



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

DIPARTIMENTO DI SCIENZE DEL FARMACO

DIPARTIMENTO DI AGRONOMY, FOOD, NATURAL
RESOURCES, ANIMALS AND ENVIROMENT

CORSO DI LAUREA IN SCIENZE FARMACEUTICHE APPLICATE

TESI DI LAUREA

**VALUTAZIONI SULLA SOSTENIBILITA' DELLA PRODUZIONE DI SEMI
DI CANAPA**

EVALUATION OF THE SUSTAINABILITY OF HEMP SEED
PRODUCTION

RELATORE: CHIAR.MO PROF STEFANO BONA

CORRELATORE: DOTT:SSA MADDALENA BRUNA CAPPELLO FUSARO

LAUREANDA: LISA ZAMPOLLO

ANNO ACCADEMICO 2021/22

Sommario

RIASSUNTO	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUZIONE	3
2. OBIETTIVI	3
3. ORIGINI E CARATTERISTICHE	4
3.1. Origine e motivi di diffusione	4
3.2. Caratteristiche botaniche di <i>Cannabis sativa sub. sativa</i>	5
3.3. Futura 75	6
4. ESIGENZE CLIMATICHE	8
4.1. Confronto tra coltivazione di canapa e lino	8
5. SETTORI CHE UTILIZZANO PARTI LAVORATE DEL GENERE <i>Cannabis</i>	10
5.1. Canapa e industria tessile	11
5.2. Canapa e produzione di carta	11
5.3. Canapa ed edilizia	12
5.4. Canapa e alimentazione	12
6. UTILIZZO DI OLIO E FARINA COME ALIMENTO, INTEGRATORE ALIMENTARE O NOVEL FOOD	14
6.1. Alimento	14
6.2. Integratore alimentare	17
6.3. Novel food	19
7. LEGISLAZIONE PER LA COLTIVAZIONE	22
8. MATERIALI E METODI	23
8.1. Considerazioni generali e descrizione sito di impianto	23
8.2. Suddivisione delle parcelle	24
8.3. Azoto e clorofilla	27
8.4. Descrizione radiometro multispettrale Crop Circle ACS-210	28
8.5. Date dei rilievi	29
9. RACCOLTA DEI DATI	30
9.1. Confronto tra BM, GA, GB e LR per valutazione di quantità di semi prodotti	31
9.2. Confronto tra BM, GA, GB, LR, per valutazione di concentrazione di lipidi, azoto e proteina grezza	33
9.3. Confronto tra BM, GA, GB e LR utilizzati a varie concentrazioni (50, 100, 150 kg ha ⁻¹) per valutazione di quantità di biomassa prodotta dalla raccolta di ottobre	39
9.4. Risultati dell'azoto % rilevato con metodo Kjeldahl, TKN (Total Kjeldahl Nitrogen)	40

9.5. Risultati sull'assorbimento di azoto (Kg ha^{-1})	41
9.6. Risultati riguardo l'indice di raccolta	42
9.7. Risultati riguardo l'intensità di verde in risposta a tutti i fertilizzanti a dosi di 50, 100, 150 N.....	43
9.8. Semplice regressione tra semi essiccati (Mg ha^{-1}) e biomassa essiccata (Mg ha^{-1})	45
10. CONCLUSIONI	46
11. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	47

RIASSUNTO

Cannabis sativa L. comunemente denominata “canapa” è una pianta coltivata a livello mondiale, ben conosciuta per le sue frazioni botaniche, come le infiorescenze, le foglie e i semi, che possono essere sfruttate in svariati campi di applicazione. Negli ultimi anni l’interesse riguardo i suoi semi è cresciuto significativamente, grazie al loro ottimo profilo in acidi grassi e proteine. In particolare, olio e farina che possono essere ottenuti dalla prima lavorazione dei semi, contengono un alto livello di acidi grassi omega-3 e omega-6 (Ranalli, 2020). Data la crescente attenzione attorno all’utilizzo di piante di genere *Cannabis*, si è cercato di capire come possiamo influenzarne la resa produttiva in semi. La sperimentazione di questa tesi è stata svolta utilizzando semi di Futura 75, una varietà monoica di *Cannabis sativa* subs. *sativa*. Il periodo vegetativo è iniziato ad aprile e si è concluso ad ottobre durante l’anno 2021. L’appezzamento di terreno in cui è stato svolto il progetto si trova all’interno dell’azienda sperimentale di Agripolis “L. Toniolo”. Il sito è stato suddiviso in tre blocchi randomizzati con 26 parcelle ciascuno, che corrispondono a differenti tipologie e concentrazioni di concimi azotati. La conoscenza della correlazione tra concimazione azotata e produzione finale di semi è molto importante per avere la massima resa di semi, in ogni situazione di stress che può accadere durante il ciclo vegetativo della coltura. L’utilizzo sostenibile ed economico di fertilizzanti azotati è positivo sia per i coltivatori che per l’ambiente.

ABSTRACT

Cannabis sativa L., commonly called “hemp”, is a worldwide cultivated plant, well known for its botanical structures, as stems, leaves and seeds, which can be used in many fields of application. In the last years the interest for its seeds is growing significantly, thanks to its great fatty acids and proteins profile. In particular oil and flour obtained by the first transformation of seeds, are highly rich of omega-3 and omega-6 fatty acids (Ranalli, 2020). Due to the growing attention on *Cannabis* plants use, we tried to understand in which way we can influence the final production of seeds. The experimentation of this thesis was executed by using Futura 75 seeds, a monoicous variety of *Cannabis sativa* subs. *sativa*. Plant’s vegetative cycle started in April and ended in October, during the year 2021. The plot of land in which the project had been done is inside the Agripolis’ experimental farm “L. Toniolo.”. The site had been fractionated in 3 randomized blocks of 26 plots each, that correspond to different types and concentrations of nitrogen fertilizers. The knowledge of the correlation between nitrogen fertilization and final production of seeds is very important to obtain the maximum quantity of seeds in each stressful situation that might happen during the crop life cycle. Nitrogen fertilizers sustainable and economic use is both good for the producer and for the environment.

1. INTRODUZIONE

Il progetto che verrà presentato mira a valutare l'eventuale correlazione, che può o non può esistere, tra diverse dosi e tipologie di fertilizzazione azotata e la resa finale in seme di piante di canapa industriale, *Cannabis sativa* L. subsp. *sativa*, varietà Futura 75. Durante la prova è stato utilizzato inoltre uno strumento di diagnostica spettrale in grado di valutare il livello di vigoria della vegetazione, di cui si voleva valutare l'affidabilità per correlare lo stato di vigoria delle piante e la resa produttiva finale. Si è anche presa in considerazione l'influenza che i concimi azotati a lento rilascio hanno sull'accrescimento e sulla produzione finale di semi. Sono stati messi a confronto concimi azotati tradizionali, concimi azotati dotati di rivestimento che sono già presenti nel mercato, assieme a nuove tipologie e combinazioni di rivestimenti. La canapa è inoltre una specie vegetale interessante per il suo utilizzo in molteplici ambiti, compreso quello alimentare, motivo per cui sono state effettuate delle misurazioni nei semi, riguardo il contenuto in lipidi e proteina grezza, relazionandoli alle varie tipologie di fertilizzanti utilizzati.

2. OBIETTIVI

Questa sperimentazione è nata dalla necessità di verificare come la riduzione dell'apporto di differenti concimazioni azotate, possa avere influenza sulla resa finale della varietà di canapa Futura 75. La valutazione è stata effettuata anche con l'ausilio di uno strumento spettrometrico chiamato Crop Circle. L'obiettivo finale è stato valutare come la canapa può dare una buona resa, con l'utilizzo di concimi a lento rilascio. Una resa ottimale permette inoltre di ottenere una buona produzione di semi dai quali è possibile ottenere olio di ottima qualità, impiegabile dall'industria alimentare.

3. ORIGINI E CARATTERISTICHE

3.1. Origine e motivi di diffusione

Cannabis sativa L. è diffusamente presente in varie regioni del globo, e questa denominazione è utilizzata per riferirsi a varie forme botaniche. Specifichiamo però che il genere *Cannabis* è originario dell'Asia centrale, e del subcontinente Indiano. Nello specifico sono due le sottospecie che economicamente hanno rilevanza: *Cannabis sativa* L. subsp. *sativa* e *Cannabis sativa* L. subsp. *indica*, la prima denominata comunemente canapa per uso industriale, e la seconda cannabis medicinale. La coltivazione dell'una o dell'altra varietà è determinata dalla presenza più o meno rilevante dei cannabinoidi maggiormente presenti, il Δ^9 -trans-tetra-hydro-cannabinolo, comunemente conosciuto con l'acronimo THC e il cannabidiolo, anche chiamato CBD. Basse dosi di THC si ritrovano nelle varietà utilizzate a fine industriale, mentre varietà ad alto contenuto di THC sono utilizzate a fini farmacologici (Krystyna Żuk-Gołaszewska, 2018). *Cannabis sativa* L. è una delle specie più antiche che si coltivano a livello mondiale (Schultes, 1970). In Europa secondo quanto è stato riportato, questa pianta era molto coltivata tra il 16esimo e il 18esimo secolo. Durante i secoli successivi, invece, tale coltivazione ha subito un declino, anche se l'interesse è cresciuto di nuovo negli ultimi anni (Struik P.C., 2000). La canapa ad utilizzo industriale è quella utilizzata per questo esperimento, ed è principalmente interessante per l'ottenimento di olio e farina a partire dai semi. (Johnson, 2018).

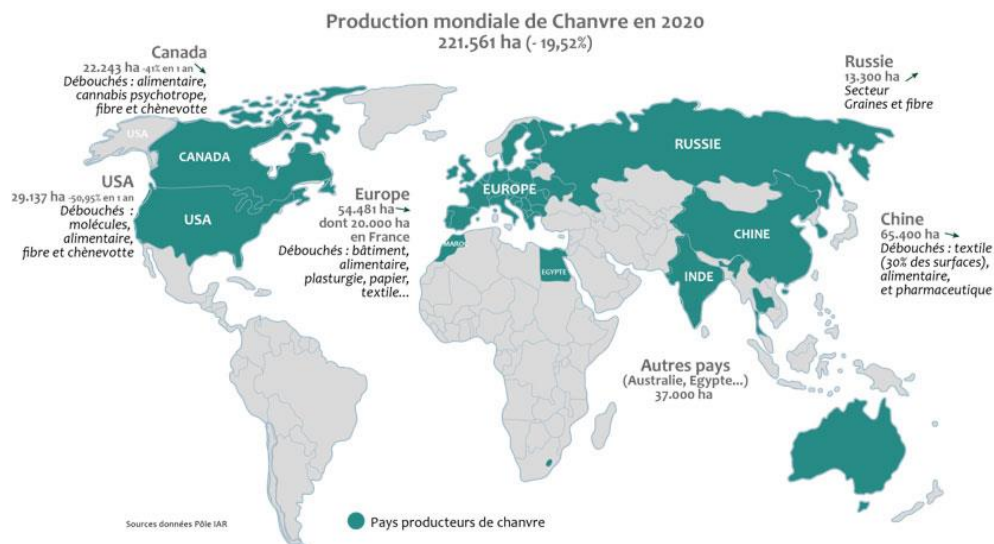


Figura 1. Mappa della produzione mondiale di canapa nel 2020 (interchanvre.org)

3.2. Caratteristiche botaniche di *Cannabis sativa sub. sativa*

La pianta di canapa è dotata di radici ramificate di tipo fittonante, composte da una radice principale, che si può sviluppare fino ad una profondità di 2,5 metri, e da svariate radici secondarie che possono avere una distensione di 60-80 centimetri (Madia, et al., 1998). Il fusto è rigido ed eretto, si sviluppa in forma subconica o cilindrica e si manifesta con colorazione verde più o meno intenso. La sua altezza può variare tra i 0,5 metri (in alcune sottospecie spontanee come la *Cannabis ruderalis*) e i 5 metri (in alcune varietà di *Cannabis sativa*), in media però si attesta tra 1,5 e 2 metri. Lo stelo è pieno nei primi 40 centimetri per poi variare presentando una cavità, con internodi la cui lunghezza diminuisce nel proseguire verso l'alto. La ramificazione laterale è influenzata da spazio e nutrienti disponibili durante le fasi di sviluppo. Le foglie sono di colore verde intenso, più scure nella pagina superiore e più chiare in quella inferiore. Le prime due foglie cotiledonari sono caduche, piccole, ovali, carnose, pelose, sessili, e hanno una effimera funzione di sostentamento della pianta durante la fase di emergenza. Le foglie vere sono palmate, picciolate, dotate di stipole e composte da un numero variabile di foglioline/lobi con margine seghettato. I lobi delle foglie sono sempre dispari e possono essere al massimo 13; presentano inoltre punte acuminate che possono arrivare fino a 10 centimetri di lunghezza e 1,5 centimetri di larghezza (Ranalli, 2020). I fiori maschili si differenziano dopo almeno sessanta giorni dalla germinazione, per circa un mese; sono riuniti in pannocchie ascellari e costituiti da un perigonio a 5 pezzi. I fiori femminili invece si formano una decina di giorni dopo, assumendo un aspetto a ciuffi compatti originato dalla crescita di rametti molto raccorciati e ramificati. Il frutto è una nocula ovoidale, comunemente chiamata "seme di canapa", con superficie lucente di colore non uniforme, tra il bruno e l'olivastro, e qualche volta si presenta ancora racchiuso negli involvi fiorali (Madia, et al., 1998). In generale le varietà di piante del genere *Cannabis* con un esiguo livello di tetraidrocannabinolo (THC) inferiore all'1% e alto livello di cannabidiolo (CBD) coltivate per ottenerne semi e/o fibra, sono classificate come colture agrarie. La produzione di semi per ettaro è in un range tra 1700 e 2000 kg. La sfericità, l'area superficiale e il peso di 1000 semi si trovano in valori tra 0.795 e 0.808, 9.4 fino a 10.3 mm², mentre per quanto riguarda il peso, il range è 15.3 a 16.9 g (Saçılık, et al., 2003).

