni ed enzimi e, nel caso

⁶ Esteban Rodriguez, Product Manager Microbiologist & Probiotics specialist, Ceres Biotics, mail 2023-01-11

specifico di alcuni ceppi, fissano l'azoto atmosferico rendendolo biodisponibile per le piante".⁷

Viene applicato alle foglie con irrorazioni fogliari o compatibile con la stragrande maggioranza dei concimi.



Fig. 15 Scheda Vixeran

- **Valagro MC EXTRA**

È un estratto di alghe in forma solida miscelato con diverse matrici organiche che lo rendono un concime organico.

Regola il bilancio ormonale della coltura migliorando i caratteri qualitativi e quantitativi significando un aumento della produzione pur mantenendo la coltura in salute senza causarne sintomi di stress.

Esso è composto da:

1. Ossido di Potassio (K₂O) 20%
2. Azoto (N) Organico 1.0%
3. Betaine 0.2%
4. Mannitolo 4.0%
5. Carbonio Organico (C) 20%
6. Estratto di Alghe (*Ascophyllum nodosum*)

⁷ www.syngenta.it,

In aggiunta in base ai recenti regolamenti in materia di fertilizzanti e più in precisione alla direttiva Nitrati che regolamenta il quantitativo di azoto apportabile agli appezzamenti, ciò risulta un limite agli apporti di azoto in campo.

Di fatti uno degli elementi più richiesti dalle colture è l'azoto. Tale elemento è responsabile dei più importanti processi metabolici della coltura tra qui la fotosintesi clorofilliana e il trasferimento dei metaboliti necessari alla coltura per svolgere le sue funzioni.

Inoltre, la possibile carenza di azoto è ben visibile poiché tale elemento si accumula nelle lamine fogliari e una possibile carenza è la presenza di lamine fogliari stentate e brunastre. L'uso dei biostimolanti viene in aiuto a tale materia poiché si utilizza una risorsa in questo caso l'azoto atmosferico, disponibile ma non assimilabile direttamente dalle colture ma assimilabile tramite i batteri azoto fissatori.

Come citato precedentemente i Biostimolanti sono di varia natura e differiscono per composizione e meccanismo d'azione.

I Batteri Azotofissatori nel caso della sperimentazione condotta e degli estratti di alghe in aggiunta a matrici organiche come carbonio organico e azoto aiutano oltre a supportare la pianta anche nel "rigenerare" il terreno.



Fig. 16 Scheda MC Extra

Ci tengo a precisare per, quanto riguarda il terreno, i risultati che conferiscono un riscontro di tale tipo necessitano di tempi considerevoli, poiché non è un evento immediato o nel breve periodo consultabile.

Nell'atmosfera è presente l'azoto atmosferico. Esso può essere assimilato dai batteri azoto fissatori poiché le colture non sono in grado di assimilarlo.

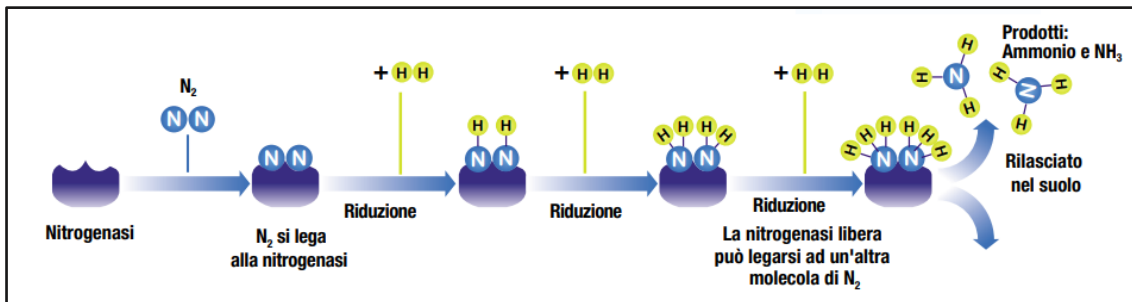
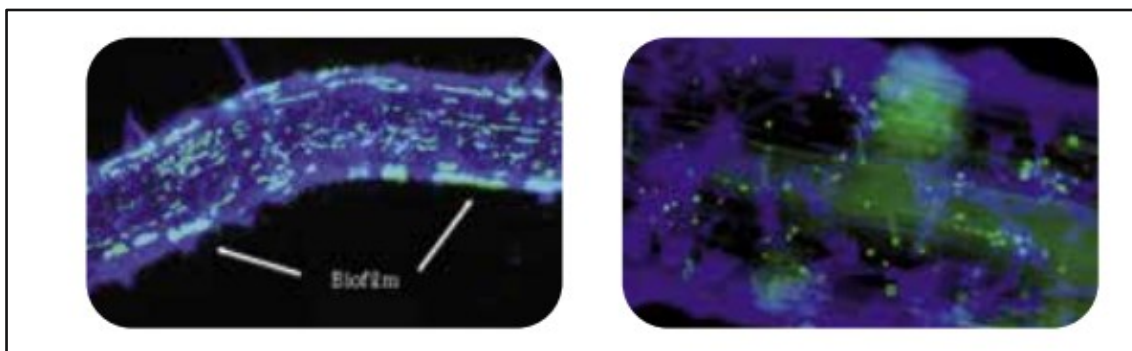


