



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari

Corso in Valorizzazione e Tutela dell'Ambiente e del Territorio Montano

LA COLTIVAZIONE DELLO ZAFFERANO
IN VALLE CAMONICA

Relatore:

Chiar.ma Prof.ssa Annamaria Giorgi

Correlatori:

Dott.ssa Sara Panseri

Dott.ssa Alessandra Manzo

Tesi di Laurea di :

MICHELE DOMENIGHINI

Matricola n. 774339

ANNO ACCADEMICO 2013 / 2014

INDICE

1 PREMESSA

1.1	“PRODUZIONI DI NICCHIA IN MONTAGNA”	5
-----	-------------------------------------	---

2 INTRODUZIONE

2.1	LO ZAFFERANO (<i>Crocus sativus</i> L.)	7
2.1.1	Caratteristiche botaniche della pianta	7
2.1.2	Origine e diffusione	12
2.1.3	Ciclo biologico	15
2.1.4	Esigenze pedo-climatiche	18
2.2	LA COLTIVAZIONE DELLO ZAFFERANO	19
2.2.1	Scelta del terreno di coltivazione	19
2.2.2	Tecniche di coltivazione	19
2.2.3	Raccolta e mondatura	23
2.2.4	Essiccazione	25
2.2.5	Rese	26
2.2.6	Confezionamento e commercializzazione	27
2.2.7	Principali destinazioni di utilizzo della spezia	28
2.2.8	Adulterazioni	29
2.3	LA QUALITA' DELLO ZAFFERANO	32
2.3.1	Composizione	32
2.3.2	Tecniche di determinazione dei parametri di qualità	33

3	SCOPO DEL LAVORO	35
---	------------------	----

4	MATERIALI E METODI	36
4.1	ALLESTIMENTO DEI CAMPI SPERIMENTALI	36
4.2	ANALISI DEL SUOLO	39
4.2.1	Prelievo campione di terreno	39
4.2.2	Preparazione campione da sottoporre ad analisi	40
4.2.3	Valutazione scheletro	40
4.2.4	Determinazione del pH	40
4.2.5	Determinazione tessitura	40
4.2.6	Determinazione azoto	41
4.2.7	Frazionamento del carbonio organico	42
4.3	ASPETTI CLIMATICI	44
4.4	ANALISI QUALITATIVE	44
4.4.1	Analisi spettrofotometrica (norme ISO 3632:2003)	44
4.5	VALUTAZIONE ECONOMICA	45
5	RISULTATI E DISCUSSIONE	46
5.1	ANALISI DEL TERRENO	46
5.2	ATTECCHIMENTO, CRESCITA E SVILUPPO	49
5.3	ANALISI QUALITATIVE	53
5.4	VALUTAZIONE ECONOMICA	57
6	CONCLUSIONI	65
7	BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	66
	RINGRAZIAMENTI	69

1 PREMESSA

1.1 “PRODUZIONI DI NICCHIA IN MONTAGNA”

La Valle Camonica per le sue caratteristiche climatiche e pedologiche è un'area naturalmente vocata alla coltivazione. La sua variabilità altitudinale e il suo clima sono caratteristiche che possono esaltare la qualità delle produzioni agricole, per cui la competitività sul mercato agricolo andrà affrontata dal punto di vista qualitativo e non da quello quantitativo.

Inoltre, l'abbondante presenza di terreni terrazzati ben esposti e soleggiati, unita alle caratteristiche pedologiche del suolo (sciolto, ben drenato e con grande ricchezza di nutrienti) rappresentano le condizioni ideali per lo sviluppo della coltivazione di zafferano (*Crocus sativus* L.).

La Valle Camonica presenta una morfologia con caratteristiche comuni a quelle delle maggiori valli prealpine italiane, che si presentano con un andamento Nord-Sud verso la Pianura Padana. Per quanto concerne la piovosità, questa è caratterizzata da minimi annuali nelle zone di confine del territorio: 800 mm a Ponte di Legno e di 1100 mm a Iseo e da punte massime di 1300/1500 mm annui nella media valle.