3.3. Futura 75

Le sementi di Futura 75 che sono state utilizzate sono di peculiare interesse perché particolarmente adatte e capaci di buone rese in seme alimentare. Hanno inoltre buone caratteristiche per la produzione di biomassa da estrazione e rotoballe, cioè steli pressati. Nello specifico questa varietà è stata la più sperimentata in Italia nel corso degli ultimi 5 anni. Futura 75 riesce ad adattarsi bene ai climi del Nord, del Centro e del Sud Europa. Il suo ciclo vegetativo è di circa 140/160 giorni. L'altezza che la pianta può raggiungere è tra i 2,5 metri e i 4,5 metri. La fioritura avviene nel mese di agosto. La resa media in seme stimata è tra i 600 ed i 1000 Kg per ettaro, per le rotoballe tra le 9 e le 12 tonnellate per ettaro e la biomassa secca di infiorescenze tra gli 800 ed i 1500 kg per ettaro (canapuglia.it). L'Università di Teramo ha effettuato alcuni test sull'effetto che hanno gli oli essenziali ottenuti da piante di Futura 75 coltivate in Abruzzo. Le infiorescenze essiccate sono state utilizzate per l'estrazione, mediante distillazione in corrente di vapore, degli oli essenziali (oe). È stata eseguita poi una prova per verificare la loro azione nei confronti di batteri gram-positivi e gram-negativi, misurando la minima concentrazione di inibizione (MIC) e la minima concentrazione battericida (MBC). I risultati hanno confermato che la canapa industriale è fonte di componenti bioattivi di elevata efficacia (Palmieri, 2019). Uno studio pubblicato il 17 maggio 2020 ha effettuato delle valutazioni sugli effetti che ha l'estratto acquoso di Futura 75 e la sua componente polifenolica: lo studio si è svolto in un modello ex vivo di colon e fegato di ratto, in cui si è valutato quali effetti avesse l'estratto sulla proliferazione delle cellule del tumore al colon HCT116; si è dimostrato che l'estratto ha inibito la sopravvivenza di tali cellule. Da diversi studi quindi si è potuto concludere che dalle infiorescenze femminili di questa varietà di canapa industriale è possibile ottenere dei prodotti secondari promettenti, che potrebbero essere utilizzati sia nel campo farmaceutico, che in quello dei cibi arricchiti, che nelle patologie infiammatorie (Orlando, et al., 2020).



Figura 2. Vista dall'alto di foglie di canapa, presso il campo sperimentale. Notiamo l'architettura planofila delle foglie, che garantisce la veloce copertura del terreno (Ranalli, 2020).



Figura 3. Piante di Cannabis sativa L. subsp. sativa, presso il campo sperimentale.

4. ESIGENZE CLIMATICHE

Dato il ciclo vegetativo breve di questa pianta e alla enorme quantità di varietà esistenti, la canapa è una pianta in grado di adattarsi ai climi più diversi. Veniva coltivata sopra i 1000 metri s.l.m. ad esempio in Piemonte, come anche nell'Italia del sud ad altitudini molto più basse. I climi che però sono più favorevoli alla sua crescita sono quelli caldo-umidi delle regioni temperate, che favoriscono lo sviluppo di grandi masse di sostanza organica. La germinazione del seme avviene alla temperatura di 8-10 °C e le giovani piantine sono in grado di resistere abbastanza bene alle gelate tardive primaverili. La fioritura avviene circa a 19°C di temperatura e i semi maturano alla somma termica di 230 °C, richiedendo temperature via via crescenti. Tra la semina e la fioritura caldi precoci e intensa siccità sono dannosi, poiché inducono le piante a fiorire precocemente e rimanere dunque di statura ridotta. Una considerevole umidità ha influenza positiva nel caso di coltivazione in terreni permeabili, ma è dannosa in terreni soggetti a ristagno prolungato in cui le radici possono subire soffocamento. Nei momenti successivi alla fioritura la pianta diventa però in grado di sopportare bene eventi siccitosi, anche se la produttività è maggiore in presenza di piogge, temendo però i freddi autunnali precoci (Madia, et al., 1998).

4.1. Confronto tra coltivazione di canapa e lino

Dal momento che sia la canapa che il lino sono coltivazioni agrarie che possono essere utilizzate per produrre fibra e seme, è utile confrontare i costi agronomici e gli apporti nutritivi di cui necessitano le due piante. In un rapporto che è stato pubblicato dall'INRA (Istituto nazionale della ricerca agronomica) si sono messi a confronto canapa, lino e altre colture che depauperano il terreno, come il grano, per valutarne i fabbisogni in fertilizzanti (Bacci, et al., 2007).

Tabella 1. Messa a confronto dei bisogni nutrizionali di lino, canapa e grano, espresso in Kg/ha (Bacci, et al., 2007).

Kg/ha	Lino	Canapa	Grano
Azoto (N)	100	100	130
Fosforo (P)	70	0	64
Potassio (K)	70	0	90

È evidente come rispetto ad altre colture, canapa e lino abbiano esigenze nutritive inferiori, ciò dunque si rifletterà in una minor spesa economica derivante dalla coltivazione. La spesa ridotta si rifletterà inoltre anche in una minore necessità di ricorrere a diserbanti e trattamenti antiparassitari. Notiamo anche come tra lino e canapa, la canapa abbia esigenze inferiori di macroelementi.

Tabella 2. Messa a confronto dei costi per ettaro che si devono sostenere per la coltivazione di lino, canapa e grano (Bacci, et al., 2007).

€/ha	Lino	Canapa	Grano
Concimi	66	45	139
Sementi	209	280	33
Trattamenti	101	0	202

Notiamo come la spesa necessaria per la coltivazione della canapa sia complessivamente inferiore, 325 €/ha, mentre quella di lino e grano siano superiori, 376 €/ha e 374 €/ha (Bacci, et al., 2007).

5. SETTORI CHE UTILIZZANO PARTI LAVORATE DEL GENERE *Cannabis*



Cannabis sativa L.
Figura 4. *Cannabis sativa* Linnaeus da *Medizinal-Pflanzen* di Franz Eugen Köhler, 1887, Germania

La riscoperta della coltivazione di canapa in Europa risale agli anni '90 e ciò è avvenuto anche grazie agli aiuti governativi per lo sviluppo di nuove tecnologie per la trasformazione delle piante da fibra. In Italia la coltivazione è ripresa solo dopo il 1998 su di una superficie di soli 350 ha, nonostante il nostro paese fosse stato fino agli anni '60 il secondo al mondo dopo la Russia per superficie coltivata e il primo per la qualità dei prodotti ottenuti. La Circolare del Ministero delle Politiche Agricole (Direzione Generale delle Politiche Agricole ed Agroindustriali Nazionali) del 2 dicembre 1997, ha definito le modalità da seguire per evitare confusione con le coltivazioni da droga. In passato era richiesto agli agricoltori di assicurare oltre alla coltivazione, anche le successive fasi di macerazione e stringatura. L'unico prodotto ottenibile era la fibra lunga, utilizzata per creare tessuti e cordami, e questa si poteva ottenere solamente mediante lavorazioni che richiedevano grande impiego di manodopera. La canapicoltura odierna sta sviluppando le fasi produttive post-raccolta, ampliando i campi in cui può essere usata. Attualmente si possono ricavare 4 prodotti semilavorati per la commercializzazione, da cui possono derivare un gran numero di prodotti finali (Madia, et al., 1998). È possibile ricavarne fibra lunga, utilizzata per tessuti di abbigliamento, arredamento, corde e tappeti, oppure fibra corta, da cui si producono carta e feltri isolanti. Anche il canapulo è un prodotto che si può ottenere, e lo si utilizza per creare

pannelli isolanti, lettiere e materiale inerte per l'edilizia. In fine dalla canapa industriale si ottengono per l'appunto anche i semi, utilizzabili per ottenere olio alimentare, farina, prodotti dell'industria cosmetica, vernici e resine (Madia, et al., 1998).

5.1. Canapa e industria tessile

Nel settore tessile la fibra di canapa deve subire svariate lavorazioni per essere trasformata nel prodotto finale come capi d'abbigliamento, vele, tappeti, corde e molto altro. Esistono fibre primarie di colore verde, anche dette lunghe, e fibre secondarie bianche, denominate corte (Ranalli, 2020). Robustezza e grossolanità delle fibre che si possono ottenere dipendono da cultivar, fittezza di coltivazione ed età della pianta. L'utilizzo di tali fibre per l'industria dell'abbigliamento è dovuto al fatto che queste sono cave, quindi calde in inverno e fresche d'estate, antibatteriche e resistenti all'usura (Ranalli, 2020). Oggigiorno la canapa presenta una maggior resistenza agli attacchi parassitari rispetto ad altre piante da fibra e un fabbisogno idrico che arriva quasi alla metà di quello del cotone. Ciò conferisce alla coltivazione di canapa un impatto ambientale minore (Ranalli, 2020).

5.2. Canapa e produzione di carta

L'utilizzo di polpa di canapa per produrre carta risale a tempi molto antichi; infatti, il primo foglio di carta rinvenuto in Cina nella provincia di Shen Nung è datato al 2700 a.C (Sosio, 2016). La polpa veniva ottenuta nel passato dalla macerazione dei vecchi tessuti in canapa o lino, questo almeno fino alla rivoluzione industriale, quando si incominciò ad utilizzare la cellulosa ottenuta dagli alberi. La necessità di soddisfare un mercato crescente che richiedeva grandi quantitativi di carta, soddisfatti solamente con l'introduzione della cellulosa, portò ad un abbandono della carta in canapa e un conseguente e massivo abbattimento di boschi e foreste. L'impatto ambientale che provoca la produzione di carta dalla polpa di canapa è zero. Infatti, questa pianta è raccolta solamente alla fine del suo ciclo vegetativo e produce una grande quantità di massa vegetale: la quantità di polpa ottenuta da 1 ha equivalente a quella ottenuta da 3/4 ha di bosco. Purtroppo però la polpa di canapa costa 5 volte più di quella ottenuta dal legno, e gli impianti industriali esistenti sono stati realizzati per la lavorazione del legno. Per convertire gli impianti bisognerebbe apportare enormi modifiche o addirittura complete sostituzioni (Ranalli, 2020).

5.3. Canapa ed edilizia

In edilizia il legno di canapa, che conferisce alle strutture proprietà isolanti e con strutture alveolate e resistenti, viene miscelato con calce e acqua andando a formare un biocomposto sostenibile, cioè il cemento di canapa e calce. All'interno di questo legno è presente una naturale quantità di silice che contribuisce all'asciugatura e all'indurimento della calce. Questo prodotto è molto utilizzato nella ristrutturazione di edifici antichi per isolare i tetti e per muratura massiccia; in quest'ultimo caso è accompagnato da strutture portanti. Esistono anche mattoni in canapa e calce (Ronchetti, 2018).

5.4. Canapa e alimentazione

La domanda di oli e proteine vegetali è cresciuta negli ultimi anni, questo anche dovuto al fatto che possediamo una cultura sanitaria maggiore rispetto al passato, e la ricerca di fonti alimentari di origine vegetale è sempre maggiore. Una di queste fonti è sicuramente la canapa da cui si può ottenere olio dalle caratteristiche interessanti (Galasso I., 2016). Le proteine principalmente presenti nei semi di canapa sono albumina e adesina, ma la loro qualità nutrizionale è influenzata da vari fattori, tra cui la componente amminoacidica, che si sviluppa sia in base a fattori genotipici che fenotipici della varietà in questione. Essendo la canapa una pianta rustica, è in grado di sviluppare anche i FAN, fattori anti-nutrizionali (Galasso I., 2016). Tali sostanze possono anche essere ritrovate nei semi come meccanismo di difesa da predatori e agenti patogeni; tuttavia, se presenti in elevata quantità, tali sostanze influiranno sulla biodisponibilità delle proteine ottenibili da questo tipo di alimento. È stato dimostrato che nella farina ottenuta dai semi di canapa è presente, infatti, l'acido fitico (mio-inositolo esafosfato), il quale costituisce la forma organica di fosforo presente nei semi delle piante. Questo è un forte chelante di cationi e riduce l'assorbimento di micro e macroelementi lungo il tratto gastro intestinale, motivo per cui è ritenuto un fattore anti-nutrizionale (FAN) (Russo, et al., 2014). La presenza di FAN è ovviata mediante selezione genetica di cultivar che presentino una quantità ridotta di questi fattori (Russo, et al., 2014). Gli acidi grassi che ritroviamo nei prodotti ottenuti dalla prima lavorazione della canapa sono importanti, in quanto prevengono le malattie del sistema cardiocircolatorio e si trovano in tutte le cellule dell'organismo, nello specifico li ritroviamo nelle membrane cellulari. Il nostro organismo però non è in grado di sintetizzarli. In particolare, gli acidi grassi della serie Omega-3 aumentano la concentrazione di lipoproteine ad alta densità (HDL) nel sangue, il "colesterolo buono" che toglie dalle arterie i trigliceridi sedimentati. Quelli invece della serie Omega-6 abbassano la concentrazione di lipoproteine a bassa densità (LDL), il "colesterolo cattivo". Da ciò derivano anche benefici come prevenzione e rallentamento di formazione di placche aterosclerotiche nei vasi sanguigni e neutralizzazione della formazione di radicali liberi (Ranalli, 2020). Interessante è sapere che assumendo solo 1 cucchiaino di semi di canapa al

giorno, riusciremmo a soddisfare il fabbisogno giornaliero di questi acidi grassi. Il rapporto Omega-6:Omega-3 è di 3:1, cioè 4g di Omega-6 ogni grammo di Omega-3, considerato dall'Organizzazione Mondiale della Sanità il rapporto ottimale (Ranalli, 2020). La farina ottenuta dalla canapa è inoltre priva di glutine, dunque adatta all'alimentazione di persone che soffrono di celiachia, apportando ottimi valori nutrizionali in fibre, proteine, sali minerali e vitamina E (Ranalli, 2020).

6. UTILIZZO DI OLIO E FARINA COME ALIMENTO, INTEGRATORE ALIMENTARE O NOVEL FOOD

Cannabis sativa L. subsp. *sativa* anche nel passato aveva degli utilizzi minori ed alternativi rispetto a quello della sola fibra, per lo più documentati solo successivamente al 1500. L'utilizzo alimentare di semi di canapa è stato soprattutto nell'Europa dell'est. In Polonia e Lituania il giorno di Natale, ad esempio, si era soliti consumare una zuppa a base di tali semi per ricordare i defunti (Duvall, 2014).

6.1. Alimento

Date le interessanti caratteristiche nutritive che possono potenzialmente essere apportate dai prodotti ottenuti dalla lavorazione dei semi di canapa, ossia l'olio e la farina, consideriamo che i semi sono stati per lungo tempo solamente un sottoprodotto delle coltivazioni di canapa nell'Europa meridionale. Fino a pochi anni fa, infatti, in Europa solamente modeste aree erano adibite alla coltivazione esclusiva di canapa per ottenerne i semi, a differenza del Canada, in cui la coltivazione era effettuata unicamente per i semi. Negli ultimi anni questa tendenza è cambiata, con l'introduzione anche nell'Unione Europea di coltivazioni con lo scopo di ottenere semi ed infiorescenze. L'incremento di produzione, sicuramente guidata dalla crescente domanda del settore alimentare dal 2010 al 2013 è stato da 6000 a 11500 tonnellate. In Germania e in Olanda le grandi catene di supermercati propongono già svariati prodotti alimentari a base di canapa. Per la prima volta più del 50% dei semi prodotti da canapa, per l'esattezza il 55%, rispetto al 30% del 2010, sono stati utilizzati nel campo alimentare (Carus, et al., 2016).