Fig. 17 Nitrogenasi PGPB Vixeran



8

Fig. 18 Colonizzazione Radicale *Azotobacter Salinestrus* CECT 9690⁸

In aggiunta i PGPB sviluppano metaboliti come Acido Indolacetico, Acido Giberrellico e ACC-Deaminasi. “Tali metaboliti supportano la pianta durante il suo ciclo vitale facendoli acquisire capacità resilienti e promuovono le attività ormonali che si possono constatare nella stimolazione dei processi cellulari e allungamento dei tessuti vegetali. Inoltre, conferiscono capacità antistress di siccità e ambientali in generale”. (18)

- **Estratti di Alghe “*Ascophyllum nodosum*”**

Ascophyllum nodosum è un'alga originaria dell'oceano Atlantico settentrionale ed è in grado di immagazzinare nutrienti provenienti dall'acqua di mare circostante che

⁸* Immagini: Ceres Biotics Tech, S.L

la rendono particolarmente interessante per diversi usi come matrice utilizzabile nei biostimolanti.

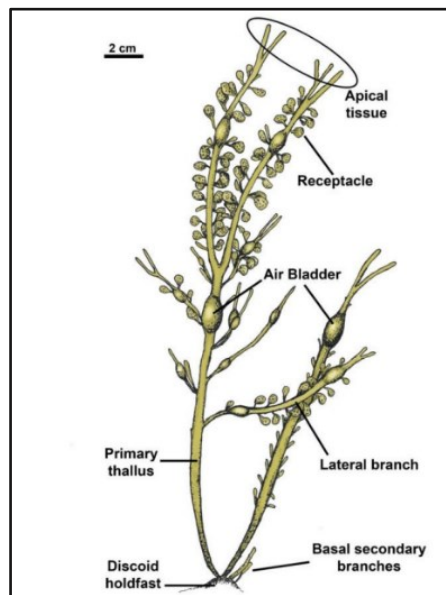


Fig. 19 Morfologia *Ascophyllum nodosum*

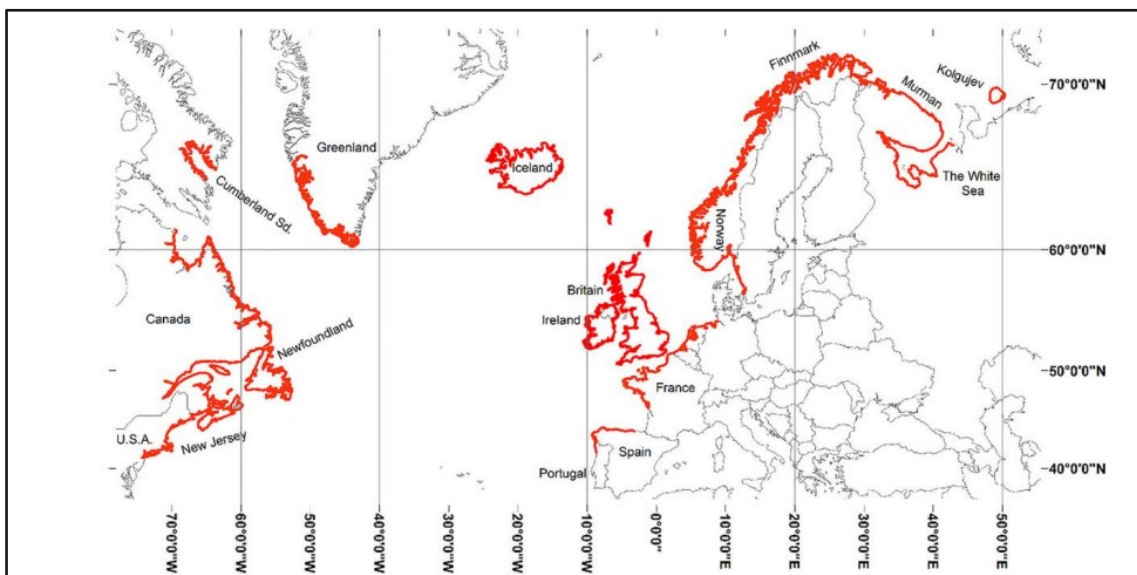


Fig. 20 Distribuzione *Ascophyllum nodosum*

I Polisaccaridi Solfatati contenuti nell'estratto di alga costituiscono un'importante fonte utilizzabile poiché i Polisaccaridi hanno proprietà antifungine utili nei processi biologici e in agricoltura.

Si è constatato che questo tipo di alga possa fornire un miglioramento alle colture a riguardo agli stress biotici e abiotici, pertanto un supporto alla produzione e alla qualità del raccolto. Un miglioramento dei processi fisiologici della coltura, poichè *“gli stress biotici abbiano portato a una resa media perdita superiore al 50% in molte importanti colture terrestri (Boyer1982; Vinocur e Altman 2005)”*.

“Ascophyllum nodosum (e altri fico-elicitori derivati dalle alghe) hanno dimostrato chiaramente di migliorare la tolleranza allo stress abiotico in tali importanti colture e piante modello come Arabidopsis thaliana, Glycine max, Lycopersicon esculentum, Spinacia oleracea, Spiraea nipponica, Pittosporum eugenioides e Phaseolus vulgaris (Xu e Leskovar 2015; Elansary et al. 2016, 2017; Santaniello et al., 2017; Carvalho et al., 2018; Goñi et al. 2018; Shukla et al. 2018a, b; Jithesh et al. 2019)”

“L'estratto di A. nodosum allo 0,5%, ad intervalli di 10 giorni, ha determinato aumenti significativi ($p < 0,05$) dei parametri di crescita delle piante, tra cui altezza (40%), numero di foglie (50%), biomassa secca delle piante (52%), lunghezza della radice (59%) e contenuto di clorofilla (20%), come rispetto al controllo”.