Nel complesso il clima è di tipo suboceanico nella media e bassa valle, mentre nelle zone più alte di quota e più interne, generalmente a Nord di Edolo, si ha un clima di tipo continentale.

Da oltre 20 anni la produzione agricola di montagna sta attraversando un periodo di progressivo abbandono. Il continuo aumento delle superfici boschive e incolte rende preoccupante la situazione della Valle Camonica come quella delle altre valli prealpine italiane in quanto più soggette a incendi boschivi e all'instabilità dei pendii.

Le principali motivazioni per cui l'agricoltura montana è in regressione sono elencate di seguito:

- Aspetti demografici e sociali: sempre più giovani si trasferiscono o effettuano trasferte per motivi di lavoro, andando così a dimenticare i fondi di proprietà. Ciò causa il mancato ricambio generazionale che porta i giovani a non rivestire più i principali ruoli nel settore agricolo.
- Aspetti logistici e pedo-climatici: le pratiche produttive possono essere ostacolate dalla difficile percorribilità di alcune strade agro-silvo-pastorali che conducono ai campi limitrofi o ai centri abitati, dalle notevoli distanze da percorrere per raggiungere il proprio fondo e dalle pendenze di versante che rendono difficoltosa la coltivazione. Tali condizioni

necessitano quindi di macchine agricole ad hoc, le quali, se presenti sul mercato, richiedono investimenti monetari non trascurabili per i piccoli agricoltori.

- Rese basse: le coltivazioni di montagna hanno rese basse causate dalla difficoltà di produrre grandi quantitativi da mettere sul mercato.

Nonostante, la Comunità Europea abbia intrapreso una campagna di sostentamento per le produzioni agricole di montagna (imprese agricole e di trasformazione), denominata Programma di Sviluppo Rurale (PSR), il settore agricolo montano non ha subito una notevole crescita. Questo Programma di Sviluppo Rurale ha creato una serie di misure a sostegno degli investimenti e delle azioni agroambientali secondo le finalità delle Politiche Agricole Comunitarie (PAC), in modo da supportare i piccoli agricoltori residenti in territori montani.

La situazione sopra descritta, caratterizzata dall'abbandono dei terrazzamenti agricoli e dalla mancanza di fonti di reddito soddisfacenti ha stimolato alcuni coltivatori diretti o semplici hobbisti a cercare una strada alternativa per rivalutare l'agricoltura in Valle.

I risultati della loro passione e del loro impegno sono stati, negli ultimi anni, la ripresa e l'inserimento di nuove coltivazioni tra cui vite, ulivo, melo, piccoli frutti e del *Crocus sativus* L.

Tra le varie coltivazioni ho scelto di studiare, approfondire e proporre quella dello zafferano.

Pur non essendo soggetta a nessuna misura del Programma di Sviluppo Rurale, essa rappresenta una nuova fonte di reddito per gli agricoltori camuni sia nell'azienda agricola multifunzionale che nella coltivazione privata. Il *Crocus sativus* L. si presta come coltura complementare da affiancare sul nostro territorio alle coltivazioni già presenti, essendo capace di generare un buon rientro economico anche se coltivato in appezzamenti piccoli o marginali.

Inoltre lo zafferano si colloca con le altre produzioni locali all'interno di sistema agroalimentare sostenibile; ricordiamo che nel contesto agricolo la sostenibilità si riferisce alla capacità dell'agricoltura di contribuire a lungo termine al benessere generale delle persone, producendo cibo, merci e servizi, in modo economicamente efficiente e remunerativo, socialmente responsabile e rispettoso dell'ambiente.

Il sistema agroalimentare sostenibile è costituito da nicchie di mercato rappresentate da prodotti caratterizzati da un impatto mediatico minore che spiccano grazie alle loro qualità.

Qualità che in particolare hanno permesso allo zafferano, prodotto nei campi già avviati, di essere venduto al dettaglio come spezia ed allo stesso tempo di riscuotere successo nell'ambito del turismo gastronomico.

