



**UNIVERSITA' DEGLI
STUDI DI PERUGIA**



Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali

**Corso di Laurea Triennale in
SCIENZE AGRARIE E AMBIENTALI
*curriculum AGRICOLTURA SOSTENIBILE***

**“AGLIONE DELLA VALDICHIANA
STORIA, CARATTERISTICHE BOTANICHE E
COLTIVAZIONE”**

LAUREANDO

Matteo Finocchi

matr. n. 286203

RELATORE

Prof. Francesco Tei

ANNO ACCADEMICO 2017-2018

RINGRAZIAMENTI

Vorrei ringraziare il Prof. Francesco Tei,
relatore di questa tesi di laurea, oltre che per l'aiuto fornitomi,
per la grande disponibilità e precisione dimostratemi durante tutto il periodo di
stesura.

Senza di Lui questo lavoro non avrebbe preso vita!

Un grande ringraziamento va ai miei genitori
che con il loro sostegno mi hanno permesso di arrivare fin qui,
ai miei nonni che mi hanno trasmesso una grande passione per l'agricoltura e
tanta voglia di scoprire cose nuove.

Un grazie speciale a Guía,
la persona che più di tutti è stata capace di capirmi e di sostenermi nei momenti
difficili;
grazie a lei ho avuto il coraggio di sperimentare nuove idee,
di mettermi in gioco durante questi anni
e capire che gli ostacoli esistono per essere superati.

INDICE

“AGLIONE DELLA VALDICHIANA: STORIA, CARATTERISTICHE BOTANICHE E COLTIVAZIONE”	5
CAPITOLO 1 - STORIA DELL’AGLIONE DELLA VALDICHIANA, DAGLI ARBORI AI GIORNI NOSTRI	6
1.1 - AGLIO COMUNE: <i>ALLIUM SATIVUM</i> L.....	6
1.2 – AGLIONE DELLA VALDICHIANA (<i>ALLIUM AMPELOPRASUM</i> L. VAR. <i>HOLMENSE</i> MILL.)	7
1.2.1 – <i>La Mezzadria in Toscana</i>	9
1.2.2 – <i>Il racconto dei mezzadri</i>	10
1.3 - ATTUALITÀ E PROSPETTIVE.....	11
1.4 – IL TERRITORIO DELLA VALDICHIANA	12
CAPITOLO 2 – CARATTERISTICHE BOTANICHE	13
2.1 – GENERE <i>ALLIUM</i> , SISTEMATICA E TASSONOMIA.....	13
2.2 – <i>ALLIUM AMPELOPRASUM</i> L. VAR. <i>HOLMENSE</i> MILL.	15
2.3 – <i>ALLIUM AMPELOPRASUM</i> L. “PORRANCIO”	15
2.4 – “L’AGLIONE DELLA VALDICHIANA”	16
CAPITOLO 3 - CARATTERISTICHE NUTRIZIONALI	21
3.1 – L’ALLINA	22
CAPITOLO 4 - CARATTERISTICHE NUTRACEUTICHE	23
CAPITOLO 5 - CICLO BIOLOGICO	24
5.1 - MODALITÀ DI PROPAGAZIONE	25
5.1.1 - <i>Riproduzione per via gamica</i>	25
5.1.2 - <i>Propagazione per via agamica</i>	26
5.2 – ECOFISIOLOGIA DELLA PRODUZIONE, FORMAZIONE DEL LAI	28
5.3 – BULBIFICAZIONE	28
5.4 – EMISSIONE DELLO SCAPO FIOREALE	29
5.5 – MATURAZIONE DEL BULBO.....	29
CAPITOLO 6 - ESIGENZE PEDOCCLIMATICHE E NUTRIZIONALI	30
6.1 - CONDIZIONI AMBIENTALI OTTIMALI:	30
6.2 - CONDIZIONI PEDOLOGICHE.....	31
6.3 - ESIGENZE NUTRIZIONALI:	33
CAPITOLO 7 - PRINCIPI DI AGRICOLTURA BIOLOGICA	34
CAPITOLO 8 - DISCIPLINARE DI PRODUZIONE DELL’AGLIONE DELLA VALDICHIANA	36
CAPITOLO 9 - TECNICA COLTURALE	37
9.1 – AVVICENDAMENTO COLTURALE	38
9.2 – PREPARAZIONE DEL TERRENO.....	39
9.3 – PIANTAGIONE, “SEMINA”	39
9.4 - DENSITÀ DI PIANTAGIONE	41
9.4.1 - <i>Interazione tra piante nelle colture</i>	41
9.5 – SESTO D’IMPIANTO.....	43

9.6 – CURE COLTURALI	43
9.6.1 - <i>Sarchiatura</i>	43
9.6.2 – <i>Controllo delle infestanti</i>	44
9.6.3 – <i>Asportazione dello scapo florale: “starlatura”</i>	45
9.7 – FABBISOGNO IDRICO E IRRIGAZIONE	46
9.8 – ESIGENZE NUTRITIVE E CONCIMAZIONE	48
9.9 – PACCIAMATURA	50
9.10 – RACCOLTA.....	52
CAPITOLO 10 - AVVERSITA' E DIFESA	55
10.1 – FITOPATOLOGIE CAUSATE DA VIRUS	55
10.2 – FITOPATOLOGIE CAUSATE DA BATTERI.....	56
10.3 – FITOPATOLOGIE CAUSATE DA OOMICETI	57
10.4 – FITOPATOLOGIE CAUSATE DA FUNGHI.....	59
10.4.1 - <i>Riproduzione della divisione Ascomycota</i>	60
10.4.2 - <i>Riproduzione della divisione Basidiomycota</i>	64
10.5 - FISIOPATIE CAUSATE DA AGENTI ABIOTICI	67
10.6 - AVVERSITÀ E DIFESA NEI CONFRONTI DI INSETTI E NEMATODI.....	67
BIBLIOGRAFIA	72
SITOGRAFIA	80

“Aglione della Valdichiana: storia, caratteristiche botaniche e coltivazione”

Allium ampeloprasum L. var. *holmense* Mill. è comunemente conosciuto come aglione della Valdichiana; si tratta di un particolare tipo di aglio dal “capo grosso”, dal sapore molto delicato e raffinato dovuto alla mancanza di molecole odorose secondarie.

La nascita dell’Associazione per la Tutela e la Valorizzazione, insieme al Disciplinare di Produzione Integrata e Biologica, ne ha permesso la riscoperta e la diffusione. Nell’arco dei secoli gli agricoltori hanno portato avanti una selezione clonale che ha permesso l’ottenimento di un prodotto d’eccellenza nel territorio rurale della Valdichiana. In questa tesi sono descritte la storia, le caratteristiche botaniche e le tecniche di coltivazione dell’aglione ponendo particolare attenzione alla qualità e alla sostenibilità della produzione.

“Aglione della Valdichiana: history, botanical features and growing technique”

Allium ampeloprasum L. var. *holmense* Mill. it is commonly know as Aglione della Valdichiana it is about a particular kind of garlic with great head. The taste of this garlic is delicate and refined because of the lack of the small compounds. The born of the association who protect and valorized the great head garlic and with the disciplinary integrated and organic production have allowed the rediscovery and the diffusion of Aglione della Valdichiana.

Farmers have been continuing the clonal selection for many centuries. The selection has permitted to obtain an excellent products in the rural territory of Valdichiana.

The subject in this final exam is to face the growing technique of the species of this garlic with the great head, but one of the most important aspect of this final exam is to pay attention to the problems and needs of “Aglione” without forgetting the history, botanical features and the sustainable defence against the abiotic and biotic adversity.

Capitolo 1 - STORIA DELL'AGLIONE DELLA VALDICHIANA, DAGLI ARBORI AI GIORNI NOSTRI

L'aglione viene coltivato in Toscana grazie a un importante personaggio che ha dato l'aggettivo "ricco" e "fertile" alle nostre terre: si tratta del Granduca Leopoldo II d'Asburgo-Lorena, figlio dell'imperatore romano Francesco I e Maria Teresa d'Asburgo, il quale risiedeva nella Fattoria di Palazzo Vecchio, al confine tra il Granducato di Toscana e lo Stato Pontificio. Il Granduca, pensando di risanare le nostre terre, diede la possibilità di poter produrre colture da orto diverse da quelle classiche già coltivate.

Se per l'aglio comune abbiamo molte notizie storiche che risalgono a 2000 anni a.C., non vale la stessa cosa per l'Aglione di cui siamo in possesso di informazioni scarse e molto spesso poco attendibili. Andiamo per gradi, iniziando da una breve storia cronologica dell'aglio comune, descrivendo quelli che erano i principali usi nel passato dato che comunque, la maggior parte di essi, possono essere attribuiti anche "all'aglio da capo grosso".

1.1 - Aglio comune: *Allium sativum* L.

L'aglio in Egitto...

Tutankhamon, il faraone bambino che governò l'alto e il basso Egitto per soli 5 anni, fino al 1323 a.C., fu seppellito nella Valle dei Re e, all'interno della camera funeraria, arrivata intatta fino al 1922, erano presenti dei bulbi d'aglio; solo dopo, attraverso la decifrazione delle scritte, è stato possibile capire il significato di tale ritrovamento, infatti, più che per scopo culinario, l'aglio veniva utilizzato a scopo terapeutico, per la cura di crescita anormale, neoplasie, malattie e punture causate da insetti; detto ciò, si pensava, che potesse essere utile al defunto nell'aldilà (Green e Polydoris, 1993).

Altra idea Egiziana, nei confronti di questa specie, riguardava il lavoro: era noto al tempo che mangiando l'aglio, i lavoratori fossero più resistenti ai lavori più duri e faticosi e pensavano che aumentasse l'efficienza del lavoro stesso. Gli schiavi ebrei, infatti, in Egitto, venivano nutriti esclusivamente con l'aglio, ne mangiavano talmente tanto che avevano sviluppato una predilezione per questo vegetale (Rivlin, 2001).

Una curiosità è che gli Egiziani lo utilizzavano nelle relazioni tra moglie e marito, probabilmente per la procreazione; questo tipo di utilizzo lo ritroviamo in un testo religioso ebraico del II sec d.C.: il "Talmud" (Moyers, 1996).

... in Grecia...

In Grecia, nel palazzo di Cnosso, a Creta (1400-1700 a.C.), venne ritrovato un bulbo di aglio e presumibilmente, da quanto ne sappiamo, veniva usato come agente dopante (Green e Polydoris, 1993). Ippocrate, riconosciuto come padre della Medicina, utilizzava l'aglio per curare disturbi polmonari, come disinfettante o purgante e per rigonfiamenti addominali, specialmente uterini (Moyers, 1996).

... al tempo dei romani...

I romani ripresero dalle conoscenze dei Greci poiché, l'imperatore romano Nerone

(Bergner, 1996; Riddle, 1996), aveva al suo fianco il medico greco Dioscoride Pedanio, citato nella Divina Commedia da Dante Alighieri, per poter guarire il proprio esercito; egli scrisse 5 volumi intitolati “*De materia medica*”, attualmente situati al British Museum di Londra. I volumi trattano di vari aspetti terapeutici derivanti dal mondo vegetale. Per l’aglio si descrive che risultava molto utile per la circolazione sanguigna, come disinfettante per i morsi di animali e come cura per malattie comuni e convulsioni. Plinio il Vecchio, conosciuto anche come Gaio Plinio Secondo, nella sua “*Naturalis Historia*” (Montanari e Flandrin, 2007) tratta di 23 scopi dell’aglio; tra i più importanti si ricorda la cura delle infezioni più svariate e la cura delle malattie degenerative del fegato (Block, 1985; Pinto e Rivlin, 1999).

... in oriente...

In Cina l’aglio veniva utilizzato dal 2000 a.C., faceva parte di una dieta e quindi utilizzato giornalmente, spesso veniva accompagnato da carne cruda. I cinesi lo utilizzavano per facilitare la respirazione e la digestione, tuttavia veniva molto utilizzato contro la dissenteria, contro la presenza di vermi intestinali (Woodward, 1996), per curare la stanchezza, l’insonnia, la spossatezza, la depressione, la tristezza ma anche per ripristinare ed aumentare la fertilità maschile.

... nel Medioevo...

Nel Medioevo veniva messo all’interno di bevande, molto utili per chi praticava lavori pesanti, ed era utilizzato per prevenire infarti e contro la stipsi. Al contrario, le classi sociali più alte non lo ritenevano utile per la propria salute. I medievali ripresero le conoscenze mediche di questa specie dagli Egiziani tramite il perpetuo tramandare delle generazioni.

... nel Rinascimento...

Nel XVI sec. il medico senese Pietro Andrea Mattioli si trasferì a Perugia per poter studiare chirurgia sotto l’ala del maestro Gregorio Caravita. Nel 1554, pubblicò la sua prima opera chiamata “*Discorsi di Mattioli*” nel quale commenta le varie opere scritte dal medico Greco Dioscoride.

Mattioli prescriveva l’aglio a chiunque avesse la presenza di vermi intestinali e come sostituto al sale soprattutto per le donne che stavano passando un parto difficoltoso (Moyers, 1996).

1.2 – Aglione della Valdichiana (*Allium ampeloprasum* L. var. *holmense* Mill.)

Le documentazioni storiche trovate per l’aglio comune sono purtroppo impossibili per l’aglione poiché la maggior parte di ciò che noi conosciamo adesso è frutto di una letteratura verbale tramandata per generazioni, dai tempi più remoti fino ai giorni nostri. In letteratura scritta si ritrovano soltanto poche nozioni; le prime notizie sulla coltivazione in Valdichiana del “Porrancio”, il parente stretto dell’aglione, risalgono agli Etruschi che inizialmente raccoglievano i bulbi delle piante spontanee e solo in seguito ne iniziarono una vera e propria coltivazione.

Il popolo Etrusco s'insediò in un'area denominata Etruria, corrispondente alla Toscana, all'Umbria occidentale e al Lazio settentrionale, territorio compreso tra i fiumi Arno e Tevere, a partire dal X sec. a.C.

La Valdichiana, all'arrivo degli Etruschi, vide mutare notevolmente il panorama, l'area conobbe, in effetti, un periodo di grande floridezza, grazie ad efficaci tecniche di produzione agricola, ai fiorenti commerci che essi avviarono e alla bonifica di alcune zone paludose. L'influenza delle lucumonie di Arezzo, Cortona e Chiusi permise una sistematica coltivazione delle terre chianine a cereali ed "ortaggi" compreso il "Porrancio". La notevole portata d'acqua del "Clanis", l'attuale canale maestro della Chiana, da cui la valle prende il nome (*Fig. 1*), consentiva agli Etruschi la sua navigazione con piccole imbarcazioni per il commercio di prodotti alimentari.

Essi attrezzarono una serie di piccoli porti presso le località lambite dal fiume; un esempio eloquente è dato da Brolio, oggi frazione di pochi abitanti del comune di Castiglion Fiorentino ma, all'epoca fiorente località etrusca: nel 1863 furono ivi rinvenuti numerosi bronzetti etruschi votivi e risalenti a varie epoche comprese tra VII-V sec. a.C.

Il fiume Chiana, che abbiamo appena nominato, ha permesso sicuramente la diffusione della coltivazione dell'aglione (*A. ampeloprasum* L.), poiché in alcuni testi etruschi ritrovati nelle zone limitrofe, è stata rinvenuta una descrizione dettagliata sul commercio dei prodotti agricoli.

A Cortona sono stati trovati manufatti di gran pregio come il celebre lampadario in bronzo, statuette e vasellame in genere. L'attuale città di Camucia, nel comune di Cortona, è una delle più importanti zone archeologiche della Valdichiana, dal punto di vista dei ritrovamenti funerari, infatti, è possibile ammirare scoperte archeologiche valorizzate ed esposte al pubblico (Giulierini, 2006; Cocomazzi, 2008).

Allium ampeloprasum L., che inizialmente era raccolto e poi coltivato dagli Etruschi, attraverso un lungo processo di selezione, dal "Porrancio", ha originato la varietà *holmense* Mill. come oggi la conosciamo. Esiste un buco storico di migliaia d'anni, prima di arrivare a testi storici che accennino, almeno in parte, alla coltivazione vera e propria di *A. ampeloprasum* L.

Nel 1544 si espande l'aglione della Chiana anche nell'isola del Giglio poiché il pirata Khayr al-Din detto il Barbarossa saccheggiò l'isola, uccise chiunque si opponeva e deportò, come schiavi, a Costantinopoli, oltre 700 gigliesi. In seguito a questa sanguinosa incursione, la famiglia dei Medici ripopolò l'isola con gente proveniente dalla Valdichiana che probabilmente portò con se anche la semente degli ortaggi e i "capi più belli" di aglione, iniziando la coltivazione anche nell'arcipelago Toscano (Brizzi, 1985).

Guglielmo Gasparrini nella sua monografia "Breve ragguaglio dell'agricoltura e pastorizia del Regno di Napoli di qua del Faro" del 1845, riferisce che in Campania precisamente ad Ischia, un tipo di aglio grosso viene chiamato aglione o "porrandello".

Nella "Biblioteca di campagna: ossia raccolta di memorie, osservazioni ed esperienze agrarie" si legge: "Avvi poi un'altra specie d'aglio più grossa del comune, e di un sapore meno acuto, e chiamato Aglione nell'Isola d'Ischia dove coltivasi. Quest'aglio differisce dal comune perché non ha il bulbo principale ricoperto da spicchi accavallati l'uno sopra l'altro. Esso non ha che cinque al più sei spicchi, i quali fanno corona al fusto della pianta. L'aglione coltivasi come l'aglio comune..." (Tremori e Santiccioli, 2016).



Figura 1: Corso dell'antico fiume "Clanis", dalle colline Aretine, al fiume Paglia, affluente del Tevere, ad Orvieto (agricolatonioni.it).

1.2.1 – La Mezzadria in Toscana

Il termine mezzadria deriva dal latino “dividere a metà”: in Toscana la mezzadria iniziò a caratterizzarsi nell'Alto Medioevo quando i signori decisero di suddividere il feudo circostante il loro castello con vari contadini, i feudatari, con i quali dovevano poi suddividere il raccolto.

Anche se alcuni feudatari erano a capo di piccoli feudi, era comunque importante che le colture variassero: per esempio, in piccoli appezzamenti, i vigneti venivano alternati agli oliveti, gli alberi di castagno ai noci e il grano al farro, mentre nell'orto veniva coltivato l'aglione.

Questo tipo di conduzione è durata fino alla metà del 1900, condizionando così il paesaggio della Toscana punteggiata da ville, fattorie, case coloniche e lunghe distese sezionate da cipressi utilizzati in passato per delimitare il feudo.

La mezzadria o colonia parziaria appoderata è risalente all'epoca romana, si è sviluppata particolarmente nelle aree del centro Italia. La mezzadria interessava, intorno al 1950, oltre il 50% delle superfici coltivate dell'Italia centrale e oltre il 30% della montagna appenninica, nel 1961 le forze di lavoro dei coloni e dei mezzadri superavano 1,6 milioni di unità, residenti su 300.000 poderi mezzadrili e riguardavano una superficie complessiva di oltre 3.000 ettari. Il contratto di mezzadria, nella sua forma più schematica, presupponeva: capitale tutto del conduttore, lavoro tutto del mezzadro, prodotti divisi a metà, spese colturali divise a metà e direzione tecnico-amministrativa operata dal proprietario. Il coltivatore, con la sua famiglia, assumeva la coltivazione del podere, pagando, alla stregua di un canone, un corrispettivo basato su una quota di prodotti ottenuti. Si trattava di un vero e proprio contratto associativo dove, il concedente, apportava le conoscenze tecniche e il capitale, mentre il mezzadro apportava il lavoro manuale. Il soggetto del contratto non era tanto l'individuo quanto la famiglia: il contratto, infatti, poteva essere rescisso quando diminuiva la sua capacità lavorativa per l'allontanamento di alcuni componenti del nucleo familiare. La famiglia aveva una costituzione rigidamente gerarchica in cui il capofamiglia aveva autorità assoluta e gli

impegni da lui assunti obbligavano tutti i componenti. Il podere doveva essere proporzionato alle capacità di lavoro e alle necessità di consumo delle famiglie; esso doveva essere di adatta estensione, in relazione anche alla fertilità del terreno e alla intensità colturale, nonché assicurare una regolare distribuzione di lavoro durante l'anno.

Notevoli furono le modifiche apportate a tale contratto: dal dopoguerra ad oggi, la mezzadria ha mostrato, infatti, una progressiva difficoltà di adattamento all'evoluzione dell'intero sistema economico, sollecitando sempre più spesso l'intervento del legislatore per placare le tensioni economiche e sociali che si venivano a creare (Frascarelli, 2016).

Per citare alcuni dei cambiamenti che sono stati fatti, possiamo riportare che negli anni, la quota spettante al mezzadro è sempre di più aumentata, fino al 58% nel 1964, a scapito di quella spettante al proprietario.

Divieto di nuovi contratti di mezzadria vennero dettati dal codice civile riformato il 15 settembre 1964, n.756: "A decorrere dalla data di entrata in vigore della presente legge non possono essere stipulati nuovi contratti di mezzadria".

1.2.2 – Il racconto dei mezzadri

Esperienza personale, riguardante la mezzadria e la coltivazione dell'aglione, l'ho potuta ottenere tramite il racconto di mia nonna paterna poiché fin da bambino ero appassionato alla vita contadina, alla casa colonica in cui abitava, ai lavori che lei e la propria famiglia svolgevano e soprattutto all'aglione.

Il podere in cui erano contadini si trova nel comune di Cortona, aveva una superficie di circa venti ettari con una casa colonica, la classica "Leopoldina Toscana", in cui abitavano ben 17 persone (*Fig. 2*).

La struttura della casa è molto semplice, consta di un pian terreno in cui era costruita una stalla, in cui gli animali vivevano stabulati e un piano superiore in cui si poteva abitare.

Al centro della stanza, addossato a una parete, si ergeva un grande camino utilizzato per cucinare e scaldare la casa. Il letto in cui andavano a coricarsi era formato di paglia molto compressa all'interno di lenzuola, tessute al telaio, che assolvevano la funzione di contenitore.

L'aglione era una coltura che non sempre era coltivata dagli agricoltori ma, nell'orto familiare, alcuni avevano il piacere di poterlo fare; dico piacere perché a differenza della carne, un cibo per pochi, era molto più disponibile e comunque abbondante in inverno.

Veniva molto spesso consumato cotto, ma non come possiamo pensare noi adesso cioè come condimento dei classici picci, ma bensì cotto al fuoco e mangiato privo di condimento, in dialetto cortonese si dice tuttora che molti consumavano l'aglione a "speccie cotte su di un tizzolo di brage" cioè si mangiava a spicchi i quali, erano cotti sopra la brace.

Era un pasto poco energetico ma, soprattutto nel periodo di guerra, era comunque una manna dal cielo, facile da conservare e veloce da preparare.

La vendita, a quel tempo, non era molto comune, infatti, era esclusivamente consumato e riutilizzato per la piantagione l'anno successivo.

I racconti della storia contadina, dell'inizio del '900, presupporrebbero libri interi, ricchi di notizie e tecniche "agronomiche" oramai dimenticate, ma molto affascinanti.



Figura 2: “Leopoldina” della Valdichiana; si tratta di una casa colonica, il cui nome deriva dal Granduca Leopoldo di Toscana (informarezzo.com).

1.3 - Attualità e prospettive

Al giorno d’oggi, con l’approvazione del disciplinare di produzione dell’Aglione della Valdichiana, un passo avanti rispetto al passato è stato fatto. La caratterizzazione genetica ha aperto la strada all’iscrizione nel Registro Nazionale Varietà (RNV) e il Mipaaf (Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari, Forestali e del Turismo) gli ha conferito il riconoscimento PAT (Cfr. Capitolo 8). Da ora in avanti, sempre di più, gli agricoltori della Valdichiana, la zona in cui *Allium ampeloprasum* L. var. *Holmense* Mill. viene coltivato, attendono il marchio DOP (Denominazione di Origine Protetta). Si tratterebbe, quest’approvazione di una svolta per l’aglione poiché il DOP è un prodotto tipico a marchio comunitario, definito dal regolamento CE 510/2006; esso designa un prodotto agricolo la cui qualità o caratteristica è dovuta all’ambiente geografico, comprensivo dei fattori naturali e umani, la cui produzione e trasformazione avvengono nell’area geografica delimitata. Per potersi fregiare di tale appellativo devono sussistere precise condizioni (Frascarelli, 2016):

- l’ottenimento delle materie prime e la loro trasformazione in prodotto finito devono essere svolte nella regione delimitata dal disciplinare di produzione;
- le qualità e caratteristiche intrinseche del prodotto devono essere imputate esclusivamente all’ambiente geografico del luogo di origine.

L’istruttoria è lunga e complessa e prima di tutto è indispensabile la costituzione di un’associazione di produttori interessati e la preparazione della documentazione da allegare alla domanda per la registrazione del prodotto presso il Mipaaf. Il Ministero verifica la conformità della documentazione rispetto ai requisiti stabiliti dall’Unione Europea. Il riconoscimento PAT è il primo passo per l’ottenimento della DOP.

La filiera d'eccellenza è sicuramente un altro traguardo importate da raggiungere per valorizzare al meglio l'aglio dal "capo grosso" nel programma orticolo nazionale dato che rappresenta una coltura di nicchia.

Lo spunto per un tipo di valorizzazione deriva anche dagli Stati Uniti, dall'Oregon dove, dal 1997, in Agosto, si tiene l'"Elephant garlic festival" (Fig. 3) in cui si possono assaporare piatti tipici locali particolari e sfiziosi.

Alcuni studiosi americani ritengono che l'aglio elefante sia stato introdotto da truppe americane in ritorno dall'Italia durante la 2° Guerra Mondiale, altri sostengono che sia stato importato dai Balcani ma qualunque sia l'origine, il festival è sempre un modo di pubblicizzare il prodotto tipico locale.



Figura 3: Volantino pubblicitario dell'Elephant Festival, che si svolge ogni anno in Oregon (USA) (funstinks.com)

1.4 – IL TERRITORIO DELLA VALDICHIANA

Come riporta il disciplinare di produzione (Rev. 00 del 08/06/2017), l'Aggione della Valdichiana viene coltivato in otto comuni della Valdichiana Aretina (Foiانو della Chiana, Cortona, Lucignano, Marciano della Chiana, Civitella in Valdichiana, Castiglion Fiorentino, Monte San Savino e Arezzo) e di otto comuni della Valdichiana Senese (Montepulciano, Torrita di Siena, Sinalunga, Chiusi, San Casciano dei Bagni, Chianciano Terme, Sarteano e Cetona). Inizialmente non è prevista una zona specifica all'interno di ogni singolo comune che però potrebbe essere identificata successivamente.

Il medesimo disciplinare dà garanzia dell'origine poiché ogni fase del processo produttivo è monitorata; si documenta attraverso la descrizione dei produttori in appositi elenchi (gestiti dall'organismo di controllo) e delle particelle catastali sulle quali avviene la coltivazione, nonché attraverso la dichiarazione tempestiva alla struttura di controllo delle qualità prodotte. In questo modo, è garantita la tracciabilità del prodotto.

Tutte le persone, fisiche o giuridiche iscritte nei relativi elenchi, sono assoggettate al controllo da parte dell'organismo preposto a tale attività secondo quanto disposto dal disciplinare di produzione e del relativo piano di controllo da redigere di anno in anno. Ogni singolo socio produttore deve monitorare le varie fasi del processo produttivo, comunicare all'associazione le particelle catastali interessate, il numero di bulbi messi a dimora e il sesto d'impianto. Nel disciplinare abbiamo riportato il termine associazione poiché nel 2017, per volontà di produttori e amministrazioni comunali, nasce a Montepulciano l'Associazione per la Tutela e Valorizzazione dell'Aggione che attraverso continui convegni e manifestazione provvede a far conoscere il prodotto.

Capitolo 2 – CARATTERISTICHE BOTANICHE

Nel panorama orticolo nazionale, possiamo classificare l'aglione come un prodotto di nicchia soprattutto per le esigue superfici coltivate.

Anche se al giorno d'oggi la meccanizzazione è scarsa e per lo più si coltiva negli orti familiari, una descrizione dettagliata delle caratteristiche botaniche e morfologiche è indispensabile per conoscere e dare delle spiegazioni alle successive problematiche che si affronteranno.