Si evince che tale alga ha notevoli proprietà in grado di supportare le colture.

Interessante è studiare e analizzare *A.Nodosum* nelle sue possibili interazioni e varianti al fine di conoscerne meglio le sue dinamiche di azione e relazione con le colture e il suolo.

I Risultati che ha ricavato dimostrano che i ceppi batterici e i preparati in generali sono strettamente collegati alla temperatura e alla natura del suolo.

Temperature troppo basse compromettono l'efficacia, mentre temperature miti o elevate giovano nella colonizzazione e azione dei ceppi batterici.

Suoli alcalini o neutri risultano ottimi; dalla prova si conclude che non ci sono stati accumuli significativi nel frumento, ma i fattori determinanti sono stati il tipo di suolo, ph e temperatura.

Pertanto, il *Vixeran*, come ogni tipo di batterio, si comporta in modo differente per ogni tipo di suolo e pertanto lo studio è stato utile al fine di comprendere come tali ceppi batterici influenzano la rizosfera e la coltura stessa.

L'uso dei Biostimolanti *Vixeran* e *MC EXTRA* nelle sperimentazioni si presentano in stato granulare e come matrice organica solubile in soluzione acquosa nel serbatoio di miscelazione dell'irroratrice semovente.

Il dosaggio è relativamente basso 50g/ha in un volume d'acqua di 200-300l/ha.

Non ci sono particolari precauzioni da prestare durante tale operazione. Si è distribuito a giugno con temperature di circa 27°C e un'elevata umidità atmosferica dovuta al tipico clima della pianura padana.

Tali Biostimolanti presentano una buona miscelabilità e possono essere usati in aggiunta ad altri composti o matrici.

Si è riscontrato che i biostimolanti, in generale si comportano in modo ottimale con temperature primaverili-estive in correlazione con il suolo. Basse temperature, compatibili con il periodo autunnale o tardo autunnale, possono causare un deficit di efficienza dei biostimolanti in generale, poiché i ceppi batterici e gli organismi risiedenti nei preparati non sono in grado di svolgere il loro ciclo vitale.

Temperature alte o primaverili sono da preferirsi quando si vuole far ricorso a tali preparati. (19)

3.3.6 Distribuzione Biostimolanti

Il giorno 27/06 è avvenuta la distribuzione dei biostimolanti con una fertilizzazione fogliare e del terreno; per la distribuzione è stata utilizzata un'irroratrice semovente.

L'operazione è avvenuta alle prime ore del mattino per le temperature miti e non si sono verificate complicazioni.

Si è distribuito il *Vixeran* e *MC EXTRA* con un dosaggio 50g/ha in un volume d'acqua di 200-300l/ha.

Si è prima distribuito *Valagro MC EXTRA* per poi aggiungere il *Vixeran*.

Come citato precedentemente, si sono create tre differenti tesi nel campo prova e ogni tesi comprende circa 40 file e tra una tesi e l'altra si considerano 5 file di confine.



Fig. 21 Irroratrice semovente Mod.Rimeco Mini-Colibri 1000



Fig. 22 Mais al momento del trattamento

3.3.7. Altre Lavorazioni Effettuate

Precedentemente alla semina si sono svolte le seguenti lavorazioni, per la preparazione del letto di semina, in correlazione con le varie macchine agricole e attrezzature annesse, stimando il tempo di lavoro e il consumo orario di carburante delle macchine al fine di raccogliere dati per un'analisi più oculata.

Il campo soggetto alla sperimentazione è di 2.5 ha.

- **Aratura**

L'aratura è stata svolta con un aratro pentavomere con profondità di lavoro di 40cm.

L'inversione degli strati del terreno precedentemente lavorato e ospitante un'altra coltura si è resa necessaria per interrare i vari residui colturali e interrare le varie malerbe presenti nella superficie del terreno.

- **Erpicatura**

L'erpicatura effettuata in combinazione con frangizolle a dischi di larghezza 4.5 m con profondità di lavoro di circa 30-40 cm e velocità di lavoro di 10 km/h.

Si è effettuata tale lavorazione per svolgere un'ulteriore azione di decompattatura del suolo e affinare con la dischiera a denti le zolle create dall'aratura e svolgere una preparazione grossolana del terreno.

- **Affinamento**

L'affinamento del terreno è stata svolta con un preparatore leggero che affina i primi 20-25cm di terreno con una velocità di lavoro di 12 km/h.

La lavorazione è stata effettuata con l'erpice leggero mod. germinator che, a differenza di altri erpici, affina il terreno lavorato precedentemente ad altre lavorazioni.

Necessità che la trattrice lavori ad una velocità di 12 km/h per sfruttare l'energia creata dalla macchina poiché gli organi lavoranti della macchina a velocità più basse non svolgono un lavoro sufficiente.

- **Sarchiatura**

Una delle ultime lavorazioni effettuate è stata l'esecuzione della sarchiatura nelle file del mais, al fine di consentire un maggior areazione del terreno e ridurre i possibili fattori di stress, tra cui la crosta superficiale e la permeabilità delle terre e inoltre ridurre la presenza di malerbe, che causano una competizione con le colture di mais riducendone la spinta produttiva.