2 INTRODUZIONE

2.1 LO ZAFFERANO (*Crocus sativus* L.)

2.1.1 Caratteristiche botaniche della pianta

Il *Crocus sativus* L. è una pianta bulbosa perenne appartenente alla famiglia delle *Iridaceae* (Figura 1). Il genere *Crocus* comprende circa 85 specie distribuite in tutto il mondo, di cui ben 14 presenti nella flora italiana. Le specie di *Crocus* più affini e simili allo zafferano, che possono essere facilmente osservabili in ambiente alpino, sono il *Crocus albiflorus* Kit. (zafferano alpino) e il *Crocus vernus* Mord. & Loisel (zafferano maggiore o selvatico) caratterizzate da una fioritura primaverile e il *Crocus longiflorus* Rafin. (zafferano autunnale) e il *Crocus thomasii* Ten. (zafferano di Thomas) caratterizzate invece da una fioritura autunnale.

Classificazione scientifica:

Regno: *Plantae*

Divisione: *Magnoliophyta*

Classe: *Liliopsida*

Ordine: *Asparagales*

Famiglia: *Iridaceae*

Genere: *Crocus*

Specie: *Crocus sativus* L.



Figura 1. Fiore di *Crocus sativus* schiuso nel campo sperimentale di Ossimo (BS)

Nel resto della penisola possiamo osservare il *Crocus cartwrightianus* W.Herbert, il *Crocus suaveolens* Bertol. (zafferano profumato), il *Crocus imperati* Ten. (zafferano d'imperato), il *Crocus pallasii* Goldb. e il *Crocus hadriaticus* J.McGary.

Lo zafferano si riproduce solamente per via agamica (produzione nuovi bulbilli a partire dai bulbotuberi preesistenti), pertanto l'origine della pianta è tuttora sconosciuta anche se sono state formulate diverse ipotesi riconducibili a tre principali:

1. **Incrocio:** tra due piante fertili a $2n=16$ da cui si sarebbe potuto formare uno zigote triploide. Molti ricercatori ritengono che l'ibridazione possa essere avvenuta tra il *Crocus pallasii* e il *Crocus thomasi*, che condividono gli stessi areali di distribuzione (Grilli Caiola, 2005). Inoltre il *Crocus thomasi* è la specie che ha più caratteristiche in comune con il *Crocus sativus* L.
2. **Selezione:** alcuni agricoltori nell'antichità potrebbero aver scelto per la coltivazione un esiguo gruppo di piante triploidi presenti in una popolazione di *Crocus cartwrightianus*.
3. **Autopoliploidia:** da alcuni studi cariologici sembrerebbe che lo zafferano derivi dalla specie *Crocus cartwrightianus* o da *Crocus thomasi*, entrambi a $2n=16$, in seguito ad una normale fecondazione di un uovo non ridotto (Chichiriccò, 1996).

Come precedentemente affermato, il *Crocus sativus* L. è una pianta triploide, condizione che è generalmente dovuta ad un errore nella fase di meiosi dell'organismo parentale, il quale producendo un gamete diploide ($2n$) che, combinatosi con uno aploide (n), può generare a sua volta uno zigote ($3n$). Quest'ultimo si troverà ad essere incompatibile con una riproduzione di tipo sessuale che comporti meiosi.

Per quanto riguarda lo zafferano, la maggior parte del polline prodotto degenera, e solo un 20% mostra attività germinativa, che però si annulla a contatto con lo stigma, impedendo così la produzione di frutti e semi. La pianta comunque è molto recettiva al polline della specie *Crocus thomasi*, e da alcuni studi è stato osservato che nel 25% dei casi di impollinazione in vitro esiste la possibilità di ottenere frutti e semi (Plessner, 1989).