2.1 – Genere *Allium*, sistematica e tassonomia

Il nome comune “aglione della Valdichiana” si riferisce alla specie *Allium ampeloprasum* L. var. *holmense* Mill.

Il genere *Allium* comprende un notevole numero di specie, circa 850, ed è quindi uno dei più grandi generi tra le monocotiledoni (*Liliopsida*) di cui, alcune commestibili, coltivate, ornamentali e altre, la maggior parte, infestati delle colture agrarie e spontanee (Fritsch *et al.*, 2010)

L'elevata biodiversità permette l'esistenza delle specie appartenenti a tale genere prevalentemente nell'emisfero boreale ma, recentemente, sono state ritrovate specie anche nell'emisfero australe in cui le condizioni climatiche sono medesime alle nostre ma traslate nel tempo, in particolare si fa riferimento ad una specie *Allium dregeanum* nativa del Sudafrica in cui prospera a quelle condizioni ambientali (De Wilde-Duyfjes, 1976).

La sistematica del genere, è stata per molti anni discussa da numerosi tassonomi vegetali; recentemente lo studio e il sequenziamento genico del DNA nucleare e plastidiale ha permesso una classificazione botanica univoca e universale basata sulla classificazione APG III delle piante angiosperme, si tratta di una versione di classificazione scientifica basata in gran parte sulla filogenetica molecolare e pubblicata nel 2009 dall'*Angiosperm Phylogeny Group*.

Nel 1992 è stato pubblicato un lavoro sul genere *Allium* condotto in Germania (Hanelt *et al.*, 1992) in cui si evidenzia la suddivisione del genere in 6 *sub-genera*, 57 sezioni e relative sottosezioni. In conformità a questa classificazione tassonomica, si possono evidenziare 3 *sub-genera* maggiori a cui appartengono le specie coltivate del genere *Allium*: come la cipolla, l'aglio comune e l'aglione della Valdichiana e altri *sub-genera* in cui sono presenti specie ornamentali e spontanee (Terzaroli, 2015), importanti anche economicamente, ma non trattate in questa sede.

- *Allium*: è il più grande di tutti e 6 i *sub-genera*, ad esso appartengono la maggior parte delle specie con bulbo globoso-sferico, ubicate nel bacino del mediterraneo, in Asia Minore e in Asia Centrale. L'aglione della Valdichiana, l'aglio comune, *A. sphaerocephalon* L., (l'aglio tondo), *A. ampeloprasum* var. *porrum* (L.) J. Gay (il porro), (Fig. 4) appartengono a questo sotto-genere (Terzaroli, 2015);
- *Rhizirideum*: questo sub-genere contiene tutte le specie rizomatose del genere *Allium*, ma comprende anche *A. cepa* L., la cipolla, importante nella coltivazione così come *A. fistulosum* L., il cipollotto (Fig. 4);

- *Melanocrommium*: a questo sub-genere appartengono specie a bulbo con vera tunica, molto usate come piante erbacee ornamentali: *A. giganteum* Regel, *A. aflatunense* B. Fedtsch (Fig. 4).



Figura 4: Alcune specie che appartengono al genere *Allium*: 1) *Allium giganteum* Regel (americanmeadows.com); 2) *Allium sphaerocephalon* L. (commons.wikimedia.org); 3) *Allium cepa* L. (inran.it); 4) *Allium fistulosum* L. (japaneseclass.jp); 5) *Allium aflatunense* B. Fedtsch. (johnscheepers.com); 6) *Allium ampeloprasum* var. *porrum* (L.) J. Gay .

In aggiunta a questa classificazione, più recentemente ne sono state fatte altre e, il genere è stato suddiviso in un maggior numero di *sub-genera* (Havey, 1992; Bradeen *et al.*, 1994; Mes *et al.*, 1997, 1999; Xingjin *et al.*, 2000; Van Raamsdonk *et al.*, 2003).

Il nome *Allium* deriva dai termini usati da celti e dai persiani per indicare i bulbi eduli oppure, altre ipotesi, sostengono che il nome del genere derivi dalla parola greca “àglis” che significa spicchio;

L'enorme biodiversità del genere permette l'adattamento delle specie in una vasta area che si estende, ad oriente, dal bacino del Mediterraneo fino all'Asia Centrale e, a occidente, fino al nord America. Questa zona così enorme in cui le specie del genere *Allium* sono presenti indica che lo stesso era ipoteticamente già esistente e differenziato nel terziario (Hanelt *et al.*, 1992; Dubouzet e Shinoda, 1999; Terzaroli, 2015).

2.2 – *Allium ampeloprasum* L. var. *holmense* Mill.

La classificazione più recente dell'aglione della Valdichiana (*Allium ampeloprasum* L. var. *holmense* Mill.) è di seguito riportata (APG III, 2009):

Dominio: ***Eukaryota***

Regno: ***Plantae***

Phylum: ***Angiospermae (Magnoliophita)***

Classe: ***Monocotyledones (Liliopsida)***

Ordine: ***Asparagales***

Famiglia: ***Alliaceae (Amaryllidaceae)***

Sotto-famiglia: ***Allioideae* Herb.**

Tribù: ***Allieae* Dumort.**

Genere: ***Allium***

Specie: ***A. ampeloprasum* L.**

Sub-specie: ***holmenes* Mill.**

2.3 – *Allium ampeloprasum* L. “Porrancio”

L'origine della varietà attualmente denominata “Aglione della Valdichiana” probabilmente la varietà “*holmense*”, e la varietà “*porrum*”, il porro, derivano da una mutazione spontanea del “Porrancio” o “Porranello” (*Allium ampeloprasum* L.) come dimostrato dalle indagini biomolecolari genomiche (Brewster, 1994; Engeland 1991; Rabinowitch e Brewster, 1989; Stephens, 2003).

Il termine “*ampeloprasum*” che riguarda l'epiteto specifico, deriva dalla parola greca “*ampelos*” che significa “pianta della vite” e “*prasios*” che significa “porro” e quindi la parola composta che ne risulta è “porro di vigna” attribuibile al suo habitat (Tremori e Santiccioli, 2016).

Il “Porrancio” (Fig. 5) è una pianta erbacea perennante caratterizzata da un bulbo di forma sferico-ovoidale, rivestito da tuniche, foglie metamorfosate papiracee di colore giallastro quelle esterne e biancastro le interne. Come per la varietà coltivata, ai lati del

bulbo principale si vengono a formare dei bulbillini di dimensioni molto piccole con apice acuto. Dal bulbo, a seguito di stimoli fotoperiodici e di vernalizzazione (Kamenetsky e Rabinowitch, 2002; De Hertogh e Zimmer, 1993), si viene a differenziare uno scapo fiorale cilindrico alto fino a 1,5 m: tale scapo fiorale è provvisto di 6-10 foglie lineari parallelinervie con guaina avvolgente lo scapo per i due terzi e, lamina esposta al sole. Le foglie sono di colore verde, crenate, larghe 0,5 - 2,5 cm, finemente denticolate e scabre ai margini. Dopo la fioritura, le foglie dal forte odore agliaceo, disseccano. La fioritura è successiva all'emissione dello scapo fiorale e si colloca nell'arco temporale che va da aprile a maggio. All'apice dello scapo fiorale, si ha un'infiorescenza a ombrella di diametro variabile a seconda delle condizioni climatiche e nutrizionali (2-6 cm), portante numerosi piccoli fiori di color rosa acceso e lungamente pedunculati (fino a 500); i fiori posseggono 6 tepali affatto liberi o quasi, ovario supero mono o pluri-ovulare per ogni loculo e androceo formato da 4 stami. Alla base del ricettacolo si denotano spesso delle aperture nettarie che secernono un liquido zuccherino (il nettare). A seguito della fecondazione si forma un frutto che, botanicamente, viene identificato come una capsula loculicida cioè un frutto secco deiscente longitudinalmente attraverso i loculi e prodotto da un gineceo sincarpico. All'interno della capsula sono presenti dei semi neri romboidali con odore agliaceo (Baroni, 1997; Tremori e Santiccioli, 2016).

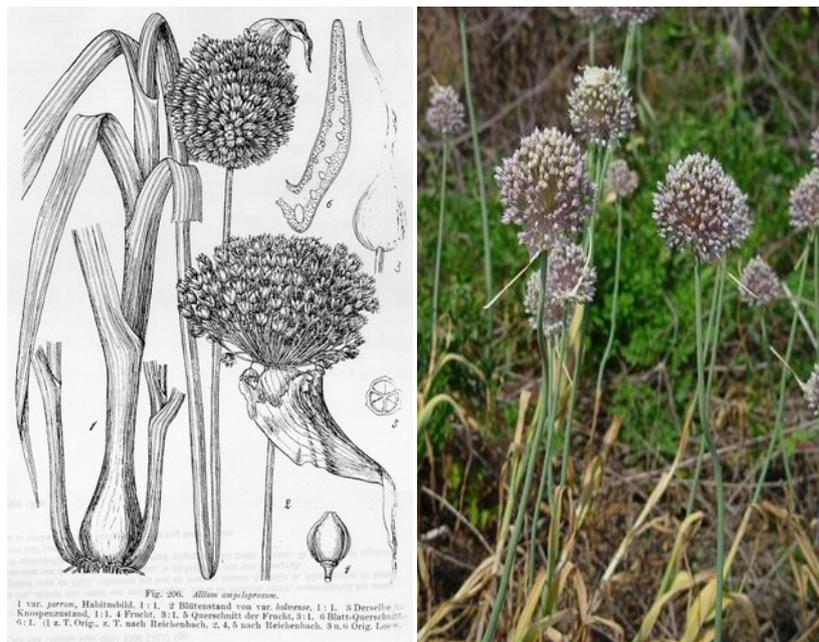


Figura 5: *Allium ampeloprasum* L. progenitore delle 2 varietà coltivate: var. "holmense", var. "porrum" (piantemagiche.it, summagallicana.it)

2.4 – "L'Aglione della Valdichiana"

L'aglione coltivato (*Allium ampeloprasum* L. *holmense* Mill.) geneticamente un esaploide ($2n=6x=48$) (Figliuolo *et al.*, 2001; Fritsch e Friesen, 2002; Hanelt, 1990; McCollum, 1987), può essere considerato un ecotipo della varietà *holmense* poiché gli agricoltori della Valdichiana, per secoli, hanno portato avanti una selezione clonale. Il contesto territoriale in cui è avvenuta la selezione clonale è la Valdichiana in cui l'identità

degli ecotipi è associata a essa e l'interazione tra il genotipo e le condizioni climatico-territoriali hanno portato all'aglione coltivato come lo conosciamo oggi. La notevole dimensione delle piante e del diametro dei bulbi è apparentemente associato alla poliploidia (4x, 6x o 8x) (Figliuolo *et al.*, 2001; Fritsch e Friesen, 2002; Hanelt, 1990; McCollum, 1987).

Botanicamente l'aglione è una geofita perennante cioè una pianta che trascorre la stagione climatica avversa sotto forma di bulbo; un organo sotterraneo che consente all'individuo di ricacciare e quindi riprendere l'attività vegetativa nel periodo favorevole in cui cessano le condizioni proibitive (Pasqua *et al.*, 2015).

Le **radici** fascicolate (Rabinowitch e Brewster, 1989) sono superficiali e si estendono molto in orizzontale (40-50 cm) ma poco in profondità (20-30 cm); la ragione per cui si hanno delle radici superficiali è riscontrabile nel fatto che il ciclo vegetativo della specie si conclude prima della siccità e del caldo estivo quindi le condizioni sfavorevoli sono in natura superate attraverso il solo organo perennante, la cui traspirazione è assai ridotta se messa a confronto a quella delle foglie (*Fig. 6*).



Figura 6: 1) apparato radicale fascicolato; 2) dettaglio del fusto, ridotto ad un singolo disco appiattito; 3) tuniche papiracee di protezione del bulbilli; 4) bulbilli in sezione, con evidenza degli assi fogliari.

Il fusto (corno) è metamorfosato e ridotto ad un dischetto (“girello”) dal diametro di qualche centimetro e lo spessore di 0,5 cm; in esso si inseriscono, a livello dei nodi, le radici nella parte ipogea, foglie e bulbilli, nella parte epigea (Engeland, 1991; Paradossi *et al.*, 2018) (*Fig. 6*). Come per tutte le specie, il caule, è un organo sia di collegamento tra foglie e radici sia deputato alla conduzione. Le sostanze nutritive, assorbite dal terreno, sono asportate via xilema, dalla radice al fusto e da questo alle sue appendici laterali. Il

corno possiede una gemma apicale che è costituita da un cono vegetativo, cioè da un gruppo di cellule meristematiche, da cui trae origine il corpo primario del fusto e da una serie di bozze fogliari che lo avvolgono (Pasqua *et al.*, 2015).

Il bulbo, che nel nostro caso è la parte edule, viene detto anche volgarmente “capo” o “testa”; è di colore bianco-avorio e molto sviluppato (10-15 cm di diametro) anche se le dimensioni medie sono molto influenzate dalle condizioni climatico-ambientali e dalla tecnica agronomica. Appena estirpato dal terreno, cioè fresco, può raggiungere i 600-800 e oltre grammi di peso con umidità molto alta tant’è che da secco il peso si riduce del 60% (Tremori e Santiccioli, 2016; Stephens, 2003) (*Fig. 7*).

Le foglie esterne sono adibite a rivestimento del bulbo e quindi di consistenza papiracea e sterili mentre le foglie interne, molto succulente, sono disposte concentricamente sul corno e portano alla loro ascella una gemma da cui si originerà il bulbillo.

Ogni bulbo è composto da 3-6 **bulbilli** anche se qualche vecchio agricoltore ritiene che il vero aglione coltivato possieda 6 bulbilli. Presi singolarmente, essi sono molto grossi fino a 100 g. Posseggono una forma denominata a castagna, sono estremamente aderenti al corno, rivestiti di



Figura 7: Bulbo di Aglione.

tuniche scabre, papiracee derivanti da foglie metamorfosate a protezione. La propria natura, carnosa e succulenta, li rende particolarmente adatti al consumo fresco.

Molto spesso, esternamente al bulbo, sono presenti dei piccoli **bulbillini** emisferici derivanti da gemme ascellari; sono inadatti alla propagazione e dannosi se lasciati in campo poiché, l’anno successivo, fungono da infestanti della coltura in rotazione (Tremori e Santiccioli, 2016; Pignatti, 1982).

Il **singolo bulbillo** è formato da più strati cellulari: partendo dall’esterno denotiamo una pellicola color avorio molto coriacea, formata da più foglie metamorfosate che adempiscono la funzione protettiva. Più internamente abbiamo foglie carnose e ricche di sostanze di riserva che formano l’intero volume del bulbillo; ancora più al centro troviamo gli assi fogliari, adibiti alla stagione vegetativa successiva, da cui si originerà una nuova pianta. Alla base della singola identità bulbare, invece, troviamo un abbozzo appressato di radici fascicolate che costituiranno l’apparato radicale della futura piantina (*Fig. 6*).

Al momento della raccolta il bulbillo possiede l’incapacità di germogliare, si parla, infatti, di una dormienza innata all’interno dell’organo, una dormienza fisiologica dovuta all’antagonismo tra gli ormoni in particolare; essa è dovuta all’alta concentrazione di acido abscissico che viene denaturato solamente dopo un certo periodo di tempo e determinate condizioni di temperatura (Hopkins e Hüner, 2008).

Le foglie e il “falso stelo”: L’architettura della “canopy” è variabile nel tempo: in un primo momento, nella fase di costruzione del LAI (Leaf Area Index), si ha un portamento erettofilo delle foglie ma, successivamente, con l’aumentare del peso delle stesse, si ha una tendenza allo sdraiamento verso l’orizzontale.

La prima foglia basale, quella più esterna, avvolge per circa 10 cm la seconda che, a sua volta avvolge la foglia più interna per una ventina di centimetri; ne deriva che proseguendo in alto, le foglie più interne sono avvolte per una lunghezza progressivamente crescente. A partire dalla settima foglia si

forma un falso stelo cilindrico, consistente e alto 25-30 cm. (Tremori e Santiccioli 2016).

Le foglie dell’aglio (Fig. 8) sono definite dai botanici amplessicauli alla base cioè sono delle foglie, in numero di 12 generalmente, abbraccianti ed inguainanti il fusto, a disposizione distica ed alterna (Baroni, 1997).

Si precisa che nel nostro caso non abbiamo uno stelo vero che si erge sopra il bulbo ma un “falso stelo” (Fig. 8) formato dalle guaine fogliari addossate tra di loro alla base. Tuttavia si denota una struttura parallelinervia, con lamina acuminata e leggermente carenata ventralmente, ai margini della stessa è presente una denticolatura scabrosa derivante da accumulo silicico (Baroni, 1997; Pignatti, 1982); entrambe le pagine fogliari sono ricche di stomi e ricoperte di pruina, di colore verde, che assumono delle tonalità differenti durante il ciclo colturale; al germogliamento si hanno delle foglioline molto tenere di colore verde chiaro che si mantiene tale fino all’emissione dello scapo florale, successivamente si ha un viraggio al verde-grigiastro con clorosi delle lamine basali.



Figura 8: Foglie amplessicauli e falso stelo.

Con il progredire dell’età fogliare e con l’avvicinarsi della maturità del bulbo, si ha un disseccamento delle lamine fogliari che inizia, da quelle più in basso sul falso stelo per poi progredire, fino a quelle più apicali senza mai avere filloptosi completa.

Per quanto riguarda le guaine fogliari, queste non arrivano mai al disseccamento completo ma mantengono un tenore di umidità elevato anche alla raccolta.

Infiorescenza: al centro del cormo o girello, si ha un apice meristemato vegetativo che, a seguito di stimoli di vernalizzazione e fotoperiodici (Berghoef e Zevenbergen, 1992; De Hertogh e Zimmer, 1993), vira, differenziando strutture riproduttive, che saranno portate fuori da uno scapo florale dapprima ricurvo e protetto dal falso stelo e poi eretto a piena fioritura (Terzaroli, 2015).

Lo scapo florale ha un diametro di circa 2 cm ed è pieno di midollo dal sapore agliaceo molto delicato, all’apice è presente una spatula deiscende che protegge l’infiorescenza ad ombrella (De Hertogh e Zimmer, 1993; Pignatti, 1982).

A completo sviluppo, il falso stelo è alto fino ad 1 m e si erge per permettere la fioritura e la successiva fecondazione.

La spata a protezione dell'ombrella, si fende, deisce longitudinalmente da un lato per consentire la fioritura. Essa si apre senza mai staccarsi dallo scapo e (Pignatti, 1982) dissecca a formare una lamina membranacea, pendula, al di sotto dell'infiorescenza (Fig. 9).



Figura 9: 1) Scapo fiorale con spata univalve all'inizio della deiscenza; 2) Ombrella con fiori pedunculati ed ermafroditi, non ancora pigmentati; 3) infiorescenza appena prima della fioritura; 4) particolare della spata membranacea staccata manualmente dalla base dell'ombrella.

L'aglio, appartenendo alla famiglia delle *Alliaceae*, ha in comune la formula fiorale seguente:

$$* P_{3+3} A_{3+3} G_{(3)} \text{ Capsula}$$

Partendo con la descrizione del **fiore**, denotiamo un perigonio infero formato da 6 segmenti in due serie, si parla infatti di 2 verticilli formati da 3 tepali ciascuno, a forma di lancia e acuminati all'apice (lanceolato - acuminati); nell'insieme, i tepali, vanno a formare un tubo saldato alla base dal cui apice fuoriesce l'androceo ed il gineceo (Fig. 10).

Il gineceo è formato da un ovario supero a 3 caselle (triloculare), pluriovulare, sincarpico, filiforme. monostilare e terminante con uno stigma semplice, intero.

L'androceo presenta 6 stami disposti su 2 verticilli di foglie inseriti sul tubo del perigonio; antere dorsifisse a 2 logge. Si riscontra un'alta percentuale di sterilità (Guenauoui *et al.*, 2013; Tremori e Santiccioli, 2016).

Il frutto è una capsula loculicida trivalve (*Fig. 10*), botanicamente un frutto secco deiscente, che a maturità si apre liberando 1-2 semi (Cfr. 5.1.1 pagina 25) per ogni loggia, neri, angolosi e di forma triangolare (Baroni, 1997; De Hertogh e Zimmer, 1993).

Gli strati esterni del seme sono collassati e l'embrione presente all'interno è generalmente ricurvo.



Figura 10: a sinistra: fiori pedunculati, con perigonio rosa chiaro, con tendenza al magenta. Al centro: stame inserito sul tubo del perigonio e antera dorsifissa. A destra: gineceo con ovario supero, sincarpico, triloculare. In basso: capsule loculicide trivalve (actaplantarum.org).

Capitolo 3 - CARATTERISTICHE NUTRIZIONALI

L'aglione presenta un bulbo molto grande, composto da bulbilli, che accumulano sostanze di riserva derivanti dalla fotosintesi.

Alla raccolta, al mese di luglio, i bulbi, possiedono un'elevata umidità interna che si aggira intorno al 65% e possono arrivare a pesare oltre 800 g (Tremori e Santiccioli, 2016).

La sostanza secca, che rappresenta circa il 35% è formata da macromolecole organiche, fibra alimentare e ceneri: carboidrati 28% circa, proteine 1% circa, lipidi 0,1% circa, fibra

alimentare totale 2% circa, ceneri 1% circa. La composizione chimica non è stata ancora studiata approfonditamente e non siamo in grado di dettagliare ulteriormente le percentuali ma sappiamo che i composti presenti all'interno sono: fruttani, dei carboidrati formati dalla di unità di fruttosio; glucochinina, un ormone vegetale dall'azione ipoglicemizzante; composti antiossidanti (quercetina); composti a base di zolfo, calcio, fosforo, magnesio, potassio, vitamina B6 (Lu *et al.*, 2001; Lanzotti *et al.*, 2014; Ide e Lau, 1997).

Una delle caratteristiche che maggiormente lo distinguono dall'aglio comune è il suo aroma molto delicato e non pungente.

3.1 – L'allina

L'aroma tipico dell'aglio deriva da una molecola organica sulfurata a basso peso molecolare, l'allicina che possiede un gruppo funzionale tiosulfonato (R-S(O)-S-R), prodotta attraverso una reazione chimica chiamata idrolasi e catalizzata da un enzima specifico: l'allinasi. All'interno del citoplasma cellulare è presente la molecola precorritrice dell'allicina, chiamata allina (Yoshimoto *et al.*, 2015; www.wikipedia.org).

Nell'aglio intero, non spezzettato, abbiamo solo la molecola precorritrice dell'allicina quindi, non si ha l'odore pungente ma, quando il bulbo è rotto, spezzettato o comunque sottoposto a manipolazioni meccaniche, si ha la rottura dei tessuti vegetali, quindi delle cellule, che possiedono all'interno del proprio vacuolo l'enzima idrolitico allinasi.

Il contatto tra allina e allinasi porta alla formazione, per idrolisi, di intermedi reattivi, come gli acidi solfenici, che si autocondensano velocemente a formare vari tiosulfonati dei quali l'allicina rappresenta il 70% e conferisce il caratteristico odore agliaceo (Rinallo, 2005).

L'allicina è una molecola chirale ma, naturalmente, si trova solo in forma racemica e viene degradata sotto pH 3. Stante l'ambiente gastrico a pH inferiore a 2, l'allicina non viene prodotta nel corpo in conseguenza all'assunzione orale di aglio fresco o in polvere.

L'accumulo di allina e la successiva reazione di idrolisi, può essere vista, dal punto di vista ecologico, un meccanismo di difesa portato avanti con l'evoluzione dalle specie; formandosi a seguito della rottura delle cellule è un classico esempio di meccanismo di difesa che la pianta attua quando è attaccata. In tempo remoto e tutt'oggi molti agricoltori in maniera empirica, utilizzano dei preparati a base di aglio sminuzzato, ottenuto mediante macerazione in acqua per 24/48 ore contro fitomizi delle colture agrarie in particolare viene atomizzato nella parte aerea dei vegetali in piccoli appezzamenti e su orti familiari condotti in biologico, contro *Aphidius spp.* Tale macerazione è importante per il contenimento delle popolazioni di afidi in particolare dei primi stadi di infezione. Il meccanismo di tossicità dell'allicina è in parte sconosciuto ma tale pratica è molto utilizzata; più che come insetticida, il macerato all'aglio, viene utilizzato per tenere lontano dalle piante, afidi, ragnetto rosso e tripidi.

Nell'aglione non è presente la molecola organica precorritrice e quindi non si ha nessuna reazione chimica che porta alla formazione di molecole odorose secondarie; l'aroma caratteristico della varietà *holmense* Mill., è un aroma primario dovuto a macromolecole organiche accumulate all'interno dei bulbilli ed in particolare si parla di eteri, esteri e fenoli dal sapore e dall'odore delicato, a "prova di bacio" (Freeman e Whenham, 1975; Hashimoto *et al.*, 1984, Schulz *et al.*, 2000; Storsberg *et al.*, 2003; Rapparini *et al.*, 2005).

Dal punto di vista ecologico, la reazione chimica, che porta alla formazione della molecola con azioni battericide ed insetto-repellenti, è un meccanismo di difesa messo a punto dalla

specie, e in misura diversa dall'intero genere, per la lotta alla sopravvivenza e la colonizzazione.

Capitolo 4 - CARATTERISTICHE NUTRACEUTICHE

La moltitudine di effetti positivi che sono manifestati dalle molecole chimiche presenti all'interno dell'aglio comune viene anche manifestata, seppur in maniera più blanda, dall'aglione. Si parla di azione più blanda giacché un'importante molecola organica che possiede dei benefici sulla salute umana è l'allina che però risulta assente nella varietà *holmense* Mill. Numerosi studi pubblicati su riviste internazionali, hanno indicato per l'allicina dei potenziali utilizzi in ambito medico come (Modenese, 1991; Huang e Ren, 2013; Hunges e Lawson, 1991; Capasso *et al.*, 2006; Pongsak e Parichat, 2009) :

- riduzione dell'aterosclerosi,
- della formazione dei depositi grassi,
- normalizzazione delle lipoproteine,
- diminuzione della pressione,
- effetto anti-trombotico,
- antinfiammatorio e anti-ossidante.

Gli effetti positivi appena descritti per l'allicina sono espliciti anche da altri composti organici presenti all'interno dell'aglione che risulta privo di allicina. Tuttavia gli effetti positivi di questo “farmaco verde” non possono sostituire i farmaci convenzionali ma neppure essere consumato in dosi elevate senza un consulto medico specialistico.

Tra gli effetti più importanti sulla salute umana che l'aglione può manifestare, ricordiamo quelli più importanti (Tremori e Santiccioli, 2016):

- **antiaterotogena:** l'aglione determina un aumento del rapporto HDL/LDL (HDL: High Density Lipoprotein, colesterolo buono; LDL: Low Density Lipoprotein, colesterolo cattivo) del colesterolo cioè aiuta ad abbassare il colesterolo cattivo ed ad aumentare quello buono, riducendo così il rischio di formazione e progressione delle placche aterosclerotiche; questo è particolarmente utile nei soggetti a rischio aterosclerosi come obesi, diabetici, ipertesi e persone con colesterolo alto. Naturalmente l'aglione rappresenta solo un piccolo aiuto, in quanto per combattere in modo radicale questi problemi bisognerebbe cambiare le cattive abitudini alimentari.
- **antitrombotica:** l'aglione, grazie agli ajoeni (composti a base di zolfo), inibisce la sintesi di eicosanoidi pro-aggreganti come il trombossano B2 e con un'azione chelante limita la mobilizzazione intrapiastrinica del calcio. Tutto ciò riduce i rischi di trombosi e ictus.
- **antiipertensiva:** l'aglione inibendo un enzima adenosina-deaminasi determina un aumento della adenosina disponibile sull'endotelio vasale che opera un'attività vasodilatatoria e antiaggregante piastrinica. Questa vasodilatazione provoca una maggiore diuresi con conseguente attività calcioantagonista: il tutto determina un abbassamento della pressione arteriosa.
- **antimicotica:** grazie alla presenza di saponine (spirostane e furostane) attive contro i funghi che infettano lo strato superficiale della cute.