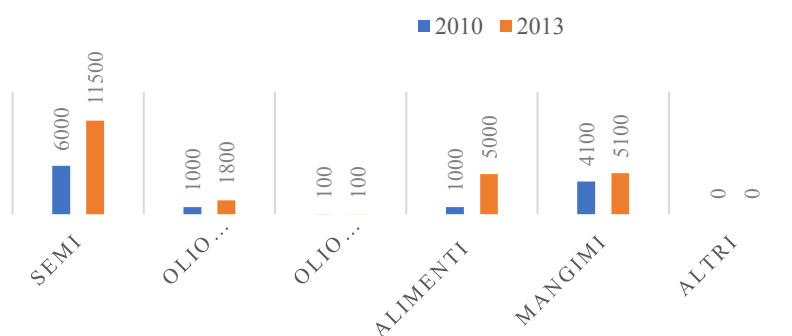


Figura 5. Comparazione dell'utilizzo dei semi di canapa in Europa, 2010 e 2013 (Carus, et al., 2016).

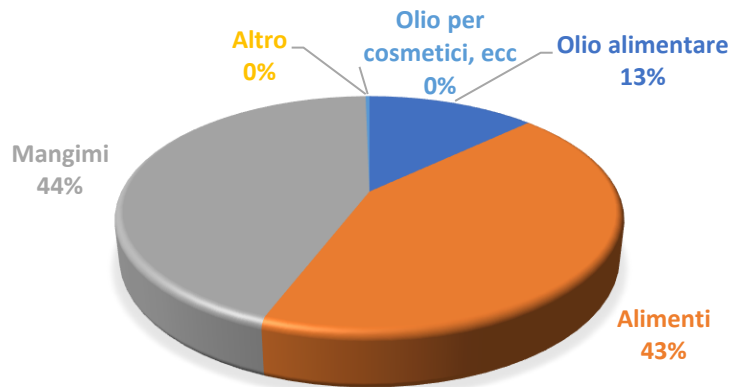


Figura 6. Applicazione dei semi di canapa del raccolto del 2013, in Europa (Carus, et al., 2016).

Dal momento che la trattazione fino a questo punto è stata dei semi di canapa utilizzati a scopo alimentare, è necessario introdurre la definizione che il Ministero della salute attribuisce ad un alimento. Un alimento, infatti, è “qualsiasi sostanza o prodotto trasformato, parzialmente trasformato o non trasformato, destinato ad essere ingerito o di cui si prevede ragionevolmente che possa essere ingerito da esseri umani. Sono esclusi i vegetali prima della raccolta” ed è definito e normato dal Regolamento CE 178/2002, riguardante i fondamenti generali della sicurezza alimentare per le imprese alimentari. All’interno di tale Regolamento si specifica che la responsabilità primaria della sicurezza alimentare, di qualsiasi alimento prodotto, realizzato, trasformato, importato, commercializzato o somministrato, è da attribuire all’operatore del settore alimentare (OSA) (Ministero della salute, 2021). Quest’ultimo si occupa della registrazione degli approvvigionamenti di materie prime in entrata e la consegna dei prodotti in uscita, ed è in possesso di un libretto di idoneità sanitaria, rilasciato dal comune di residenza. All’interno di questo libretto si attesta che l’operatore non sia affetto da una malattia infettiva contagiosa o da malattia comunque trasmissibile ad altri, o sia portatore di agenti patogeni. Tale libretto ha validità di un anno, e presso il comune in cui quest’ultimo è rilasciato, è istituito un apposito schedario in cui ne è conservata una copia. L’autorità sanitaria competente può disporre in ogni momento accertamenti sullo stato sanitario del personale, e adottare in caso di necessità provvedimenti ai fini della tutela della salute pubblica. L’obbligo di formazione e informazione previsto dall’articolo 1, comma 2, lettera a), della legge regionale 19 dicembre 2003, n. 41 è sostituito dalla formazione impartita dal datore di lavoro o dal responsabile dell’attività lavorativa di manipolazione alimentare. Tale formazione deve essere opportunamente rinnovata ogni qualvolta sopraggiungano variazioni del ciclo produttivo (Consiglio regionale del Veneto, 2013). Talmente è diffuso l’utilizzo della farina e dell’olio derivati dai semi della canapa, che è presente sul mercato una grande varietà di prodotti, di seguito alcuni esempi.



Casarecce Bio senza glutine alla Canapa 250gr

Figura 7. Primo esempio di alimento a base di farina di canapa.



Buon latte di semi di canapa, 1 litro GOOD160

Figura 8. Secondo esempio di alimento a base di farina di canapa.



Barrette Energetiche di Semi di Canapa BIO con la Mango 15 x 48g

Figura 9. Terzo esempio di alimento a base di farina di canapa.

Come già discusso precedentemente la farina ottenuta dai semi di canapa può essere utilizzata in alimenti per celiaci, ovvero da persone che soffrono di intolleranza al glutine. Il glutine è una miscela di proteine, in particolare è costituito da prolamina e glutenina, che ritroviamo nei semi di frumento, orzo, segale e avena. Le proteine che costituiscono il glutine sono

altamente resistenti all'idrolisi che avviene nel tratto gastrointestinale umano, mediata dalle proteasi. È dunque questa la causa delle allergie che si vengono a verificare nella popolazione geneticamente predisposta. Oggigiorno tra i modi che si conoscono per ridurre i problemi legati all'assunzione di glutine c'è innanzitutto la dieta priva di glutine, che ha dimostrato i suoi effetti. Esistono inoltre programmi di prevenzione, terapia enzimatica, correzione delle vie di patogenicità del glutine e di cereali geneticamente modificati a ridotta immunotossicità (Balakireva, et al., 2016). Secondo la normativa vigente le indicazioni "senza glutine" e "a contenuto di glutine basso" nell'etichettatura degli alimenti sono disciplinate dal Regolamento comunitario 828/2014, in quanto informazioni date su base volontaria ai sensi dell'articolo 36 del Regolamento (UE) 1169/2011. Nel momento in cui un alimento sia specificatamente formulato per celiaci per sostituire gli alimenti contenenti cereali che siano fonte di glutine, le indicazioni sull'assenza o sulla presenza in esiguo contenuto possono essere seguite dalla dizione "specificatamente formulato per celiaci" o "per persone intolleranti al glutine". Nel caso di alimenti non specificatamente formulati per celiaci a base di ingredienti privi di glutine, come ad esempio la farina ottenuta dai semi di canapa, è ammessa come informazione accessoria solamente l'indicazione "senza glutine", che può essere seguita dalla dizione "adatto ai celiaci" o "alle persone intolleranti al glutine", fermo restando l'articolo 7 del Regolamento (UE) 1169/2011. Secondo il DM 17 maggio 2016 gli operatori del settore alimentare (OSA) per ottenerne l'erogabilità hanno la facoltà di informarne tramite notifica il Ministero della salute degli alimenti senza glutine specificatamente formulati per celiaci ricadenti nelle categorie definite dall'articolo 2 del DM 10 agosto 2018. All'interno della richiesta di erogabilità l'OSA deve riportare in maniera completa la dizione "alimento senza glutine specificatamente formulato per celiaci (o per persone intolleranti al glutine)", tutte le volte che ci si riferisce all'assenza di glutine sull'etichetta dell'alimento. Con il decreto del 10 agosto 2018 sono stati aggiornati i tetti di spesa e l'erogabilità di tali prodotti, ed è stata mantenuta solo per gli alimenti destinati a sostituire quelli contenenti cereali fonte di glutine, che sono tradizionalmente conosciuti (Ministero della salute, 2021).

6.2. Integratore alimentare

Dato che è stato chiarito come i prodotti ottenibili a partire dai semi di canapa possono essere utilizzati nelle preparazioni alimentari, trattandosi di alimenti, potranno anche essere inseriti all'interno di formulazioni di integratori alimentari. Esistono infatti delle tabelle fornite dal ministero della salute in cui sono presenti ed elencati tutti i prodotti alimentari utilizzabili all'interno di integratori alimentari (Tab.6). Sappiamo che gli integratori sono una tipologia di alimenti che rientrano nella categoria "Alimenti diversi da quelli di uso corrente" e nello specifico sono definiti secondo le direttive del Ministero della salute come "prodotti

alimentari destinati ad integrare la comune dieta e che costituiscono una fonte concentrata di sostanze nutritive, quali le vitamine e i minerali, o di altre sostanze aventi un effetto nutritivo o fisiologico, in particolare, ma non in via esclusiva, aminoacidi, acidi grassi essenziali, fibre ed estratti di origine vegetale, sia monocomposti che pluricomposti, in forme predosate” e seguono la Direttiva 2002/46/CE, attuata con il recepimento mediante il decreto legislativo 21 maggio 2004, n. 169. Gli integratori alimentari sono solitamente allestiti come unità di consumo in forma di capsule, compresse, polveri in bustine, flaconi a contagocce, gomme da masticare, ecc. Contribuiscono al benessere ottimizzando e/o favorendo le normali funzioni dell’organismo, mediante l’apporto di nutrienti o altre sostanze ad effetto nutritivo, o fisiologico, ed essendo inoltre formulati in modo che l’assunzione sia per via orale e senza particolare apporto calorico. L’immissione in commercio di un integratore alimentare avviene solo dopo notifica dell’etichetta al Ministero della Salute. Una volta che questa procedura è superata i prodotti sono inseriti in un elenco con un relativo codice, i cui estremi possono essere riportati in etichetta. In fine una volta messi in commercio, i prodotti sono inclusi in un apposito elenco (Ministero della salute, 2021). Di seguito alcuni degli elenchi messi a disposizione dal Ministero della salute, in cui sono specificati gli alimenti e i prodotti derivati consentiti e non, per la formulazione di nuovi integratori alimentari (Ministero della salute, 2021).

Tabella 3. Tabella ministeriale "Elenco sostanze e preparati vegetali ammessi negli integratori alimentari", pagina 13, riportato contenuto Allegato 1 DM 9 luglio 2012 (Ministero della salute, 2021).



CANARIUM ROSTRATUM ZIPPEL.	resina		
CANAVALIA ENSIFORMIS (L.) DC.	fructus		
CANNABIS SATIVA L.	semen, oleum		oleum: Integrità e funzionalità delle membrane cellulari. Trofismo e funzionalità della pelle. Contrasto dei disturbi del ciclo mestruale. Funzionalità articolare.
CAPPARIS SPINOSA L.	flos, fructus		flos: Funzione digestiva. Funzionalità delle prime vie respiratorie.
CAPSELLA BURSA- PASTORIS MED	herba		herba: Contrasto dei disturbi del ciclo mestruale. Drenaggio dei liquidi corporei. Funzionalità delle vie urinarie.

Tabella 4. Tabella ministeriale "Elenco di sostanze e preparati vegetali non ammessi negli integratori alimentari", pagina 2 (Ministero della salute, 2021).

CALYSTEGIA SEPIUM (L) R. BR.			pianta erbacea, radice
CANARIUM INDICUM L.			
CANNABIS INDICA LAM.			resina, sommità femminili
CASIMIROA EDULIS LLAVE ET L.			seme
CASSIA OCCIDENTALIS L.			seme

6.3. Novel food

Recentemente il cannabidiolo, comunemente conosciuto anche come CBD, ha guadagnato risalto nell'industria farmaceutica e alimentare. Negli ultimi anni infatti è stato oggetto di crescente interesse ed è sufficiente digitare la parola "cannabidiolo" sul portale Pub Med, per rendersi conto delle migliaia di pubblicazioni che sono presenti. Nel periodo tra il 2003 e il 2007 infatti le pubblicazioni erano appena più di 200 e solamente 50 tra il 1999 e il 2002 (Zuardi, 2008). Questa sostanza è stata isolata dalle infiorescenze delle piante di genere *Cannabis* per la prima volta nel 1940 (Adams, et al., 1940), e la sua struttura non è stata caratterizzata prima del 1963 (Michoulam, et al., 1963).

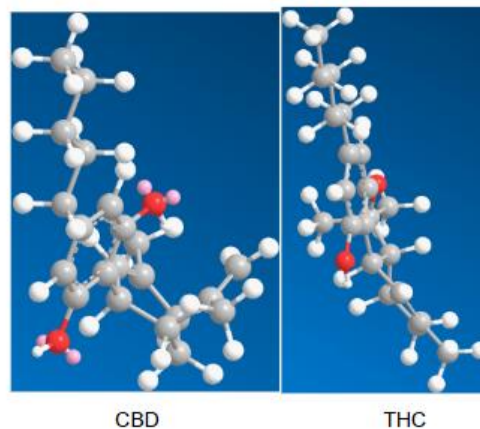


Figura 10. Differenze strutturali tra CBD e THC (Reggio, et al., 1995)

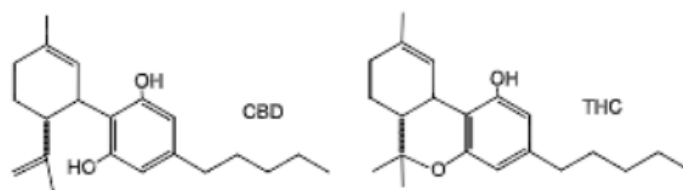


Figura 11. Differenze strutturali tra CBD e THC (Reggio, et al., 1995)

Nonostante le due molecole (THC e CBD) abbiano delle possibili sovrapposizioni, notiamo come vi siano delle differenze strutturali significative (Reggio, et al., 1995). La molecola del THC è sostanzialmente con conformazione planare, mentre il CBD adotta una conformazione tale che i due anelli formano degli angoli retti tra loro (Reggio, et al., 1993). Il cannabidiolo (CBD) viene estratto da infiorescenze e foglie delle specie di canapa industriale, costituendo dunque un prodotto secondario, che però possiede alto valore. Nel 2013, 240 tonnellate di

infiorescenze e foglie sono state ottenute per l'utilizzo in campo medico (THC/CBD), nel campo alimentare (CBD) e per la produzione di oli essenziali utilizzati poi per cibo e bevande. Nel 2010 invece la quantità di tali prodotti che era stata ottenuta era decisamente più esigua, si trattava infatti di sole 7,5 tonnellate. Ciò significa che l'aumento di utilizzo ed estrazione del cannabidiolo (CBD) è aumentata nel giro di 3 anni del 3000% (Carus, et al., 2016). Recentemente anche l'Agenzia Europea per la Sicurezza degli alimenti (EFSA, *European Food and Safety authority*), si è espressa riguardo la sicurezza dell'utilizzo in campo alimentare di cannabidiolo, (CBD) considerandolo un possibile novel food¹. Secondo quanto pubblicato dell'EFSA il 7 giugno 2022, la Commissione Europea ha determinato che il cannabidiolo (CBD) potrebbe essere considerato un novel food (NF) e al momento l'EFSA sta ancora analizzando 19 richieste. Contemporaneamente a tali valutazioni però è diventato chiaro che esistono delle falle conoscitive che necessitano di essere comprese prima di dichiarare se il CBD sia davvero sicuro. La letteratura riguardo gli esperimenti e la ricerca su animali o persone riguardano la sua sicurezza, principale caratteristica da dimostrare. Molti degli studi su persone sono stati svolti con il prodotto Epidyolex®, un medicinale al CBD autorizzato per il trattamento di epilessia refrattaria (European Food Safety Authority, 2022). Questo farmaco a base di CBD è stato rimosso dalla lista delle sostanze sottoposte a controllo, e contiene meno dello 0,1% di THC. Grazie a ciò è considerato un prodotto non psicoattivo, ed è l'unico prodotto derivato dalle infiorescenze di *Cannabis* approvato dalla U.S. Food and Drug Administration (Gamage, 2020).