3.3.8 Interventi Irrigui

Si sono svolti anche interventi irrigui. È stato utilizzato un rotolone con un'ampiezza del getto di 130 metri, che ha erogato 50 millimetri di acqua.

La velocità d'avanzamento del getto è stata impostata a 20 m/h.

Questo intervento ha consentito di fornire un'irrigazione uniforme e adeguata alle colture di mais, promuovendo una sana crescita delle piante e un potenziale miglioramento della resa del raccolto.

Si vuole rammentare che gli eventi piovosi nella regione interessata sono stati sporadici e non sufficienti per assolvere al fabbisogno idrico del mais.

Qualche evento piovoso ha caratterizzato il periodo di fine agosto, abbassando le temperature elevate delle settimane precedenti a tale evento.

3.4 Metodologia utilizzata

Come accennato precedentemente si è voluto suddividere l'appezzamento soggetto alla prova in tre sezioni contenenti le tesi nelle quale si sono sperimentati i vari biostimolanti utilizzati.

Le varie tesi sono state:

- T (trattato)
- TD (trattato doppio)
- NT (non trattato)

Nella prima tesi (T) si è voluto distribuire il biostimolante MC-Extra a base di Alghe.

Nella seconda tesi (TD) si è voluto distribuire un mix di biostimolanti tra cui MC-Extra e Vixeran a base di batteri.

Nella Terza Tesi (NT) si è lasciato inalterato questa porzione per avere un confronto e nel constatare l'effettiva efficienza dei biostimolanti somministrati.

Si vuole precisare che si è tenuto conto di suddividere anche orizzontalmente le varie tesi con i segmenti A, B e C.

Nota Importante che si è voluto mantenere un margine delimitativo tra una tesi e l'altra di cinque file di piante. Ogni tesi contiene circa 45 file di piante.

3.4.1 Rilievi Effettuati

Nello svolgimento della sperimentazione si sono svolte analisi e rilevazioni volte a monitorare e raccogliere dati volti alla rappresentazione dell'efficacia dei biostimolanti nelle singole tesi e in ambito generale.

Prima della distribuzione dei biostimolanti si sono raccolte dati delle colture nelle varie tesi, come l'altezza e l'investimento pp/m² nell'avere un quadro onnirappresentativo della situazione in campo prima della distribuzione.

Al momento delle varie rilevazioni l'altezza delle colture non era omogenea e si è cercato di raccogliere i dati citati scegliendo colture con la medesima altezza apparente. Si vuole precisare che al momento delle rilevazioni la coltura era nella fase vegetativa V3/V4; pertanto, era presente un'omogeneità in termini di fase vegetativa.

Le seguenti tesi al momento della prima e della seconda rilevazione non presentavano particolarità o differenze degne di nota; l'omogeneità di crescita e di densità era ben distribuita nell'appezzamento.

Le uniche differenze tra le seguenti tesi al momento della distribuzione consistevano che nelle testate dell'appezzamento l'altezza delle piante si presentava più modesta rispetto in pieno campo che l'altezza era ben sviluppata.

Pertanto, la distribuzione dei biostimolanti avveniva su un appezzamento con un'elevata densità di semina ovvero circa 77.000pp/ha e una fase vegetativa in post-emergenza.

Si è voluto far attenzione nell'identificare il momento ideale per la somministrazione dei preparati facendo combaciare il momento ideale in cui la coltura, essendo in una fase vegetativa come quella citata fosse in grado di assumere e utilizzare per il proprio ciclo vegetativo le frazioni organiche e non contenute nei preparati.

Successivamente si è distribuito i biostimolanti nell'ultima settimana di giugno precisamente il 27/06 e nelle seguenti settimane si sono ripresi i seguenti dati relativi all'altezza e all'investimento.

In seguito, si è monitorata la situazione colturale e si è preso nota delle variabili agrometeorologiche come la temperatura e precipitazione.

Nel susseguirsi del ciclo colturale e nel procinto della maturazione cerosa e prossima alla maturazione piena o commerciale constatabile nel mese di settembre si sono raccolti dei campioni precisamente 45 campioni ovvero per ogni tesi sono rappresentativi 15 campioni suddivisi nei tre segmenti.

La raccolta dei campioni consisteva nel reperimento della coltura intera e della pannocchia. Il calcolo della distanza di cinque piante nella stessa fila poiché tale dato sarà utile per stimare l'investimento e pertanto la possibile resa della tesi. Ovviamente la complessità di questa fase consiste nell'utilizzare tutte queste variabili per ottenere un risultato accettabile e comprensibile.



Fig. 23 Forno utilizzato per l'essiccazione



Fig. 24 Campioni pronti per l'essiccazione



Fig. 25 Banco di Lavoro

In seguito, i tali campioni sono stati analizzati misurando il loro peso e il peso dopo l'essiccazione della biomassa verde e della granella in un forno a 65°C per 48h.

Successivamente in laboratorio si sono effettuate le varie pesate per ognuna tesi pesando la biomassa intera e della granella prima e dopo l'essiccazione.

Ulteriormente si sono raccolti i dati relativi al peso di mille semi e il volume e la massa specifica.