- **antielmintico**: liberando il sistema digerente da eventuali parassiti e vermi intestinali (elminti).
- **antiossidante**: ad opera di molti composti, come i vari solfuri, il selenio e la vitamine dei gruppi B e C, che riducono i radicali liberi responsabili dell'invecchiamento.
- **antitumorale**: ad opera dell'ajoene (C₉H₁₄OS₂) e dei solfuri. L'azione si manifesta con un rallentamento della crescita delle cellule tumorali fino ad arrivare all'arresto del ciclo cellulare, apoptosi e inibizione dell'angiogenesi. Nello stomaco inibisce la formazione di nitrosamine, potenti cancerogeni che si formano durante la digestione, per cui si riduce il rischio di cancro gastrico.
- **antidolorifico, antigonfiore**: nel caso di punture da imenotteri.
- **antispasmodica**: diminuendo o rallentando le contrazioni dei muscolo involontari.
- **afrodisiaco**, grazie all'effetto vasodilatatore che migliora la circolazione sanguigna favorendo l'afflusso di sangue.
- **chelante** nei confronti dei metalli pesanti (Pb, Hg, Cd) impedendone la tossicità e favorendo l'eliminazione dal nostro corpo.
- **carminativa**: riducendo l'aria (flatulenza) che si accumula nello stomaco e nell'intestino (aerofagia) e lenendo i dolori da essi derivanti (coliche).
- **ipolipemizzante o ipotrigliceridemizzante**: nei confronti del colesterolo con un meccanismo simile alle monacoline ed alle statine, ovvero viene inibito l'enzima idrossimetil-glutaril-CoA-reduttasi e la sintesi di colesterolo endogeno.
- **ipoglicemizzante**: grazie agli alcaloidi simili all'insulina che riducono il tasso glicemico nel sangue, molto utile per i diabetici.

L'aglione, affinché mantenga inalterate le proprietà curative ed espleti i propri benefici sull'organismo umano, deve essere consumato crudo. Grazie a queste proprietà nell'ultimo decennio sono sempre più diffusi in erboristeria e fitoterapia preparati liofilizzati in polvere, in granuli o in fette, utilizzati variamente come integratori, bevande, tisane, ecc. l'aglione eccetto i casi di allergie e intolleranze individuali, è un alimento sano e può essere consumato da tutti, a qualsiasi età.

Sono veramente pochi casi in cui lo si sconsiglia:

- in presenza di ulcera gastrica e duodenale;
- quando si soffre di reflusso gastro-esofageo;
- quando si stanno assumendo farmaci anti-coagulanti in quanto potrebbe aumentare le possibilità di formazione di ecchimosi e sanguinamento;
- quando si stanno assumendo farmaci retro virali nella terapia anti HIV;
- nel periodo pre-operatorio allorché potrebbe prolungare il periodo di sanguinamento;
- in gravidanza;
- durante l'allattamento in quanto, alcuni componenti a base di zolfo passano nel latte materno modificandone il sapore.

Capitolo 5 - CICLO BIOLOGICO

L'aglione è una bulbosa erbacea, perennante allo stato spontaneo, annuale in coltivazione.

5.1 - Modalità di propagazione

5.1.1 - Riproduzione per via gamica

In passato era utilizzata in alcune zone della Valdichiana ma via via è andata diminuendo fino a scomparire per due ragioni fondamentali: la prima ragione riguarda il ridotto numero di semi prodotti, dovuto sia alla proterandria della specie, sia alla non regolare maturazione dei frutti (la maggior parte dei semi, a seguito della loro formazione, rimangono verdi fino all'autunno e poi disseccano con il resto della pianta e, solo pochi, riescono a maturare correttamente); la seconda ragione riguarda la scarsa germinabilità dovuta soprattutto alla durezza dei tegumenti seminali causata dal collassamento dei tessuti e dal fitomelano che conferisce il caratteristico colore nero (Terzaroli, 2015; Dalezkaya e Nikoforova, 1984; Specht e Keller, 1997; Kamenetsky e Gutterman, 2000).

Oltre alle ragioni appena descritte, tale tecnica, è stata abbandonata perché la fioritura e la successiva allegagione porta a una diminuzione delle sostanze di riserva contenute nel bulbo (si parla di retrogradazione dei carboidrati), che vanno a scapito della produzione vendibile.

Anche se tale tecnica è in questo momento scomparsa, fa parte di una tradizione rurale arcaica e si ritiene opportuno descriverla brevemente. La semina è effettuata in autunno, a postarella, in un arco temporale che si colloca attorno alla prima quindicina di ottobre (Paradossi *et al.*, 2018; Tremori e Santiccioli, 2016; Meredith, 2008; Engeland, 1991; Guenaoui *et al.*, 2013), in un terreno ben preparato, evitando la formazione di crosta. La germinazione è epigea, il seme emette la radichetta per srotolamento dell'embrione e dalla base di quello che sarà il successivo girello, il cotiledone si allunga al di fuori del terreno venendosi a formare una ginocchiatura nel punto d'inserzione della prima foglia vera alla quale è affidato il compito di portare fuori i tegumenti seminali. Tale fase è molto delicata poiché la plantula ha bassa capacità di penetrazione e una preparazione non accurata del letto di semina può portare a un numero di fallanze molto elevato e quindi a una perdita di produzione. Un accorgimento consigliato è quello di preparare il terreno evitando l'utilizzo di attrezzature che utilizzano la presa di potenza della trattrice (es: zappatrice rotativa) e a seguito di una pioggia o di un'irrigazione, favoriscono la formazione di crosta superficiale.

Nel mese di ottobre, in alcune annate siccitose, non si ha l'umidità adeguata per permettere la germinazione. È opportuno quindi eseguire un'irrigazione in maniera da imbibire la semente (Paradossi *et al.*, 2018; Tremori e Santiccioli, 2016; Meredith, 2008; Engeland, 1991; Guenaoui *et al.*, 2013).

La germinazione in "*sensu - strictu*" e la successiva emergenza avvengono in un paio di settimane e dai semi si ottengono piantine molto eterogenee con un bulbo semplice, cioè privo di bulbilli, molto piccolo, con un peso di circa 20 g (Tremori e Santiccioli, 2016). Tali bulbi semplici devono raggiungere la forza fiore per poter produrre un bulbo composto di bulbilli e uno scapo florale. Per forza fiore s'intende un diametro del bulbo che garantisca un accumulo di riserve tale per soddisfare il fabbisogno della fioritura. Per arrivare alla suddetta forza fiore sono necessari 2 più anni di successivi ingrossamenti, ma

alla fine otteniamo un bulbo di dimensioni molto inferiori a quello che otterremmo in un solo anno attraverso l'utilizzo di materiale agamico.

Il bulbo semplice sopradescritto, ottenibile nei primi anni in Toscana è chiamato "aglio maschio", apprezzato da alcuni per l'aroma meno marcato rispetto all'aglio comune ma comunque generalmente non venduto.

5.1.2 - Propagazione per via agamica

Per propagazione s'intende l'utilizzo di materiale vegetale proveniente da organi, nel nostro caso bulbilli (*Fig. 11*) o bulbillini, che non sono passati attraverso la meiosi, cioè l'individuo che otterremmo con piantamento di suddetto materiale è geneticamente identico, clone della pianta madre (Passerrini, 1931).

Il piantamento dei bulbilli è la tecnica più utilizzata e conveniente in questo momento poiché permette l'ottenimento di "capi più grossi".

Data la sua resistenza al freddo invernale (-15°C) (Attokaran, 2017; Paradossi *et al.*, 2018; Kamenetsky, 1994; Kamenetsky e Gutterman, 2000; Kamenetsky e Rabinowitch, 2002) nei nostri ambienti, l'aglione è generalmente piantato in autunno, nel mese di ottobre, con un ciclo di coltivazione che si aggira intorno ai 270 giorni. I bulbilli a differenza dei semi sono piantati a file. Se il terreno in autunno non permette il piantamento, vuoi per coltura in atto, vuoi per l'impraticabilità dei campi, è possibile eseguirlo in gennaio-febbraio, con conseguente raccorciamento del ciclo (150-170 giorni).

Il piantamento dei bulbillini esterni al bulbo madre parte al primo anno e, come avviene per il seme, porta alla formazione di un bulbo unico (aglio maschio), molto piccolo (20-30 g) che non possiede ancora né la forza necessaria per la produzione di un bulbo né la dimensione idonea alla commercializzazione.

Come descritto nelle caratteristiche botaniche, il bulbillo può essere considerato come un'identità a se stante formato da foglie esterne coriacee con funzione protettiva, foglie interne carnose con funzione di riserva e al centro troviamo uno pseudo-cormo molto raccorciato dove nella parte superiore sono presenti gli assi fogliari e nella parte inferiore gli abbozzi radicali. Al momento del germogliamento gli assi fogliari andranno a costituire le foglioline e le radichette fascicolate, nei primi stadi di sviluppo la plantula neoformata utilizza le sostanze di riserva possedute dal bulbillo madre e generalmente le sostanze di riserva si esauriscono in primavera quando si ha l'emissione della sesta foglia (Tremori e Santiccioli, 2016, Attokaran, 2017; Kamenetsky, 1994; Terzaroli, 2015; Figliuolo *et al.*, 2001; Fritsch e Friesen, 2002; Hanelt, 1990; McCollum, 1987); in virtù di questo è sempre positivo impiantare i bulbilli più grossi.



Figura 11: A sinistra: i bulbilli utilizzati per la propagazione agamica, a destra confronto tra bulbillo di aglio comune e bulbillo di aglione al germogliamento.

Comparando l'aglione all'aglio comune, si notano alcune differenze sostanziali (Fig. 11):

- apparato radicale molto sviluppato: dalla porzione di girello derivante dalla pianta madre e attaccata al bulbillo fuoriescono le radici che geotropicamente, vanno ad esplorare gli strati profondi del terreno; a differenza dell'aglio comune si ha una crescita delle stesse veloce e abbondante (Guenauoui *et al.*, 2013; Kamenetsky, 1996);
- apparato vegetativo molto sviluppato: così come per l'apparato radicale, tali differenze, rispetto all'aglio comune, seppur in maniera minore sono palesi; al di fuori del terreno fuoriesce un germoglio tozzo e robusto con un'elevata attitudine penetrante nei confronti della crosta superficiale e dei suoli compatti.

Al momento della raccolta del bulbo madre, i bulbilli, come già accennato, non sono in grado di germogliare in virtù di una quiescenza endogena, l'acido abscissico (ABA) predomina in concentrazione sugli altri ormoni della crescita, auxine e gibberelline; la diminuzione dell'ABA e l'aumento delle auxine è determinata da temperature maggiori di 4°C perduranti per circa 20 giorni (Hopkins e Hüner, 2008; Tremori e Santiccioli, 2016).



Figura 12: Fase di germogliamento-emergenza

Il germogliamento: (Fig. 12) inizia a temperature del terreno che si aggirano intorno ai 5°C, ma è molto lento; per tale ragione il piantamento in autunno sotto questo punto di vista è sconsigliato. Le temperature ottimali che consentono il germogliamento più rapido si assestano intorno a 15-20°C.

5.2 – Ecofisiologia della produzione, formazione del LAI

In seguito al germogliamento-emergenza si ha l'accrescimento vegetativo che porta alla formazione dell'apparato fogliare.

La superficie assimilatoria della canopy, viene generalmente indicata ed espressa come indice di superficie fogliare (LAI, Leaf Area Index) definito come area della superficie delle foglie fotosinteticamente funzionali per unità di superficie di terreno.

Nel caso dell'aglione e in altri molti casi risulta opportuno determinare anche la superficie non laminare (falso stelo) che contribuisce al processo fotosintetico. Parlando di una coltura l'importanza del LAI è intuibile facilmente giacché da esso dipende la quantità di radiazione solare che viene intercettata.

Descrivendo le fasi di crescita della coltura partiamo da quella che è l'emergenza fino ad arrivare al completo sviluppo fogliare; nella fase iniziale si ha una copertura del terreno da parte delle foglie molto modesta così che anche il LAI è di molto inferiore a $1 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$.

Va da sé che la pianta cresce isolata e non risente della competizione esercitata dalle piante vicine. La continua emissione di foglie, che nel nostro caso inizia al mese di marzo (dall'emergenza alla "levata" passano circa 90 giorni in cui la plantula, a causa dei freddi invernali e alla scarsità di radiazione rimane allo stadio di 2-3 foglie) caratterizza l'aumento del LAI fino a raggiungere i valori massimi che nell'aglione si collocano al momento dell'emissione dello scapo fiorale.

Nel caso dell'aglione il LAI presenta una prima fase esponenziale (aprile), consegue una fase lineare crescente (maggio-giugno), un plateau in cui si ha un numero di foglie massimo e un'ultima fase decrescente a causa del disseccamento fogliare.

5.3 – Bulbificazione

Questa fase è in parte sovrapposta con la formazione del LAI ed è indotta da un duplice meccanismo: il primo riguarda la temperatura ovvero sono necessari $12-13^\circ\text{C}$ in aumento, il secondo meccanismo è di tipo fotoperiodico (Kamenetsky e Rabinowitch, 2002; Tremori e Santiccioli, 2016).

Il meccanismo fotoperiodico riguarda la luce dal punto di vista dell'informazione; con il termine fotoperiodo s'intende la durata giornaliera del periodo d'illuminazione. In linea generale i fenomeni biologici legati alla risposta fotoperiodica sono diversi: dormienza invernale delle gemme (riguarda prevalentemente le piante arboree), la caduta delle foglie, la fioritura delle piante, la determinazione dei sessi nelle piante dioiche e la formazione dei bulbi (Hopkins e Hüner, 2008).

Tale stimolo è ricevuto dalle foglie ed è trasmesso agli apici vegetativi attraverso l'azione del fitocromo, pigmento presente in tutte le piante, dove esiste in due forme isomeriche, in equilibrio, aventi due picchi di assorbimento della radiazione. La forma Pr (red) assorbe nella radiazione rossa (660 nm), la forma Pfr (far red) nella banda del rosso lontano (730 nm). Durante il giorno la forma Pr assorbe la radiazione rossa e si converte

rapidamente nella forma Pfr; di notte la forma Pfr si converte con un processo molto lento nella forma Pr (Hopkins e Hüner, 2008; Taiz e Zeiger, 2013).

La risposta fotoperiodica che nel nostro caso consiste nella bulbificazione e nella fioritura avviene con almeno 11 ore di luce ininterrotte; in questo modo si ha il superamento del fotoperiodo critico, cioè un numero di ore di buio superiori al quale non si hanno risposte. Dato che il processo di trasformazione della forma attiva Pfr alla forma Pr è un processo lento, la concentrazione del Pfr, se la lunghezza della notte è maggiore di 13 ore, diminuisce al di sotto del fotoperiodo critico quindi non bulbifica e non fiorisce.

Man mano che le giornate si allungano le ore di buio diminuiscono e la forma attiva, il Pfr, rimane ad una concentrazione al di sopra di quella critica quindi si ha la risposta (Hopkins e Hüner, 2008; Taiz e Zeiger, 2013; Terzaroli, 2015; Tremori e Santiccioli, 2016).

Il processo di bulbificazione prevede che l'apice meristematico presente al centro del corno smetta di emettere lamine fogliari ma, provveda, ad emettere foglie metamorfosate con funzione di accumulo. Tali foglie non escono allo scoperto ma collassano e si addensano sempre più a formare il bulbo ed i bulbilli. A seguito della bulbificazione si ha il riempimento dello stesso grazie ai fotosintati che derivano dalle foglie (Brewster, 1995; Phillips, 2010).

5.4 – Emissione dello scapo florale

Il meristema apicale al centro del corno, dopo aver prodotto 12 foglie vere differenzia e sviluppa lo scapo florale (*Fig. 13*) anch'esso sotto stimoli fotoperiodici (Kamenetsky e Rabinowitch, 2002; Tremori e Santiccioli, 2016; Terzaroli, 2015). Questo compare generalmente i primi di maggio ma soltanto gli ultimi giorni di giugno si ha la fioritura. La tecnica di coltivazione prevede l'eliminazione dello scapo florale (starlatura) che se arrivasse a completo sviluppo cioè, alla fioritura, porterebbe ad una retrogradazione del bulbo (Cfr. Tecnica colturale – 9.6.2 pagina 45).

5.5 – Maturazione del bulbo

La fase finale del ciclo biologico riguarda la maturazione (*Fig. 13*), che è posticipata rispetto alla maturazione commerciale che intendiamo noi: la raccolta.

La maturazione fisiologica si colloca nel mese di agosto inoltrato quando le foglie sono quasi tutte disseccate e la fioritura-allegagione è compiuta. Economicamente non possiamo attendere tale maturazione fisiologica in quanto andremo in corso a problemi di natura entomologica e patologica. Oltre ai problemi di tipo biologico avremmo anche problemi di tipo tecnico in quanto avremmo un ciclo colturale superiore a 300 giorni che non consentirebbe l'eventuale impianto di un'altra coltura da orto.

La coltura appena presentata, è carente di sperimentazione soprattutto a livello eco fisiologico e di miglioramento genetico; le carenze sono da ricercare nel fatto che si tratta di un ortaggio antico quasi scomparso, attualmente rivalorizzato e riscoperto ma pur sempre di nicchia, coltivato in un territorio ristretto; la Valdichiana, profonda ruralità

Toscana, possiede degli agricoltori capaci, competenti ma molto gelosi del proprio “seme” di “aglio dal capo grosso” che deriva da generazioni di selezione clonale; tuttavia, essi sono molto restii nel donare e offrire il proprio materiale di propagazione per eventuali usi sperimentali e di ricerca.



Figura 13: In alto a sinistra si vede l’inizio della fase di emissione dello scapo florale dalla cavità del falso stelo. Accanto si ha lo stelo fiorifero del tutto sviluppato, pronto per la rimozione. In basso: bulbo maturo estratto dal terreno e lasciato al sole 3-4 giorni.

Capitolo 6 - ESIGENZE PEDOCLIMATICHE e NUTRIZIONALI

6.1 - Condizioni ambientali ottimali:

- **Temperatura:** abbiamo già accennato che l'aglione è una coltura con ciclo autunno-primaverile; è facilmente intuibile che possieda una buona resistenza al freddo, anche se predilige climi temperati (le plantule ottenute dai bulbilli hanno una resistenza massima al freddo allo stadio di 2-3 foglie vere fino a -15° C). I bulbilli riescono a germogliare, anche se molto lentamente, con temperature di 5°C (*optimum* di germogliamento 15-20° C) (Paradossi *et al.*, 2018; Kamenetsky, 1994; Kamenetsky e Gutterman, 2000; Kamenetsky e Rabinowitch, 2002; Terzaroli, 2015).
- **Luce:** la maggior parte del LAI si forma in primavera, quando le temperature aumentano e quando esiste anche luce a disposizione per garantire adeguata fotosintesi e crescita. Nei mesi invernali in cui si ha il giorno corto, l'aglione sviluppa vegetativamente e soltanto in primavera, con fotoperiodo lungo (>11 ore) e temperature comprese tra 15° C e 25° C si ha la bulbificazione e l'emissione dello scapo florale che precede la fioritura.
- **Pioggia ed umidità:** come per tutte le colture, le piogge autunnali e primaverili, risultano molto importanti per garantire adeguato rifornimento idrico e possibilmente evitare l'irrigazione. Per l'aglione, ma per le bulbose in generale, risultano molto dannose le piogge in concomitanza con la raccolta, perché i bulbilli, arricchendosi d'acqua, aumentano di volume e l'elevata pressione di turgore che si viene a creare, lacera le tuniche bianche esterne con deprezzamento del prodotto (fisiopatia). L'elevata umidità atmosferica aumenta il rischio di malattia, soprattutto espone ad attacchi fungini, l'elevata umidità del terreno espone ad attacchi di muffe e possibile infradiciamento del bulbo (Giardini, 2012; Tremori e Santiccioli, 2016).

6.2 - Condizioni pedologiche

In linea generale possiamo dire che la specie oggetto di tesi, si adatta molto bene a diversi tipi di terreno a condizione che non siano umidi e compatti. L'umidità provoca l'insorgenza di marciumi nel bulbo, la compattezza non permette l'ingrossamento dello stesso e quindi una perdita produttiva.

Predilige tuttavia suoli freschi, con tessitura moderatamente grossolana, ben drenati (teme il ristagno idrico), permeabili in grado di garantire un rapido sgrondo delle acque piovane, non asfittici.

- **Esposizione:** il territorio della Valdichiana è caratterizzato prevalentemente da pianure argillose e ricche di sostanza organica ma non mancano colline con prevalente esposizione a sud. Essendo l'aglione, una specie adattata al territorio non si denotano differenze sostanziali di produttività nelle diverse zone in cui è prodotto. Un'eccezione alla regola è l'impianto in collina con esposizione a nord dove, l'intensità luminosa e l'elevata umidità non consentono una produzione soddisfacente giacché le piante crescono stentate, spesso filate e il bulbo non si accresce come dovrebbe (Taiz e Zeiger, 2013; Hopkins e Hüner, 2008).
- **Granulometria:** si prediligono suoli franchi, di medio impasto, con la componente argillosa che non deve superare il 40% altrimenti si verrebbero a creare condizioni di asfissia e di compattamento. Terreno di medio impasto formato da 20-25% argilla, 40-45% sabbia e 25-30% limo risulta essere il migliore per la coltivazione. Altre tipologie granulometriche che si avvicinano a quella ottimale, sono molto idonee, anche se sono

necessari degli accorgimenti. I terreni franchi tendenzialmente argillosi, con buon tenore di SO sono i migliori ma, anche quelli tendenzialmente sabbiosi consentono di ottenere buone produzioni a condizione che ci sia un regolare apporto idrico nel periodo primaverile. I terreni limosi, come sappiamo bene, hanno molti svantaggi perciò occorre aumentare la SO se lo vogliamo portare alle condizioni idonee per l'aglio (Engeland, 1991; Paradossi *et al.*, 2018; Tremori e Santiccioli, 2016).

- **Reazione del terreno:** un pH sub-acido, tendente alla neutralità, è il migliore (pH= 6-7) (Tremori e Santiccioli, 2016).

Se si dispone di terreni con reazioni molto lontane da quelle ottimali, sono necessari degli accorgimenti e magari delle correzioni; facciamo un esempio: dall'analisi chimica del terreno, di un agricoltore della Valdichiana, è emerso che la reazione è sub-alcalina, con un pH di 8,4.

Il terreno con un pH tale, correlato ad un'elevata percentuale di calcare attivo, viene definito come alcalino fisiologico; come tale, ha una percentuale di saturazione in basi che si avvicina al 100% e un complesso di scambio cationico ben provvisto di ioni calcio che, data la loro capacità flocculante, garantiscono una struttura ottima del terreno (Businelli, 2009). Dal punto di vista fisico si ha una condizione ottimale ma esiste un problema dal punto di vista chimico-biologico: il ferro a questo valore di pH non risulta biodisponibile per la pianta essendo insolubilizzato. Poiché tale elemento è indispensabile per la sintesi della clorofilla, in quanto funge da cofattore dell'enzima ALA-sintasi che promuove la sintesi dell'acido aminolevulinico, precursore del porfobilinogeno e quindi dell'EME, la pianta ne accusa carenza manifestando clorosi fogliare (Voet *et al.*, 2015; Businelli, 2009).

Il potere clorosante del terreno non è correlato tanto alla quantità di calcare totale in esso presente, ma piuttosto alla sua finezza che, aumentandone la superficie specifica, ne aumenta la velocità di solubilizzazione e conseguentemente la concentrazione di ioni bicarbonato in soluzione che, a loro volta, insolubilizzano i pochi ioni ferro che, in ambiente basico, derivano dalla dissociazione degli idrossidi e carbonati, dotati di bassissima solubilità. La valutazione del potere clorosante si basa quindi sulla quantità di calcare attivo (Businelli, 2009; Sequi *et al.*, 2017).

Detto ciò, l'agricoltore che si accinge a coltivare l'aglio in un terreno tale, dovrà aspettarsi che la coltura manifesterà clorosi quindi, sarà necessario agire in maniera preventiva e/o curativa.

La clorosi si combatte fornendo ferro direttamente alla pianta o al suolo. Il trattamento alla pianta si effettua con scopo curativo e permette di ottenere un rinverdimento immediato, ma di durata limitata e può essere effettuato o con sali solubili di ferro (solfato ferroso) o meglio con chelati, nei quali, il ferro (o gli altri oligoelementi come rame, manganese e zinco di cui la pianta manifesta carenza) è protetto da fenomeni di insolubilizzazione (Businelli, 2009; Sequi *et al.*, 2017).

Il trattamento al suolo viene effettuato a scopo preventivo e deve essere eseguito con chelati, altrimenti il ferro aggiunto, non protetto dall'insolubilizzazione, precipiterebbe sotto forma di composto insolubile, vanificando gli effetti.

Le caratteristiche ideali di un chelato di sintesi sono (Gómez-Gallego *et al.*, 2006):

1. mantenere elevate concentrazioni di Fe in soluzione;
2. resistere alla degradazione e permettere una rapida riformazione del chelato;
3. non essere lisciviato;
4. permettere l'assorbimento di Fe da parte delle piante.

In ambiente sub-alcalino si consiglia fortemente l'uso del chelato Fe-EDDHA che risulta soddisfare a pieno le caratteristiche ideali appena elencate.

Esistono altri tipi di terreni con anomalie di pH (suoli acidi, salini, sodici e alcalini) ma nell'ambiente della Valdichiana difficilmente si riscontrano (Businelli, 2009):

- **Sostanza organica:** essendo l'aglione, una bulbosa e avendo come prodotto vendibile un organo semi-sotterraneo, la fertilità fisica cioè la creazione di una struttura stabile, gioca un ruolo molto importante nella produzione finale. In un terreno tendenzialmente argilloso, ben strutturato per la presenza di SO e calcare, in cui gli scambi gassosi sono garantiti, in cui non si ha tenacità, in cui è possibile l'accumulo di acqua in grande quantità, il bulbo può accrescersi indisturbato fino alle dimensioni massime possibili valorizzando tutta la tecnica colturale. Livelli ottimali di SO nel suolo possono essere compresi tra 1,5-2%; terreni con percentuale maggiore di SO possono aumentare il rischio di marcescenza del bulbo durante il ciclo colturale e difficoltà di conservazione post-raccolta.

- **Salinità:** come tutte le specie, anche la var. *holmense* Mill. è molto suscettibile alla salinità del terreno. Sul territorio della Valdichiana è emerso che conducibilità elettrica del terreno (estratto saturo) < di 1,7 dS/m permette una produzione ottimale, man mano che ci si allontana da questo valore limite, si hanno delle perdite produttive dovute a una minore crescita del bulbo e in particolare, al valore di 5 dS/m si ha una perdita del 70%. Le perdite espresse in percentuale derivano dal peso dei singoli bulbi, 0% al valore ottimale di 1,7 dS/m (800 g di bulbo), 70% di perdita con 5 dS/m (240 g di bulbo). Man mano che aumenta la salinità, si ha non solo una perdita di prodotto dovuta a una minore crescita del bulbo ma si può arrivare fino alla morte della pianta.

- **Disponibilità idrica:** l'aglione è una specie che non necessita di un'elevata disponibilità idrica; la piovosità della Valdichiana è in media di 800-1000 mm annui con giorni piovosi in numero di 80-120 e generalmente concentrati nel periodo autunno-primaverile (Fonte: Aeronautica Militare). La specie, assecondata dalle piogge, è coltivata anche in asciutta ma, nei mesi di giugno-luglio in cui si ha l'ingrossamento del bulbo e, l'elevata evapotraspirazione, se le riserve idriche del terreno sono insufficienti, è necessario un apporto idrico mediante irrigazione.

6.3 - Esigenze nutrizionali:

Il disciplinare di produzione integrata riporta che mediamente, un ettaro di aglione asporti 100-120 kg di azoto, 50 kg di fosforo e 50 kg di potassio; i secondi due sono apportati in presemina in quanto, essendo trattenuti dal potere adsorbente del suolo, non sono dilavati dalle acque piovane anzi, data la scarsa mobilità verticale, occorre interrarli

in uno spessore di terreno che equivale alla rizosfera (40-50 cm). Tali considerazioni non valgono per l'azoto, soprattutto in un'ottica di agricoltura sostenibile, che deve essere distribuito durante il ciclo in concomitanza dei fabbisogni colturali.