Figura 2. Bulbo-tuberi di *Crocus sativus* L. appena raccolti

- Il bulbo-tubero e l'apparato radicale

Il bulbo-tubero di colore biancastro e forma sub-ovoidale ha una struttura massiccia rivestita da numerose tuniche concentriche (Figura 2). Le tuniche esterne più scure, svolgono una funzione protettiva delle parti più interne, molto sensibili soprattutto nella zona superiore dove si differenziano i germogli (Figura 3). Esso nella sua parte inferiore sviluppa le radici, bianche e lunghe da 5 a 10 cm, in base alla consistenza del terreno e alla presenza di nutrienti, mentre nella parte apicale sviluppa gemme che portano alla formazione di una pianta con altezza che varia dai 10 ai 25 cm. Durante la fase vegetativa esso accumula le sostanze di riserva necessarie affinché la pianta possa germogliare e rifiorire nuovamente l'anno successivo. Solitamente i bulbo-tuberi hanno dimensioni da 0,5 a 5 centimetri di diametro e possono variare dai 15 ai 25 grammi di peso. Un peso di 10 grammi è considerato il peso minimo di un bulbo-tubero idoneo alla coltivazione. Un bulbo-tubero di grandi dimensioni, cioè con diametro superiore a 3,5 cm, può presentare fino a 15 gemme con le terminali che risultano ingrossate, e con alcune di esse che presentano già gli abbozzi dei futuri bulbi.

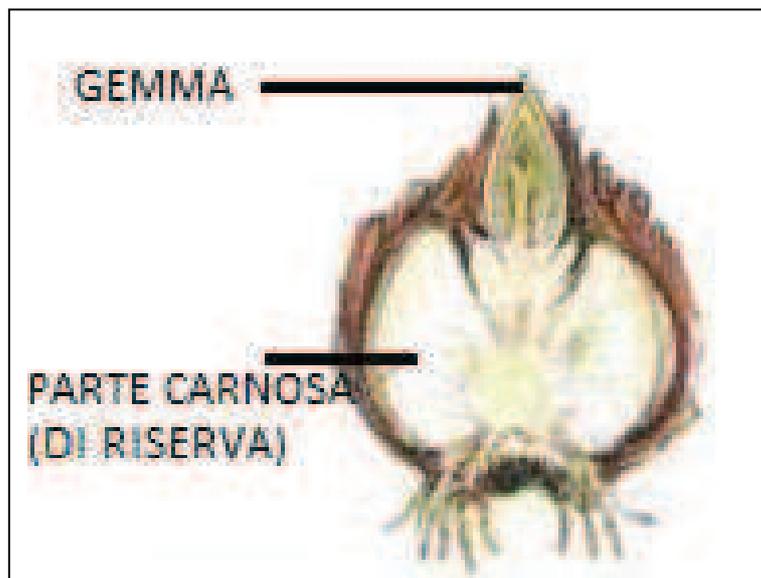


Figura 3. Sezione di un bulbo-tubero di *Crocus sativus* (www.lemiepiante.it)

Contemporaneamente all'entrata in attività dei meristemi delle gemme, inizia anche lo sviluppo dell'apparato radicale alla base del bulbo-tubero. Questo processo può durare fino alla primavera successiva con velocità più o meno rapida a seconda della stagione e delle condizioni climatiche; l'attività cesserà poi con l'inizio dell'ingiallimento delle foglie.

Le radici assorbenti, lunghe fino a 25 cm e provviste di micorrize, non sono ramificate e presentano una zona pilifera. Il bulbo-tubero nella parte inferiore può presentare anche delle

radici contrattili che hanno la funzione di spingere il bulbo all'interno del terreno ad una profondità e una posizione ideali. Queste particolari radici hanno uno strato corticale profondo, con tessuti vascolari che lignificando assumono un aspetto sinuoso e tessuti corticali esterni si appiattiscono e muoiono. Durante il periodo vegetativo si formano i bulbilli, i quali presentano nella parte apicale 1-2 gemme principali (da cui si formeranno foglie e fiori) e nella parte basale 4-5 gemme secondarie. Si può affermare che la produzione commerciale della spezia dipende, oltre che dalla dimensione dei bulbo-tuberi madri, anche dalle tecniche colturali che favoriscono l'aumento della loro pezzatura.

- Organi epigei e fiore

Con la ripresa vegetativa i meristemi delle gemme e delle radici riprendono la loro attività.

Il bulbo-tubero al suo interno contiene circa venti gemme indifferenziate; di queste solo tre (le gemme principali) daranno origine agli organi epigei (fiore e foglie) mentre le altre, di norma più piccole, sono deputate alla formazione dei bulbilli nei mesi di giugno e luglio. Dalle gemme principali si originano le brattee sottili, in numero da 2 a 6, che fungono da guaine protettive per le future foglie, il cui sviluppo in altezza termina al momento dell'emergenza dal terreno.