Figura 12. Medicinale Epidyolex (Gamage, 2020)

¹ Secondo il ministero della salute innanzi tutto per essere considerato tale deve essere un prodotto o una sostanza alimentare privo di storia di consumo “significativo” dopo il 15 maggio 1997 in Europa, e che, quindi, deve essere valutato per garantirne la sicurezza prima della messa in commercio. I novel food sono una categoria di alimenti diversi dall'uso comune, che sono regolati dal Regolamento (UE) 2015/2283 entrato in vigore il 1° gennaio 2018. Questo regolamento ha apportato delle novità, rendendo la richiesta di autorizzazione per la messa in commercio di un novel food di tipo centralizzato. Ciò significa che tale richiesta deve essere presentata direttamente alla Commissione europea, mediante sistema telematico, anziché ad uno degli Stati membri come avveniva precedentemente. La richiesta deve essere compilata secondo le linee guida fornite dall'*European Food Safety Authority* (EFSA), e deve contenere al suo interno dati scientificamente dimostrati che supportino la sicurezza della sostanza oggetto della domanda di autorizzazione. L'accertamento sulla sicurezza viene eseguito dall'EFSA, e in caso di parere positivo la Commissione rilascerà l'autorizzazione attraverso l'inserimento del “novel food autorizzato” nell'elenco dell'unione, chiamato *Union list*, assieme alle tipologie alimentari in cui può essere contenuto e le dosi. Qualora un alimento ottenuto dalla produzione primaria abbia dimostrato una storia sicura e comprovata di consumo in un paese fuori dall'Unione, il nuovo regolamento prevede una procedura agevolata per l'immissione sul mercato Comunitario di “Alimenti tradizionali da Paesi terzi”. La richiesta anche in questo caso va corredata secondo quanto è deciso dall'EFSA e va presentata alla Commissione, allegandovi i dati sulla sicurezza d'uso del paese in cui era già in commercio (Ministero della salute, 2021).

Se consideriamo l'utilizzo di questa preparazione nei casi di patologie con sintomatologia di entità rilevante, chiaramente, gli effetti avversi possono essere tollerati nei casi in cui si manifestano, dato che il beneficio è maggiore rispetto a questi ultimi. Questa condizione però non è accettabile nel caso in cui si vada ad utilizzare il cannabidiolo (CBD) come novel food. Inoltre, bisogna specificare che le sperimentazioni effettuate sono state eseguite utilizzando una dose terapeutica di cannabidiolo (CBD). Non è stata riscontrata dose senza effetto avverso osservabile, e il metabolismo che subisce la sostanza a livello dell'organismo deve ancora essere approfondito. Al momento non sono ancora stati analizzati profilo tossicologico, emivita ed eventuali fenomeni di accumulo. Gli effetti del cannabidiolo (CBD) nel tratto gastrointestinale, nel fegato, nel sistema endocrino, nel sistema nervoso e nelle funzioni fisiologiche devono ancora essere chiarite. Gli studi in vivo effettuati sugli animali hanno mostrato una tossicità sull'apparato riproduttivo significativa e l'entità nell'organismo umano, e soprattutto nelle donne in età fertile, deve essere attentamente valutata. Data la grande quantità di dati mancanti la Commissione ha decretato che al momento non è possibile definire la sicurezza del CBD come novel food (European Food Safety Authority, 2022).

7. LEGISLAZIONE PER LA COLTIVAZIONE

Dati i limiti molto restrittivi determinati dalla legge italiana, chi coltiva piante del genere *Cannabis* nel nostro paese deve sottostare ad una normativa precisa e rigorosa. È infatti possibile utilizzare solamente varietà che siano state certificate a livello dell'Unione Europea, cioè che abbiano un contenuto in THC inferiore al limite di legge dello 0,2% con tolleranza fino allo 0,6%. Una volta messa a dimora la coltura sarà inoltre obbligatorio conservare cartellini delle sementi e le fatture d'acquisto per la durata di un anno. Durante la coltivazione, inoltre, le forze dell'ordine sono autorizzate ad effettuare controlli in qualsiasi momento, mediante il prelievamento di campioni analizzabili secondo la normativa sancita dal regolamento comunitario 1164/89. Taluni controlli però possono avvenire solo in presenza del titolare aziendale. Nel caso in cui l'esito delle analisi dimostri il superamento in contenuto di THC stabilito per legge, presentando fattura e cartellino che dimostrino che le varietà utilizzate erano effettivamente tra quelle consentite, la coltivazione viene solamente distrutta o sequestrata, senza l'applicazione di sanzioni penali (Ranalli, 2020).

8. MATERIALI E METODI

8.1. Considerazioni generali e descrizione sito di impianto

La prova in campo ha avuto inizio il 26 Aprile del 2021 con la preparazione del letto di semina, suddivisione del terreno a disposizione in parcelle, distribuzione della prima dose di fertilizzante in superficie e infine la semina delle sementi di canapa della varietà Futura 75. La quantità di seme che è stata distribuita è stata 21, 173 kg/ha. La seconda dose split è stata invece distribuita il 3 giugno 2021. La prova sperimentale è avvenuta all'interno dell'areale dell'azienda sperimentale "Lucio Toniolo", sita in Legnaro in Viale dell'Università, 4 (45°21'00"N, 11°57'02"E, 7m a.s.l). Il ciclo vitale della coltura è terminato il giorno 5 ottobre 2021, con la raccolta della biomassa di canapa.



Figura 13. Immagine del campo vista dall'alto.

8.2. Suddivisione delle parcelle

L'esperimento è stato suddiviso in blocchi randomizzati con piano parzialmente fattoriale di 6 diverse tipologie di concime e 7 livelli di azoto, per un totale di 78 parcelle.

Tabella 5. Schema della disposizione sperimentale delle parcelle nel campo.

A1 US 125	B1 US 150	C1 N0b	D1 GA 150	E1 UR 75	F1 LR 100	G1 N0b	H1 BM 50	I1 US 75	J1 GA 150	K1 GB 150	L1 BM 150	M1 UR 125
A2 N0a	B2 US 25	C2 UR 100	D2 LR 100	E2 GB 150	F2 BM 150	G2 GA 100	H2 US 50	I2 US 125	J2 US 150	K2 LR 50	L2 US 75	M2 US 125
A3 UR 50	B3 BM 150	C3 BM 50	D3 UR 25	E3 GA 50	F3 GA 50	G3 GB 100	H3 GB 150	I3 US 25	J3 N0a	K3 GA 100	L3 LR 100	M3 US 100
A4 UR 125	B4 US 75	C4 US 50	D4 GA 100	E4 LR 150	F4 UR 50	G4 US 100	H4 UR 75	I4 UR 150	J4 UR 25	K4 GA 50	L4 US 25	M4 GB 100
A5 GB 100	B5 LR 50	C5 US 100	D5 UR 150	E5 BM 100	F5 UR 100	G5 LR 50	H5 LR 150	I5 MB 100	J5 US 150	K5 N0b	L5 N0a	M5 UR 100
A6 GB 50							H6 UR 125	I6 UR 25	J6 UR 75	K6 UR 50	L6 BM 100	M6 BM 50
								I7 GB 50	J7 US 50	K7 GA 150	L7 UR 150	M7 LR 150
										M8 GB 50		

Blocco 3	Blocco 2	Blocco 1
----------	----------	----------

Tabella 6. Metratura delle parcelle

Colore	Superficie (m)
	6 x 5
	6 x 5
	6 x 5
	18 x 2

Sono stati definiti blocchi randomizzati con un piano parzialmente fattoriale di 6 tesi (BM, GA, GB, LR, UR e US) con 7 livelli di azoto:

- 0 kg/ha
- 25 kg/ha
- 50 kg/ha
- 75 kg/ha
- 100 kg/ha
- 125 kg/ha
- 150 kg/ha

Tabella 7. Corrispondenza tra numero di parcella e tesi utilizzata

Blocco 1	tesi	Blocco 2	tesi	Blocco 3	tesi
J4	UR 25	F1	LR100	A1	US125
J5	US 150	F2	BM150	A2	N0a
J6	UR 75	F3	GA50	A3	UR50
J7	US 50	F4	UR50	A4	UR125
K1	GB 150	F5	UR100	A5	GB100
K2	LR 50	G1	N0b	B1	US150
K3	GA 100	G2	GA100	B2	US25
K4	GA 50	G3	GB100	B3	BM150
K5	N0 b	G4	US100	B4	US75
K6	UR 50	G5	LR50	B5	LR50
K7	GA 150	H1	BM50	C1	N0b
L1	BM 150	H2	US50	C2	UR100
L2	US 75	H3	GB150	C3	BM50
L3	LR 100	H4	UR75	C4	US50
L4	US 25	H5	LR150	C5	US100
L5	N0 a	H6	UR125	D1	GA150
L6	BM 100	I1	US75	D2	LR100
L7	UR 150	I2	US125	D3	UR25
M1	UR 125	I3	US25	D4	GA100
M2	US 125	I4	UR150	D5	UR150
M3	US 100	I5	BM100	E1	UR75
M4	GB 100	I6	UR25	E2	GB150

M5	UR 100
M6	BM 50
M7	LR 150

J1	GA150
J2	US150
J3	N0a

E3	GA50
E4	LR150
E5	BM100

K8	GB 50
L8	GB 50
M8	GB 50

I7	GB50
----	------

A6	GB50
B6	GB50
C6	GB50

Le 6 tesi confrontate in questo studio sono:

- BM: concime azotato rivestito con sostanza di tipo 1
- GA: concime azotato rivestito con sostanza di tipo 2
- GB: concime azotato rivestito sia con sostanza tipo 1 sia tipo 2
- LR: concimi azotati a lento rilascio commerciali NBPT
- UR: urea standard, apportata in un'unica dose
- US: urea standard split, apporto dell'urea in due momenti, alla semina e in copertura
- N0: nessun fertilizzante utilizzato, gruppo di controllo

Nella prova svolta con i semi di Futura 75 sono stati utilizzati, come appena descritto, diversi tipi di concimi azotati. Urea standard in alcune parcelle, in altre si sono sperimentati 3 fertilizzanti azotati innovativi con diversi rivestimenti, per testare se fossero effettivamente efficienti nel rallentare il rilascio del nutriente, e infine si sono anche utilizzati i fertilizzanti azotati a lento rilascio già presenti nel commercio, di tipo NBPT. La metileneurea (MU) è un tipo di fertilizzante a lento rilascio e l'utilizzo di questa nelle colture può incrementare l'efficienza sull'utilizzazione dell'azoto da parte delle colture e ridurre l'impatto ambientale dovuto alla fertilizzazione. Uno studio ha dimostrato che l'idrolisi dell'urea rilasciata dalla dimetileneurea (DMTU) è effettivamente inibita dall'n-butiletiofosforicotriammide (NBPT). La dimetilurea rilasciata sarà dunque assorbita dai microrganismi e scomposta in urea, ammonio e formaldeide ad opera degli enzimi intracellulari. L'urea e l'azoto ammoniacale (NH₃) derivate dalla degradazione della DMTU sono velocemente degradate, e a questo punto l'urea è idrolizzata in ammonio e anidride carbonica dall'ureasi che si trova nell'ambiente extracellulare. Possiamo dunque definire il rivestimento con NBPT un inibitore dell'ureasi (Yang, et al., 2016).

8.3. Azoto e clorofilla

L'azoto è un macronutriente necessario alle colture e di fondamentale importanza per il loro sviluppo. La sua scarsa disponibilità influenza direttamente la crescita, la resa in seme e la senescenza della pianta, la quale avverrà più precocemente. L'obiettivo di questo studio era valutare come ridurre il più possibile le perdite di azoto e i costi che si devono sostenere per la fertilizzazione. La concimazione azotata dovrebbe infatti essere eseguita nella fase vegetativa in cui la pianta la necessita maggiormente per la sua crescita, e nel momento in cui è in grado di assimilare meglio l'azoto. L'urea è diventata uno dei più comuni fertilizzanti per l'apporto di questo macronutriente, e questo è avvenuto grazie al suo contenuto in azoto, la sua stabilità chimica e la facile somministrazione (Subbarao, et al., 2012). Tuttavia, l'urea distribuita sulla superficie del terreno si idrolizza velocemente nella sua forma ammoniacale (NH_3) o di ione ammonio (NH_4^+). La forma ammoniacale in parte diverrà volatile e in parte sarà presente in alta concentrazione in alcune zone del suolo, danneggiando così i semi che stanno germinando e le giovani piante (Subbarao, et al., 2013). Inoltre, lo ione ammonio può facilmente passare alla forma di ione nitrato (NO_3^-) e di ossido nitrico (NO) per opera di batteri denitrificanti oppure può anche subire liscivazione nel sottosuolo, andando ad inquinare le falde acquifere sotterranee (Arango, et al., 2014). Il professor J. Palta dell'università del Wisconsin descrive proprio l'importanza della clorofilla, il pigmento che ricopre per tutte le piante un ruolo fondamentale per quanto riguarda la loro fisiologia, produttività e di conseguenza anche resa economica. È questo il motivo per cui è così importante conoscere la quantità di clorofilla contenuta nelle foglie. Nelle piante superiori sono presenti principalmente due tipi di clorofilla, la clorofilla a e la clorofilla b. La formula chimica della clorofilla tipo a è $\text{C}_{55} \text{H}_{72} \text{N}_4 \text{O}_5 \text{Mg}$, mentre quella della clorofilla b è $\text{C}_{55} \text{H}_{70} \text{N}_4 \text{O}_6 \text{Mg}$. Si tratta di associazione di un derivato della porfirina e un atomo di magnesio, legato ai 4 anelli pirrolici mediante legami di coordinazione. La clorofilla inoltre possiede due gruppi esterificati con metanolo e il fitolo, un alcol insaturo a lunga catena, che la rende insolubile in acqua. La clorofilla è dunque dotata di una testa porfirinica, nello strato proteico all'interno delle lamelle nel cloroplasto, e una coda costituita dal fitolo, la quale si estende nello strato lipidico, sempre interno al cloroplasto. Nei tessuti fogliari solitamente la proporzione riscontrata di clorofilla a è tre volte maggiore rispetto al contenuto in clorofilla b. Inoltre è risaputo come la quantità di clorofilla per unità di area sia indice della capacità fotosintetica delle piante. La quantità di clorofilla nei tessuti vegetali è influenzata dalla disponibilità di nutrienti, e in questo elaborato sarà valutata anche l'influenza data dalla disponibilità dell'azoto, e delle condizioni ambientali sfavorevoli. Le prime prove della assorbanza ottica della clorofilla risalgono ad oltre 90 anni fa (Palta, 1990).