Dopo aver descritto le caratteristiche ecologiche della specie, possiamo trarre delle conclusioni; la Valdichiana, risulta possedere tutte le caratteristiche ecologiche che la specie desidera tant'è, che ivi si è adattata e ivi gli agricoltori hanno portato avanti la selezione per generazioni. Per chi volesse coltivare l'aglione in Valdichiana, la descrizione delle caratteristiche pedoclimatiche appena fatte, è superflua in quanto, basterebbe enunciare che: "le caratteristiche pedoclimatiche ed ecologiche che *Allium ampeloprasum* L. var. *holmense* Mill. desidera, sono quelle caratteristiche della Valdichiana nel lungo periodo" (Passerini, 1931).

Capitolo 7 - PRINCIPI DI AGRICOLTURA BIOLOGICA

In un quadro di riferimento mondiale in cui è stato espresso un chiaro giudizio sull'insostenibilità dell'attuale modello di sviluppo, non solo sul piano ambientale, ma anche su quello economico e sociale, il 25 settembre 2015, le nazioni unite hanno approvato l'agenda globale per lo sviluppo sostenibile e i relativi 17 obiettivi (Sustainable Development Goals- SDGs), articolati in 169 targets da raggiungere entro il 2030. Con il carattere innovativo dell'Agenda è definitivamente superata l'idea che la sostenibilità sia solo economicamente ambientale e si afferma una visione integrata delle diverse dimensioni dello sviluppo; tutti i paesi sono chiamati a contribuire allo sforzo di portare il mondo su un sentiero sostenibile, senza più distinzione tra paesi sviluppati, emergenti e in via di sviluppo. L'attuazione della stessa richiede un forte coinvolgimento di tutte le componenti della società, dalle imprese del settore pubblico, dalle società civili alle istituzioni filantropiche, dalle università e centri di ricerca agli operatori dell'informazione e della cultura (ONU, 2015).

In tutto ciò l'agricoltura riveste un ruolo molto importante in principal modo nei confronti dell'ambiente; nell'ultimo decennio, infatti, sempre più sono le aziende agricole e gli agricoltori che intendono diminuire gli input esterni (nitrati, prodotti chimici di sintesi, ecc..) cercando di portare avanti con convinimento il goal numero 2 che recita: porre fine alla fame, raggiungere la sicurezza alimentare, migliorare la nutrizione e promuovere un'agricoltura sostenibile (ONU, 2015).

È giunto il momento di ri-considerare come coltiviamo, condividiamo e consumiamo il cibo; se gestite bene l'agricoltura, la selvicoltura e la pesca possono offrire cibo nutriente per tutti e generare redditi adeguati, sostenendo uno sviluppo rurale centrato sulle persone e proteggendo l'ambiente allo stesso tempo.

Al giorno d'oggi, i nostri suoli, fiumi, oceani, foreste e la nostra biodiversità si sta degradando rapidamente; il cambiamento climatico sta esercitando pressioni crescenti sulle risorse dalle quali dipendiamo, aumentando i rischi associati a disastri ambientali come siccità e alluvioni. Molte donne nelle zone rurali non sono più in grado di sostenersi con i proventi ricavati dalle loro terre, e sono quindi obbligate a trasferirsi alla ricerca di opportunità. È necessario un cambiamento profondo nel sistema mondiale agricolo e alimentare se vogliamo nutrire 795 milioni di persone che oggi soffrono la fame e altri 2 miliardi di persone che abiteranno il nostro pianeta nel 2050. Il settore alimentare e quello

agricolo offrono soluzioni chiave per lo sviluppo e sono vitali per l'eliminazione della fame e della povertà (ONU, 2015).

In tutto questo essendo l'aglio una coltura e un prodotto di nicchia può e deve essere un diversivo colturale che serva allo sviluppo sostenibile delle zone rurali della Valdichiana; un prodotto minacciato dall'estinzione e che solamente da pochi anni è stato riscoperto.

Il territorio della Valdichiana ha bisogno dei prodotti di nicchia attraenti per il mercato e per il settore terziario. C'è bisogno di lavoro, di sperimentazione e di ricerca, soprattutto in un quadro di riferimento in cui un paese come il nostro e ancor più nel dettaglio in una così piccola area rurale, per portare a conoscenza il consumatore del prodotto tipico.

Per una produzione agricola e sostenibile c'è bisogno del rispetto dell'ambiente. L'agricoltura biologica, nel rispetto per l'ambiente è il punto fermo degli agricoltori; essa pone dei limiti e delle restrizioni che girano attorno ai principi tecnici e filosofici che fungono da pilastro.

I principi dell'agricoltura biologica sono le radici dalle quali cresce e si sviluppano gli ideali in parte identici a quelli delle Nazioni Unite.

L'agricoltura è una delle attività umane più basilari perché tutte le persone devono nutrirsi ogni giorno, la storia, la cultura e i valori delle comunità sono legati a essa. I principi riguardano l'agricoltura nel senso più ampio, e comprende il modo in cui l'uomo si occupa della terra, dell'acqua, delle piante degli animali e per produrre, preparare e distribuire cibo ed altri beni. Essi riguardano il modo in cui le persone interagiscono in paesaggi vivi, si rapportano l'uno con l'altro e formano l'eredità per le generazioni future.

I cardini su cui si basa possono essere così riassunti (IFOAM International):

- Il principio del benessere. L'agricoltura biologica dovrà sostenere e favorire il benessere del suolo, delle piante, degli animali, degli esseri umani e del pianeta, come un insieme unico e indivisibile.
- Il principio dell'ecologia. L'agricoltura biologica dovrà essere basata su sistemi e cicli ecologici viventi, lavorare con essi, imitarli e aiutarli a mantenersi. Esso dichiara che la produzione deve essere basata su processi ecologici e di riciclo.
- Il principio dell'equità. Su questo si basano molteplici goals delle nazioni unite ed esso enuncia che l'agricoltura dovrà costituire relazioni che assicurino equità, rispetto sia all'ambiente comune che alle persone.
- Principio della precauzione. L'agricoltura biologica è un sistema vitale e dinamico che risponde a delle esigenze e condizioni, dovrà essere gestita in modo prudente e responsabile, al fine di proteggere la salute e il benessere delle generazioni presenti future nonché l'ambiente (Brundtland, 1987).

Dal punto di vista scientifico la conduzione in biologico prevede degli accorgimenti differenti rispetto all'agricoltura tradizionale; nell'ultimo decennio in particolare, sono state fatte anche al DSA3 notevoli ricerche scientifiche basate sul tema della fertilità e sul

tema della prevenzione e cura delle piante coltivate. Fertilità e patologie sono i due problemi più grandi che gli agricoltori devono affrontare ogni giorno per portare nelle tavole dei consumatori prodotti genuini e di qualità. La ricerca scientifica non è una cosa astratta e lontana dalla realtà anzi, al contrario, è fondamentale per dare delle risposte concrete ed efficaci a tutti coloro che ogni giorno lavorano e si trovano di fronte problemi da risolvere.

Capitolo 8 - DISCIPLINARE DI PRODUZIONE DELL'AGLIONE DELLA VALDICHIANA

Per volontà dei soci dell'Associazione per la Tutela e la Valorizzazione dell'aglione della Valdichiana e degli agricoltori che da sempre nel territorio lo coltivano, nel 2017 è stato approvato, come per tutte le colture di rispetto, il disciplinare di produzione integrata e biologica. Nel testo integrale sono riportate le caratteristiche botaniche, le tecniche di coltivazione e di difesa della specie "*Allium ampeloprasum* L. var. *holmense* Mill". Con grande entusiasmo da parte di tutti coloro che lo coltivano, il disciplinare è entrato in vigore subito dopo l'approvazione da parte dell'assemblea dei soci; in questo momento quindi, sono a disposizione di tutti, le tecniche di lavorazione, i fabbisogni complessivi della coltura e i principi attivi da utilizzare per il controllo dei parassiti nonché, i requisiti qualitativi richiesti dal mercato, indicanti anche le norme per la commercializzazione.

La caratterizzazione genetica, portata avanti dal DSA3 (Terzaroli, 2015; Terzaroli, 2017), consentirà in tempi brevi di iscrivere l'aglione al Registro Nazionale delle Varietà e permetterà la conservazione del germoplasma per garantire alle future generazioni la biodiversità.

Oltre a questo, la FAO, classifica la var. *holmense* Mill. assieme alle altre specie coltivate del genere *Allium* (Tabella 1), ad indicare come, anche a livello mondiale risulta di particolare importanza :

Tabella 1: specie coltivate del genere *Allium* (Hanelt, 1990)

Botanical names of the designation of taxa	Synonyms	English names
<i>A. ampeloprasum</i> L.		
Leek group	<i>A. porrum</i> L. <i>A. ampeloprasum</i> L. var. <i>porrum</i> (L.) Gay	Leek
Kurrat group	<i>A. kurrat</i> Schweinf. ex Krause <i>A. porrum</i> L. var. <i>aegyptiacum</i> Schweinf.	Kurrat
Great-headed-garlic group	<i>A. ampeloprasum</i> L. var. <i>holmense</i> (Mill.), Aschers. et Graebn. <i>A. ampeloprasum</i> L. var. <i>ampeloprasum</i> auct. <i>A. ampeloprasum</i> var. <i>pater-familias</i> (Boiss.) Rgl. <i>A. ampeloprasum</i> var. <i>bulbilliferum</i> Lloyd	Great-headed garlic
Pearl onion group	<i>A. ampeloprasum</i> var. <i>sectivum</i> Lued. <i>A. cepa</i> L.	
Common onion group	<i>A. cepa</i> var. <i>cepa</i> L. <i>A. cepa</i> var. <i>typicum</i> Rgl.	Onion

Aggregatum group	<i>A. ascalonicum</i> auct. non Strand <i>A. cepa</i> var. <i>ascalonicum</i> Backer <i>A. cepa</i> var. <i>aggregatum</i> G. Don <i>A. cepa</i> var. <i>solanina</i> Alef. <i>A. cepa</i> var. <i>perutile</i> Stearn	Shallot Potato onion Ever-ready onion
<i>A. chinense</i> G. Don		
	<i>A. fistulosum</i> L.	Rakkyo; Ch'iao T'ou
<i>A. fistulosum</i> L.		
	<i>A. bouddhae</i> Deb	Japanese bunching onion; Welsh onion
<i>A. x proliferum</i> (Moench) Schrad.		
	<i>A. cepa</i> var. <i>viviparum</i> (Metzg.) Alef. <i>A. cepa</i> var. <i>bulbiferum</i> Rgl. <i>A. cepa</i> var. <i>prolifera</i> (Moench) Alef. <i>A. canadense</i> auct. non L. <i>A. cepa</i> Proliferum group <i>A. wakegi</i> Araki <i>A. aobanum</i> Araki <i>A. fistulosum</i> var. <i>caespitosum</i> <i>A. sativum</i> L.	Top onion Tree onion Egyptian onion Catawissa onion Wakegi onion
Common garlic group	<i>A. sativum</i> L. var. <i>sativum</i> <i>A. sativum</i> L. var. <i>typicum</i> Rgl. <i>A. pekinense</i> Prokh.	Garlic
Ophioscorodon group	<i>A. sativum</i> L. var. <i>ophioscorodon</i> (Link)	
	Doell <i>A. ophioscorodon</i> Link <i>A. sativum</i> L. var. <i>controversum</i> (Schrad.) Moore jr.	
<i>A. schoenoprasum</i> L.		
	<i>A. sibiricum</i> L. <i>A. alpinum</i> (DC.) Hegetschw. <i>A. riparium</i> Opiz <i>A. montanum</i> Schrank non Schmidt	Chives
<i>A. tuberosum</i> Rottl. ex Spr.		
	<i>A. uliginosum</i> G. Don <i>A. chinense</i> Maxim. et auct. non G. Don <i>A. odorum</i> auct. non L.	Chinese chives; Nira

Il Mipaaft (Ministero delle Politiche Agricole, Ambientali, Forestali e del Turismo) nell'aggiornamento dell'elenco nazionale dei prodotti agroalimentari tradizionali ai sensi dell'articolo 12, comma 1, della legge 12 dicembre 2016, n. 238 ha introdotto l'aglione della Valdichiana, classificandolo come "Prodotto vegetale allo stato fresco o trasformato"; è stato questo, il requisito principale che ha permesso l'iscrizione dell'aglione alla lista PAT, Prodotti Agroalimentari Tradizionali, "ottenuti con metodi di lavorazione, conservazione e stagionatura consolidati nel tempo, omogenei per tutto il territorio interessato, secondo regole tradizionali, per un periodo non inferiore ai venticinque anni".

Capitolo 9 - TECNICA COLTURALE

Nella tecnica colturale, ho voluto consciamente immettere dei riferimenti derivanti dai principi dell'agricoltura biologica e di quella integrata; questa scelta è voluta per il semplice fatto che un'agricoltura di nicchia deve in tutti i modi essere valorizzata e sicuramente non esiste modo migliore che attraverso la qualità e la genuinità. Molti agricoltori della Valdichiana restii nell'attuazione dei principi del biologico preferiscono

adottare dei sistemi e dei calendari di produzione integrata che mirano alla riduzione, ma non all'eliminazione, dei prodotti chimici e degli input esterni.

9.1 – Avvicendamento culturale

All'agricoltore, più che la trattazione scientifica, interessa collocare nel tempo e in una possibile rotazione, la coltura appena descritta: al pari delle altre orticole da pieno campo e delle “arable crops” in generale.

Un esempio di rotazione colturale tipica di dove si colloca l'aglione può essere la seguente: aglione - leguminosa intercalare – frumento - leguminosa da sovescio - intercalare estiva – aglione.

Precessioni colturali non possono essere: se stesso, cipolla, aglio soprattutto quando si sono verificati problemi di malattie o nematodi; in questi ultimi casi è opportuno far trascorrere almeno 4-5 anni prima di ripiantare nello stesso appezzamento di terreno. Aglio e cipolla non possono né precedere né seguire l'aglione giacché appartenenti sia alla stessa famiglia sia allo stesso genere botanico.

Nella Valdichiana attraverso indagini aziendali, ho potuto riscontrare che molti agricoltori e hobbisti eseguono sia delle precessioni colturali con specie leguminose a ciclo estivo (fagiolo/fagiolino) sia delle consociazioni temporanee con *Vicia faba* var. *major* (fava da orto) adesso, nel dettaglio andremo a esaminare quelli che sono i principali benefici che si possono ottenere da questo tipo di tecniche:

- Precessione colturale con fagiolino intercalare (ciclo 55/65 giorni). Questa tecnica permette di avere una copertura vegetale nei mesi caldi dell'anno in cui si ha una forte mineralizzazione della sostanza organica che va a favore della coltura intercalare; aspetto più importante riguarda la fissazione di azoto che possiamo ottenere (30/40 kg di azoto/ha) che andranno a beneficio dell'aglione che segue ma in tempi e in modo non controllabile. Alla fine del ciclo, in settembre, i residui colturali della leguminosa verranno interrati e andranno a produrre sostanza organica molto umidificabile possedendo un rapporto C/N molto simile a quello dell'humus;
- Consociazione temporanea/permanente con fava da orto: è abbastanza eseguita in Valdichiana, tale tecnica prevede la semina della leguminosa in concomitanza del piantamento dell'aglione. Nelle prime fasi fisiologiche si ha una distanza tra le file ampia, un'azotofissazione di blanda entità, che almeno teoricamente non permette nessuna influenza sulla coltura oggetto di tesi. In primavera, alcuni agricoltori sovesciano la leguminosa seminata a file strette in modo da valorizzare l'aglione che avendo espanso il proprio apparato radicale, beneficia dell'azoto da essa rilasciato. Altri coltivatori seminando le due colture a distanze definitive non devitalizzano la leguminosa in maniera tale che essa, attraverso l'infezione batterica, possa assecondare la necessità azotata dell'aglione. Non solo per questa coltura è utilizzata tale tecnica ma, molto spesso, anche per altri ortaggi utilizzati per il consumo domestico: cipolla e aglio.

L'aglione è una coltura da rinnovo che può precedere e seguire una coltura sfruttante; generalmente esso interrompe la monosuccessione del frumento, dell'orzo e di tutti i cereali a ciclo autunno-primaverile coltivabili nelle medesime zone. Si definisce coltura da rinnovo una specie che migliora le caratteristiche fisiche e chimiche del terreno (Giardini, 2012).

9.2 – Preparazione del terreno

Agricoltori più attenti al quadro di riferimento sulla sostenibilità ambientale tendono ad effettuare delle lavorazioni minime al posto di quelle profonde, dato che l'aglione, come tutti gli ortaggi, non possiede un apparato radicale molto profondo da valorizzare una lavorazione altrettanto profonda. Nel caso in cui si preveda la concimazione di fondo con fertilizzanti fosfo-potassici è necessario farla in questa fase, quella dell'aratura superficiale (Paradossi *et al.*, 2018; Giardini, 2012; Bonciarelli e Bonciarelli, 2003).

- Riguardo i lavori complementari si consiglia di utilizzare erpici rotanti che, a differenza delle zappatrici rotative, non polverizzano il terreno evitando la successiva formazione di crosta e nel frattempo creano un letto di semina accogliente per i bulbilli. Se il terreno presenta degli avvallamenti in cui è possibile il ristagno idrico, è questo il momento di livellarlo. Vanno bene anche attrezzi agricoli non azionati dalla presa di potenza della trattrice vale a dire: erpici a dischi, aratri a dischi che consentono di compiere la lavorazione minima e gli estirpatori (Tassinari, 2008; Tremori e Santiccioli, 2016).

9.3 – Piantagione, “semina”

Come annunciato durante il ciclo biologico, l'impianto si effettua in ottobre, qualche agricoltore tuttavia preferisce anticipare tale operazione nel mese di agosto-settembre sul terreno precedentemente preparato in modo da avere un pronto germogliamento con le prime piogge ma a scapito dell'infiltrazione di acqua nel terreno (Tremori e Santiccioli, 2016; Guenaoui *et al.*, 2013). La “semina” può essere protratta fino a gennaio ma, se questa è troppo ritardata, l'aglione non bulbifica e forma un solo grosso bulbillo (“aglio maschio”).

L'utilizzo di materiale di propagazione vegetativo fa sì che geneticamente, le piante ottenute, siano dei cloni delle piante madri, identiche a livello ereditario. I bulbilli che si utilizzano sono prelevati dai “capi” dell'anno prima, e si cerca di scegliere i migliori, i più “grossi” in maniera tale da assicurare una quantità di sostanze di riserva che soddisfino a pieno il germogliamento e tutta la fase eterotrofa iniziale del ciclo. Questa usanza ha contribuito inconsapevolmente ad una sorta di selezione naturale del materiale vegetativo; questo rappresenta di fatto, il frutto della selezione che gli “aglicoltori” hanno operato nel tempo, a partire dalla popolazione ancestrale iniziale, salvo casi di introduzione occasionale di bulbi provenienti da altre zone sia italiane che estere (Tremori e Santiccioli, 2016).

I bulbilli vengono prelevati qualche settimana prima della piantagione, vengono staccati dal bulbo madre, dal corno parentale che li tiene uniti, in gergo “sgranatura” o “specciatatura” (*Fig. 14*) e poi calibrati in funzione del peso (gli agricoltori della Valdichiana basano la calibrazione sull'esperienza: “ad occhio”). La separazione manuale risulta un'operazione lunga e costosa dal punto di vista della manodopera; come per l'aglio, se le quantità da lavorare sono di notevole entità, esistono in commercio, delle sgranatrici a doppio nastro con cilindri rotanti e sistemi di pulizia e vagliatura che permettono di avere bulbilli puliti e separati per calibro.

Dopo aver fatto la preparazione del letto di “semina”, in un arco temporale libero dalle piogge e in condizioni di praticabilità dei campi, si effettua il piantamento.

Tale operazione, può essere fatta in 3 distinti metodi, in virtù della meccanizzazione presente in azienda o della superficie che si intende coltivare:

- Piantazione manuale: può essere eseguita utilizzando tecniche assai diverse; taluni agricoltori utilizzano la posterella, una piccola buca aperta sul terreno attraverso l'uso della zappa, in cui è sistemato il bulbillino poi ricoperto con la terra smossa in maniera tale che essa aderisca bene e favorisca l'imbibimento e il successivo germogliamento; altri agricoltori preferiscono uno strumento che in Valdichiana viene chiamato “piolo” che consiste in un rudimentale attrezzo a forma di cono rovescio provvisto di un manico che viene affondato nel soffice suolo per creare un'impronta ove inserire il bulbillino da interrare (Tremori e Santiccioli, 2016), esso possiede un aspetto negativo importante: nel momento in cui si va ad aprire la buca, si ha un compattamento del terreno lateralmente che va a creare l'effetto vaso cioè, si ha la zona laterale compattata che impedisce la penetrazione delle radici. Un accorgimento molto importante, nel caso si intenda utilizzare il “piolo”, è quello di effettuare la piantazione in terreno accuratamente preparato e in tempera per evitare fenomeni di adesione e compattamento in caso di umidità troppo elevata. In entrambi i casi, per consentire all'operatore di fare delle file rettilinee, vengono apposte delle corde in trazione ancorate a due paletti in legno ai due lati opposti.

- Piantazione semi-meccanica (*Fig. 14*): consta di un piccolo attrezzo meccanico impiegato nell'orto: “motozappa” o “motocoltivatore” che posteriormente vede attaccato un piccolo assolcatore trainato; dopo il suo passaggio, rimane un solco nel terreno dove sul fondo verranno depositati manualmente i bulbilli alla giusta distanza tra loro. Per la rettilinearità delle file, in questo caso, si procede in due modi distinti: se abbiamo un motocoltivatore, allora sfruttiamo il bloccaggio differenziale delle ruote motrici che autonomamente consente di andare dritti, se possediamo una motozappa, si ricorre alla corda in tensione e ai paletti di testata.

- Piantazione meccanica: è una tecnica attualmente poco usata, in via sperimentale e prevede il ricorso a una seminatrice di precisione, pneumatica da aglio, opportunamente modificata; il macchinario prevede degli assolcatori anteriori ai tubi adduttori che per mezzo di aria forzata prodotta da una ventola, spingono i bulbilli nei solchetti.

Attraverso le interviste agli agricoltori, è emerso che in zone pianeggianti tipiche della Valdichiana Cortonese, in cui predominava fino a 30 anni fa il tabacco, molti agricoltori sfruttano le trapiantatrici trainate per la piantazione del bulbillino: la trapiantatrice trainata da tabacco, attraverso opportuni accorgimenti, anche in maniera artigianale, può essere utilizzata anche per la piantazione dei bulbilli.

In virtù della superficie che verrà destinata alla coltura può essere scelto il metodo di piantazione più idoneo; attualmente, date le modeste superfici coltivate, le tecniche più utilizzate sono le prime due in quanto, per superfici collocate nell'orto familiare (1-300 m²) si utilizza la tecnica manuale soprattutto quella a postarella. In caso di aziende agricole specializzate per la piantazione dell'aglione si ricorre sempre più spesso a delle tecniche che agevolano e riducono il tempo per compiere tale operazione; nel concreto sono molto pochi l'agricoltori che ricorrono alla meccanizzazione più spinta tant'è che molto spesso la tecnica semi-meccanica è la più utilizzata, sostituendo il motocoltivatore ad una normale trattrice trainante uno o più assolcatori.

Nonostante le diverse modalità di piantagione, è sempre necessario posizionare il bulbillino con l'apice, la parte opposta rispetto al girello, rivolto verso l'alto in maniera tale da favorire il germogliamento ed evitare che si abbiano malformazioni sul prodotto finale (Guenauoui *et al.*, 2013; Tremori e Santiccioli, 2016; Terzaroli, 2015). Una delle ragioni per cui si preferiscono sempre le prime due tecniche anche in caso di superfici elevate è che la seminatrice pneumatica da aglio o la trapiantatrice da tabacco, lasciando cadere il bulbillino in maniera casuale, il più delle volte si dispone in modo orizzontale o addirittura capovolto e al germogliamento si denota una percentuale di fallenze elevata.

Quando parliamo, nel ciclo biologico, di temperatura ottimale per il germogliamento ci si riferiva ai 5-15°C del terreno, alla profondità di semina che si aggira intorno ai 5-6 cm; una profondità minore sottopone il bulbillino a rischio affioramento a seguito di piogge che costipano il terreno; tale affioramento può provocare, in fase di formazione del bulbo, uno spessore dello stesso troppo elevato al di fuori del terreno che va a causare problemi fitosanitari principalmente dovuti ad attacchi fitofagi. In caso contrario, con semine troppo profonde, si può avere il problema che il bulbillino esaurisca le sostanze di riserva prima della fine della fase eterotrofa, con conseguenza negativa sulla produzione.

9.4 - Densità di piantagione

Prima di andare nello specifico sulle distanze di piantagione ritengo opportuno soffermare l'attenzione sul concetto di fittezza o densità che riveste un ruolo d'importanza primaria nella buona riuscita della coltivazione.

9.4.1 - Interazione tra piante nelle colture

In qualsiasi formazione vegetale, le singole piante dispongono, in condizioni reali di crescita, un quantitativo di risorse (radiazione solare, acqua, elementi nutritivi e spazio) che generalmente non consentono loro di raggiungere i livelli massimi di crescita.

La crescita di un individuo all'interno di una coltura pura è controllata dalla combinazione delle dimensioni potenziale che la pianta può raggiungere e dalla intensità d'investimento o fittezza (numero di piante per m²). Il peso potenziale è caratteristica genetica, la fittezza definisce lo spazio e le risorse disponibili per ciascun individuo.

Durante la fase iniziale del ciclo colturale, le piante crescono pressoché isolate ed interagiscono tra loro in modo molto limitato. Con il procedere della crescita, lo spazio e le risorse disponibili per ogni individuo si riducono progressivamente e la competizione tra piante vicine inizia a manifestarsi.

Il momento d'inizio della competizione e l'intensità dei fenomeni sono caratterizzati dalla fittezza, in quanto lo spazio disponibile per ogni pianta diminuisce al crescere di questa: a densità molto basse ogni pianta può raggiungere il suo peso potenziale massimo poiché lo spazio a disposizione per ogni individuo è più che sufficiente a garantire l'accrescimento ottimale, potenziale della pianta.



Figura 14: in alto a sinistra sono visibili dei bulbilli di aglione messi a confronto con un bulbo intero di aglio comune. In alto a destra si vedono chiaramente i bulbilli pronti per la “semina”. In basso si hanno le due fasi della piantagione con la modalità semi-meccanica, la più usata da noi in Valdichiana. (aglione.it)

Le ordinarie fittezze di coltivazione sono in generale troppo alte da consentire ad ogni individuo di raggiungere le proprie dimensioni potenziali. Questo avviene perché l’obiettivo di ogni agricoltore è di massimizzare la produzione delle comunità di piante, cioè la produzione per unità di superficie di terreno (Guiducci, 2015).

Quest’ultima considerazione non è del tutto veritiera nel caso delle bulbose ma più in particolare nel caso dell’aglione ove si desidera e si punta a massimizzare il peso di ogni singolo bulbo in virtù della vendita al pezzo che avviene negli esercizi commerciali paesani. Per coloro che intendono portare a termine una vendita a peso è corretto prendere in considerazione l’ipotesi siffatta adeguando il diametro del bulbo in funzione della fittezza. L’aglione è una specie a fittezza rigida con 5-6 piante a m², perché non si hanno ramificazioni e accestimenti e l’equazione del produttore risulta essere: 1 bulbillo = 1 pianta = 1 “capo”.

9.5 – Sesto d’impianto

Secondo il grado di meccanizzazione utilizzato, il sesto d’impianto può subire delle variazioni; iniziando con la tecnica della piantagione manuale si consiglia di attuare delle distanze che tra le file si aggirano attorno ai 60-70 cm; nel caso in cui si vogliano eseguire delle consociazioni temporanee con fava da orto, si devono prevedere delle distanze maggiori.

Nel caso della piantagione semi-meccanica o meccanica la distanza tra le file varia, come già detto, al variare degli organi lavoranti; non siamo in grado di dare delle specifiche tecniche poiché variabili da azienda ad azienda. Tenendo come punto fermo la densità di 5-6 bulbilli per m² ne risulta che a 65 cm di distanza tra le file, sulla fila affermiamo distanze di 25 cm (Guenauoui *et al.*, 2013).