I getti, denominati spate, dopo qualche giorno dalla loro fuoriuscita in superficie si aprono lasciando emergere gli organi epigei (Figura 4).

Ogni germoglio può contenere più di una bozza fiorale (in media 2 o 3).



Figura 4. Emissione prime foglie dalle spate bulbo di *Crocus sativus* L. Ossimo (BS)

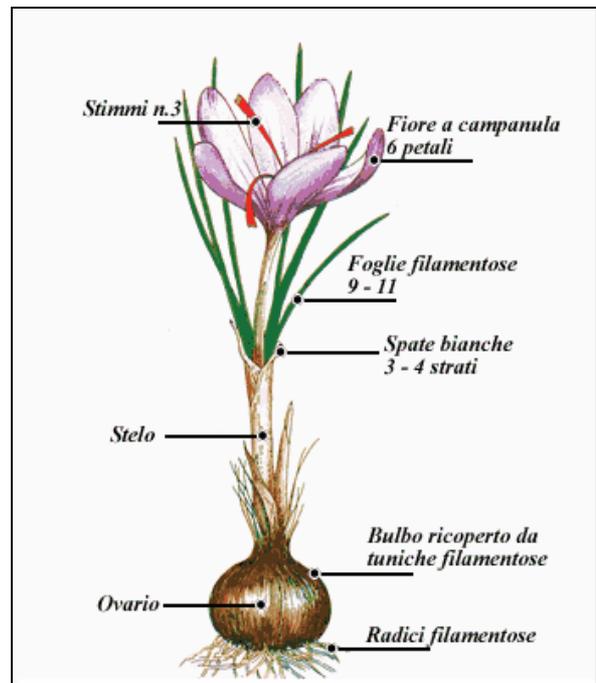


Figura 5. Rappresentazione schematica del di un *Crocus sativus* L. (www.zafferanosangavino.com)

La comparsa del primo fiore può precedere l'emissione delle foglie che in ogni caso appaiono prima della completa fioritura. L'asse florale avvolto dalle spate emerge progressivamente da metà ottobre a metà novembre. Il fiore, molto vistoso per la presenza di poche e sottili foglie, presenta un perigonio formato da 6 petali di colore violetto, con striature più scure nella parte basale, lunghi rispettivamente 30-35 mm e con larghezza di 15-20 mm (Figure 5 e 6).

Una caratteristica importante del fiore di zafferano è l'ermafroditismo, cioè la presenza sullo stesso fiore di entrambi gli organi riproduttivi. L'organo maschile (androceo) è costituito da tre stami di colore giallo chiaro, lunghi fino a 15 mm e sorretti dai propri filamenti che partono dal perigonio. L'organo femminile (gineceo) possiede un ovario contenente circa 15 ovuli, dal cui apice si sviluppa lo stilo, il quale attraversa il perigonio e termina in un unico stimma composto da tre filamenti di colore rosso vivo.



Figura 6. Fiore di *Crocus sativus* L. schiuso nel campo sperimentale di Ossimo (BS)

Il numero di foglie che si possono sviluppare da un bulbo-tubero è proporzionale alla sua dimensione, alla vitalità delle sue gemme e alla sua capacità di produrre foglie. In generale, un bulbo di dimensioni medie (all'incirca con diametro pari a 2,5 cm) sviluppa da 6 a 9 foglie; raramente si sono osservati casi di piante con 14 foglie.

E' da sottolineare che dal numero delle foglie dipenderà l'attività fotosintetica e di conseguenza anche lo sviluppo dei bulbilli. Morfologicamente le foglie sono molto sottili e lineari, di colore verde intenso e con lunghezza fino a 50 cm; sulla pagina superiore è presente un solco centrale più chiaro, in corrispondenza della nervatura centrale, mentre sulla pagina inferiore si possono osservare due scanalature parallele con riflessi trasparenti.