- **Volume**

Per determinare il volume si è utilizzato un cilindro da 1 litro in cui in esso è stato riempito della granella delle varie parcelle per determinare il loro volume approssimativo.

- **Peso di Mille Semi**

Oltre alla Voluminosità si sono calcolati il peso di mille semi, operazione svolta a mano per ogni singola parcella.

- **Determinazione peso granella e pianta**

Si sono calcolati il peso della biomassa vegetale utile e totale per poi essiccare quest'ultime con l'ausilio di un forno a 65°C per 48h. Dopo tale operazione si sono ricalcolati i pesi e determinato la perdita di peso per via della perdita di umidità e qualche frazione organica trascurabile.

- **Stabilire Stadio vegetativo**

Nello stabilire lo stadio vegetativo del mais si è fatto ricorso alla seguente illustrazione per avere una cognizione visiva delle varie fasi di sviluppo.

Bisogna specificare che le varie varietà impiegate esse possono differire di qualche giorno nel ciclo vegetativo riportato nell'illustrazione

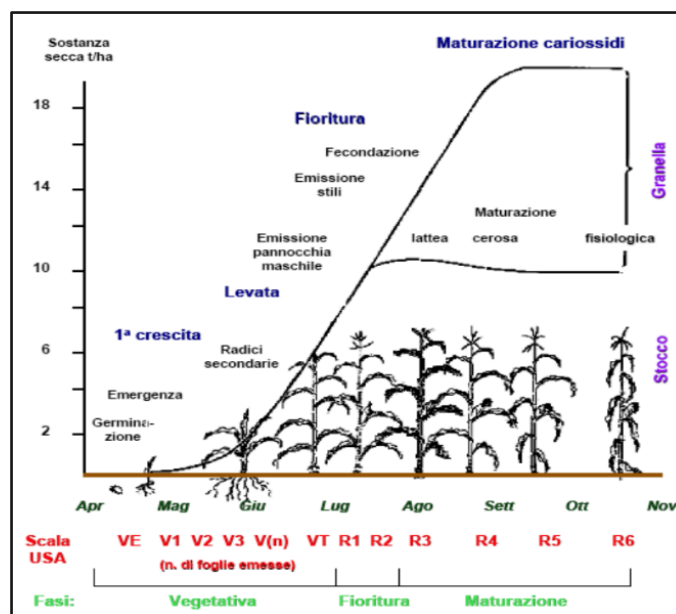


Fig. 26 Fasi fenologiche del mais⁹

Si vuole precisare che ci sono quattro maturazioni nel ciclo vegetativo:

- Maturazione Cerosa: La cariosside ha una consistenza pastosa per via della trasformazione degli zuccheri in amido.
- Maturazione Fisiologica: La cariosside ha consistenza farinosa e umidità pari al 35/38%
- Maturazione Agronomica: cariosside completamente sviluppata e ben formata con umidità pari al 25/30%
- Maturazione Commerciale: cariosside essiccata artificialmente con umidità pari al 13-15

Si sono anche raccolti i dati operativi delle macchine utilizzate in ogni lavorazione con attenzione a:

- Modello Trattrice
- Potenza
- Velocità di lavoro
- Profondità di lavoro
- Consumo orario di carburante

⁹ www.acutis.it

Aratura

- Trattrice: John Deere 8RX 410
- Potenza motore: 410 CV (circa 302 kW)
- Velocità di lavoro: 9 km/h
- Consumo orario approssimativo: 60-70 litri di gasolio.
- Tempo di Lavoro: 50 minuti
- Profondità di Lavoro: 40cm

Erpicatura

- Trattrice: John Deere 8RX 410
- Potenza motore: 410 CV (circa 302 kW)
- Velocità di lavoro: 10 km/h
- Consumo orario approssimativo: 40-50 litri di gasolio.
- Tempo Di Lavoro: 45 minuti
- Profondità di Lavoro: 30-35cm

Affinamento

- Trattrice: Fendt 211
- Potenza motore: 10 CV (circa 73,55 kW)
- Velocità di lavoro: 12 km/h
- Consumo orario approssimativo: 20-25 litri di gasolio.
- Tempo di lavoro: 30 minuti
- Profondità di Lavoro: 20-25cm

Sarchiatura

- Trattrice: John Deere 6120M
- Potenza motore: 120 CV (circa 94.88 kW)
- Velocità di lavoro: 12 km/h
- Consumo orario approssimativo: 25-30 litri di gasolio.

- Tempo di lavoro: 30 minuti
- Profondità di Lavoro: 5cm

4. Risultati

In conclusione, con i seguenti dati raccolti si sono analizzati e messi in confronto il peso della granella essiccata, l'investimento e la resa delle singole tesi nella generalità della sperimentazione evidenziando le divergenze tra una tesi e l'altra e commentando i risultati ottenuti.