La quantità di bulbilli espressa in kg da utilizzare in un ettaro di terreno si aggira intorno ai 2.500 kg; tale quantità deriva tenendo in considerazione che gli agricoltori preferiscono seminare i bulbilli calibrati, dal peso di 40-50 g e densità di 5 piante a m² ($50 \text{ g} \times 5 \text{ piante/m}^2 \times 10.000 \text{ m}^2 = 2.500.000 \text{ g} = 2.500 \text{ kg} = 2,5 \text{ t/ha}$).

La quantità enorme di materiale di propagazione vegetativo da impiegare per la messa a dimora di 1 ha e la scarsità dei luoghi in cui lo stesso può essere recuperato ha da sempre fatto sì che venisse coltivato su piccole superfici.

Di anno in anno gli “aglicoltori” di professione e hobbisti lasciano da parte sempre più “spicchi” in modo tale da aumentare la produzione negli anni.

9.6 – Cure colturali

A seguito della piantagione in circa 50-60 giorni abbiamo il germogliamento (semina autunnale); nell’inverno la coltura arresta la propria crescita con le prime gelate e rimane alla fase fenologica di 4-5 foglie fino alla fine dell’inverno; in questo periodo non si hanno grandi esigenze nutrizionali, a causa della scarsa crescita e la competizione nei confronti delle infestanti è molto limitata.

9.6.1 - Sarchiatura

Questa lavorazione consecutiva (*Fig. 15*) è una delle più importanti cure colturali che vengono a essere svolte durante il ciclo produttivo. Gli scopi per cui è utilizzata sono molteplici (Giardini, 2012):

- controllo della competizione esercitata dalle infestanti attraverso lo sradicamento o la devitalizzazione delle stesse; quando le specie infestanti si trovano allo stadio di plantule, senza aver ancora differenziato le foglie vere, risultano più semplici da “uccidere” e si riscontra un risparmio economico dovuto al minor tempo impiegato.
- diminuire l’evaporazione di acqua dal suolo: questo effetto positivo deriva dal fatto che è interrotta la capillarità del terreno, cioè si viene a “spezzare” la continuità dei micropori dagli strati bassi del terreno alla sua superficie.



Figura 15: Sarchiatrice interfila (fissore.it) e aglione sarchiato per eliminare meccanicamente le infestanti.

- agevolare nel periodo freddo invernale la penetrazione nel terreno del calore solare aumentando la superficie specifica e il rapporto superficie/volume; in correlazione con questo beneficio si ha anche una maggiore circolazione di aria nei primi centimetri.
- rompere la crosta superficiale che risulta dannosa per l'accrescimento regolare, in diametro, dei bulbi.

La sarchiatura (Fig. 15) per il controllo delle malerbe si effettua durante tutto il ciclo colturale mentre, per la rottura della crosta superficiale e la riduzione delle perdite evaporative dagli strati più bassi del terreno, si effettua durante il periodo primaverile a cadenza mensile.

La sarchiatura può essere fatta manualmente nei piccoli appezzamenti attraverso l'uso della zappa e con sarchiatrici di precisione su appezzamenti più grandi. In ogni caso, bisogna porre particolare attenzione a non intaccare gli organi della pianta onde evitare attacchi parassitari e marcescenza. I passaggi con le sarchiatrici interfila, richiedono comunque una rifinitura manuale attorno alla pianta per eliminare la crosta superficiale addossata al bulbo e le infestanti sulla fila.

9.6.2 – Controllo delle infestanti

Il lungo ciclo colturale dell'aglione (fino a 280 giorni), unito alla sua scarsa attitudine soffocante nei confronti delle malerbe, ha come conseguenza un lungo periodo critico.

Dato il ciclo colturale autunno - primaverile, l'aglione subisce la competizione sia di monocotiledoni che dicotiledoni, sia invernali che primaverili. All'inizio del ciclo colturale il problema maggiore è causato da graminacee annuali come l'*Avena*, *Lolium*, *Phalaris* ma anche varie dicotiledoni dei generi: *Lamium*, *Stellaria*, *Papaver*, *Veronica*.

A fine inverno, inizio primavera, è la volta della competizione di specie appartenenti alla famiglia delle *Poligonaceae* e delle *Chenopodiaceae*. In primavera inoltrata compaiono altre dicotiledoni del genere *Amaranthus*, *Solanum*, *Euphorbia*, *Mercurialis* e molte monocotiledoni graminacee estive: *Setaria*, *Echinochloa*, *Digitaria*.

La gestione delle infestanti deve assolutamente essere fatta in maniera ottimale onde evitare perdite produttive consistenti. L'intervento principale che viene fatto sia in agricoltura biologica che integrata è la preparazione anticipata del letto d'impianto che si traduce di fatto in una falsa semina poiché le infestanti nate possono essere eliminate meccanicamente in biologico, attraverso l'utilizzo di un erpice strigliatore o chimicamente, in integrato attraverso erbicidi.

Gli interventi successivi durante il ciclo colturale si differenziano in base alla tipologia di conduzione.

In agricoltura biologica si prevede l'utilizzo di sarchiatrici interfila, scerbatura manuale e pirodissebo.

In agricoltura integrata oltre agli interventi descritti per il biologico è possibile effettuare il diserbo chimico.

Il controllo chimico delle infestanti è il metodo più adottato nelle coltivazioni non biologiche su grandi superfici.

In commercio si trovano molti erbicidi selettivi per la coltura, con i quali possiamo intervenire in diversi momenti del ciclo colturale; i principi attivi da utilizzare sulla coltura sono quelli stabiliti per l'aglio comune in quanto in molte regioni non è specificato il disciplinare sull'aglione.

Per completezza si riporta la dicitura del disciplinare di produzione integrata dell'Aglione della Valdichiana (DISCIPLINARE DI PRODUZIONE DELL'AGLIONE DELLA VALDICHIANA Rev. 00 del 08/06/2017); l'estrapolato del disciplinare del bibliologico è stato escluso poiché il testo recita: "difesa da sistema di agricoltura biologica".

"...In linea generale si può effettuare per ogni epoca al massimo un trattamento con i seguenti principi attivi" (Tabella 3):

Tabella 3: Controllo delle infestanti

EPOCA	ERBE INFESTANTI	PRINCIPIO ATTIVO
Presemina	Graminacee e Dicotiledoni	Glyphosate
Pre-emergenza	Graminacee e Dicotiledoni	Pendimethalin o Metolachlor
Post-emergenza	Graminacee invernali E Dicotiledoni annuali	Pendimethalin, Piridate o Metolachlor
	Sole Dicotiledoni	Bromoxynil
	Sole Graminacee	Propaquizafop, Quizalofop-p-etile, Quizalopof-etile isomero D

9.6.3 – Asportazione dello scapo fiorale: "starlatura"

La "starlatura" (Fig. 16) consiste nell'eliminazione dello scapo fiorale alla metà di maggio, quando è alto circa 20 cm al di sopra dell'ultima foglia, per evitare che le sostanze nutritive destinate all'ingrossamento dei bulbilli vengano consumate per la differenziazione degli organi riproduttivi e la fioritura (Tremori e Santiccioli, 2016).

La tecnica prevede di eliminare lo scapo florale con delle forbici da potatura, sotto all'infiorescenza, in maniera tale che rimanga verde la parte sottostante; facendo ciò la recisione non è troppo vicina alle foglie e il cono rovescio, che si forma per disseccamento della zona sottostante il taglio, rimanga da esse lontano (nell'imbuto che si viene a creare può andare a ristagnare acqua e impurità varie che potrebbero favorire lo sviluppo di fitopatie).



Figura 16: Starlatura, rimozione dello scapo florale.

9.7 – Fabbisogno idrico e irrigazione

Nelle prime fasi fenologiche la coltura ha acqua a sufficienza (LAI basso e piogge abbondanti), al contrario, si possono avere degli eccessi e dei ristagni superficiali. Andando avanti con la stagione il LAI e le temperature aumentano determinando un incremento dei consumi evapotraspirativi che non sono soddisfatti appieno dagli apporti naturali e pertanto, necessitano di irrigazione.

Lo stress idrico nei diversi momenti del ciclo colturale provocano diversi effetti sull'accrescimento e la produzione dell'aglione.

- Stress idrico intenso in fase precoce: durante la fase iniziale dell'accrescimento, le piante crescono isolate, il LAI è basso e in costante aumento. La carenza idrica rallenta considerevolmente l'aumento del LAI perché il deficit di turgore impedisce la completa distensione dei lembi fogliari. Allo stesso tempo le foglie presentano tassi di assimilazione netta molto bassi. Il risultato è che l'aglione cresce in condizioni di forte carenza di assimilati, tuttavia nonostante le condizioni di deficit idrico favoriscano l'accrescimento delle radici, la carenza di assimilati può essere così forte che anche tale crescita viene compromessa. Se la siccità perdura, la coltura può essere incapace di raggiungere un LAI sufficiente a garantire un buon assorbimento della radiazione quindi, il danno sulla produzione di biomassa è sempre consistente.

▪ Stress idrico durante la fase centrale di crescita e l'ingrossamento del bulbo: in questa fase il LAI è già ampio, consente il pieno assorbimento della PAR. La coltura risponde alla carenza di acqua riducendo la traspirazione attraverso la chiusura stomatica. Le foglie più in basso entrano in senescenza perché il tasso di respirazione per il mantenimento risulta maggiore del tasso di assimilazione fogliare. La senescenza delle foglie più basse riduce la superficie traspirante della pianta e permette di mantenere il proprio potenziale idrico a livelli sostenibili. Il bulbo vedendo diminuiti i fotosintati derivanti dalle foglie arresta la sua crescita e quindi accumulo di biomassa (Hopkins e Hüner, 2008; Taiz e Zeiger, 2013; Guiducci, 2015).

In generale il periodo di maggior richiesta idrica della specie risulta essere quell'arco temporale che va dall'inizio della primavera fino alla fine di giugno.

Come noto, la determinazione dell'evapotraspirazione della coltura, è generalmente effettuata utilizzando il metodo FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) per cui $E_{tc} = K_c \times E_{t_0}$ dove:

- E_{tc} = evapotraspirazione colturale,
- K_c = coefficiente colturale, fattore moltiplicativo con il quale a partire dall' E_{t_0} ricavato dall'evaporimetro si ricava E_{tc} , esso varia in virtù della fase fenologica essendo strettamente correlato alla fogliosità della pianta e alle condizioni climatiche,
- E_{t_0} = evapotraspirazione potenziale di riferimento ottenibile attraverso un evaporimetro a vasca.

Nel caso dell'aglio, non esistendo i valori di K_c tabulati, possiamo utilizzare quelli dell'aglio reperibili nel quaderno 56 della FAO (FAO paper 56: garlic). Il coefficiente colturale è stato validato sperimentalmente per ogni fase fenologica di durata definita (*Grafico 1*). Nella tabella 4 sono riportati i coefficienti colturali affiancati ad ogni singola fase fenologica.

Per spiegare meglio questo tipo di approccio per la costruzione dei bilanci si prende come riferimento la seconda fase fenologica che va dal germogliamento alla bulbificazione; in questo arco temporale della durata di 120 giorni la pianta passa progressivamente da un K_c iniziale pari a 0.7 fino ad arrivare ad un K_c finale pari a 1. Questa variazione della fase centrale di crescita è dovuta all'emissione di foglie e quindi all'aumento di biomassa nonché a variabili di tipo ambientale.

L'evapotraspirazione ci serve per la costruzione del bilancio idrico e irriguo attraverso i dati riportati in *tabella 4* corredati della conoscenza del limite critico d'intervento LCI (30% dell'acqua disponibile) e la profondità degli apparati radicali (0,3-0,4 m).

Molti agricoltori, basandosi empiricamente sull'esperienza individuano un volume di adacquamento che corrisponde a 1200-1500 m³/ha nella stagione marzo-giugno.

Tabella 4: dati essenziali per il calcolo dell' E_{tc}

Fasi fenologiche aglio	Durata fase fenologica	K_c
piantamento-germogliamento	40	0.7
germogliamento-inizio bulbificazione	120	0.7 - 1

bulbificazione	80	1
maturazione	30	1-0.7

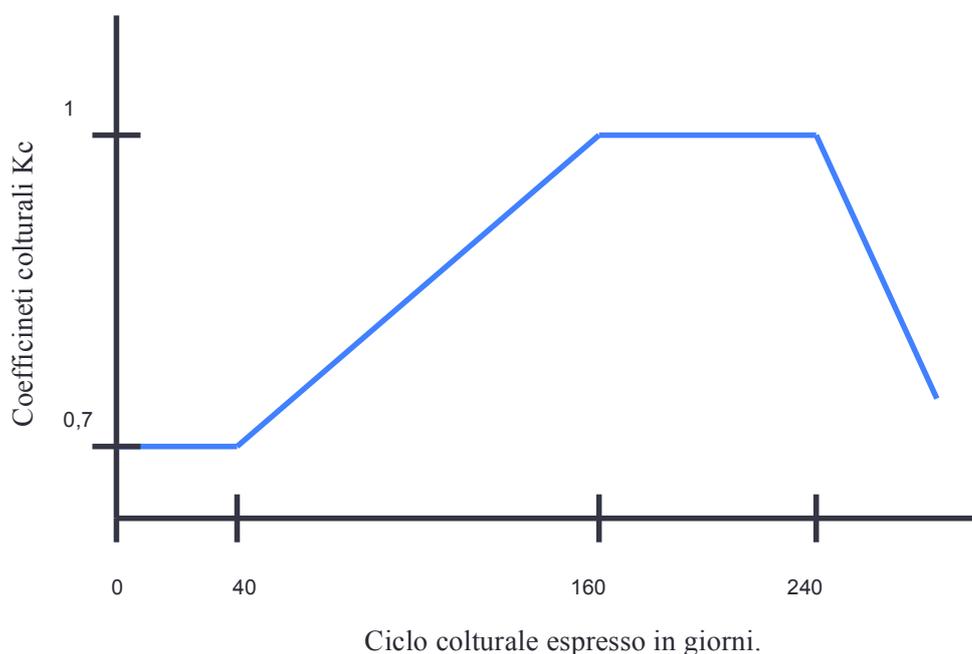


Grafico 1: Variazione del coefficiente culturale durante il ciclo culturale dell'aglio.

Comunque, dato che le superfici coltivate risultano di piccolissime dimensioni tranne pochi casi in cui si supera 1 ha, l'irrigazione viene fatta per lo più manualmente per aspersione e ci si basa più sull'esperienza che sul bilancio idrico. Ultimamente è sempre più in auge l'utilizzo della manichetta forata per soddisfare le esigenze idriche. Questo metodo d'irrigazione possiede un'efficienza irrigua che si aggira intorno al 92-93% (Giardini, 2012) contribuendo alla massimizzazione dell'efficienza della risorsa idrica diminuendo le perdite e utilizzando volumi di adacquamento molto minori rispetto all'aspersione.

9.8 – Esigenze nutritive e concimazione

Come riporta il disciplinare di agricoltura integrata, “usualmente vengono somministrati circa 100 - 120 kg/ha di N, frazionato in un paio di interventi, 50 kg/ha di P₂O₅ e laddove necessario 50 kg/ha di K₂O. Per quanto riguarda le epoche di somministrazione si consiglia di distribuire il concime azotato in modo frazionato e precisamente un terzo (33 %) prima dell'impianto - sotto forma ammoniacale - al momento della preparazione del terreno e la rimanente parte alla ripresa vegetativa primaverile in due momenti (33% allo stadio di 3 - 4 foglie e 33% all'ingrossamento del bulbo), interrando il fertilizzante - solitamente in forma nitrica - con una sarchiatura. La distribuzione del fosforo e del potassio viene effettuata al momento della preparazione del letto di semina”.

Nel disciplinare dell'agricoltura biologica s'impone il divieto della somministrazione di concimi minerali; "E' permessa la sola concimazione organica con prodotti riportanti la dicitura "CONSENTITO IN AGRICOLTURA BIOLOGICA" soprattutto nel caso di semina autunnale che comporta una maggiore lunghezza del ciclo vegetativo".

Il ritmo di assorbimento degli elementi nutritivi non è uniforme nel corso del ciclo della coltura, ma varia con le diverse fasi fenologiche. La domanda di azoto è elevata soprattutto durante la fase vegetativa di formazione ed emissione delle foglie per poi divenire molto moderata durante la bulbificazione; nella fase finale del ciclo l'azoto è addirittura dannoso per il ritardo di maturazione e per la diminuzione della conservabilità dei bulbi. I fabbisogni di fosforo e potassio, invece, sono particolarmente elevati nella fase d'ingrossamento del bulbo (Tei, 2001).

La conoscenza delle caratteristiche fisico-chimiche del terreno risulta indispensabile per stabilire un adeguato programma di concimazione e verificare la necessità di effettuare o meno una concimazione di arricchimento. Mentre l'analisi fisico-meccanica può essere effettuata una tantum, quella chimica dovrebbe essere ripetuta almeno ogni 3-4 anni (Tei, 2001). Per gli ammendanti organici come il letame, è opportuno non intervenire al momento della semina ma apportarlo alla coltura che lo precede per evitare l'insorgenza di marciumi radicali (Tremori e Santiccioli, 2016); la sua azione, di solito non si esaurisce in solo anno ma si protrae anche nell'annata successiva a quella dello spargimento e, tal'ora, sia pure in quantità decrescente, arriva fino al terzo-quarto anno (Giardini, 2012).

Per determinare una corretta dose di fosforo e potassio è consigliabile eseguire sempre un'analisi chimica del suolo che dovrà ospitare l'aglio in modo da determinare le dotazioni di fosforo assimilabile e di potassio scambiabile.

Fosforo: La dose da somministrare deve essere determinata in funzione della dotazione del terreno in fosforo assimilabile, ottenibile attraverso un'analisi chimica del terreno. Considerando la scarsa mobilità di questo elemento, è bene interrare tutta la dose prevista con la lavorazione principale per portarlo nello strato di terreno interessato dalla massa delle radici.

Per accelerare lo sviluppo dell'apparato radicale e la crescita iniziale della coltura, si consiglia l'applicazione di una concimazione starter. Tale concimazione è generalmente effettuata con fosfato ammonico alla dose di circa 50 kg/ha di P_2O_5 , opportunamente localizzata al di sotto del seme e della piantina. Il concime fosfatico generalmente utilizzato nei nostri terreni, che hanno reazione neutro-alkalina, è il perfosfato triplo (titolo 48%) che ha il minore costo dell'unità fertilizzante (Tei, 2001).

Potassio: Le necessità dell'aglio per questo elemento sono medie e il massimo fabbisogno si ha durante la fase d'ingrossamento del bulbo.

Le dosi da apportare debbono essere calcolate, come per il fosforo, tenendo conto della dotazione del terreno in potassio scambiabile e della valutazione agronomica che l'analisi chimica di tale dotazione, in rapporto alle esigenze delle colture. Considerando la scarsa mobilità di questo elemento, è bene interrare tutta la dose prevista con la lavorazione principale per portarlo nello strato di terreno interessato dalla massa delle radici.

Il concime potassico generalmente utilizzato nei nostri terreni è il solfato di potassio (titolo 50%) che apporta anche quantitativi di zolfo più che sufficienti ai

fabbisogni della coltura (Tei, 2001).

Azoto: l'elemento nutritivo che maggiormente influisce sulla produzione dell'aglio. L'uso dei fertilizzanti azotati, però, a differenza di quanto avviene con quelli fosfatici e potassici, richiede particolari attenzioni, soprattutto nello stabilire la dose ottimale da somministrare, poiché gli errori, sia in difetto sia in eccesso, si pagano in termini di perdite di quantità e/o di qualità della produzione. Inoltre, la notevole mobilità nel terreno di certe forme di azoto rende necessarie alcune precauzioni per la salvaguardia dell'ambiente (inquinamento delle falde acquifere da parte dell'azoto nitrico). La forma nitrica, infine, può accumularsi nei tessuti vegetali, comprese le parti eduli, causando rischi per la salute dei consumatori. I nitrati, infatti, una volta ingeriti possono essere trasformati in nitriti che, a loro volta, possono combinarsi con le ammine libere e formare nitrosammine, composti cancerogeni. L'aglio fortunatamente ha una scarsa tendenza ad accumulare nitrati nel bulbo.

E' stato affermato che, come per l'aglio, per una produzione attesa di 10 t/ha, la coltura deve poter disporre di circa 110 kg di azoto. Nelle condizioni ordinarie riscontrabili nella nostra regione, la precessione colturale più frequente è il frumento, che notoriamente lascia ridotti quantitativi di azoto residuo nel terreno, ed il contenuto di sostanza organica dei nostri terreni è relativamente scarso (1-1.3%). In tali condizioni si può quindi ragionevolmente stimare che la coltura trovi disponibili nel terreno circa 50-70 kg/ha di azoto per cui i rimanenti 40-60 kg/ha dovrebbero essere apportati con le concimazioni. Se si considera che, a causa dell'apparato radicale superficiale, l'efficienza di assorbimento della concimazione azotata con distribuzioni a tutto campo è di circa il 50%, occorrerà aumentare la dose tecnica fino ad apportare circa 80-120 kg/ha di azoto (Tei, 2001).

Al fine di seguire i ritmi di assorbimento della coltura, ridurre i rischi di lisciviazione ed evitare un eccesso di azoto nella fase di maturazione dei bulbi, la dose prevista di azoto dovrebbe essere frazionata in 3 volte: 1/3 all'impianto, 1/3 allo stadio di 3-4 foglie e 1/3 all'ingrossamento del bulbo. I concimi azotati più frequentemente impiegati sono il solfato d'ammonio all'impianto (per apportare anche zolfo) e nitrato ammonico o urea in copertura.

9.9 – Pacciamatura

Stando alle ultime indagini relative alla coltivazione di aglio, è emerso che gli agricoltori, sempre più spesso, ricorrono alla pacciamatura (*Fig. 17*). Negli orti familiari già da molto tempo è in uso questa tecnica ma ultimamente viene utilizzata anche in pieno campo poiché comporta benefici di notevole entità.

Con il termine pacciamatura si intende la copertura del terreno sotto la pianta con materiali i più diversi allo scopo di conseguire alcuni vantaggi:

- favorire un aumento della temperatura del terreno e così precocizzare le colture;
- controllare le malerbe evitando il ricorso a sarchiature, scerbature o diserbo chimico;
- proteggere il terreno dall'azione battente della pioggia e mantenerne più a lungo la struttura;

- conservare l'umidità del terreno per minore evaporazione e così ridurre le necessità irrigue;
- favorire, con il riscaldamento del terreno, la disponibilità di elementi nutritivi alla coltura, grazie all'intensificarsi dei processi di mineralizzazione della sostanza organica e di nitrificazione;
- La pacciamatura può essere eseguita con materiali diversi:
 - materiali organici (paglia, trucioli, segatura, frasche, cortecce, foglie...);
 - film plastici;
 - materiali termoplastici a base di amido di mais biodegradabili;
 - fogli di composti cellulósici.

La pacciamatura organica trova impiego prevalente nei sistemi colturali biologici. L'efficacia dipende dall'altezza dello strato pacciamante e dalle dimensioni del materiale (es. la lunghezza della paglia) mentre l'economicità dall'origine aziendale del materiale.

Con l'avvento della plastica la pacciamatura ha avuto una grande diffusione grazie alla produzione di film plastici di elevata efficacia e costo relativamente basso. I film plastici per pacciamatura sono generalmente tutti in polietilene (PE) ma di colore diverso che corrisponde a una diversa trasmissione della radiazione solare incidente e di quella riflessa dal terreno sotto il film plastico con conseguente diversa azione riscaldante e/o di controllo delle malerbe. I più comuni film plastici sono i seguenti:

- trasparenti: permettono il passaggio della luce con notevole riscaldamento del terreno, ma permettono anche la crescita delle malerbe che nascono sotto il film;
- neri e fumé: ostacolano il passaggio della luce quindi hanno un minore effetto riscaldante sul terreno ma impediscono la crescita delle malerbe. Assorbendo la luce si riscaldano molto per cui in estate o tarda primavera occorre evitare che le piantine di orticole tocchino il film al fine di evitare ustioni delle foglie;
- bianchi: hanno caratteristiche intermedie tra quelli trasparenti e quelli neri. Sono spesso usati nelle serre per favorire la riflessione della luce e creare un ambiente luminoso più uniforme;
- fotoselettivi: permettono il passaggio solo di alcune bande di luce combinando le proprietà termiche precocizzanti dei film plastici trasparenti e le proprietà di controllo delle malerbe dei film neri o fumé. Generalmente la faccia superiore e inferiore hanno colore diverso (es. bianco-nero, rosso-marrone, argento-marrone, argento-nero, giallo-marrone);
- argentati e alluminati: sono film plastici riflettenti impiegati soprattutto per ostacolare gli attacchi di afidi su diverse colture (es. melone, zucchini...).

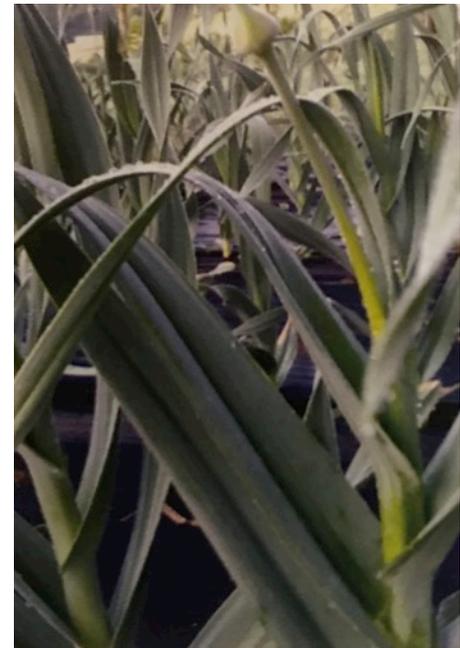


Figura 17: aglione pacciamato (Tremori e Santiccioli, 2016)

I film plastici hanno spessore di 0,02 – 0,05 mm e

larghezza variabile da 0,6 a 6 m; sono disponibili senza fori o pre-forati; in caso di film pre-forati, i fori possono essere paralleli o sfalsati, con distanze variabili tra i fori in funzione della disposizione spaziale delle colture e diametro del foro che varia generalmente da 40 a 80 mm. I film plastici sono generalmente disponibili in bobine standard dal peso di 80 kg. La loro applicazione avviene con macchine pacciamatrici che possono essere abbinate a trapiantatrici e/o a dispositivi che stendono sul terreno la manichetta forata per irrigazione localizzata. I film plastici da pacciamatura sono impiegati generalmente per un solo colturale dopodiché sono raccolti a mano o a macchina per essere destinati allo smaltimento (Tei e Pannacci, 2017).

La pacciamatura non consente un'irrigazione per aspersione ma è indispensabile l'utilizzo della manichetta forata.

I pacciamanti biodegradabili a base di amido di mais, ottenuti per polimerizzazione, rivestono un'importante innovazione tecnologica poiché a fine ciclo possono essere interrati nel suolo insieme ai residui colturali, ove si decompongono facilmente grazie alla microflora tellurica.

9.10 – Raccolta

In condizioni termo-pluviometriche normali, la raccolta (*Fig. 18*) avviene alla fine di giugno-prima metà di luglio. Il momento idoneo è definito empiricamente quando le foglie sono ingiallite e il falso stelo è secco. Importante è che il capo non si rompa e marisca quindi, considerato che non c'è contemporaneità di maturazione, è opportuno procedere alla raccolta quando il 70% delle piante hanno le foglie ingiallite (Tremori e Santiccioli, 2016; De La Cruz Medina e García, 2007).

Data l'esigua superficie che ogni singolo agricoltore investe, attualmente si effettua la raccolta manuale estirpando le piante con l'uso di una zappa o vanga. In prospettiva di superfici sempre più ampie alcuni utilizzano delle macchine agevolatrici che sono indicate come scava-raccogli-bulbi, in sperimentazione esiste anche l'utilizzo di scava-andanatrici che estirpano i bulbi riunendoli in andane. L'andanatura post-raccolta viene effettuata indiscriminatamente ad ogni tecnica utilizzata; allo scopo di lasciar essiccare la terra attorno al bulbo per permettere efficacemente il distacco dallo stesso. Inoltre, qualunque sia il sistema di raccolta, è consigliabile non lasciare nel terreno i bulbillini che coronano esternamente il bulbo poiché negli anni successivi essi potrebbero dar luogo a piantine di aglione che si comporterebbero come infestati per la coltura avvicendata (Tremori e Santiccioli, 2016).