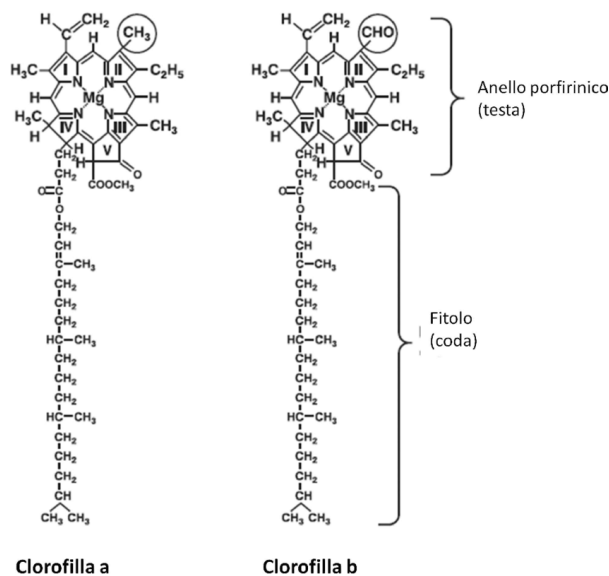


Figura 14. Formula di struttura delle molecole di clorofilla a e b, da <http://en.wikipedia.org/wiki/Chlorophyll>. Ridisegnato da Janusz Golik, (Filippo, et al., 2012).

Le scienziate B. Yoder e R.E. Pettigrew-Crosby già nel 1995 analizzarono lo spettro di riflettanza della chioma delle colture per riuscire a prevedere il contenuto e la concentrazione di azoto e clorofilla delle piante. Lo spettro analizzato era quello compreso tra i 400 e i 2500 nm (Yoder, et al., 1995). In laboratorio la spettrometria del vicino infrarosso (NIRS) può inoltre fornire stime della concentrazione di proteine, amminoacidi, lignina, cellulosa e altri importanti composti chimici, che si trovano nelle foglie essiccate (Norris, et al., 1976).

8.4. Descrizione radiometro multispettrale Crop Circle ACS-210

Questo strumento è costituito da un sensore attivo che lavora su bande di lunghezza d'onda centrate sulle regioni ambrata (509 nm) e NIR (880 nm), ed è in grado di calcolare l'indice di vegetazione NDVI (*Normalized Difference Vegetation index*). Questo avviene mediante la misurazione della riflettanza del suolo e delle chiome delle piante. L'indice di vegetazione della differenza normalizzata NDVI è correlato alla salute della vegetazione, in quanto basato sul tipo di riflettanza da parte delle piante, in determinate gamme dello spettro elettromagnetico. Questo tipo di radiometro multispettrale misura la presenza di attività fotosintetica, mettendola in correlazione con lo spettro del rosso e del vicino infrarosso. Le foglie delle piante sono in grado di assorbire mediante la clorofilla la luce visibile, in modo da riuscire a sfruttarla nel processo fotosintetico. La struttura fogliare ha inoltre una conformazione e composizione tale da riflettere la luce del vicino infrarosso. I valori

rilevabili di indice NDVI sono compresi in un range che va da -1 a +1, nello specifico nel momento in cui ci troviamo ad avere una superficie vegetativa i valori registrati saranno maggiori di 0,2. Una vegetazione sana assorbe la maggior parte della luce, che la irradia poi nello spettro del visibile, mentre riflette la maggior parte della luce nel vicino infrarosso. Dal momento che la riflettanza della chioma è correlata strettamente al contenuto di clorofilla nei tessuti fogliari, può essere sfruttata anche per misurare lo stato nitroso, cioè di azoto nella coltura (Ipe). La corretta valutazione della concentrazione di azoto nel suolo e nella coltura era alla base di uno studio, che applicava il metodo di gestione della fertilizzazione chiamato “ottimizzazione dinamica della fornitura di azoto” (Vos, et al., 1992). Lo strumento utilizzato per la sperimentazione in campo con Futura 75 è stato nello specifico il radiometro multispettrale Crop Circle ACS-210, il quale ha consentito rilevazioni precise, rapide, economiche e non distruttive. Rilevazioni di questo tipo possono di certo essere interessanti anche per la rilevazione di dati in altre colture. Riuscendo a tarare nella maniera più opportuna la risposta della canapa in termini di riflettanza, è possibile prevedere lo stato nutrizionale della pianta e le rese ottenibili. Si riesce così a soddisfare le esigenze colturali in fertilizzante azotato, producendo un impatto ambientale minore e una maggior resa in seme. Operativamente per effettuare la misurazione della riflettanza è necessario passare lo strumento, costituito da un asse verticale, uno schermo e da un sensore all’apice dell’asse, ad una altezza di circa 50 cm sopra la chioma delle piante. Lo strumento una volta attivato, proseguirà la rilevazione alla velocità di una misurazione al secondo; ciò renderà necessario il mantenimento del movimento del rilevatore, così che i dati raccolti provengano da vari punti all’interno della parcella. I punti rilevati in ogni parcella sono stati 14.

8.5. Date dei rilievi

I rilievi con lo strumento rilevatore radiometro multispettrale Crop Circle ACS-210 sono stati effettuati settimanalmente, dal 9 giugno al 21 settembre 2021, per un totale di 15 rilievi.

- Giugno 2021: 09, 16, 23, 30
- Luglio 2021: 13, 21, 27
- Agosto 2021: 04, 11, 18, 25
- Settembre 2021: 01, 08, 14, 21

9. RACCOLTA DEI DATI

I dati riguardo la produzione di semi sono stati rilevati solamente dopo la raccolta della biomassa avvenuta nel mese di ottobre, valutando il materiale raccolto in 2 m² di ogni parcella. Inizialmente le piante sono state tagliate alla base e poi le sommità fiorali sono state essiccate all'aria. Ovviamente si sono separate le sommità fiorali contenenti i semi. Il 10 novembre 2021 è stata eseguita la separazione meccanica dei semi dalle infiorescenze mediante trebbiatura, dopodiché il materiale ottenuto è stato diviso dalle impurità mediante l'utilizzo di un aspiratore, il quale ha separato i materiali in base alla loro densità.



Figura 15. Infiorescenze di canapa durante l'essiccazione

9.1. Confronto tra BM, GA, GB e LR per valutazione di quantità di semi prodotti

Secondo l'analisi statistica di campioni di semi ottenuti con la raccolta in ottobre, si è potuto concludere che i risultati che hanno portato a variazione significativa della produzione si trovano nella seconda tabella, in particolare tra le produzioni che sono state ottenute con la concentrazione di fertilizzante 50 e 150. Nel primo caso il campione di materiale essiccato pesava 0.668 Mg/ha e 0.888 Mg/ha nel secondo. Il valore di media prodotto dai concimi rivestiti, distribuiti in dose di 100 Kg/ha è stato di 0.820 Mg/ha. Il fatto che non ci sia variazione tra le dosi di 100 e 150 Kg/ha suggerisce che aumentare l'apporto da 100 a 150 costituisca una quantità di azoto non necessario alla coltura.

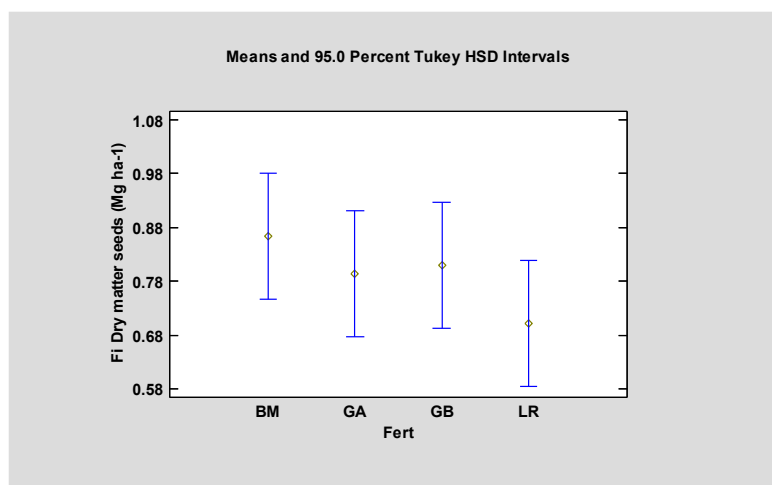


Figura 16. Comparazione della produzione di semi ottenuta nelle parcelle in cui è stato utilizzato concime azotato rivestito con sostanza di tipo 1 (BM), concime azotato rivestito con sostanza di tipo 2 (GA), concime azotato rivestito sia con sostanza tipo 1 sia tipo 2 (GB), concimi azotati a lento rilascio commerciali NBPT (LR)

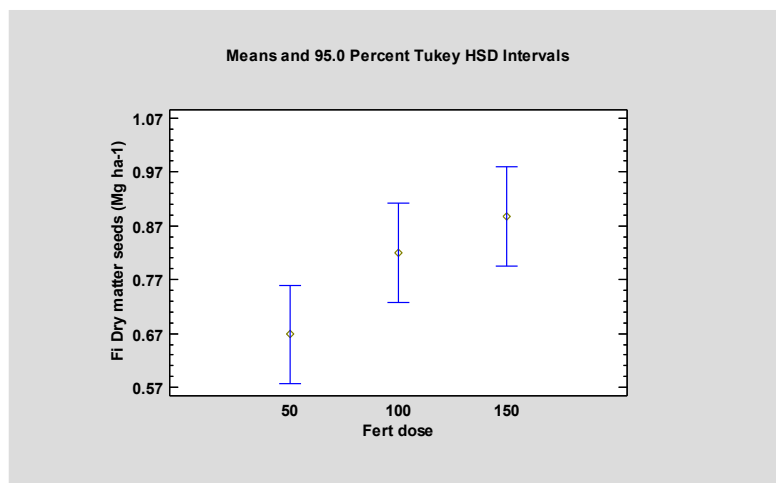


Figura 17. Comparazione della produzione di semi ottenuta nelle parcelle in cui sono stati utilizzati livelli differenziati di azoto, non suddividendole in base al tipo di fertilizzante utilizzato, in dosi di 50, 100 e 150 Kg/ha.

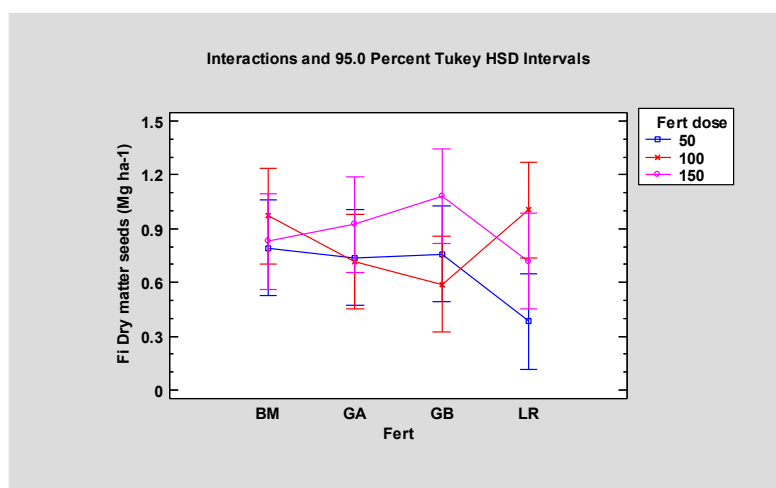


Figura 18. Raggruppamento e unione dei dati di resa in seme in risposta all'utilizzo di varie concentrazioni (50, 100, 150 kg/ha) di fertilizzante azotato e dei vari tipi di fertilizzanti: rivestito con sostanza di tipo 1 (BM), concime azotato rivestito con sostanza di tipo 2 (GA), concime azotato rivestito sia con sostanza tipo 1, sia tipo 2 (GB), concimi azotati a lento rilascio commerciali NBPT (LR).

9.2 Confronto tra BM, GA, GB, LR, per valutazione di concentrazione di lipidi, azoto e proteina grezza

Nelle Figure 19, 20, 21 e nella figura 22, 23, 24 è possibile notare che il contenuto percentuale di lipidi, azoto e proteina grezza nei semi delle piante raccolte nel mese di ottobre, non ha mostrato una differenza significativa dei valori medi tra le diverse tipologie di concime (BM, GA, GB, LR) e le diverse dosi di N applicate (50, 100, 150 kg ha⁻¹).

Figure 19, 20, 21- Valori medi dei campioni di percentuale di 19) lipidi, 20) azoto, 21) proteina grezza presente nei semi in risposta a diversi tipi di fertilizzazione

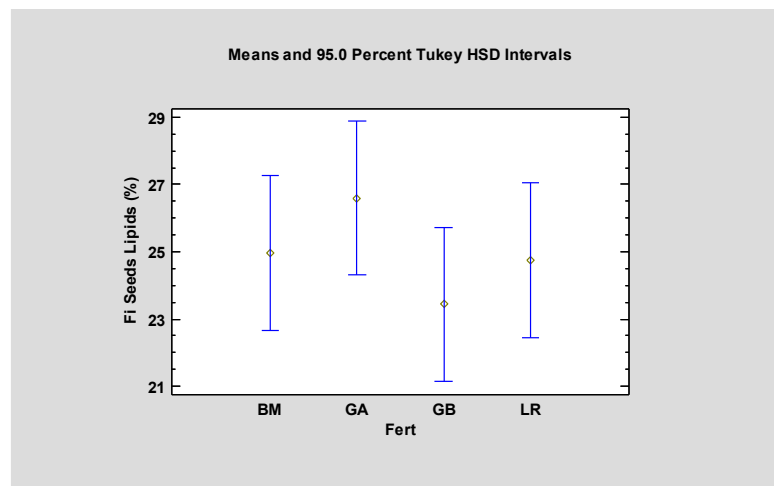


Figura 19. Valori medi dei campioni di percentuale di lipidi presente nei semi in risposta a diversi tipi di fertilizzazione (BM, GA, GB, LR).

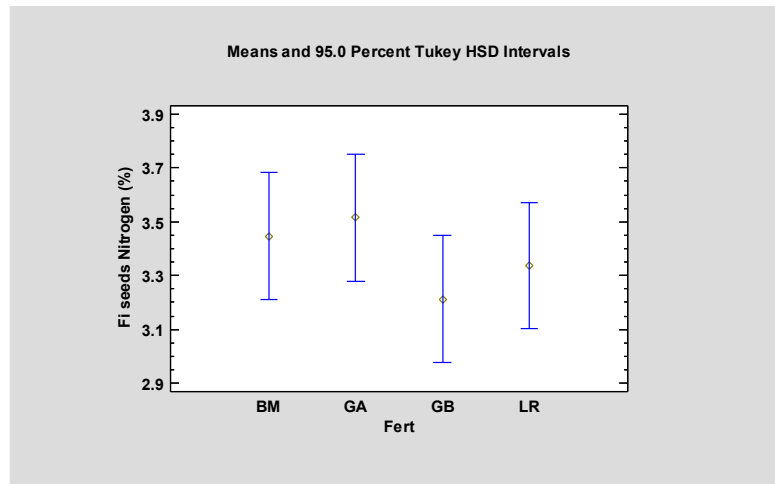


Figura 20. Valori medi dei campioni di percentuale di azoto presente nei semi in risposta a diversi tipi di fertilizzazione (BM, GA, GB, LR).