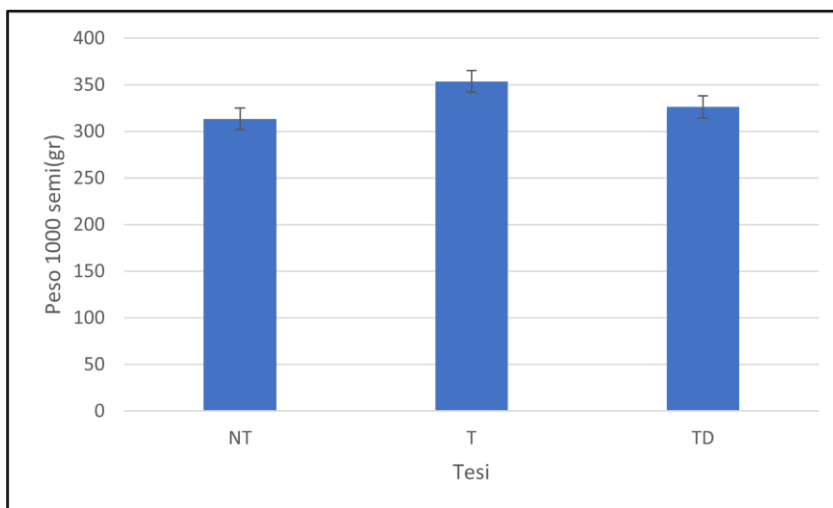


Fig. 27 Peso di 1000 semi a confronto per tesi

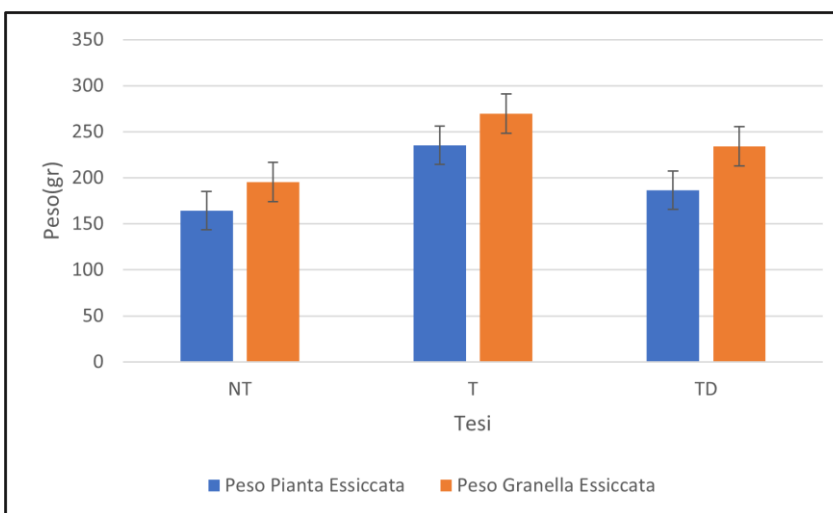


Fig. 28 Differenza peso tra granella e pianta essiccata

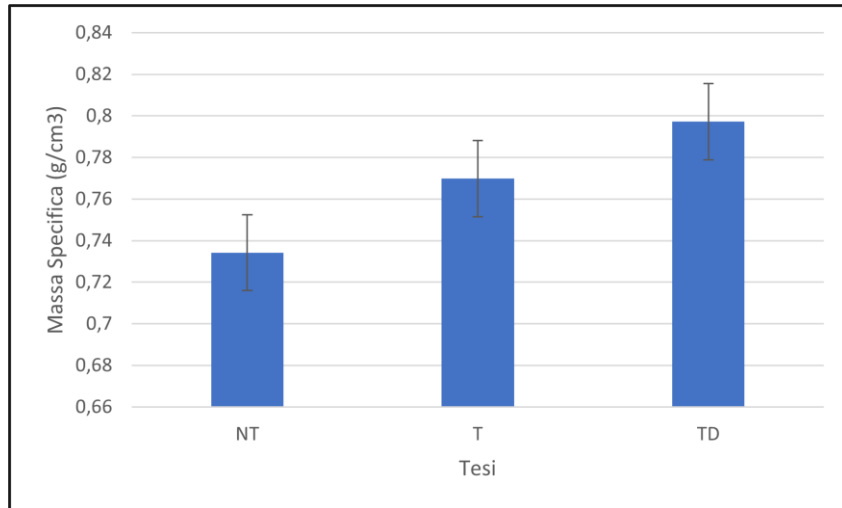


Fig. 29 Massa Specifica a confronto per tesi

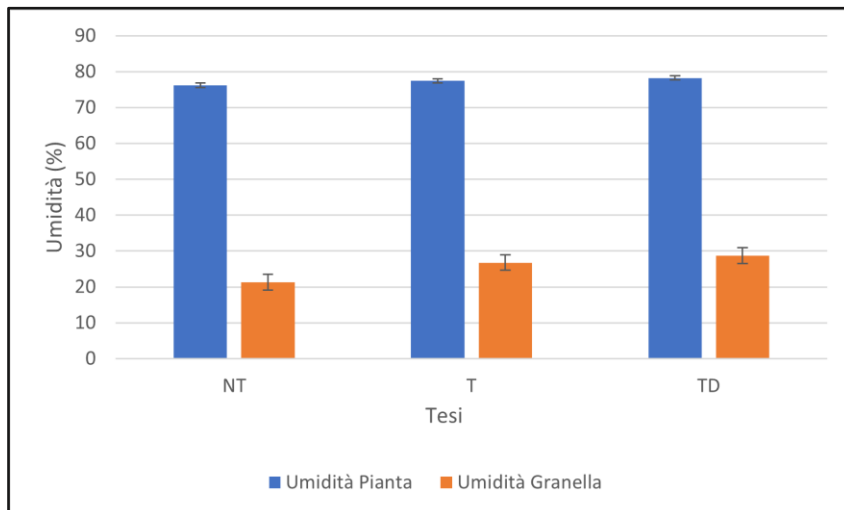


Fig.30 Umidità a confronto per tesi

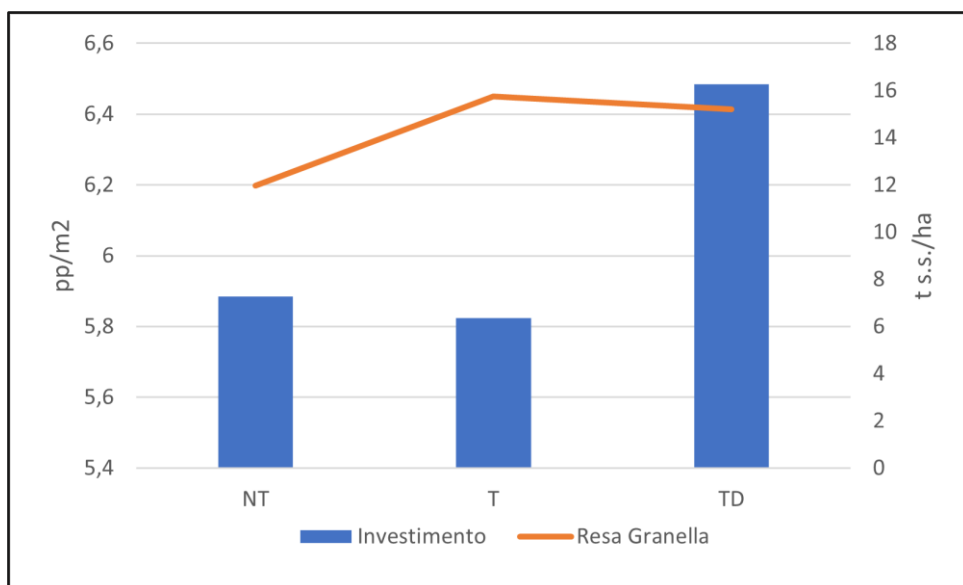


Fig. 31 Confronto Investimento e resa granella per tesi

Dati i dati rappresentati si nota che in entrambe le tesi non ci sono sostanziali cambiamenti in termini di peso ed umidità; c'è una conformità nei dati raccolti. Si differisce per la massa specifica della tesi "TD". La resa della granella come ci si aspettava nella tesi "NT" è inferiore, ma sorprende che la tesi "T" abbia la resa più bassa delle tutte. La tesi "TD" ha la resa notevolmente superiore.

Da ciò si denota che l'uso associato di altri biostimolanti promuove la produttività poiché si aiuta la morfologia e la conformazione delle cariossidi riscontrabile in un peso specifico della granella superiore.

5. Conclusioni

Si evince che nella somministrazione dei relativi biostimolanti, nel caso della distribuzione singola, si hanno un miglior sviluppo della parte morfologica delle colture e pertanto nella distribuzione doppia si hanno miglior rese e una riduzione della locazione in peso nella biomassa della coltura.

Si vuole tener presente delle buone pratiche agronomiche volte ad una gestione dell'agroecosistema più sostenibile e pertanto ognuna di queste pratiche influenzano l'azione dei biostimolanti come l'andamento climatico.

In genere i biostimolanti agiscono anche sugli aspetti fisiologici delle colture e quindi si evince che in una maggior resistenza agli stress abiotici che normalmente le colture nell'areale di coltivazione della zona del polesine sono soggette a causa delle alte temperature durante il periodo estivo e dai terreni di origine fluviale caratterizzati da una presenza di argilla e sabbia.