9.11 – Operazioni post raccolta...

Le operazioni successive alla raccolta hanno lo scopo di poter commercializzare il prodotto. La prima pulizia avviene in campo, si lasciano i bulbi riuniti in andane (*Fig. 18*) in maniera tale che nei 2-3 giorni consecutivi alla raccolta, la terra si secchi attorno al bulbo facilitandone il distacco. I bulbi raccolti vengono trasportati in magazzino per essere puliti, sbarbati, conservati e confezionati.

Il processo di essiccazione ha lo scopo di portare l'umidità al di sotto di una certa percentuale in maniera tale che la serbevolezza sia garantita. L'umidità di riferimento si

aggira intorno al 65% ; nel caso in cui non si riesca a raggiungere tale umidità, *Aspergillus spp.*, *Fusarium spp.* e *Penicillium spp.* andrebbero ad attaccare la parte edule causando marcescenza e formazione di micotossine.

L'essiccazione, secondo la quantità di bulbi raccolti, può avvenire al sole, cercando di evitare le ore più calde della giornata in maniera tale da limitare le scottature dovute alla radiazione solare oppure, per accorciare i tempi, il procedimento può avvenire sotto l'azione di aria calda forzata che riduce i tempi del 50%.

La successiva fase, la conservazione, deve avvenire in ambienti bui, asciutti e ventilati in modo da prevenire un pre-germogliamento ed attacchi di patogeni in conservazione.

Se la produzione è elevata e l'agricoltore intende venderla, allora, gli conviene utilizzare delle celle frigorifere ad atmosfera controllata per la conservazione. Con il termine atmosfera controllata si indicano dei valori di concentrazione dei gas dell'aria controllati; nel caso dell'aglione i risultati ottimali di conservazione si ottengono con concentrazione di CO₂ pari al 5% e O₂ pari al 4% (Disciplinare di produzione integrata, 2017).

La FAO, nel testo "Garlic post-harvest operations" riporta tutta una serie di operazioni di toelettatura e conservazione che noi, in parte, abbiamo ripreso per l'aglione; tuttavia, nei confronti della commercializzazione, si fa strettamente riferimento al "Disciplinare di Produzione dell'aglione della Valdichiana" (Rev. 00 del 08/06/2017) di cui si riportano gli articoli:

Art.1 - DENOMINAZIONE

La denominazione di AGLIONE DELLA VALDICHIANA è riservata all'Aglione (*Allium ampeloprasum* L. var. *holmense* Mill.) che risponde alle condizioni ed ai requisiti stabiliti dal presente Disciplinare di produzione.



Figura 18: Nella figura di sinistra possiamo ben vedere un bulbo appena raccolto e lasciato al sole, nella figura di destra vediamo i bulbi toelettati, con eliminazione delle foglie esterne e delle barbe.

Art. 6 - CLASSIFICAZIONE E CALIBRI

In base al calibro dei bulbi (diametro max equatoriale) distinguiamo tre categorie:

- Super: calibro minimo 120 mm
- Extra: calibro minimo 80 mm
- Prima: calibro minimo 60 mm

Si prevede inoltre la categoria Comune per indicare l'Aglione di calibro < a 60 mm e/o confezionato in singoli bulbilli in unità di sei o multipli di sei entro sacchetti di rete. Il calibro è determinato al momento dell'immissione in commercio.

Art. 7 - CONTROLLI

La verifica del rispetto del disciplinare è svolta dall'Associazione per la Tutela e la Promozione dell'Aglione della Valdichiana -con sede a Montepulciano, Piazza Grande,7- anche avvalendosi di tecnici esterni.

Art. 8 - ETICHETTATURA

L'aglione della Valdichiana secco viene immesso al consumo sfuso, in sacchetti di rete o confezionato in trecce.

Il condizionamento deve avvenire con attenzione per impedire che il trasporto e le eccessive manipolazioni possano provocare la rottura delle tuniche generando il rischio di muffe e deterioramento del prodotto. Su ogni confezione deve essere apposta un' etichetta o bollino adesivo riportante la denominazione "Aglione della Valdichiana" con il logo dell'Associazione per la Tutela e la Promozione dell'Aglione della Valdichiana e l'indicazione/identificazione del produttore.

Le confezioni sopra dette possono essere immesse al consumo anche in imballi di legno, plastica, cartone, carta e materiali vegetali naturali. Ciascun imballaggio deve recare, in scritte raggruppate sullo stesso lato, leggibili e indelebili, le indicazioni che consentano di identificare l'imballatore e lo speditore. Sugli imballaggi dovrà inoltre essere indicata la denominazione "Aglione della Valdichiana" con il logo dell'Associazione per la Tutela e la Promozione dell'Aglione della Valdichiana e l'indicazione/identificazione del produttore.

E' consentita la vendita anche dei singoli bulbilli purché questi vengano messi in appositi sacchetti di rete - in ragione di 6 o multiplo di 6 per sacchettino - e applicato ad essi il relativo bollino.

Il logo distintivo dell'Associazione per la Tutela e la Promozione dell'Aglione della Valdichiana è quello approvato dall'Assemblea dei Soci. Il logo, quando stampato su etichetta, deve essere riprodotto in misura di 1/3 rispetto alla dimensione dell'etichetta.

Capitolo 10 - AVVERSITA' E DIFESA

La difesa fitosanitaria riguarda il nodo centrale di tutta la tecnica agronomica; da sempre gli agricoltori richiedono risposte agli enti di ricerca preposti in modo da risolvere in tempi brevi, in modo ecosostenibile, efficace ed economicamente valido, i problemi legati alle fitopatie causate da agenti biotici e fisiopatie causate da agenti abiotici. La non iscrizione al Registro Nazionale Varietà, RNV, fa sì che non esistano principi attivi registrati e autorizzati per la difesa di *Allium ampeloprasum* L. var. *holmense* Mill. Il DSA3 attraverso ricerche genetiche sulla caratterizzazione dell'aglio, attraverso lo sviluppo di marcatori molecolari (Terzaroli, 2015; Terzaroli, 2017) possiede dei risultati innovativi e scientifici che presto porteranno alla sua iscrizione. In caso di necessità i coltivatori operanti in un contesto di agricoltura integrata, sono autorizzati a utilizzare i principi attivi validi per l'aglio comune.

10.1 – Fitopatologie causate da Virus

Un virus è un'entità microscopica, infettiva, potenzialmente patogena costituita da un aggregato macromolecolare formato da un solo tipo di acido nucleico e da proteine. Nell'aglio si riscontra il mosaico giallo nano (*Onion Yellow Dwarf Virus* OYDV, Fig.19). Si tratta di un fitovirus a RNA più precisamente ssRNA- cioè si tratta di un genoma lineare a singola elica negativa cioè deve essere trasformato nell'elica complementare positiva per essere tradotto.

Il comitato internazionale sulla tassonomia dei virus ha assegnato la seguente classificazione (Fiume, 2005):

Dominio: *Acytota*

Gruppo: **V (Virus a (-) ssRNA)**

Ordine: non assegnato

Famiglia: *Bunyaviridae*

Genere: *Tospovirus*

Specie: *Onion Yellow Dwarf Virus*

nome comune: **Mosaico giallo nano Allium-Virus-Marmor cepae**

Tutti gli ssRNA hanno alle estremità 5'- 3' particolari strutture che, oltre a proteggere l'RNA virale dall'azione degradativa delle RNA-esonucleasi della cellula ospite contenendone così la perdita di infettività, possono essere coinvolte nel processo di replicazione e traduzione virale, si tratta di un virus che non denota la presenza di virus ausiliari (helper virus), che possono contenere segmenti aggiuntivi di acido nucleico diversi da quelli genomico e caratterizzati dalla mancanza di geni codificanti la polimerasi necessaria alla propria replicazione (Matta *et al.*, 2017; Giunchedi *et al.*, 2007).

In generale la replicazione dei virus ssRNA- parte con la trascrizione in un'elica positiva prima che possa essere tradotta; è una trascrittasi già presente nel capsido virale che produce il filamento positivo che sarà riconosciuto e tradotto poi dai ribosomi dell'ospite. A differenza dell'ssRNA+ in se per se, l'ssRNA- virale da solo non è infettivo. Il movimento nella pianta e il successivo trasporto ha un ruolo fondamentale nel processo infettivo dei virus in quanto dà origine a malattie tipicamente sistemiche ma a differenza di come si pensava in passato, in molte combinazioni virus - pianta la zona apicale dei meristemi, dei germogli e delle radici rimane generalmente esente dalla loro presenza o ne

contiene una quantità residuale. Sperimentazioni recenti hanno individuato le particelle virali di OYDV nella linfa grezza delle foglie cioè nel sistema conduttore xilematico (Fiume, 2005).

I virus sono infettivi per definizione: presentano, infatti, la capacità di passare da una pianta infetta a una sana e ivi replicarsi. Nel caso del mosaico giallo nano la trasmissione avviene in maniera indiretta tramite dei vettori e in particolare, viene trasmesso dall'afide *Myzus ascalonicus* Doncaster, ma non si esclude la trasmissione di altre specie di afidi per semplici punture di assaggio.

Sintomatologia: le piante colpite presentano foglie con strisce gialle irregolari per ingiallimento quasi completo, arricciamento verso il basso, increspature e flaccidezza. Il fusto cresce scomposto in virtù del fatto che la guaina fogliare si contorce. A livello di bulbo non si denotano malformazioni dirette ma scarso ingrossamento dovuto alla mancanza di clorofilla quindi alla scarsa assimilazione netta. La lotta contro le virosi è essenzialmente preventiva e si basa in particolare sull'applicazione di tutte le possibili strategie e mezzi di prevenzione, profilassi come: uso di barriere per il contenimento dei vettori, impiego di materiale di propagazione virus - esente e direttamente estirpando, distruggendo le piante che presentano i primi sintomi della malattia, evitando il contagio di quelle sane e soprattutto controllando i vettori (Matta *et al.*, 2017; Axtell, 2013; Belli, 1992; Caranta *et al.*, 2011; Conti, 1985; Csorba *et al.*, 2009; Giunchedi *et al.*, 2007; Harris, 1978; Hull, 2014; Martelli, 2014; Scholthof *et al.*, 2011).

Esistono anche molti altri virus che interessano le specie del genere *Allium*, generalmente nelle zone di coltivazione dell'aglio non se ne è mai riscontrata la presenza. Per completezza di esposizione andiamo a elencare gli altri: *Garlic Common Latent Virus* (GCLV) - Virus latente comune dell'Aglio, *Garlic Dwarf Virus* (GDV) - Virus del nanismo dell'Aglio, *Garlic Mite - Borne Filamentous Virus* (GMbFV) - Virus filamentoso dell'aglio proveniente dall'acaro, *Garlic Virus A, B, C, D, E, X* (GarV - A, B, C, D, E, X), *Iris Yellow Spot Virus* (IYSV) - Virus della maculatura gialla dell'Iris, *Leek Yellow Stripe Virus* (LYSV) - Virus della striatura gialla del Porro, *Shallot Latent Virus* (SLV) - Virus latente dello Scalogno, *Shallot Virus X* (ShVX) - Virus X dello Scalogno, *Shallot Yellow Stripe Virus* (SYSV) - Virus a strisce gialle dello Scalogno, *Tobacco Mosaic Virus* (TMV) - Virus del mosaico del Tabacco (Fiume, 2005).



Figura 19: Porro attaccato dal Virus del mosaico giallo nano (Vitaincampagna.it)

10.2 – Fitopatologie causate da Batteri

I primi organismi veri e propri che si trovano dopo i virus sono i batteri, procarioti. I procarioti sono microrganismi generalmente unicellulari, avvolti esternamente da parete e/o membrane, con materiale genetico non circondato da membrana, il cui DNA è libero nel citoplasma in una regione definita nucleoida. Da una stima approssimativa si evince

che oltre un milione di specie di procarioti siano presenti sul nostro pianeta di cui fitopatogeni, attualmente, 211 specie note (Matta *et al.*, 2017).

L'agione della Valdichiana è attaccato prevalentemente dalla specie *Pseudomonas fluorescens* (Flügge) Migula, che causa il marciume fogliare, appartenente al genere *Pseudomonas*, alla famiglia *Pseudomonaceae*, all'ordine *Pseudomonadales* e alla classe *Gammaproteobacteria* (Buonaurio, 2008; Matta *et al.*, 2017). La classe appena descritta appartiene alla grande famiglia dei batteri classici o tradizionali.

Pseudomonas fluorescens (Fig.20) è un batterio Gram negativo; si tratta di un batterio che instaura rapporti di epifitia e vive sulla superficie delle piante grazie all'acqua e agli essudati delle stesse. Al momento opportuno instaura un apporto di endofitia che è la condizione necessaria per lo sviluppo della malattia (Matta *et al.*, 2017).

Il processo infettivo avviene quando esistono delle condizioni di umidità cioè quando si viene a creare un velo liquido sulla superficie dell'ospite; in questa condizione, attraverso i flagelli, il batterio si dirige in prossimità delle vie d'ingresso utilizzando stimoli chemiotropici. Fungono comunemente da vie d'ingresso le aperture naturali come gli stomi, gli idatodi, le lenticelle, gli stigmi, i nettari e le ferite comunque prodotte, *Pseudomonas fluorescens* utilizza microlesioni sulle foglie causate dal freddo per penetrare nell'ospite. In tutto il genere *Pseudomonas* la patogenicità è dovuta alla produzione di un'appendice detta pilo Hrp (Hyersensitive reaction and Pathogenenicity) capace di perforare la parete delle cellule vegetali, integrarsi con la membrana plasmatica ed iniettare nella cellula molecole proteiche (effettori) che, nelle combinazioni ospite - batterio compatibili, modificano il metabolismo della cellula favorendo lo sviluppo dell'agente patogeno. Con il pilo Hrp molti batteri Gram negativi iniettano nella cellula vegetale un cocktail di 20-50 effettori proteici la cui funzione principale è quella di incrementare la virulenza del batterio (Matta *et al.*, 2017; Jackson, 2005).



Figura 20: *Pseudomonas fluorescens*

(science-source.it).

All'inizio dell'infezione il batterio responsabile del marciume fogliare provoca delle lesioni marcescenti, di forma ovata, sulla parte epigea della pianta; alla presenza di alta umidità le infezioni si estendono alle guaine sottostanti e al bulbo, causandone la marcescenza. La difesa, giacché la legge Italiana vieta l'uso degli antibiotici in agricoltura, è puramente preventiva e consiste nelle attuare ampie rotazioni nell'eliminare i residui infetti e nell'utilizzare materiale di propagazione sano. È buona norma eseguire delle concimazioni equilibrate, non utilizzare irrigazione a pioggia e gli interventi a base di sale di rame hanno una funzione non trascurabile.

(Matta *et al.*, 2017; Belli, 2012; Tremori e Santiccioli, 2016; Buonaurio, 2008; Buonaurio *et al.*, 2015; Jackson, 2005; Janse, 2009).

10.3 – Fitopatologie causate da Oomiceti

Sono organismi che vivono ubiquitariamente in acqua e in ambiente terrestre e presentano caratteristiche morfologiche ed ecologiche simili ai funghi. Siamo passati dal dominio dei procarioti a quello degli eucarioti in cui la cellula è compartimentalizzata da membrane interne: il nucleo e la maggior parte degli organelli cellulari sono delimitati.

Gli oomiceti appartengono al Regno *Chomista*, alla Divisione *Oomycota*. Al pari dei funghi, essi, presentano strutture somatiche filamentose e ramificate a sviluppo indeterminato e per procurarsi i nutrienti dall'ambiente, emettono enzimi degradativi. Il nome tradizionale di oomiceti si riferisce alla presenza di oospore, strutture riproduttive di forma ovoidale.

Il soma degli oomiceti, cui appartengono le peronospore, è costituito da un insieme di ife che formano il micelio. Le ife vengono dette cenocitiche, aseptate.

La riproduzione può essere sia sessuale che asessuale; in quella asessuale, il tallo, cioè il corpo dell'oomycota, differenzia appostiti organi detti zoosporangi, i quali si formano all'apice di ife denominate zoosporangiofore. Gli sporangi possono essere trasportati dal vento, dall'acqua o dalla pioggia battente sulla superficie dell'ospite e sono responsabili della diffusione della malattia da pianta a pianta. In presenza d'acqua liquida i sporangi germinano, producendo un tubulo vegetativo o zoospore a seconda della specie. Le zoospore, nel nostro caso, fuoriescono dalla parte sommitale degli sporangi e si distribuiscono sulla superficie dell'ospite, possiedono un flagello posteriore che permette l'orientamento e uno anteriore che permette il movimento; seguendo dei gradienti chimici raggiungono il sito di penetrazione, si arrestano, s'incistano perdendo i flagelli, assumono forma sferica e si muniscono di parete. L'infezione inizia attraverso la liberazione di sostanze chimiche da parte delle zoospore che distruggono la parete cellulare permettendo l'ingresso all'interno dell'ospite di un tubulo germinativo che formerà il micelio.

Come in altri organismi superiori gli oomiceti posseggono una riproduzione sessuale che passa attraverso la meiosi e la formazione di gameti. Nella peronospora che attacca l'aglione, di cui parleremo più approfonditamente, si ha la differenziazione di anteridio (gametangio maschile) e oogonio (gametangio femminile).

L'anteridio si accosta al gametangio femminile lateralmente, produce un tubulo di fecondazione che attraversa la parete e riversa un nucleo nell'oosfera, il gamete femminile all'interno dell'oogonio.

Dopo la fecondazione si arriva alla formazione dell'oospora. Le oospore, attraverso la germinazione, possono dare vita a un'infezione (Matta *et al.*, 2017; Deacon, 2005; Kamonus *et al.*, 2015; Jiang e Tyler, 2012; Thines, 2014; Webster e Weber, 2007).

***Peronospora schleideni* Ung. destructor Berk.** (Fig. 21) è l'agente della peronospora che attacca l'aglione; venne inizialmente descritta in gran Bretagna su cipolla e poi diffusa ovunque.

Sintomatologia: l'agente eziologico fa determinare sulle foglie la comparsa di macchie leggermente decolorate, estese in senso longitudinale che, in condizioni di elevata umidità si ricoprono di un feltro grigiastro di fruttificazioni conidiche in quanto nella riproduzione asessuata, uno sporangio può anche essere detto sporangio conidio e gli sporangiofori, conidiofori. I tessuti colpiti necrotizzano e vengono colonizzati da invasori secondari. La malattia che compromette la produttiva delle colture è ancor più pericolosa per le colture da seme. Infatti, i bulbi delle piante colpite nel primo anno facilmente sono invase dal parassita che, superato il periodo di dormienza, si sviluppa sistematicamente deformando e nanizzando le piante. Mentre le oospore sono prodotte sporadicamente, la più importante sorgente di inoculo nelle nuove colture all'inizio della stagione vegetativa sembra essere costituita dai bulbi infetti (Matta *et al.*, 2017; AA. VV, 2012).

Tremori e Santiccioli affermano che le infezioni peronosporiche partono principalmente dalle oospore, dal micelio ibernante localizzato nei bulbi contaminati oppure dai residui infetti della precedente coltivazione.

In primavera, quando le condizioni termo-pluviometriche sono favorevoli alla malattia, le oospore raggiungono le foglie ove germinano per poi penetrare nel parenchima del mesofillo attraverso gli stomi.

Il micelio si sviluppa intercellularmente e assorbe, per mezzo di austori, il contenuto citoplasmatico della cellula ospite. Al termine dell'incubazione, se l'ambiente è umido, fuoriescono dalla zona colpita i rami conidiofori portanti i conidi. Se l'ambiente è molto secco la zona colpita dissecca e si ricopre di una muffa nerastra costituita dalle fruttificazioni conidiche di miceti secondari. Le foglie colpite perdono di consistenza, si ripiegano verso il basso e avvizziscono.

Tra le misure di lotta, oltre al ricorso a pratiche agronomiche miranti a ridurre l'umidità della coltura e a prevenire un eccessivo lussureggiamento delle piante, si consiglia un'accurata selezione dei bulbi e trattamenti a base di prodotti rameici, ammessi in agricoltura biologica.

Nel disciplinare di agricoltura integrata sono registrati degli anti-peronosporici come: Pyraclostrobin + Dimetomorf, Cimoxanil, Iprovalicarb. I trattamenti vanno iniziati quando le condizioni sono favorevoli allo sviluppo della peronospora: piogge ripetute ed alta umidità relativa, seguendo un'ottica di agricoltura integrata considerando i parametri di sviluppo della malattia.



Figura 21: Pianta di Cipolla attaccata da *Peronospora schleideni* Ung. *destructor* Berk (Agrimag.it).

10.4 – Fitopatologie causate da Funghi

I funghi costituiscono il più vasto gruppo di organismi eucarioti viventi sulla terra dove sono presenti in tutti gli ecosistemi come commensali, mutualisti, parassiti o saprotrofi. Secondo alcune stime (Matta *et al.*, 2017), il numero di specie fungine potrebbe essere compreso tra 1.5 e 5 milioni di specie. Circa 100 mila sarebbero descritte e di queste circa 8 mila sono patogene delle piante e causano oltre il 70% delle malattie finora conosciute.

Lasciando da parte il genoma fungino, passiamo alla descrizione del soma e della riproduzione delle due divisioni che interessano specie che causano malattia all'aglione: *Ascomycota* e *Basidiomycota*.

La struttura somatica è costituita da ife, che si presentano settate e la parete cellulare formata di chitina, essa, ne determina la forma, protegge dalla pressione osmotica intracellulare e dagli stress ambientali. La superficie esterna delle ife e delle spore è generalmente resa idrofobica dalle idrofobine, proteine anfipatiche di alto peso molecolare.

Le due divisioni, rappresentando i cosiddetti funghi superiori, all'analisi microscopica, le ife aggregate, assomigliano a tessuti e sono definiti plectenchimi o pseudotessuti.

I funghi si riproducono sia sessualmente che asessualmente. Negli Ascomiceti e Basicomiceti la riproduzione sessuale viene della telomorfica e la moltiplicazione agamica anamorfica.

(Matta *et al.*, 2017; Alexopoulos, 2011; Billiard *et al.*, 2012; Blackwell, 2011; Deacon, 2005; Moore *et al.*, 2011).

10.4.1 - Riproduzione della divisione Ascomycota

Gli ascomiceti (*Fig. 22*) si riproducono per mitosi producendo spore asessuate, mitospore, e per meiosi, producendo spore sessuate definite ascospore. Le spore asessuate degli ascomiceti e dei basidiomiceti sono dette conidi. Negli ascomiceti i conidi hanno grande importanza epidemiologica poiché sono prodotti ripetutamente durante la stagione vegetativa mentre, le ascospore più resistenti, sono prodotte una sola volta nell'ambito nel ciclo annuale del fungo.

Nella riproduzione asessuata la varietà di tipi di conidi e di conidiofori (ife che portano i conidi) è enorme. Tali strutture sono elementi utili per la tassonomia.

I conidiofori prendono origine da ife vegetative da cui presto, si distinguono morfologicamente. Possono essere isolati o aggregati in strutture denominate conidiomi. I conidi possono formarsi singolarmente, in grappoli o in catenelle, possono essere lisci o presentare sculture superficiali, possono avere forma rotondeggiante, ellissoidale, curvilinea, a spirale o avvolta.

Nell' riproduzione sessuata, la plasmogamia può verificarsi per somatogamia (anastomosi ifale), gametangiogamia tra anteridio e ascogonio oppure per contatto gametangico e spermatizzazione. L'ascogonio, il gametangio femminile, è generalmente munito di un organo ricettivo chiamato tricogino. La riproduzione sessuale, generalmente, è possibile solo tra talli recanti alleli diversi al *locus Mat* che codifica per fattori di compatibilità sessuale.

In seguito a fusione, due nuclei provenienti rispettivamente dal tallo femminile e maschile, si accoppiano senza fondersi. L'ascogonio fecondato produce ife ascogene nelle quali migrano le coppie di nuclei che, con l'allungamento dell'ifa, si dividono mitoticamente in modo sincrono. Successivamente l'apice ifale si piega lateralmente formando un uncino dove una coppia di nuclei migra e si divide. Due setti delimitano una cellula binucleata (la penultima cellula) che si volgerà in cellula madre dell'asco intermedia tra la cellula terminale dell'uncino, effimera, e la parte prossimale dell'ifa. La cellula terminale, contenente uno degli altri due nuclei residui si rifonde quindi con l'ifa ascogena sottostante. Questo processo consente la ricostituzione, nell'ifa ascogena basale di una coppia di nuclei di diversa provenienza parentale che può partecipare alla formazione di un nuovo uncino e, nella cellula madre dell'asco, della corrispondente coppia di nuclei formanti lo zigote. Questo dà origine, attraverso meiosi, a 4 nuclei aploidi, ciascuno dei quali si divide mitoticamente producendo infine 8 nuclei ascosporici attorno ai quali si formano le ascospore.

Gli aschi sono ialini, in genere allungati e cilindrici e, meno spesso, globosi, pedicellati o sessili.

Gli aschi globosi si aprono lasciando fuoriuscire le spore in masse mucillaginose destinate al trasporto tramite l'acqua o altri vettori. Gli aschi cilindrici espellono le spore attivamente con un meccanismo esplosivo dovuto all'aumento di pressione di turgore nell'asco. (Matta *et al.*, 2017; Alexopoulos, 2011; Billiard *et al.*, 2012; Blackwell, 2011; Deacon, 2005; Moore *et al.*, 2011).

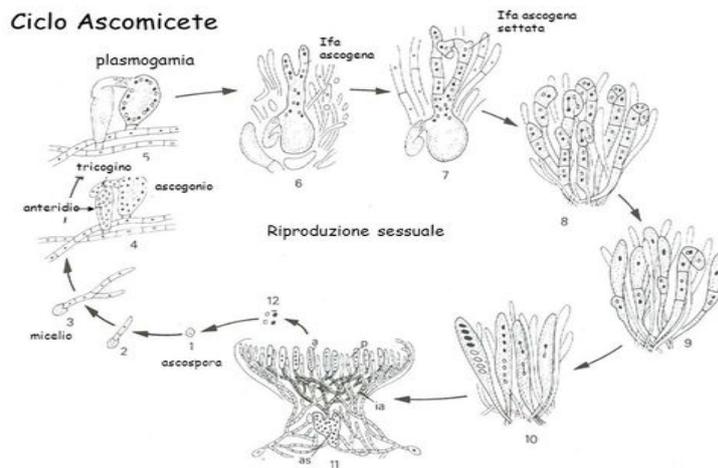


Figura 22: Ciclo dei ascomiceti (Slideplayer.it).

10.4.1.1 - Fitopatologie causate da agenti biotici appartenenti alla divisione Ascomycota

Marciume bianco causato dall'agente eziologico *Sclerotium cepivorum* Berk (Fig. 23). Si tratta di un parassita specializzato del genere *Allium*. Di telomorfo ignoto, dotato di spermazi fialidici ma privo di conidi fertili, dove la sua capacità di diffusione e sopravvivenza, è affidata alla produzione di numerosissimi sclerozi, minuti e neri che differenzia nel contesto di una muffetta candida ricoprente le radici o i bulbi colpiti. Dove non è possibile il ricorso alle rotazioni colturali, la lotta contro il marciume bianco presenta notevoli difficoltà anche perché la concia di bulbilli di aglione o i trattamenti al suolo non sempre risultano efficaci. In assenza della coltura, la distribuzione di soluzione acquose contenenti composizioni solforate stimolano la germinazione degli sclerozi ed è efficace nel contenere la malattia nei suoli non molto infestati (Matta *et al.*, 2017) .

Gli sclerozi sono strutture pseudoparenchimatiche globose che a maturità si staccano dal micelio. Hanno funzione di sopravvivenza e sono costituiti da uno strato interno midollare contenente glicogeno e altri polisaccaridi con funzione di riserva; uno strato corticale con pareti spesse e melanizzate che conferisce resistenza alla radiazione solare. Dopo un periodo di dormienza che può durare anche anni, gli sclerozi possono germinare producendo micelio o differenziando conidi (Matta *et al.*, 2017).

La sintomatologia vede bulbi e radici infestati, ricoperti da micelio cotonoso di colore bianco e sclerozi neri. Nel caso di attacchi tardivi i bulbi possono manifestare sintomi durante la fase di conservazione.