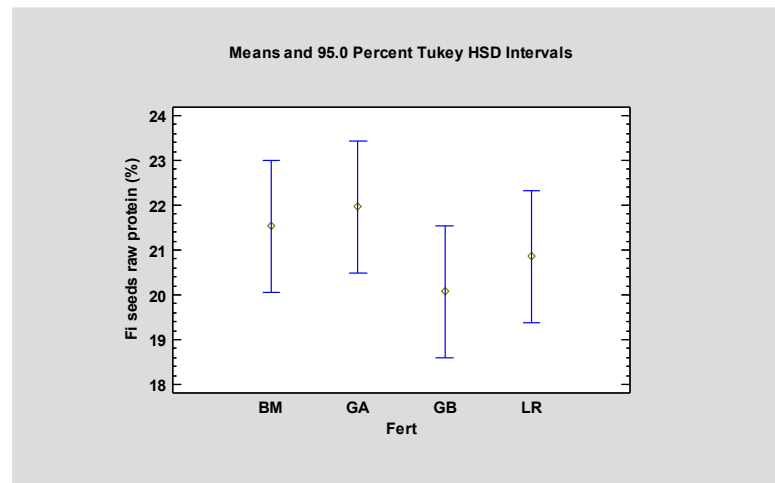


Figura 21. Valori medi dei campioni di percentuale di proteina grezza presente nei semi in risposta a diversi tipi di fertilizzazione (BM, GA, GB, LR).

Figure 22, 23, 24 - Valori medi dei campioni di percentuale di 22) lipidi, 23) azoto, 24) proteina grezza, presente nei semi in risposta a diverse dosi di fertilizzante N (50, 100, 150 kg ha-1)

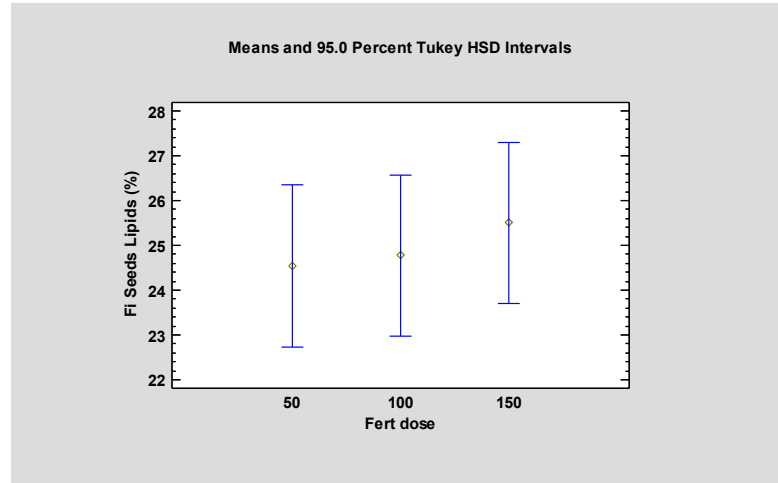


Figura 22. Valori medi dei campioni di percentuale di lipidi presente nei semi in risposta a diverse dosi di fertilizzante N (50, 100, 150 kg ha-1).

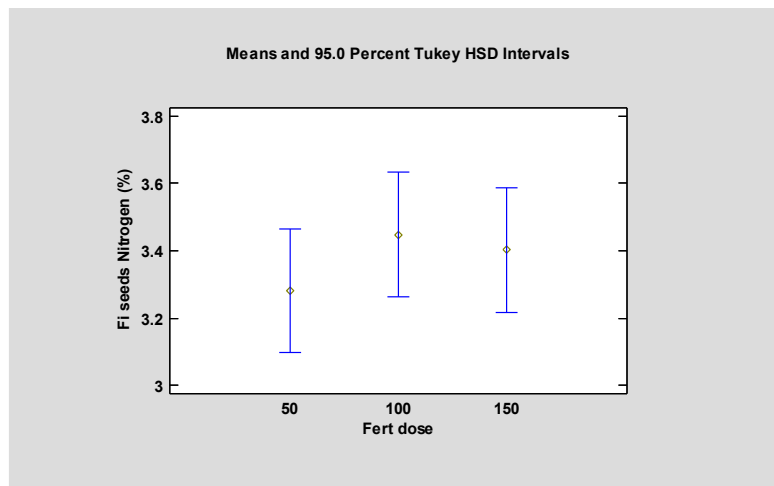


Figura 23. Valori medi dei campioni di percentuale di azoto presente nei semi in risposta a diverse dosi di fertilizzante N (50, 100, 150 kg ha-1).

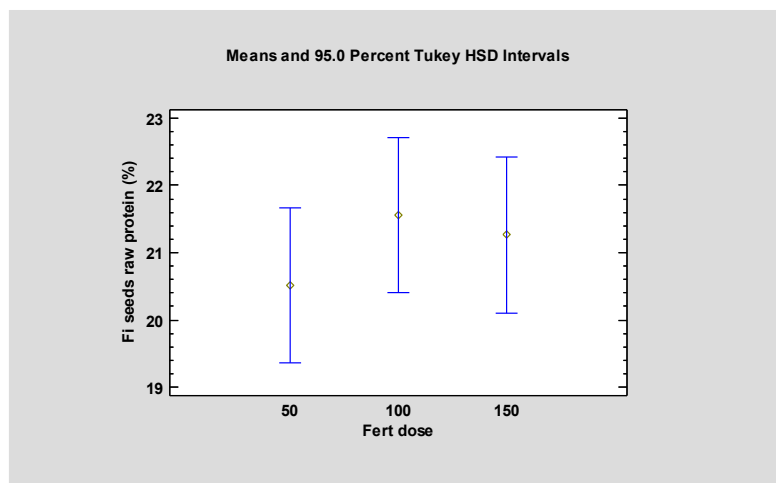


Figura 24. Valori medi dei campioni di percentuale di proteina grezza presente nei semi in risposta a diverse dosi di fertilizzante N (50, 100, 150 kg ha⁻¹).

Figure 25, 26, 27- Valori medi dei campioni di percentuale di a) lipidi, b) azoto, c) proteina grezza presente nei semi in risposta all'interazione tra diverse dosi di fertilizzante N (50,100, 150 kg ha-1) e diversi tipi di fertilizzante (BM, GA, GB, LR)

La Figura 25, 26, 27, mostra i valori percentuali di contenuto in lipidi, azoto e proteina grezza all'interno dei semi in risposta all'interazione tra diversi fertilizzanti e diverse dosi di azoto. Anche in questo caso non c'era differenza tra i valori.

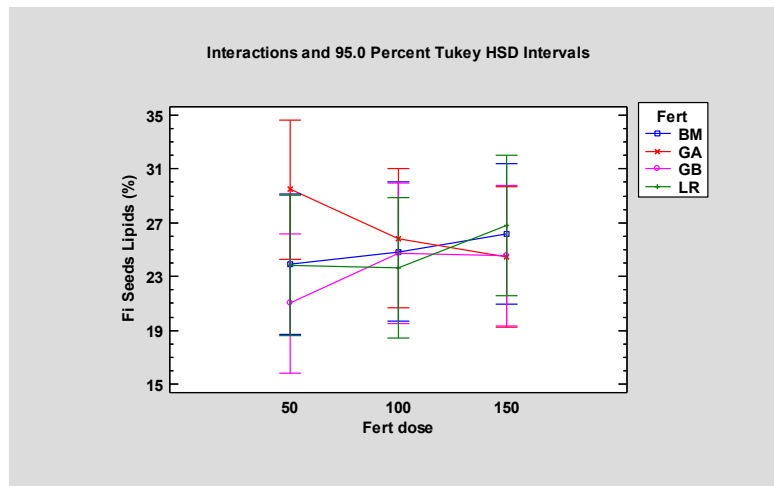


Figura 25. Valori medi dei campioni di percentuale di lipidi presente nei semi in risposta all'interazione tra diverse dosi di fertilizzante N (50, 100, 150 kg ha-1) e diversi tipi di fertilizzante (BM, GA, GB, LR).

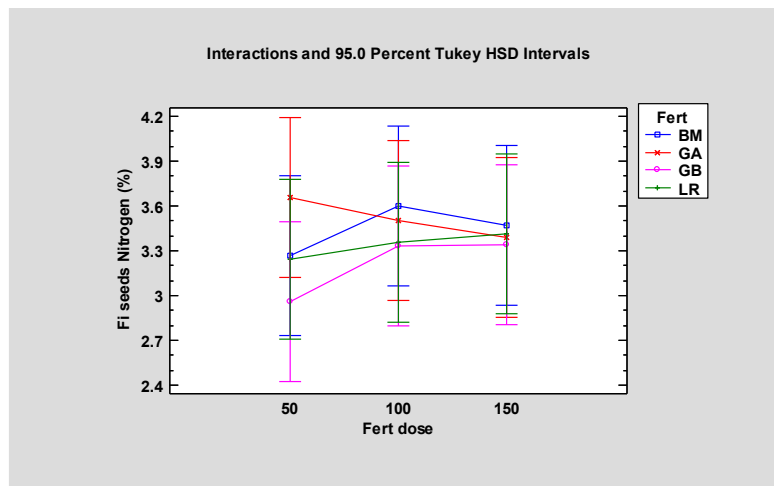


Figura 26. Valori medi dei campioni di percentuale di azoto presente nei semi in risposta all'interazione tra diverse dosi di fertilizzante N (50, 100, 150 kg ha-1) e diversi tipi di fertilizzante (BM, GA, GB, LR).

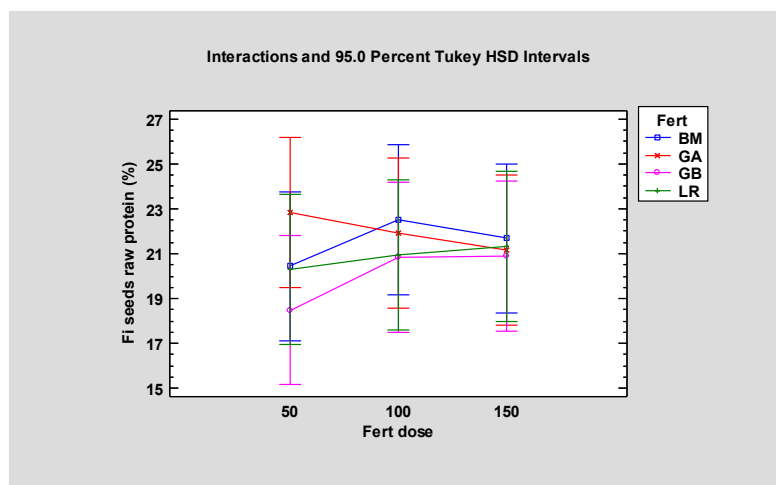


Figura 27. Valori medi dei campioni di percentuale di proteina grezza presente nei semi in risposta all'interazione tra diverse dosi di fertilizzante N (50, 100, 150 kg ha⁻¹) e diversi tipi di fertilizzante (BM, GA, GB, LR).

9.3. Confronto tra BM, GA, GB e LR utilizzati a varie concentrazioni (50, 100, 150 kg ha⁻¹) per valutazione di quantità di biomassa prodotta dalla raccolta di ottobre

Riguardo la biomassa essiccata ottenuta, anche in questo caso non c'è stata differenza significativa né nell'utilizzo di diversi fertilizzanti rivestiti (BM, GA, GB, LR), né nell'utilizzo di diverse dosi di azoto (50, 100, 150 kg ha⁻¹).

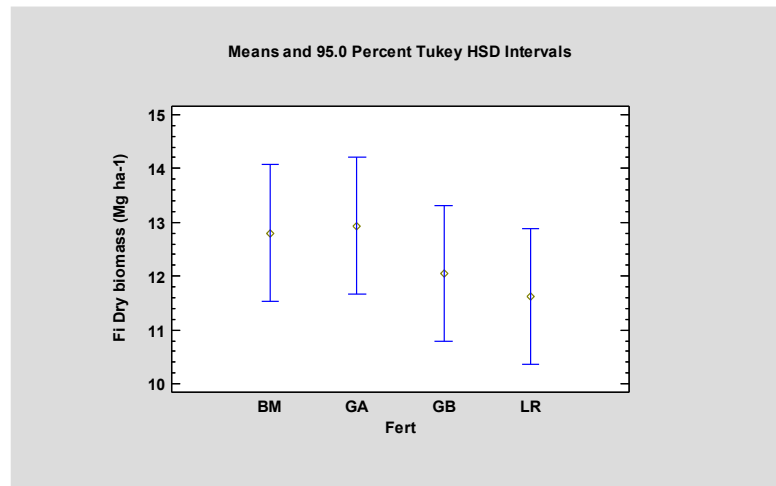


Figura 28. Comparazione della sola biomassa essiccata (Mg ha⁻¹) ottenuta nelle parcelle in cui è stato utilizzato concime azotato rivestito con sostanza di tipo 1 (BM), concime azotato rivestito con sostanza di tipo 2 (GA), concime azotato rivestito sia con sostanza tipo 1 sia tipo 2 (GB), concimi azotati a lento rilascio commerciali NBPT (LR).

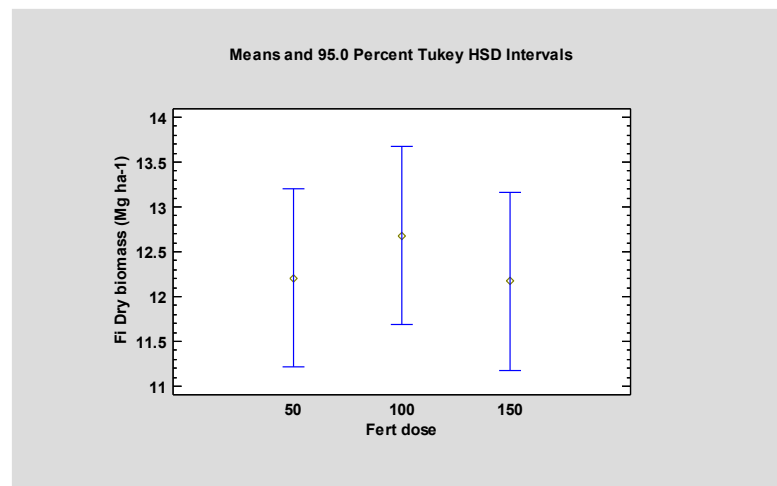


Figura 29. Comparazione della sola biomassa essiccata (Mg ha⁻¹) ottenuta nelle parcelle in risposta all'utilizzo di differenti dosi di fertilizzanti azotati rivestiti (50, 100, 150 kg ha⁻¹).