La disponibilità idrica durante la sperimentazione non è mancata sia per via di precipitazioni pur causando problematiche che per via artificiale.

Sicuramente se si ripetono tale sperimentazione in un altro terreno e con una varietà di coltura diversa cambia il risultato ma si vuole far notare che l'utilizzo di questi biostimolanti possono cambiare il loro comportamento in termini di efficacia da terreno a terreno poiché le variabili in gioco sono molteplici ed ognuna di esse ne influenza.

A termine di questa sperimentazione si vuole riassumere che tali somministrazioni hanno influenzato positivamente le tesi dove ci si aspettava una risposta, però si vuole tener conto che l'utilizzo di tali preparati deve giustificare l'investimento e la spesa di tali prodotti al fine di ottenere un prodotto finale in questo caso la granella che ricopri l'investimento e le spese colturali.

Ringraziamenti

Mi è doveroso dedicare questo spazio del mio elaborato alle persone che hanno contribuito, con il loro instancabile supporto durante il percorso accademico e alla realizzazione di questo elaborato.

Ringrazio i miei Genitori Graziella che mi guida da lassù e Giancarlo per essermi sempre stati a supportarmi e aver formato la persona che sono oggi.

Ringrazio il Professore Luigi Sartori per avermi aiutato in questi lunghi mesi nella realizzazione di questo progetto e aver fatto luce con la sua conoscenza.

Ringrazio i miei colleghi universitari e amici per essermi sempre stati vicini e disponibili e comprensivi nei momenti di difficoltà.

Ringrazio Vinicio Zaggia e Alessandro Zaggia e i miei colleghi Marco e Filippo per avermi accolto, seguito e formato.

Infine, vorrei dedicare un piccolo ringraziamento a me stesso dopo questo percorso impegnativo nonostante le mie difficoltà e incertezze.