Le foglie colpite, soprattutto quelle più esterne, si presentano ingiallite, con apici disseccati rivolti verso il basso. Se gli attacchi sono precoci possiamo avere avvizzimento e morte della neo-pianta. L'epidemiologia è favorita da bassa umidità del terreno e temperature comprese tra i 15-25°. Nel disciplinare di produzione integrata è ammesso l'utilizzo di Iprodione, un conciante per i bulbilli, e trattamenti sopra chioma a base di Pyraclostrobin + Boscalid. In agricoltura biologica, la lotta, si basa su ampie rotazioni (Tremori e Santiccioli, 2016).

Marciume verde causato dall'agente eziologico *Penicillium corymbiferum* Westling sin. *Penicillium hirsutum* Dierckx. (Fig.23). Si tratta anche in questo caso di un marciume del bulbo e si manifesta come una muffa verdastra con sfumature bluastre.

L'infezione fungina avviene generalmente nei pressi di ferite in concomitanza delle prime fasi vegetative classificate come l'interramento del bulbo e l'emergenza della prima radichetta o fogliolina. Il luogo più probabile in cui si possono denotare infezioni, risulta la tunica esterna e le linee di separazione dei bulbilli. La parte epigea della bulbosa generalmente risulta indenne ma in alcuni casi si possono manifestare delle clorosi alle foglie e nei casi più gravi avvizzimento. Si tratta di un fungo molto particolare poiché le proprie spore, i propri conidi, riescono a germinare anche in condizioni di basse temperature e, a 0° C, a crescere. La difesa è attuata solo in maniera indiretta attraverso un'attenta manipolazione dei bulbi evitando che essi si rompano al momento della piantagione (Visagie *et al.*, 2014; Tremori e Santiccioli, 2016).

Marciume polverulento causato dall'agente eziologico *Aspergillus niger* Thienghem e *Aspergillus alliaceus* Thom e Church. (Fig. 23). È definito marciume polverulento poiché nella parte superiore del bulbo e lungo le nervature delle tuniche, si denota un'abbondante e finissima polvere di colore variabile a seconda dell'agente eziologico: *A. niger*, nera, *A. alliaceus*, giallastra (Tremori e Santiccioli, 2016).

Entrambe i funghi sono ubiquitari del suolo, la maggior parte delle infezioni si riscontrano nei bulbilli lesionati al momento della semina o in fase di conservazione. La polvere rappresenta l'insieme delle fruttificazioni conidiche che come abbiamo detto sono una forma di riproduzione asessuata. *A. alliaceus* inizialmente è stato isolato nei bulbi di cipolla e risulta essere un forte produttore di ocratossina, è uno tra i più diffusi agenti di deterioramento dei frutti e dell'uva in conservazione. Come nel caso del marciume verde, la lotta consiste nel contenimento delle infezioni attraverso le non lesioni ai bulbi e la conservazione in ambienti areati, freschi e asciutti.

Botrite dell'aglio causata dall'agente eziologico *Botrytis allii* Munn. (Fig. 23). Si tratta di un patogeno vegetale che causa una marcescenza del fusto che si ricopre di muffa grigia e di sclerozi nerastri che si attacca al bulbo facilmente, anch'esso marcescente. L'infezione è già presente in campo ma non si manifesta prima della raccolta, tuttavia ci sono delle annate molto umide unite a suoli poco drenanti che favoriscono l'insorgenza della malattia. Il terreno poco drenante non permette un arieggiamento attorno al bulbo che, se a contatto con umidità alta, subisce l'attacco e inizia la marcescenza. Le infezioni secondarie sono causate dai conidi che si sviluppano dal micelio primario a sua volta derivante dalla germinazione degli sclerozi. Il telomorfo è tuttora sconosciuto tant'è che la specie *B. allii* si riferisce all'anamorfo; si pensa che al pari di *B. cinerea*, agente della muffa grigia della vite, il telomorfo compare raramente in natura. Le condizioni di

sviluppo della malattia sono possibili entro limiti termici molto ampi (5-30°C) con ottimo intorno ai 20°C. Per la sporulazione del fungo sono considerati ottimali 20°C di temperatura e il 95% di umidità. La lotta anche in questo caso è di natura indiretta e consiste soprattutto nella sistemazione idraulica del terreno e il controllo delle infestanti. In agricoltura integrata è ammesso l'uso di prodotti antibiotici come le Strobilurine.

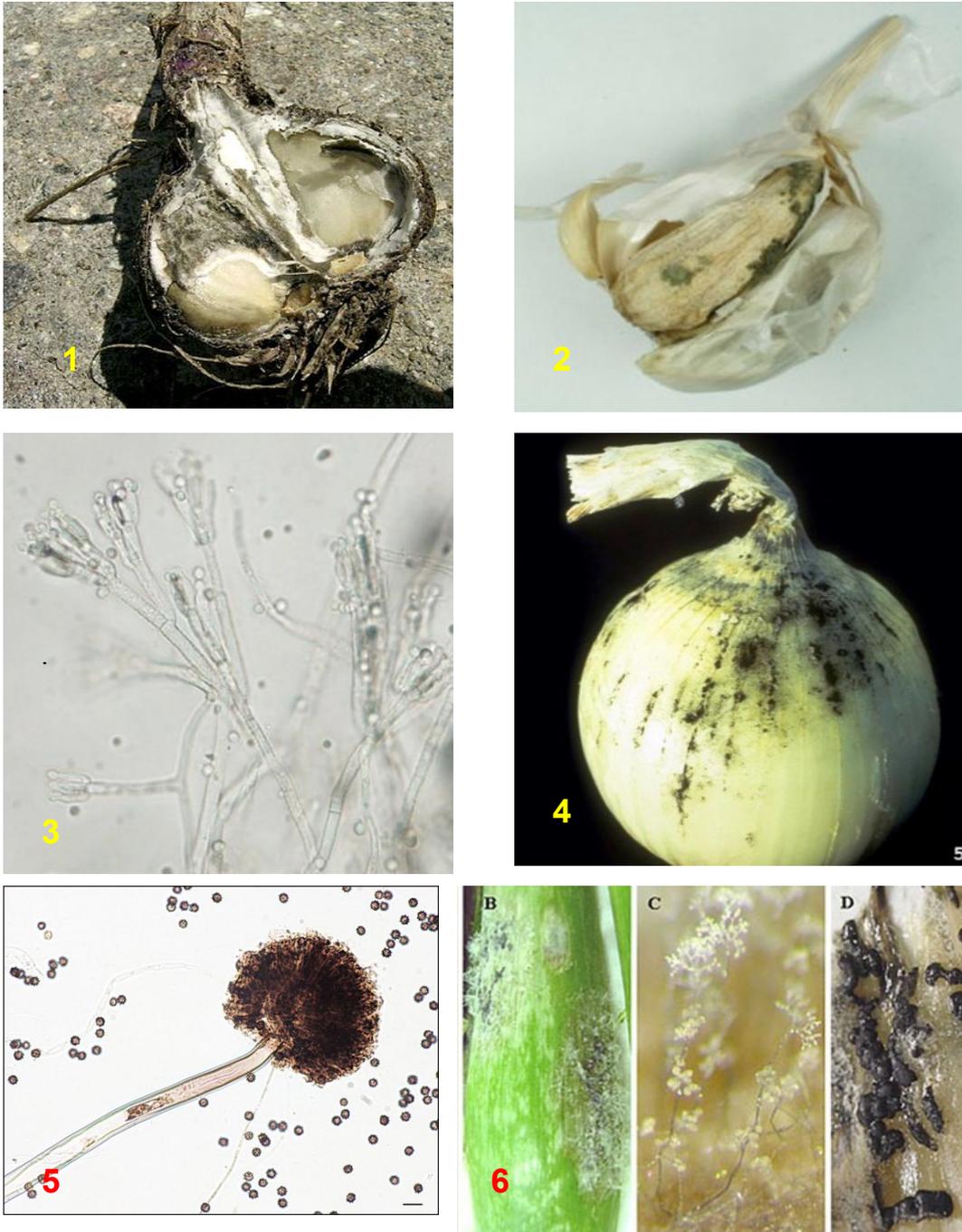


Figura 23: Pianta del genere *Allium*, attaccata da: (1) Marciume bianco (ukrup.com); (2) Marciume verde di cui si evidenziano i conidiofori ed i conidi (3) (Botanyupol.cz); Marciume Polverulento; rami conidiofori e conidi di *A. niger* (forestryimages.org; pinterest.org) ; (6) attacco di *Botrytis allii*, con evidenza dei conidiofori e degli sclerozi (plantamanagementnetwork.org).

Elmintosporiosi causata dall'agente eziologico *Embellisia allii* Simmons sin. *Helminthosporium allii* Campanile. La sintomatologia più evidente è l'annerimento delle tuniche esterne e le depressioni sulla parte convessa dei bulbilli. La temperatura ottimale per lo sviluppo della malattia si aggira intorno ai 20°C. *E. allii* produce conidiofori e conidi ialini che causano infezioni secondarie, spore sessuate, difficilmente si riscontrano e quindi sono minori responsabili delle infezioni. Il controllo si effettua attraverso la concia di bulbilli con i medesimi prodotti utilizzabili per il marciume bianco (Tremori e Santiccioli, 2016).

10.4.2 - Riproduzione della divisione Basidiomycota

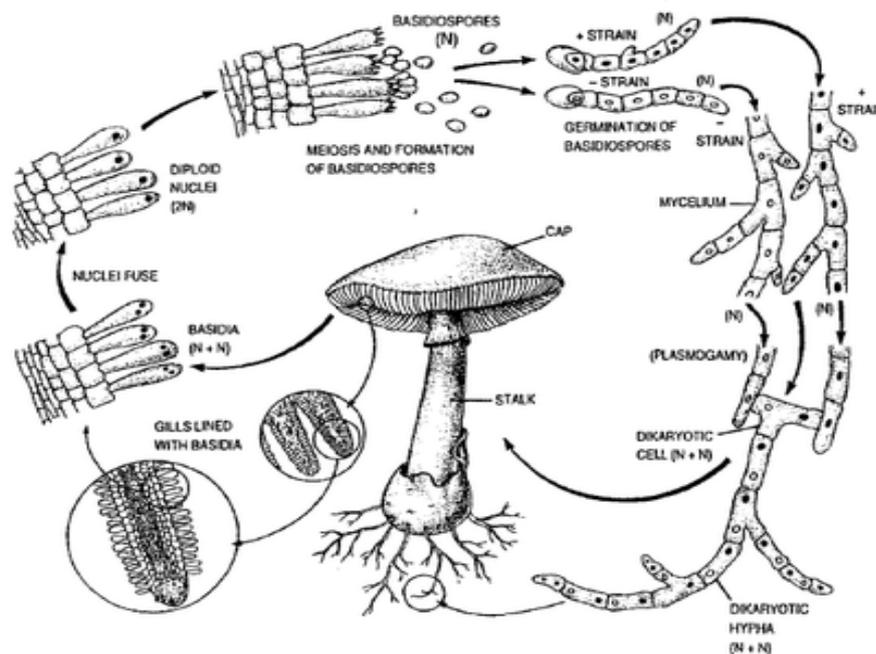


Figura 24: Ciclo dei Basidiomicota (microbiologia.blogspot.com).

Caratteristica distintiva principale dei basidiomiceti (Fig. 24) è la produzione di basidiospore (meiospore) liberate all'esterno di meiosporangi detti basidi. Le basidiospore sono aploidi e unicellulari e quando prodotte su sterigmi, possono presentare un meccanismo di espulsione attiva. La basidiospore germina producendo un micelio primario aploide e monocarion. La plasmogamia tra ife del micelio primario, avviene se i nuclei aploidi contengono fattori di compatibilità codificati da alleli diversi, localizzati generalmente al *locus Mat*. In seguito a plasmogamia si formerà un micelio secondario dicariotico (dicarion) che crescerà indeterminatamente e potrà riprodursi sessualmente e formare basidi e, nella sottodivisione *Agaricomycotina*, corpi fruttiferi chiamati basidiocarpi.

Lo stato dicarioico, che funzionalmente si comporta come un diploide, è mantenuto perché i nuclei si dividono mitoticamente in modo parallelo. Nella maggior parte delle specie la divisione è accompagnata da un particolare tipo di crescita che è la coniugazione a fibbia che porta alla formazione, in corrispondenza di ogni setto, di caratteristiche protuberanze dette fibule. La coniugazione a fibbia permette il mantenimento del dicarion perché il setto doliporico tra cellule contigue, ostacola la migrazione e la distribuzione dei nuclei. Le fibule sono strutture funzionalmente analoghe agli uncini delle ife ascogene

degli ascomiceti. Tipicamente cariogamia e meiosi si producono nei basidi degli *Agaricomycotina* ma anche in *Pucciniomycotina*: sottodivisione a cui appartengono le ruggini. In *Pucciniomycotina* la cariogamia avviene in una spora (teleutospora) che differenzierà un basidio, detto anche metabasidio o promicelio, durante la cui formazione avverrà la meiosi (Matta *et al.*, 2017; Alexopoulos, 2011; Billiard *et al.*, 2012; Blackwell, 2011; Deacon, 2005; Moore *et al.*, 2011).

10.4.2.1 - Fitopatologie causate da agenti biotici appartenenti alla divisione Basidiomycota

Di tutte le specie afferenti alla divisione *Basidiomycota*, quelle che causano fitopatie all'aglione risultano, finora, un numero molto modesto. Nello specifico, andremo a descrivere le ruggini causate dagli agenti eziologici *Puccinia allii* Wint e *Puccinia porrii* Rudolph. Il genere *Puccinia* appartiene all'ordine delle *Pucciniales* e alla sottodivisione *Pucciniomycotina*. Per comprendere meglio gli stadi evolutivi delle infezioni fungine e quindi la lotta alle avversità causate da suddette specie, è indispensabile un preambolo riguardante la descrizione della sottodivisione e dell'ordine.

L'ordine *Pucciniales* riunisce i funghi delle ruggini delle piante; sono state descritte finora più di 8.000 specie distribuite in 14 famiglie e 200 generi (Catalogue of Life, 2016). Presenti in tutti gli ecosistemi vegetali, sono parassiti ecologicamente obbligati di specie svariatissime che vanno dalle felci fino alle gimnosperme e alle angiosperme esibendo rilevanti livelli di complessità nel ciclo biologico e di diversità nel numero e nella cerchia dei loro ospiti (Matta *et al.*, 2017). Le due ruggini che attaccano l'aglione, si definiscono come macrocicliche autoiche, presentando 5 stadi sporigeni: spermogonico, ecidico, uredico, teleutico e basidico indicati per convenzione con 0-I-II-III-IV. Gli spermogoni sono corpi fruttiferi che fungono da organi sessuali. Essi contengono spermazi maschili e ife ricettive o tricogini femminili, portati da talli ermafroditi autosterili; i talli fra loro sessualmente compatibili sono indicati con i segni + e -. Gli spermogoni si formano sulla pagina superiore della foglia dell'ospite a partire da un tallo aploide derivante da una basidiospore; sono in genere piriformi, conici o lenticolari, sub-epidermici o sub-cuticolari riuniti a gruppi sugli organi parassitizzati ed emettono minutissimi spermazi assieme ad essudati dolciastrici, attrattivi per gli insetti (Matta *et al.*, 2017).

La plasmogamia tra ife ricettive e spermazi compatibili avvia la fecondazione: il nucleo aploide dello spermazio si divide ripetutamente e i nuclei neoformati dicarionizzano, con un processo a ritroso, le ife monocarion aploidi derivanti dal tricogino dando inizio allo stadio I. In questo modo viene dicarionizzato anche il protoecidio, formatosi nella pagina inferiore della foglia dell'ospite; esso, diventando funzionale, prende il nome di ecidio e produce le ecidiospore binucleate. La forma ecidica non è ripetitiva, giacché le infezioni ecidiosporiche danno luogo solo ad uredosori o talvolta direttamente a teleutosori, ma non ad altri ecidi. Gli uredosori portanti le uredospore, sono prodotti dal micelio dicarionico derivante dalla germinazione di ecidiospore o di altre uredospore. Essi non sono legati a nessun organo sessuale e costituiscono la forma agamica delle *Pucciniales* capaci di ripetersi indipendentemente. Le teleutospore, formate

dai teleutosori (forma teleutica) hanno parete ispessita e notevole resistente al freddo e alla siccità assumendo per ciò la funzione di spore di conservazione. Inizialmente dicariotiche, le teleutospore vanno incontro a cariogamia e diventano diploidi. In primavera ogni cellula di una teleutospora può emettere un basidio, settato trasversalmente in 4 porzioni. Ogni compartimento del basidio differenzia una basidiospore monocellulare aploide, ciascuna portata in uno sterigma. Le basidiospore a questo punto, sono in grado di infettare l'ospite attraverso una penetrazione diretta. (Matta *et al.*, 2017; Tremori e Santiccioli, 2016; Helfer, 2014; Tavares *et al.*, 2014; Nagarajan e Singh, 1990).

Dopo aver presentato la complessità della sottodivisione *Puccidiomycotina* andiamo a descrivere la sintomatologia e la semeiotica della ruggine dell'aglio, causata dagli agenti eziologici: *Puccinia allii* Wint. e *Puccinia porrii* Rudolph (Fig. 25). che compare a fine ciclo, nei mesi di maggio-giugno, un mese prima circa della raccolta. Come abbiamo detto nella descrizione, le teleutospore, possedendo una parete ispessita, fungono da spore svernanti e solamente quando le temperature raggiungono l'*optimum*, esse germinano dando origine ad un basidio e successivamente alla cariogamia. Dal basidio neo formato, in seguito a mitosi, si originano basidiospore aploidi che tramite il vento giungono a contatto con le foglie. Attraverso una penetrazione diretta dell'epidermide emettono un micelio aploide che porta alla formazione degli stadi intermedi, generalmente non visibili fino alla comparsa di pustole gialle arancio chiamate uredosori che lasciano fuoriuscire uredospore responsabili delle infezioni fogliari secondarie. Le infezioni secondarie si manifestano con lo stadio teleutico e la comparsa di pustole bruno-nerastre, porta alla formazione di teleutospore responsabili dello svernamento. Le condizioni ottimali per lo sviluppo della malattia sono legate all'umidità e alla temperatura dell'aria: 90% di umidità e 20-25°C di temperatura, le temperature ottimali di germinazione sono generalmente inferiori rispetto a quelle di colonizzazione e si assestano intorno ai 15-20°C.

Le due specie si differenziano per la lunghezza delle teleutospore che quindi rappresentano un elemento tassonomico. Le infezioni si riscontrano prevalentemente in annate umide nel periodo pre-raccolta ma possiamo contenerle attraverso dei trattamenti, sia in integrato che in biologico, a base di rame metallico (ossicloruro di rame, idrossido di rame e poltiglia bordolese) e zolfo. Il disciplinare di agricoltura integrata permette l'utilizzo di principi attivi chimici come: analoghi delle strobilurine (Azoxystrobin), Boscalid e Tebuconazolo (Matt *et al.*, 2017; Tremori e Santiccioli, 2016).



Figura 25: Agenti di ruggine in fase di attacco a pianta del genere *Allium* e uredospore (bladmineerders.nl; plantwise.org).

10.5 - Fisiopatie causate da agenti abiotici

Durante il lungo ciclo colturale dell'aglione esso va incontro a svariate fisiopatie ma solo quella delle tuniche lacerate (*Fig. 26*) risulta essere più dannosa. I fattori causanti sono molteplici ma generalmente tutti collegati all'eccessiva umidità. Le piogge eccessive in particolare, in prossimità della raccolta, su colture lussureggianti per l'eccessivo apporto di azoto, sono la prima causa della fisiopatia.

Esperienze personali di agricoltori denotano che in terreni argillosi, una predisposizione maggiore è dovuta alla tecnica colturale e in particolar modo alla rincalzatura che prevede di apportare terra attorno al bulbo. L'eccessivo trattenimento idrico dell'argilla, fa sì che la pianta assorba molta acqua, i bulbilli aumentino di dimensioni andando così a rompere le foglie esterne metamorfosate di consistenza papiracea. Di per se non si tratta di un grande problema ma i bulbilli visibili dal "capo" deprezzano il prodotto.



Figura 26: Aglione colpito dalla fisiopatia delle tuniche lacerate

10.6 - Avversità e difesa nei confronti di insetti e nematodi

Data la grande variabilità entomologica che attacca l'aglione, da ora in avanti verranno descritte soltanto le specie primarie ed in particolar modo le specie chiave.

Tripidi: *Thrips tabaci* Lind. (*Fig. 27*) È un piccolo insetto classificato come fitomizio, appartenente all'ordine dei Tisanotteri e al sottordine Terebranti. I fitomizi in generale sono degli insetti appartenenti generalmente ai due ordini, Terebranti ed Emitteri che vivono sulle foglie dell'ospite succhiando la linfa elaborata attraverso l'utilizzo dell'apparato boccale pungente succhiante. Dal punto di vista entomologico i Tisanotteri possiedono un apparato boccale pungente succhiante asimmetrico e gli Emitteri o Rincoti, un "rosto". Il piccolo Tisanottero tenebrante, la cui descrizione morfologica viene rimandata ad altre sedi, è rappresentato in *figura 27*; la denominazione del sottordine nasce in virtù dell'ovopositore morfologico trasformato in terebra, utilizzata dalle specie, per incidere i tessuti vegetali e deporvi le uova. Il danno che si viene a creare è sia dovuto alle punture di suzione sia alle incisioni dell'ovopositore. Qualunque sia l'origine delle ferite da esso provocate, le zone attorno ad essa, necrotizzano e suberificano andando a ridurre la superficie fotosintetizzante (LAI).

Si tratta di un insetto ubiquitario, la cui gamma ospiti è ampissima, il nome comune di *Tripis tabaci* è Tripide degli orti, attacca quasi tutte le colture in particolar modo quelle lussureggianti a seguito di elevate concimazioni azotate e di disponibilità idrica. A partire dall'inizio della primavera si riscontrano le prime punture, compie svariate generazioni nell'anno: una ogni 25-30 giorni. Il contenimento della popolazione è dovuto ad agenti biotici e ad agenti abiotici: in primo luogo le alte temperature tant'è, che durante le ore più

calde della giornata l'insetto si nasconde e si ripara dentro le guaine fogliari, tra gli agenti biotici si riscontrano un gran numero di specie di insetti, predatori, appartenenti all'ordine degli Emitteri.

La lotta o meglio, il contenimento della popolazione, seguendo una linea guida sostenibile e biologica, riguarda l'utilizzo d'insetti, acari, predatori che possono essere acquistati direttamente dalle biofabbriche e distribuiti in campo al momento opportuno cioè, prima che si denoti un numero di punture elevato.

Tra le specie animali che possono essere acquistati in biofabbrica si ricorda *Amblyseius cucumeris*: un fitoseide predatore, appartenente al Phylum *Arthropoda*, al Subphylum *Chelicerata*, alla classe *Arachnida*, utilizzato per il controllo dei tripidi su varie colture da orto e ornamentali. Le condizioni ottimali dell'acaro, sono le medesime del tripide quindi risulta ottimale la predazione. La distribuzione in campo è molto efficace poiché generalmente *A. cucumeris* è fornito, dalle biofabbriche, all'interno di tubi con materiale disperdente contenente circa 50.000-250.000 individui.

Oltre all'acaro predatore esiste in commercio *Orius levigatus*, appartenente al Phylum *Arthropoda*, al subphylum *Tracheata*, alla classe *Exhaptoda*, ordine *Hemiptera* si tratta quindi di un comunissimo insetto che utilizza l'apparato boccale pungente succhiante per trafiggere il tenero esoscheletro del tripide e succhiarne l'emolinfa. Nel disciplinare dell'agricoltura integrata questo è ciò che può esser fatto nel controllo biologico anche se è sempre possibile ricorrere all'utilizzo di insetticidi a base di Piretro.

Nella lotta integrata si possono utilizzare insetticidi, nelle ore più fresche della giornata, viste le abitudini del Tisanottero con Deltametrina (Tremori e Santiccioli, 2016; Baccetti *et al.*, 2000).

Mosca della cipolla (*Delia antiqua* Meig) (Fig. 27): si tratta di un insetto appartenente all'ordine dei Ditteri, sottordine Brachiceri, l'adulto ha il corpo di colore grigio-nerastro, 6-7 mm di lunghezza.

La larva è apoda, giallognola e presenta il corpo che si restringe verso l'estremità cefalica. L'insetto infesta i bulbi distruggendone i tessuti di cui si nutre; in seguito i bulbi infestati vengono invasi da batteri e da funghi che ne determinano la decomposizione.

Delia antiqua sverna come pupa, nel terreno. All'inizio della primavera sfarfallano gli adulti; le femmine, dopo l'accoppiamento, depongono le uova sui bulbi e alla base delle piante. Dopo circa una settimana d'incubazione fuoriescono le larve che penetrano all'interno del bulbo dove rimangono fino al raggiungimento della maturità, questa viene raggiunta in un arco di tempo di 4-5 settimane (Baccetti *et al.*, 2000). Le generazioni che si possono compiere nell'anno risultano essere 3-4. Gli attacchi sull'aglio si riscontrano all'inizio della primavera e il contenimento della popolazione può avvenire attraverso metodi di controllo chimico e metodi di controllo biologico: il controllo chimico consiste nell'utilizzo di Deltametrina nei confronti delle larve di prima generazione.

La lotta biologica dal punto di vista teorico può essere effettuata attraverso l'utilizzo di parassiti e parassitoidi che però non vengono prodotti in biofabbrica per scarsità di importanza delle colture.

Un meccanismo di controllo biologico attuabile in azienda è la salvaguardia della biodiversità e di zone dell'agro-ecosistema indisturbate in maniera tale che la popolazione di insetti utili tenda ad aumentare. Molte specie del genere *Orius* (Emitteri) sono ottimi predatori di *D. antiqua* anche se non specifici; le camicette del genere *Orius* risultano l'unico metodo attendibile per il contenimento della popolazione e la salvaguardia della coltura (Tremori e Santiccioli, 2016, agraria.org; Baccetti *et al.*, 2000).

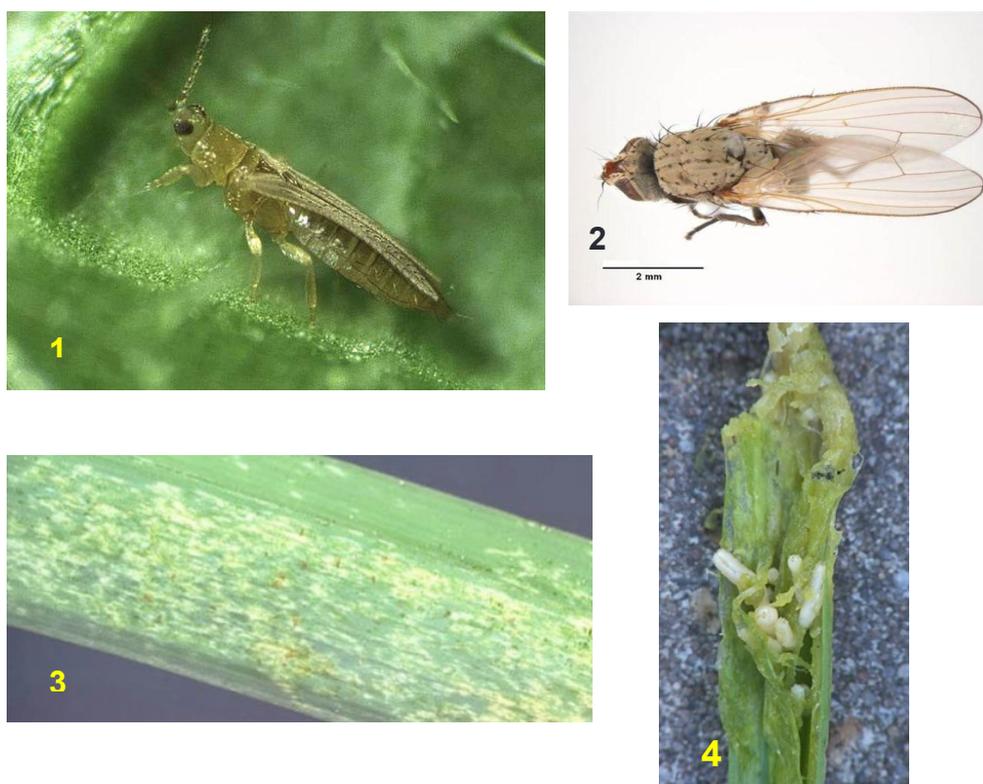


Figura 27: (1) Adulto di *Thrips tabaci*; (2) Adulto di *Delia antiqua*; (3) danni su Aglio, provocati da *Thrips tabaci*; (4) larve di *D. antiqua* in attacco su cipolla (farmagro.com.pe; 7.intra.fr; agraria.org; leps.it).