9.4. Risultati dell'azoto % rilevato con metodo Kjeldahl, TKN (Total Kjeldahl Nitrogen)

Nella figura 30 vediamo i valori significativi delle analisi Total Kjeldahl Nitrogen (TKN) per ogni tipo di fertilizzante rivestito (BM, GA, GB, GB, GB, LR), mentre la figura 31 rappresenta i dati ottenuti nelle parcelle con la medesima concentrazione di fertilizzanti azotati (50, 100, 150 kg ha⁻¹)

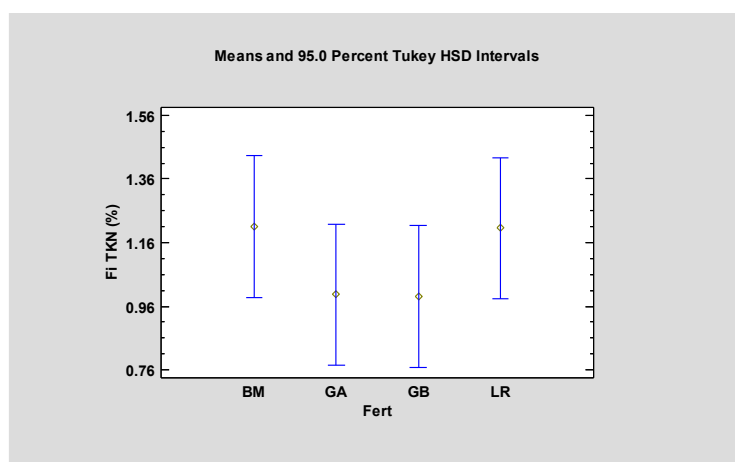


Figura 30. Valori significativi delle analisi % TKN dei campioni in risposta a differenti tipologie di fertilizzanti rivestiti (BM, GA, GB, LR).

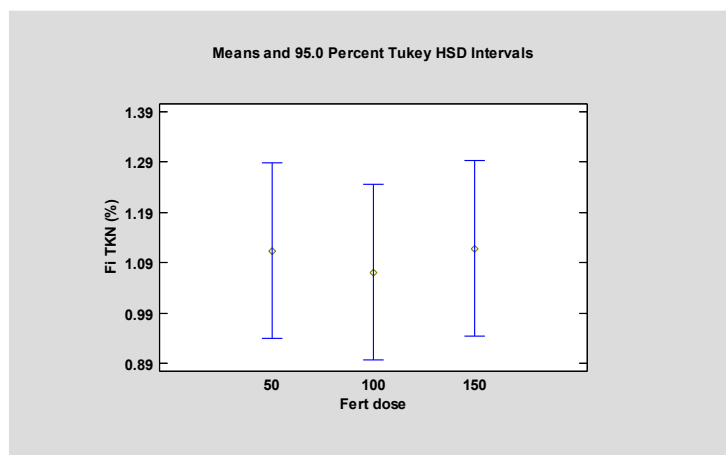


Figura 31. Valori significativi delle analisi % TKN dei campioni in risposta a differenti concentrazioni di fertilizzanti rivestiti (50, 100, 150 kg ha⁻¹.)

9.5. Risultati sull'assorbimento di azoto (Kg ha^{-1})

Come si denota dall'analisi dei dati, nemmeno in questo caso i campioni hanno mostrato influenza significativa sull'assorbimento di azoto, dovuti ai vari fertilizzanti rivestiti (BM, GA, GB, LR) e le differenti concentrazioni (50, 100, 150 kg ha^{-1}).

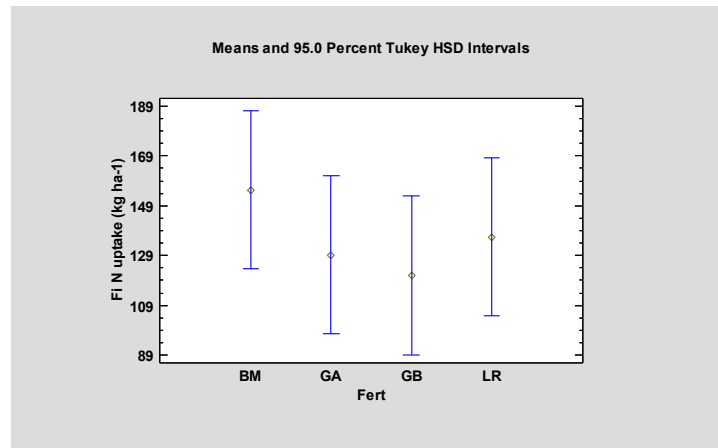


Figura 32. Valori significativi sull'assorbimento di azoto dei campioni in risposta a differenti tipologie di fertilizzanti rivestiti (BM, GA, GB, LR).

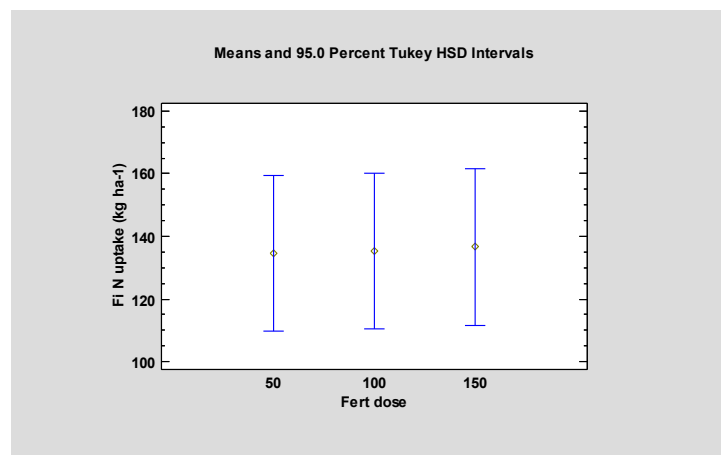


Figura 33. Valori significativi delle sull'assorbimento di azoto dei campioni in risposta a differenti dosi di fertilizzanti rivestiti (50, 100, 150 kg ha^{-1}).

9.6. Risultati riguardo l'indice di raccolta

Nella figura 34 vediamo i valori significativi per l'indice di raccolta finale in risposta a ciascun tipo di fertilizzante azotato rivestito. Secondo i dati raccolti nessuno dei risultati ha avuto una differenza statistica significativa. Nella figura 35 vediamo invece l'indice di raccolta in risposta alle differenti dosi dei fertilizzanti azotati rivestiti utilizzati. L'analisi statistica ha fornito due livelli di significatività osservabili con valori inferiori allo 0.05, dunque le dosi di fertilizzanti azotati hanno un effetto statistico significativo nell'indice finale di raccolta con un livello di confidenza del 95.0%. Nello specifico la variazione significativa è avvenuta tra le dosi di 50 e 100 Kg ha⁻¹, con valori di 0.054 e 0.074 rispettivamente.

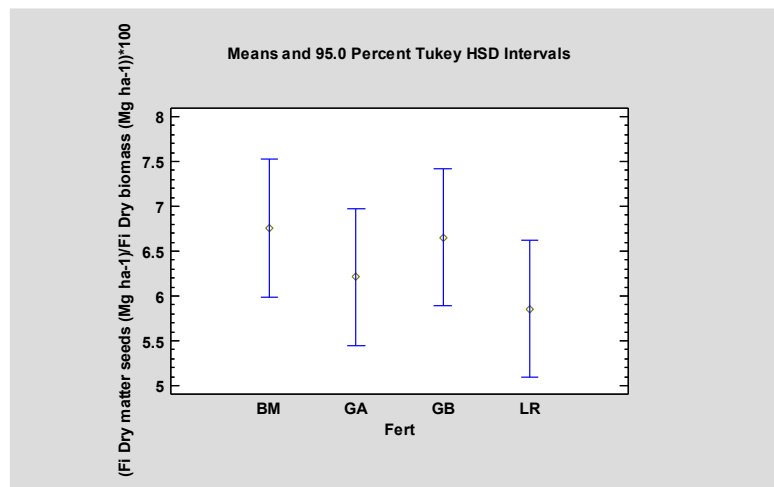


Figura 34. Valori significativi delle sull'assorbimento di azoto dei campioni in risposta a differenti tipologie di fertilizzanti rivestiti (BM, GA, GB, LR.).

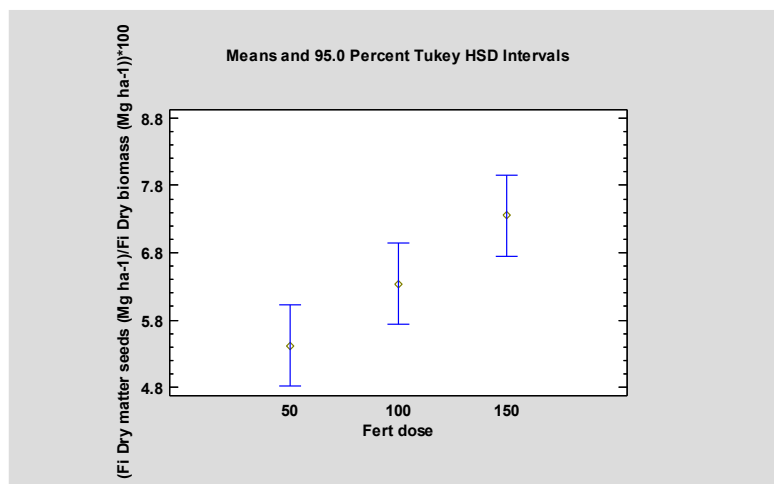


Figura 35. Valori significativi dell'indice di raccolta dei campioni in risposta a differenti dosi di fertilizzanti rivestiti (50, 100, 150 kg ha⁻¹).

9.7. Risultati riguardo l'intensità di verde in risposta a tutti i fertilizzanti a dosi di 50, 100, 150 N

Analisi statistica riguardo le misurazioni effettuate con lo strumento Crop Circle, anche nel caso in cui è stato utilizzato un test multifattoriale ANOVA, con procedura Honestly significant difference (HSD). Le seguenti figure rappresentano i valori significativi dell'analisi dell'NDVI effettuato in differenti giorni, su diverse tipologie di fertilizzanti azotati e differenti dosi di fertilizzanti.

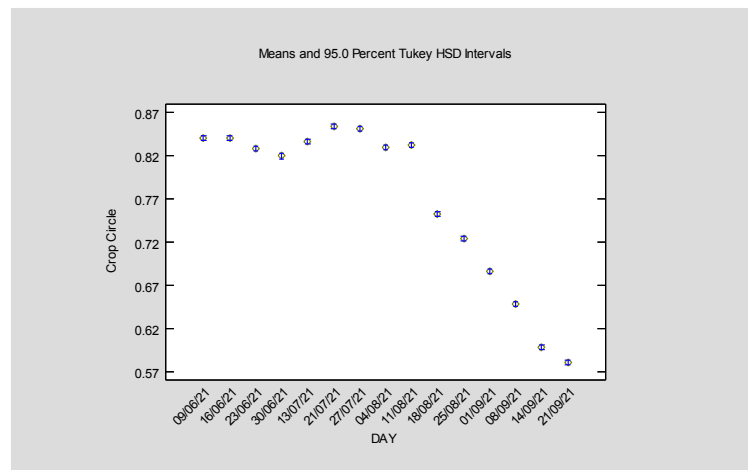


Figura 36. Valori significativi delle analisi di NDVI dei campioni in giorni diversi.

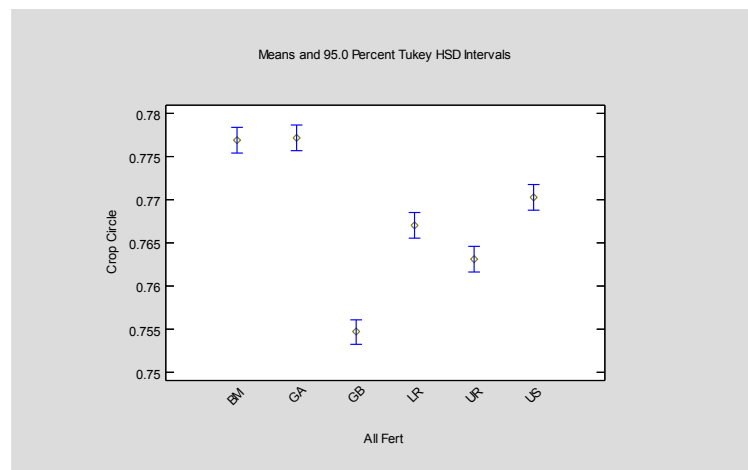


Figura 37. Valori significativi delle analisi di NDVI dei campioni utilizzando diverse tipologie di fertilizzanti azotati.

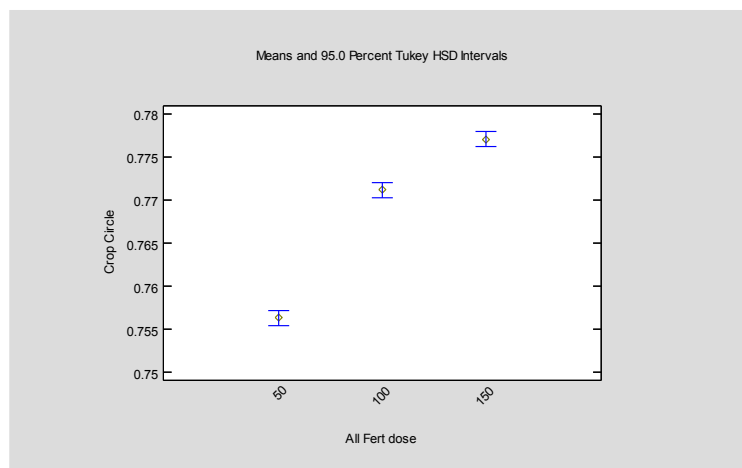


Figura 38. Valori significativi delle analisi di NDVI dei campioni utilizzando diverse dosi di fertilizzanti azotati (50, 100, 150 kg ha⁻¹).

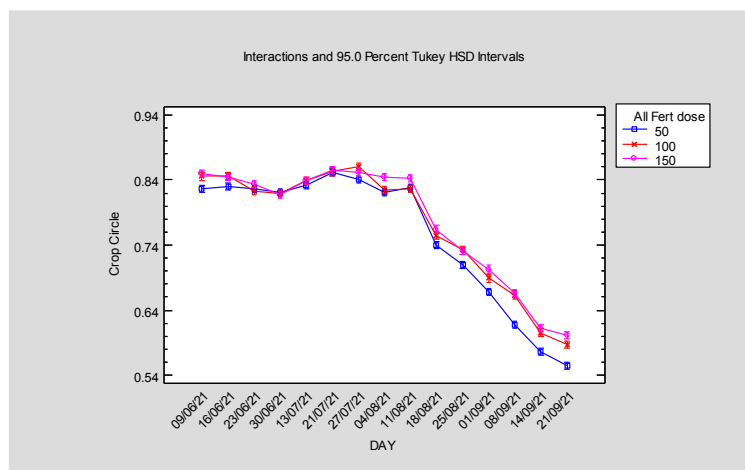


Figura 39. Valori significativi delle analisi di NDVI dei campioni utilizzando diverse dosi di fertilizzanti azotati (50, 100, 150 kg ha⁻¹) e differenti giorni in cui sono state eseguite le misurazioni.

9.8. Semplice regressione tra semi essiccati (Mg ha^{-1}) e biomassa essiccata (Mg ha^{-1})

La seguente figura rappresenta i risultati del modello creato per descrivere la relazione tra queste due variabili. L'equazione che le mette in correlazione è:

$$Fi \text{ di semi essiccati } (\text{Mg ha}^{-1}) = -0.169787 + 0.078276 * Fi \text{ della biomassa essiccata}$$

Dato che il livello di significatività nella tabella ANOVA è inferiore a 0.05, c'è una rilevanza statistica significativa tra semi essiccati (Mg ha^{-1}) e biomassa essiccata (Mg ha^{-1}), con un livello di confidenza del 95.0 %.