Bibliografia

1. *Biostimolanti: il secondo workshop nazionale tenutosi a Piacenza*. Soppelsa, Sebastian. Laimburg 6, Vadena, I-39040 Ora (BZ), Italia : s.n., 2022.
2. *Biostimolanti cosa sono e come agiscono*. M., Colla G. Rhoupael Y. Lucini L. Cardarelli. N23/2015, 2015, Informatore Agrario.
3. *I biostimolanti a supporto della fertilizzazione del frumento*. I. Ramon, A. Brambilla, P. Rendina, A. Costanzo. N. 17/2021, 2021, Informatore Agrario.
4. Europea, Unione. Regulation (EU) 2019/1009 - EUR-Lex. [Online] europa.eu, 2019.[https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=PI_COM:Ares\(2021\)7643119](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=PI_COM:Ares(2021)7643119).
5. Zaggia, Vinicio e Zaggia, Alessandro. [Online] <https://www.fattoriaalleorigini.it/>.
6. Veneto, ARPA. [Online] 2023. <https://www.arpa.veneto.it/>.
7. KongSkilde. [Online] Kongskilde, 2023. <https://www.kongskilde.com/in/en/en/Agriculture>.
8. Pioneer.corteva.it. [Online] Corteva Agriscience, 2023. <https://www.corteva.it/prodotti-e-soluzioni/semi/mais/P9911.html>.
9. Vaderstadt. [Online] Vaderstadt, 2023. <https://www.vaderstad.com/it/>.
10. Novasem.ACTICERTM. [Online] Novasem, 2021. <https://prodotti.novasem.eu/acticer.pdf>.
11. *Inoculation with selected strains of Azospirillum brasilense and A. lipoferum improves yields of maize and wheat in Brazil*. Mariangela Hungria & Rubens J. Campo & Emanuel M. Souza & Fabio O. Pedrosa. 331:413–425, 2010, Springer Science+Business Media.
12. *PLANT GROWTH PROMOTING BACTERIA (PGPB). LA CRESCITA DELLE PIANTE PROMOSSA DA MICRORGANISMI*. Laura, Serreli. 2016, Morisia Newsletter.
13. *Toxic Effects of Spinosad on Predatory Insects*. Toxic Effects of Spinosad on Predatory Insects Juan Cisneros, * Dave Goulson, † Lara C. Derwent, † Dora I. Penagos, * Olivia Hernández, * and Trevor Williams*, 1. 156–163 (2002), 2001, <http://www.idealibrary.com>, Vol. 23.
14. *The spinosyns, spinosad, spinetoram, and synthetic spinosyn mimics - discovery, exploration, and evolution of a natural product chemistry and the impact of computational tools*. Thomas C Sparks, Gary D Crouse, Zoltan Benko, David Demeter,

Natalie C Giampietro, William Lambert and Annette V Brown. 77: 3637–3649, 2020, Wiley Online Library.

15. *Pesticide Research and Development: General Discussion and Spinosad Case*. Li, Eddie H. Chio* and Qing X. 8913-8919, 2022, Journal of Agricultural and food chemistry

16. *Spinosad and nucleopolyhedrovirus mixtures for control of Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae) in maize*. Walter A. Meendez, a Javier Valle, a Jorge E. Ibarra, b Juan Cisneros, a Dora I. Penagos, a and Trevor Williamsa. 195–206, 2002, Academic Press.

17. *Persistence and efficacy of spinosad on wheat, maize and barley grains against four major stored product pests*. Bill J. Vayias, Christos G. Athanassiou a , Dionissios N. Milonas , Costas Mavrotas. 496-505, 2009, ScienceDirect.

18. *Nitrogen fixation in wheat (Triticum aestivum)*. Pålsson, John. 2023:04, 2023, Swedish University of Agricultural Sciences.

19. *A concise review of the brown macroalga Ascophyllum nodosum (Linnaeus) Le Jolis*. Critchley, Leonel Pereira & Liam Morrison & Pushp Sheel Shukla & Alan T. 32:3561–3584, 2020, Springer Nature.

20. Il sistema zootecnico: valori, scenario evolutivo e ambiti di innovazione. *Osservatorio Agroalimentare*. [Online] Osservatorio Agroalimentare, 10 Ottobre 2022. <https://www.osservatorioagr.eu/>.

21. Agroalimentare, Osservatorio. Il sistema zootecnico: valori, scenario evolutivo e ambiti di innovazione. [Online] <https://www.osservatorioagr.eu>, 10 10 2023.

22. Pachioli, Silverio. Idrolizzati proteici in agricoltura: se sì, con moderazione! [Online] 2021. <https://www.georgofili.info/contenuti/idrolizzati-proteici-in-agricoltura-se-s-con-moderazione/15530>.

23. Amicabile, Stefano. *Manuale di Agricoltura*. s.l. : HOEPLI, 2018.

24. Grimaldi, Achille. *Coltivazioni Erbacee*. s.l. : Edizioni Agricole, 1977.

Sitografia

- Vaderstad.2022. <https://www.vaderstad.com/it/>.
- KongSkilde. 2022.<https://www.kongskilde.com/Agriculture>
- Novasem.eu.2022. <https://www.novasem.eu/>
- Corteva.2023. <https://www.corteva.it/>
- Kws.2023. <https://www.kws.com/it/it/>
- Arpav.2023. <https://www.arpa.veneto.it/>
- Geoportale della regione del Veneto.2023. <https://idt2.regione.veneto.it/>