Lepidotteri: Cosside (*Dyspessa ulula* Borkh.) e **Tignola del porro** (*Acrolepiopsis assectella* Zeller.) (Fig. 28).

Risultano le due “falene” che attaccano l’aglio, appartengono a famiglie diverse, ma le larve, che arrecano il danno, posseggono in comune l’apparato boccale di tipo masticatore. La femmina di cosside, dopo la copula, depone le uova alla base del falso stelo e le larve, di color roseo penetrano all’interno del bulbo cibandosi dei tessuti e riempendolo di escrementi. La tignola del porro depone le uova sulle foglie e le larve fillo minatrici, dapprima minano le foglie per poi trasferirsi dentro il falso stelo e rodendolo. Entrambe le specie possono compiere fino a quattro generazioni l’anno.

La lotta sia nell’integrato che nel biologico si basa nell’utilizzo del *Bacillus thuringensis* var. *Kurstaki* (Bt).

Il Bt manifesta la sua funzione attraverso delle tossine contenute all’interno di cristalli che si dissolvono solo nelle particolari condizioni presenti a livello intestinale dei lepidotteri. Al fine di permettere la solubilizzazione del cristallo, il pH deve essere alcalino (pH>9). Per questo motivo, i cristalli non sono solubili nell’apparato digerente umano, il cui ambiente è a forte acidità.

Le tossine Bt sono estremamente specifiche e interagiscono solo con l’intestino di determinate specie d’insetti.

Per le loro caratteristiche di specificità e innocuità per l’uomo, le sue tossine trovano impiego nella formulazione di insetticidi per l’agricoltura biologica e industriale,

ma anche per la creazione di piante transgeniche (come il mais MON 810) in grado di produrre da sé la tossina (Baccetti et al., 2017; www.wikipedia.org).

Il controllo di tipo chimico è sempre efficace ed esiste in commercio un numero molto elevato di principi attivi, ricordiamo per completezza la Deltametrina.



Figura 28: in alto a sinistra si vede l'adulto di Cosside e la rispettiva larva in basso; in alto a destra adulto di Tignola del porro e rispettiva larva in basso (lepiforum.de; datuopinion.org; agroatlas.ru; Jardinierparesseux.com).

Elateridi: anche in questo caso, come per i tisanotteri, si parla d'insetti che non sono specifici di una coltura ma ubiquitari del terreno e quindi attaccano gli apparati radicali di molte specie coltivate. Quando parliamo di Elateridi o Ferretti non ci riferiamo mai a una singola specie ma a molte appartenenti tutte all'ordine dei Coleotteri. Per completezza possiamo indicare i più comuni elateridi che troviamo negli ambienti della Valdichiana: *Agriotes lineatus* L., *Agriotes obscurum* L., *Agriotes ustulatus* Schaller, *Agriotes litigiosus* Rossi, *Agriotes sputator* L. Il danno è causato dalle larve che, attraverso l'apparato boccale masticatore, aggrediscono le piante alle radici e al colletto con conseguenze che vanno dal ritardo vegetativo alla moria più o meno estesa. L'attività parassitaria di questi coleotteri è maggiore nei periodi freschi e umidi e con l'arrivo dell'estate diminuisce drasticamente (Tremori e Santiccioli, 2016; Baccetti et al., 2000).

Sono poche le misure di lotta che possono essere adottate in particolar modo possiamo lavorare con la tecnica colturale attraverso lavorazioni e sistemazioni idrauliche che vanno ad evitare i ristagni idrici. La geo disinfezione è molto utile ed efficace ma con mezzi chimici proibita dal disciplinare di agricoltura biologica.

Nematodi: il phylum *Nematoda* comprende i cosiddetti vermi cilindrici, non abbiamo delle specie in particolare che attaccano l'aglione, sono degli "animali" ubiquitari che attaccano la base dello stelo a i bulbi "svuotandoli". Le piante infestate si mostrano sofferenti e stentate e, soprattutto in terreni argillosi, essendo più umidi, ne facilitano il movimento; ne consegue che risultano più idonei per l'attacco di questi fitomizi. La lotta è del tutto preventiva e si basa sull'attuazione di lunghe rotazioni non inferiori a 10 anni.

Il testo estrapolato dal disciplinare dell'integrato (DISCIPLINARE DI PRODUZIONE DELL'AGLIONE DELLA VALDICHIANA Rev. 00 del 08/06/2017) è riportato in tabella; l'estrapolato del disciplinare del biologico è stato escluso poiché il testo recita: "difesa da sistema di agricoltura biologica" (Tabella 5).

Tabella 5

AVVERSITA'	N° TRATT. AMMESSI	PRINCIPI ATTIVI E AUSILIARI	SOGLIE E CRITERI D'INTERVENTO	LIMITAZIONI D'USO
MALATTIE FUNGINE				
Peronospora (<i>Peronospora shleideni</i>)	4	Cymoxanil (1) Azoxistrobin (2) Prodotti rameici Zolfo		(1) Cymoxanil max 3 interventi l'anno (2) Azoxistrobin max 2 interventi per anno indipendentemente dall'avversità
Ruggine (<i>Puccinia spp.</i>)	1	Azoxistrobin (2) Prodotti rameici		(2) Azoxistrobin max 2 interventi per anno indipendentemente dall'avversità
Marciume del bulbo (<i>Fusarium spp.</i> , <i>Helminthosporium spp.</i> , <i>Sclerotium spp.</i> , <i>Penicillium spp.</i>)		Concia bulbilli con Iprodione oppure con Piraclastrobin+Boscalid		

DISCIPLINARE DI PRODUZIONE DELL'AGLIONE DELLA VALDICHIANA Rev. 00 del 08/06/2017

AVVERSITA'	N° TRATT. AMMESSI	PRINCIPI ATTIVI E AUSILIARI	SOGLIE E CRITERI D'INTERVENTO	LIMITAZIONI D'USO
PARASSITI ANIMALI				
Mosca (<i>Delia Antiqua</i>)	1	Deltametrina (Piretroidi) (1) Abamectina (3)	Soglia: trappole a feromoni o/e cromotropiche da febbraio, intervenire con la presenza di 2-3 adulti	(1) Piretroidi: max 2 interventi per ciclo indipendentemente dall'avversità (3) Abamectina: max 2 interventi per ciclo indipendentemente dall'avversità
Tripidi (<i>Thrips tabaci</i>)	2	Azadiractina Spinosad (2) Olio essenziale di arancio dolce Deltametrina (Piretroidi) (1) Lambdacialotrina (Piretroide) (1)		(2) Spinosad: max 3 interventi l'anno indipendentemente dall'avversità (1) Piretroidi: max 2 interventi per ciclo indipendentemente dall'avversità

Considerando il recente sviluppo della coltivazione dell'Aglio della Valdichiana, in caso di forti attacchi anche di altri parassiti, al fine di evitare e/o contenere perdite di produzione, è possibile intervenire anche con prodotti diversi, ammessi per il porro e/o per l'aglio, attenendosi scrupolosamente alle indicazioni di somministrazione, i tempi di carenza del prodotto e la normativa in vigore sull'uso dei prodotti fitosanitari garantendo la tracciabilità e il giorno di somministrazione.

BIBLIOGRAFIA

AA.VV. (2012). Aggiornamenti sulla peronospora della cipolla e altre avversità delle colture ortive da seme. Workshop su “Difesa ortive da seme”, Ancona.

Alexopoulos C.J. (2011). *Introduction Mycology*, 4th. Ed. Wiley India Pvt. Limited.

APG III. (2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 105–121

Aeronautica militare: Fonte pluriennale dati climatici.

Attokaran M. (2017) *Garlic: Allium sativum L (Alliaceae)*. John Wiley & Sons, Ltd. Chichester, UK

Axtell M.J. (2013). Classification and comparison of small RNAs from plants. *Annual Review of Plant Biology* 64: 137 – 159

Baroni E. (1997). *Guida botanica d'Italia* – Ed. Cappelli, Padova.

Baccetti B, Barbagallo S, Suss L, Tremblay E. (2000). *Manuale di Zoologia Agraria*. Antonio Delfino Editore, Roma

Belli G. (2012). *Elementi di Patologia Vegetale*. Piccin Nuova Libreria S.p.A., Padova.

Berghoef J., Zevenbergen A.P. (1992). Effects of environmental conditions on flower initiation and development of *Allium sphaerocephalon* L. *Acta Hort.* 325: 91-96.

Bergner P. (1996). *The healing power of garlic*, Prima Publishing, Rocklin, CA, USA: 3-26.

Billiard S., Lopez-Villavicencio M., Hood M.E., Giraud T. (2012). Sex, outcrossing and mating types: unsolved questions in fungi and beyond. *Journal of Evolutionary Biology* 25: 1020-1038.

Blackwell M. (2011). The fungi 1,2,3...51 million species? *American Journal of Botany* 98: 426-438.

- Block E. (1985). The chemistry of garlic and onions. *Sci. Am.* 252: 114-119.
- Bonciarelli U., Bonciarelli F. (2003). *Agronomia. Edagricole Scolastiche*, Milano.
- Bradeen J.M., Bark O., Havey M.J. (1994). Assessment of nuclear RFLPs as a taxonomic tool in *Allium section cepa (Alliaceae)*. *Plant Genome II Conf.* San Diego, CA.
- Brewster J.L. (1994). *Onions and other vegetable Alliums*. CAB Int., Wallingford, UK.
- Brewster J.L.. (1995). Onions and other vegetable Alliums. In: Fordham R (ed) *Scientia Horticulturæ* 62 (1-2): 145-146. Wallingford, U.K..
- Brizzi A. (A cura del Circolo Culturale Gigliese). (1985). *Cenno storico dell'isola del Giglio – Ed. Pacini, Pisa.*
- Brudtland G.H. (1987). *Rapporto Brudtland: Our common future*. Commissione Mondiale sull'Ambiente e lo Sviluppo (WCED).
- Buonaurio R. (2008). Infection and Plant defense responses during plant-bacterial interaction. *Plant-Microbe Interactions*, India: 169-197.
- Buonaurio R., Moretti C., Da Silva D.P., Cortese C., Ramos C., Venturi V. (2015). The olive knot a disease as a model to study the role of interspecies bacterial communities in plant disease. *Frontiers in Plant Science* 8: 434.
- Businelli M. (2009). *Chimica del Suolo*. Morlacchi Editore, Perugia.
- Capasso F., Grandolini G., Izzo A.A. (2006). *Fioterapia. Impiego delle droghe vegetali*. Verlag, Italia.
- Caranta C., Aranda M.A., Tepfer M., Lopez-Moya J.J. (2011). *Recent Advances in Plant Virology*. Caister Academic Press: 412.
- Cocomazzi F.L. (2008). L'alimentazione degli Etruschi. In *Aa. Vv., Fler. Moderne riflessioni su antiche questioni*. Milano.
- Conti M. (1985). *Trasmission of plant viruses by leafhoppers and planthoppers*. John Wiley & Sons Publisher: 289-307.
- Csorba T., Pantaleo V., Burgyan J. (2009). RNA silencing: an antiviral mechanism. *Advances in virus Research* 75: 35-71.
- Dalezkaya,T.V., Nikiforova V.N. (1984). Study of seed germination in some *Allium* species. In: V.I. Nekrasov (ed.), *Ecological problems of seed production in introduced forms*. Abstracts of papers from the 7th All-Union Conf.. Zinatne, Riga, Latvia: 24-25.
- De Hertogh A.A., Zimmer K. (1993). *Allium - ornamental species*. p.187-200. In: A.A. De Hertogh and M. Le Nard (eds.) *The physiology of flower bulbs*. Elsevier, Amsterdam, The

Netherlands.

De La Cruz Medina J., García H.S. (2007). Garlic: Post-harvest Operations. Danilo Mejía, PhD - Agricultural and Food Engineering Technologies Service (AGST), FAO.

De Wilde-Duyfjes B.E.E. (1976). A revision of the genus *Allium* L. (*Liliaceae*) in Africa. *Belmontia* 7: 75–78

Deacon J.W. (2005). Fungal Biology. Wiley-Blackwell.

Disciplinare di produzione integrata e biologica dell'Aglio della Valdichiana, (Rev. 00 del 08/06/2017).

Dubouzet J.G., Shinoda, K. (1999). Relationships among Old and New World *Alliums* according to ITS DNA sequence analysis. *Theoretical and Applied Genetics* 98: 422–433.

Engeland R.L. (1991). Growing Great Garlic. The Definitive Guide for Organic gardeners and Small Farmers. Filaree Prod. Okanogan, USA.

FAO: Irrigation e Drainage Paper 56.

Figliuolo G., Candido V., Logozzo G., Miccolis e Spagnoletti Zeuli P.L. (2001). Genetic evaluation of cultivated garlic germplasm (*Allium sativum* L. and *A. ampeloprasum* L.). *Euphytica*.

Fiume F. (2005). Aglio. www.francescofiume.altervista.org.

Frascarelli A. (2016). Economia e Politica Agraria (Dispensa per studenti), Unipg, Perugia.

Freeman G.G., Whenham W.J. (1975). A rapid spectrophotometric method of determination of thiopropanal S-oxide (lachrymator) in onion (*Allium cepa*) and its significance in flavour studies. *J. Sci. Food Agri.* 26: 1529-1543.

Fritsch R.M., Blattner F.R., Gurushidze, M. (2010). New classification of *Allium* L. subg. *Melanocrommyum* (Webb & Berthel) Rouy (*Alliaceae*) based on molecular and morphological characters. *Phyton* 49.

Fritsch R.M., Friesen N. (2002). Evolution, domestication and taxonomy. In: Rabinowitch HD, Currah L. eds. *Allium* crop science: recent advances. Wallingford, UK: CABI Publishing, 5–30.

Gasparrini G. (1845). Breve ragguaglio dell'agricoltura. Tipografia del Filiate Sebezio, Napoli.

Giardini L. (2012). L'agricoltura per conservare il futuro. PÀTRON editore, Granarolo nell'Emilia, Bologna.

Giulierini P. (2006). Il cibo in Etruria: produzione e consumo. In cibi e sapori nel mondo antico, pagg 79-92, Firenze.

Giunchedi L., Gallitelli D., Conti M., Martelli G.P. (2007). Elementi di Virologia Vegetale. Piccin Nuova Libreria S.p.A., Padova.

Gómez-Gallego M., Fernández I., Pellico D., Gutiérrez A., Sierra M., Lucena J.J. (2006). On the structure and spin states of Fe(III)-EDDHA complexes. Inorganic chemistry. Vol.45: 5321-5327.

Green O.C., III, Polydoros N.G. (1993). Garlic, cancer and heart disease: review and recommendations, GN Communications, Chicago, IL.

Guenauoui C., Mang S., Figliuolo G., Neffati M. (2013). Diversity in *Allium ampeloprasum*: from small and wild to large and cultivated. Genetic Resources and Crop Evolution. Vol.60(1), pp.97-114.

Guiducci M. (2015). Principi di Ecofisiologia della produzione vegetale, (Dispensa per studenti). Unipg, Perugia.

Hanelt P. (1990). Taxonomy, evolution and history. p. 1-26. In: H. D. Rabinowitch and Brewster, J. L. (eds.) Onions and allied crops, Vol. I. CRC Press, Boca Raton, FL

Hanelt P., Schulze-Motel J., Fritsch R.M., *et al.* (1992). Infrageneric grouping of *Allium*—the Gatersleben approach. In: Hanelt P, Hammer K, Knüpffer H. eds. The genus *Allium*: taxonomic problems and genetic resources. Proceedings of an international symposium held at Gatersleben, Germany, 11–13 June 1991. Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung, Gatersleben, Germany, 107–123.

Harris K.F. (1978). Aphid-borne viruses: ecological and environmental aspects. Viruses and Environment, Academic Press: 311-337.

Hashimoto S., Miyazawa M., Kameoka H. (1984). Volatile flavor components of *Allium grayi* Regel. J. Sci. Food Agr. 35: 353-356.

Havey M.J. (1992). Restriction enzyme analysis of the chloroplast and nuclear 45S ribosomal DNA of *Alliums* sections *Cepa* and *Phyllodolon*. Pl. Syst.Evol. 183:17-31.

Helfer S. (2014). Rust Fungi and global change. New Phytologist 201: 770-780.

Hopkins W.G., Hüner P.A.N. (2008). Fisiologia vegetale. The McGraw – Hill Companies, Milano.

Huang Z., Ren J. (2013). Antibacterial activity of Elephant garlic and its effect against U2OS human osteosarcoma cells. Iranian journal of basic medical sciences.

Hull R. (2014). Plant virology. Elsevier Inc., 1104.

Hunghe B.G., Lawson L.D. (1991). Antimicrobial effects of *Allium sativum* L. (garlic), *Allium ampeloprasum* L. (elephant garlic), and *Allium cepa* L. (onion), garlic compounds and commercial garlic supplement products. *Phytotherapy Research*, Vol. 5: 154 – 158.

Ide N., Lau B.H. (1997). Garlic compounds protect vascular endothelial cells from oxidized low density lipoprotein. *Induced injury*.

IFOAM International (1972): international organization for the organic world.

Jackson R.W. (2005). *Plant Pathogenic Bacteria: Genomics and Molecular Biology*. Caister Academic Press, UK: 330.

Janse J.D (2009). *Phytopathology: Principles and Practice*. CABI Publishing, UK: 360.

Jiang R.H.Y., Tyler B.M. (2012). Mechanisms and evolution of virulence in oomycetes. *Annual Review of Phytopathology* 50: 295-318.

Kamenetsky R. (1994). Life cycle, flower initiation and propagation of the desert geophyte *Allium rothii*. *Int. J. Pl. Sci.* 155: 597-605.

Kamenetsky R., Gutterman Y. (2000). Germination strategies of some *Allium species* of the subgenus *Melanocrommyum* from the arid zone of Central Asia. *J.Arid Environ.* 45: 61-72 .

Kamenetsky R. (1996). Life cycle and morphological features of *Allium* L. species in connection with geographical distribution. *Bocconea* 5:251-257.

Kamenetsky R., Rabinowitch H.D. (2002). Florogenesis. p 31-57. In: H.D. Rabinowitch and L. Currah (eds.). *Allium crop sciences: recent advances*, CAB Int., Wallingford, UK.

Kamonus S., Furzer O., Jones J.D.C. *et al.* (2015). The top 10 oomycete pathogens in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology* 16: 413-434.

Lanzillotti V., Scala F., Bonanomi G. (2014). Compounds from *Allium* species with cytotoxic and antimicrobial activity. *Phytochemistry reviews*.

Lu X., Ross C.F., Powers J.R., Aston D.E., Rasco B.A. (2001). Determination of total phenolic content and antioxidant activity (*Allium sativum* L.) and elephant garlic (*Allium ampeloprasum* L.) by attenuated total reflectance. Fourier transformed infrared spectroscopy. *Journal of agricultural and Food Chemistry*.

Martelli G.P. (2014). Directory of virus and virus-like diseases of the grapevine and their agents. *Journal of Plant Pathology* 96: 1-136.

Matta A., Buonauro R., Favaron F., Scala A., Scala F. (2017). *Fondamenti di Patologia Vegetale*. Patron Editore, Bologna.

McCollum G.D. (1987). Onion and allies. In: Simmonds NW (ed) *Evolution of Crop*

Plants. Longman, England, pp 186-190.

Meredith T.G. (2008). The complete book garlic: a guide for gardeners grovers, and serious cooks. Ed. timber press.

Mes T.H.M., Friesen N., Fritsch R.M., Klaas M., Bachmann K. (1997). Criteria for sampling in *Allium* based on chloroplast DNA PCR-RFLPs. Syst. Bot. 22:701-712.

Mes T.H.M., Fritsch R.M., Pollner S., Bachmann K. (1999). Evolution of the chloroplast genome and polymorphic ITS regions in *Allium* subg. *Melanocrommyum*. Genome 42:37-247.

Mipaaft (Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari, Forestali e del Turismo). (21-6-2016). GAZZETTA UFFICIALE DELLA REPUBBLICA ITALIANA Serie generale - n. 143.

Modenese G. (1991). L'aglio: aroma e salute. Edizioni Demetra S.r.l., Firenze.

Montanari M., Flandrin J.L. (2007). Storia dell'alimentazione, Laterza, Via di Ville Sacchetti, Roma.

Moore D., Robson G.D., Trinci A.P.J. (2011). 21th century guidebook to fungi. Cambridge University Press, UK.

Moyers S. (1996). Garlic in health, History and world cousine, pp. 1-36. Suncoast Press, St. Petersburg, FL.

Nagarajan S., Singh D.V. (1990). Long-distance dispersion of rust pathogens. Annual review of Phytopathology 6: 99-111.

ONU: United Nations. (2015) SDGs 2015.

Paradossi A., Prosdocimi Gianquinto G., Santamaria P., Incrocci L. (2018). Orticoltura, Principi e Pratica. Edagricole - Edizioni Agricole di New Business Media, Milano.

Pasqua G., Abbate G., Forni C. (2015). Botanica Generale e Diversità Vegetale. Ed. Piccin Nuova Libreria, Padova.

Passerini N. (1931). Sui mezzi di riproduzione di cui dispone *Allium holmense* Mill. Nuovo Giornale Botanico Italiano, n.s., XXXVIII, N. 4.

Phillips, N (2010). *Seed and Bulb Dormancy Characteristics in New World Allium L. (Amaryllidaceae): A Review*. International Journal of Botany, Vol.6: 228-234.

Pignatti S. (1982). Flora d'Italia. Ed. Il Sole 24 Ore. Edagricole, Bologna.

Pinto J.T., Rivlin R.S. 1999. Garlic and other allium vegetables in cancer prevention. In: Nutritional oncology (Heber, D., Blackburn, G., and Go, U.L.M, eds.). Academic Press, San Diego, CA. pp. 393-403

Pongsak R., Parichat P. (2009). Antimicrobial activity of elephant garlic oil against *Vibrio cholerae* in vitro and in a food model. Bioscience Biotechnology and Biochemistry.

Rabinowitch D., Brewster J.L. (1989). Onions and Allied Crops, Volume I: Botany Physiology and Genetics – CRC Press.

Rapparini F., Previati A., Predieri S., Da Re F. (2005). Aglio: la chiave è l'aroma. L'informatore agrario, 36: 45 – 48.

Riddle J.M. (1996). The medicines of Greco-Roman antiquity as a source of medicines for today. In: Prospecting for drugs in ancient and medieval european texts: a scientific approach (Holland, B.K. ed.), pp. 7-17. Harwood Academic Publishers, Amsterdam, The Netherlands.

Rinallo C. (2005). Botanica delle piante alimentari. Piccin Nuova Libreria S.p.A., Padova.

Rivlin R.S. (2001). Historical Perspective on the use of garlic. American Society for Nutritional Sciences.

Scholthof K-B.G., Adkins S., Czosnek H., Palukaitis P., Jacquot E., Hohn T., Hohn B., Saunders K. *et al.* (2011). Top 10 plants viruses in molecular plant pathology. Molecular Plant Pathology, 12: 938-954.

Schulz H., Krueger H., Herchert N., Keller R.R.J. (2000). Occurrence of volatile secondary metabolites in selected *Allium* wild types. J. App. Bot. 74(3-4): 119 – 121.

Sequi P., Ciavatta C., Miano T. (2017). Fondamenti di Chimica del Suolo. PÀTRON Editore, Bologna.

Specht C.E., Keller E.R.J. (1997). Temperature requirements for seed germination in the species of the genus *Allium* L. Genetic Res. Crop Evol. 44: 509-517.

Stephens J.M. (2003). Gralic Elephant. *Allium ampeloprasum* L. (*Ampeloprasum* Group) The Horticultural Science Department, Inst. of Food and Agri. Science, University of Florida.

Storsberg J., Schulz H., Keller E.R.J. (2003). Chemotaxonomic classification of some *Allium* wild species on the basis of their volatile sulphur compounds. J. Appl. Bot. 77: 160 – 162.

Taiz L., Zeiger E. (2013). Fisiologia Vegetale - Piccin Nuova Libreria, Padova.

Tassinari G. (2008). Manuale dell'Agronomo. Reda Editore, Torino.

Tavares S., Ramos A.P., Pires A.S., Azinheira H.G., Calderinha P., Link T., Abranches R. *et al.* (2014). Genome size analyses of *Pucciniales* reveal the largest fungal genomes. *Frontiers in Plant Science* 5: 422.

Tei F. (2001). *Manuale di Corretta Prassi per la Produzione Integrata dell'Aglio*. Parco Tecnologico Agroalimentare dell'Umbria, Todi.

Tei F., Pannacci E. (2017). *Agronomia*. Ed. EdiSES S.r.l., Napoli. Capitolo 10.2 Apprestamenti protettivi: pacciamatura, cassoni, tunnel, serre.

Terzaroli N. (2015). *Caratterizzazione genetica dell'Aglione (*Allium ampeloprasum* L.) della Val di Chiana*. Tesi di Laurea Università degli Studi di Perugia. Dipartimento di Scienze Agrarie Alimentari ed Ambientali.

Terzaroli N. (2017). *Sviluppo di un marcatore molecolare per la tutela dell'aglione (*A. ampeloprasum*) della Val di Chiana*. Tesi di Laurea Università degli Studi di Perugia. Dipartimento di Scienze Agrarie Alimentari ed Ambientali.

Thines M. (2014). Phylogeny and evolution of plant pathogenic oomycetes-a global overview. *European Journal of Plant Pathology* 138: 431-447.

Tremori G., Santiccioli G. (2016). *L'Aglione della Valdichiana (*Allium ampeloprasum* L. var. *holmense* Mill.)*. Ed. AMV studio, Cortona.

Van Raamsdonk L.W.D, Ensink W., van Heusden A.W.M, Vrielink-van Ginkel M., Kik C. (2003) Biodiversity assessment based on cpDNA and crossability analysis in selected species of *Allium* subgenus *Rhizirideum*. *Theor. Appl. Genet.* 107: 1048-1058.

Visagie C.M. *et al.* (2014). Identification e nomenclature of the genus *Penicillium*. *Studies in Mycology* 78: 343-371.

Voet D., Voet J.G., Pratt C.W. (2015). *Fondamenti di Biochimica*. Zanichelli editore S.p.A. Bologna.

Webster J., Weber R. (2007). *Introducion to Fungi*. Cambridge University Press.

Woodward P.W. (1996). *Garlic and friends: the history, growth and use of edible *Alliums**, pp. 2-22. Hyland House, Melbourne, Australia.

Xingjin H., Song G.E., Jiemei X.U., Deyuan H. (2000). Phylogeny of Chinese *Allium* (*Liliaceae*) using PCR-RFLP analysis. *Science in China (Series C)*.43: 454-463.

Yoshimoto N, Onuma M., Mizuno S, Sugino Y., Nakabayashi R., Imai S., Tsuneyoshi T., Sumi S., Saito K. (2015). Identification of a flavin-containing S-oxygenating monooxygenase involved in alliin biosynthesis in garlic. *Plant Journal*, Vol.83 (6): 941-951.

SITOGRAFIA

www.actaplantarum.org

www.7.intra.fr

www.aglione.it

www.agraria.org

www.agricolatonioni.it

www.agrimag.it

www.agroatlas.ru

www.americanmeadows.com

www.bladmineerders.nl

www.Botanyupol.cz

www.catalogueoflife.it

www.commonswikimedia.org

www.datuopinion.org

www.datuopinion.org

www.farmagro.com.pe

www.fissore.it

www.forestryimages.org;

www.funstinks.com

www.informarezzo.com

www.inran.it

www.japaneseclass.jp

www.Jardinierparesseux.com

www.johnscheepers.com

www.lepiforum.de

www.microbiologia.blogspot.com

www.piantemagiche.it

www.pinterest.org

www.plantamanagementnetwork.org

www.plantwise.org

www.science-source.it

www.slideplayer.it

www.summagallicana.it

www.ukrup.com

www.vitaincampaña.it

www.wikipedia.org