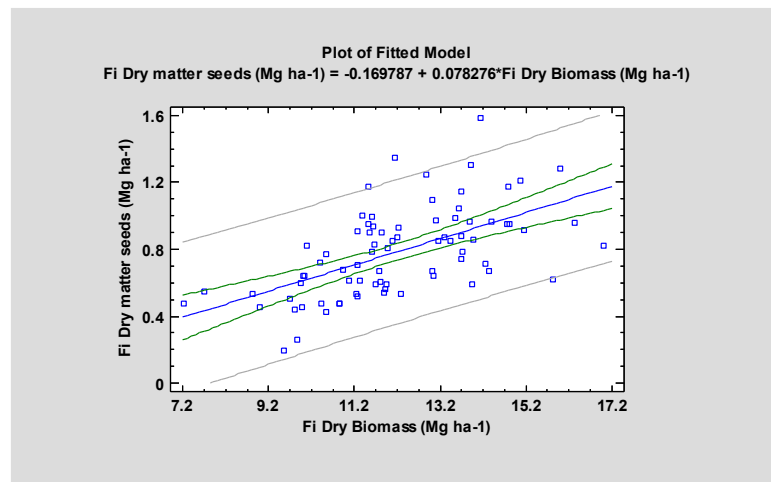


Figura 40. Regressione lineare tra semi essiccati (Mg ha^{-1}) e biomassa essiccata (Mg ha^{-1}). Nella fascia interna l'intervallo fiduciale della retta è del 95%, mentre nella fascia esterna l'intervallo di fiducia è del 99%.

10. CONCLUSIONI

Dal momento che la *Cannabis sativa* è una pianta rustica, che non ha cioè bisogno di particolari concimazioni o condizioni climatiche per svilupparsi, si è rilevato che i dati ottenuti in termini di biomassa e quantità di seme in correlazione al tipo di concimazione azotata, non sono risultate significative. La pianta è in grado di poter crescere anche a bassi livelli di fertilizzazione azotata. È stato possibile osservare inoltre che il rilascio dell'azoto da parte dei concimi a lento rilascio è stato fin troppo ritardato, e dal momento che la canapa è una pianta la cui crescita è molto rapida, questa non si è trovata a poter utilizzare le fonti azotate fornite nel momento necessario, ma si è dovuta adattare alle condizioni già preesistenti nel terreno. Nel momento in cui i fertilizzanti sono diventati disponibili, la coltura già aveva usufruito dell'azoto presente nel terreno. Possiamo anche affermare, per gli stessi motivi appena descritti, che le differenze ottenute in termini di analisi di TKN e assorbimento di azoto, sono basse. Si è osservato che la dose azotata di 50 kg/ha^{-1} ha influenzato la coltura riducendone leggermente la produzione, ma ad ogni modo la pianta ha avuto una produzione non significativamente differente rispetto alla produzione delle piante che avevano avuto un apporto azotato ottimale. La variabilità dei dati ottenuti è tuttavia anche però riconducibile al fatto che questa varietà è geneticamente molto eterogenea. Si è potuto inoltre stabilire che i dati ottenuti dalle misurazioni con lo strumento Crop Circle, sono correlati allo stato di vigoria della pianta, e al suo contenuto in azoto. Tali valori possono anche essere utilizzati come indicazione di efficienza della fertilizzazione. È stata individuata una correlazione, inoltre, tra dimensione della pianta definita secondo il peso, dunque della sua massa secca e produzione in seme. Perciò possiamo affermare che tutto ciò che incrementa la biomassa, andrà ad incrementare proporzionalmente anche la produttività in seme. È necessario specificare anche che la prova è stata svolta per la prima volta nell'anno 2021, e che dunque i dati ottenuti riguardo le performance produttive della coltura al variare di tipi di azoto e loro concentrazioni non può essere considerata affidabile. Si sta infatti procedendo con una seconda messa a dimora di piante di Futura 75 nel corrente anno, 2022, in modo da poter effettuare un confronto più oggettivo di dati e formulare delle tesi ripetibili. Dal momento che la canapa è utilizzabile oltre che per l'edilizia, il settore tessile e quello della carta, anche per la produzione di integratori alimentari e all'interno degli alimenti, e vista la sua resistenza che le permette produzioni ottime anche nel caso di scarsità di nutrienti, l'auspicio è che nel futuro il suo utilizzo si possa ampliare ulteriormente.

11. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- Adams Roger e Madison Hunt and J. H. Clark** Structure of Cannabidiol, a Product Isolated from the Marihuana Extract of Minnesota Wild Hemp. I [Rivista] // Journal of the American Chemical Society. - 1940. - p. 196-200. [amazon.com](https://www.amazon.com) [amazon.com](https://www.amazon.com) [Online].
- Arango J. e D. Moreta J. Nuñez, K. Hartmann, M. Domínguez, M. Ishitani, J. Miles, G. Subbarao, M. Peters, I. Rao** Developing methods to evaluate phenotypic variability in biological nitrification inhibition (BNI) capacity of Brachiaria grasses [Rivista] // Tropical Grasslands- Forrajes Tropicales. - 2014. - p. 6-8.
- Bacci L. e S. Baronti L. G. Angelini** Manuale di coltivazione e prima lavorazione della canapa da fibra [Libro]. - [s.l.] : Settore delle politiche regionali dell'innovazione e della ricerca, Regione Toscana, 2007.
- Balakireva A.V. e Zamyatnin A.A.** Properties of Gluten Intolerance: Gluten Structure, Evolution, Pathogenicity and Detoxification Capabilities [Online] // mdpi. - 2016. - <https://doi.org/10.3390/nu8100644>.
- Bonini Sara Anna e Marika Premoli Simone Tambaro, Amit Kumar, Giuseppina Maccarinelli, Maurizio Memo, Andrea Mastinu** Cannabis sativa: A comprehensive ethnopharmacological review of a medicinal plant with a long history [Rivista] // Journal of Ethnopharmacology. - 2018. - p. 300-315. [canapuglia.it](https://www.canapuglia.it) [canapuglia.it](https://www.canapuglia.it) [Online]. - <https://www.canapuglia.it/it/futura-75.html>.
- Carus Michael and Sarmento Luis** The European Hemp Industry: Cultivation, processing and applications for fibres, shivs, seeds and flowers. - [s.l.] : European Industrial Hemp Association, may 2016.
- Consiglio regionale del Veneto** bur.regione.veneto.it [Online] // Norme di semplificazione in materia di igiene, medicina del lavoro, sanità pubblica e altre disposizioni per il settore sanitario.. - 19 marzo 2013. - <https://bur.regione.veneto.it/BurvServices/Pubblica/DettaglioLegge.aspx?id=246469>.
- Duvall Chris** Cannabis [Libro]. - Londra : Reaktion Books ldt, 2014.
- European Food Safety Authority** Statement on safety of cannabidiol as a novel food: data gaps and uncertainties [Online] // efsa.europa.eu. - 7 giugno 2022. - <https://www.efsa.europa.eu/it/efsajournal/pub/7322>.
- Filippo Bussotti e Mohamed Haazem Kalaji Rosanna Desotgiu, Martina Pollastrini, Tadeusz Łoboda, Karolina Bosa** Misurare la vitalità delle piante per mezzo della fluorescenza della clorofilla [Rivista] // Firenze University Press. - 2012.
- Galasso I. Russo R., Mapelli S., Ponzoni E., Brambilla I, Reggiani R.** Variability in Seed Traits in a Collection of Cannabis sativa L. Genotypes [Rivista] // Frontiers in plant science. - Milano : [s.n.], 2016.
- Gamage Michelle** US deschedules first cannabis-based medicine Epidiolex [Rivista] // Mugglehead magazine. - 2020.
- interchanvre.org** [interchanvre.org](https://www.interchanvre.org) [Online]. - https://www.interchanvre.org/la_culture#les_chiffres_cles.
- Iperspettrale e Multispettrale** [Online] // [microgeo.it](https://www.microgeo.it). - <https://www.microgeo.it/iperspettrale-e-multispettrale/>.
- Johnson Renée** Hemp as an Agricultural Commodity [Atti di convegno] // CRS Report 7-5700. - 2018.
- Krystyna Żuk-Golaszewska Janusz Golaszewski** CANNABIS SATIVA L. – CULTIVATION [Rivista] // Journal of Elementology. - 2018.
- Madia T. e C. Tofani** La coltivazione della canapa. Una semplice guida per

agricoltori che desiderano coltivare canapa (*Cannabis sativa*) [Libro]. - [s.l.] : assocanapa, 1998.

Michoulam R. e Shvo Y. Hashish I. The structure of cannabidiol [Articolo] // *Tetrahedron*. - 1963. - p. 2073-2078.

Ministero della salute Alimenti senza glutine [Online] // salute.gov.it. - 7 luglio 2021. -
https://www.salute.gov.it/portale/temi/p2_6.jsp?id=982&area=Alimenti%20particolari%20e%20integratori&menu=dietetici.

Ministero della salute Elenchi [Online] // salute.gov.it. - 16 Settembre 2021. -
https://www.salute.gov.it/portale/temi/p2_6.jsp?id=1268&area=Alimenti%20particolari%20e%20integratori&menu=vuoto.

Ministero della salute Igiene generale degli alimenti [Online] // salute.gov.it. - 26 luglio 2021. -
https://www.salute.gov.it/portale/temi/p2_6.jsp?lingua=italiano&id=1160&area=sicurezzaAlimentare&menu=igiene.

Ministero della salute Integratori alimentari e Linee guida ministeriali (LGM) [Online] // salute.gov.it. - 7 luglio 2021. -
https://www.salute.gov.it/portale/temi/p2_6.jsp?lingua=italiano&id=1267&area=Alimenti%20particolari%20e%20integratori&menu=integratori.

Ministero della salute Nuovi alimenti (Novel food): in generale [Online] // salute.gov.it. - 7 luglio 2021. -
https://www.salute.gov.it/portale/temi/p2_6.jsp?id=987&area=Alimenti%20particolari%20e%20integratori&menu=nuovi.

Norris K. e R. Barnes J. Moore, J. Shenk Predicting Forage Quality by Infrared Reflectance Spectroscopy [Rivista] // *Journal of Animal Science*. - 1976. - p. 889-897.

Orlando G., Recinella L. e A. Chiavaroli L. Brunetti, S. Leone, S. Carradori, Simonetta Di Simone, Maria Chiara Ciferri, G. Zengin, Gunes Ak, H. H. Abdullah, Estefanía Cordisco, M. Sortino, L. Svetaz, M. Politi, P. Angelini, S. Covino, R. Venanzoni, S. Ce Water extract from Inflorescences of Industrial Hemp Futura 75 Variety as a Source of Anti-Inflammatory, Anti-Proliferative and Antimycotic Agents: Results from In Silico, In Vitro and Ex Vivo Studies [Rivista] // *Antioxidants*. - 2020.

Palmieri Sara CANNABIS SATIVA L. CV FUTURA 75: ESSENTIAL OILS AND EXTRACTS [Atti di convegno]. - Teramo : Università degli studi di Teramo, 2019.

Palta Jiwan P. Leaf chlorophyll content, Remote Sensing Reviews [Sezione di libro]. - 1990.

Ranalli P. La canapa. Miglioramento genetico, sostenibilità, utilizzi, normativa di riferimento [Libro]. - Bologna : Edagricole, 2020.

Ranalli Paolo La canapa -Miglioramento genetico, sostenibilità, utilizzi, normativa di riferimento [Libro]. - Bologna : Edagricole, 2020.

Reggio P.H. e R.D. Bramblett H. Yuknavich, H.H. Seltzman, D.N. Fleming, S.R. Fernando, L.A. Stevenson, R.G. Pertwee The design, synthesis and testing of desoxy-CBD: Further evidence for a region of steric interference at the cannabinoid receptor [Rivista] // *Life Sciences*. - 1995. - p. 2025-2032.

Reggio Patricia H. e Al M. Panu and Scott Miles Characterization of a region of steric interference at the cannabinoid receptor using the active analog approach [Rivista] // *Journal of Medicinal Chemistry*. - 1993. - p. 1761-1771.

Ronchetti Paolo Il cemento di canapa e calce, un promettente materiale e metodo [Rivista]. - Torino : [s.n.], 2018.

Russo R. e Reggiani R. Progetto Velica - Da antiche colture materiali e prodotti per il futuro [Libro]. - Roma : Nicoletta Ravasio, Incoronata Galasso, Maria

Carmela Sacchi, Gianluca Ottolina, Giovanna Speranza, Marco Terreni, 2014.

Saçılık K. e R. Öztürk R. Keskin Some Physical Properties of Hemp Seed [Rivista] // Biosystem Engineering. - 2003. - p. 191-198.

Schultes R. E. Random thoughts and queries on the botany of Cannabis [Libro]. - London : Joyce, C. R. B.; Curry, S. H., 1970.

Sosio Capasso Canapicoltura. Passato presente e futuro [Libro]. - Napoli : Giordano, 2016.

Struik P.C. Amaducci S., Bullard M.J., Stutterheim N.C., Venturi G., Cromack H.T.H Agronomy of fibre hemp (*Cannabis sativa* L.) in Europe [Rivista] // Industrial Crops and Products. - 2000. - p. 107-118.

Subbarao G. e K. Sahrawat K. Nakahara, I. Rao, M. Ishitani, C. Hash, M. Kishii, D. Bonnett, W. Berry, J. Lata A paradigm shift towards low-nitrifying production systems: the role of biological nitrification inhibition (BNI). [Rivista] // Annals of botany. - 2013. - p. 297-316.

Subbarao G. e K. Sahrawat K. Nakahara, T. Ishikawa, M. Kishii, I. Rao, C. Hash, T. George, P. S. Rao, P. Nardi, D. Bonnett, W. Berry, K. Suenaga, J. Lata Biological Nitrification Inhibition—A Novel Strategy to Regulate Nitrification in Agricultural Systems [Rivista] // Advances in Agronomy. - 2012. - p. 249-302.

Vos J.G.M. e Struik Paul C. Crop responses to nitrogen. [Rapporto]. - 1992. - p. 301–308 .

Yang Zhihai e Yuanliang Shi Yuhuan Sun, Lingli Wang, Feng Guan, The study on biodegradation of methylene urea by activated sludge [Sezione di libro] // Polymer Degradation and Stability / aut. libro Zhihai Yang Yuanliang Shi, Yuhuan Sun, Lingli Wang, Feng Guan,. - 2016.

Yoder Barbara J. e Pettigrew-Crosby Rita E. Predicting nitrogen and chlorophyll content and concentrations from reflectance spectra (400–2500 nm) at leaf and canopy scales [Rivista] // Remote Sensing of Environment. - 1995. - p. 199-211.

Zuardi Antonio Waldo [Rivista] // Revista Brasileira de Psiquiatria. - 2008. - p. 271-280.