2.1.2 Origine e diffusione

- Etimologia

I popoli che per primi diedero il nome alla pianta furono i Sumeri, che col termine *azugna* andavano ad indicare un fiore che può essere ricondotto allo zafferano. La derivazione ebraica *karkom* è quella di cui si hanno maggiori tracce nella storia (es. Antico Testamento) e dai cui si è sviluppato il termine greco *knakos*, che comprendeva l'insieme delle piante di colore arancio, andando a identificare più precisamente lo zafferano con il nominativo di *krokos*.

Dal greco si diffuse mutando di poco al latino *crocus* e all'Inglese *crog*, termini utilizzati ancora oggi per individuare le piante del genere *Crocus*.

In nome ebraico *karkom* si è mischiato nei secoli nella lingua araba dando la parola *kurkum*, la quale fino al VII secolo d.C. si riferiva alla curcuma, altra spezia orientale di colore e caratteristiche simili allo zafferano. Ancora oggi in Armenia lo zafferano viene chiamato *kerkoom*. Per tutti gli altri popoli il *Crocus sativus* L. ha preso il nome di *sahafran*, il quale si è evoluto nell'arabo *azafran*. L'influenza del termine arabo *azafran* è facilmente riscontrabile nei termini galiziano *azafran* e in quello basco *azaparan*, vista la dominazione subita dagli spagnoli tra il 756 e il 1031 d.C.

- Reperti storici e miti

Grazie ad antichi scritti ed affreschi, è stato ormai accertato che lo zafferano provenga dall'Asia Minore, e che si sia diffuso in tutte gli areali circostanti. Le prime informazioni certe risalgono al 1600 a.c. con gli affreschi del palazzo minoico di Cnòsso (Isola di Creta - Grecia) che raffigurano delle fanciulle intente alla raccolta dei fiori di zafferano, e al Papiro di Ebers (Tebe - Egitto) che ne documentava l'utilizzo a scopo medico, risalente al 1550 a.C.

Nel IX e XII libro dell'Iliade di Omero (762 a.C.) si narra di come Isocrate facesse profumare i suoi guanciali con lo zafferano prima di andare a dormire, o di come le donne troiane lo usassero per profumare i pavimenti dei templi.

Nel Cantico dei Cantici (Re Salomone - IV secolo a.C.), contenuto nell'Antico Testamento, lo sposo riempie di lodi la sua sposa con le seguenti parole: <<I tuoi genitori sono un giardino di melagrano, con i frutti più squisiti, alberi di cipro con nardo e zafferano, cannella e cinnamòmo con ogni specie d'alberi da incenso mirra e aloe, con tutti i migliori aromi>>.

Virgilio, nell'Eneide (I secolo a.C.) e nelle Georgiche (I secolo a.C.) descrive il lavoro delle giovani api che succhiano gli albatrì, i salici, la cassia e il croco rossastro.

Scano scrisse che i Sidoni e gli Stiri, abitanti delle regioni di Sicilia, Barbarie, Licia e Stiria, si servivano dei filamenti dello zafferano, il quale veniva coltivato in grandi estensioni, per colorare di giallo i veli profumati delle spose e che i sacerdoti e i sacrificatori erano soliti incoronarsi con i fiori e profumare i templi per le grandi cerimonie religiose.

Nei racconti epico-mitologici lo zafferano trova spazio nella Metamorfosi di Ovidio di Publio Ovidio Nasone (43 a.C.), dove si racconta di Croco e del suo amore straziante per la ninfa Smilace; quest'amore, però, era invidiato dagli Dei, i quali condannarono croco a passare il resto dei suoi giorni sotto forma di fiore dal cuore rosso.

Nei miti romani invece si racconta che il Dio Mercurio colpì involontariamente il suo amico Croco e al fine di rendere immortale il ricordo dell'amico, con il sangue dello stesso colorò una pianta, il

Crocus appunto. Durante l'impero romano aumentò la produzione di zafferano e con esso venivano profumate le abitazioni e i bagni imperiali.

La *Naturalis Historia* di Plinio il vecchio (23 - 49 d.C.) documenta la qualità delle produzioni dell'epoca, tra cui lo zafferano, e proprio di questo ci dice che il migliore è quello della Cilicia, prima di quello della Licia e della Sicilia (Figura 7).

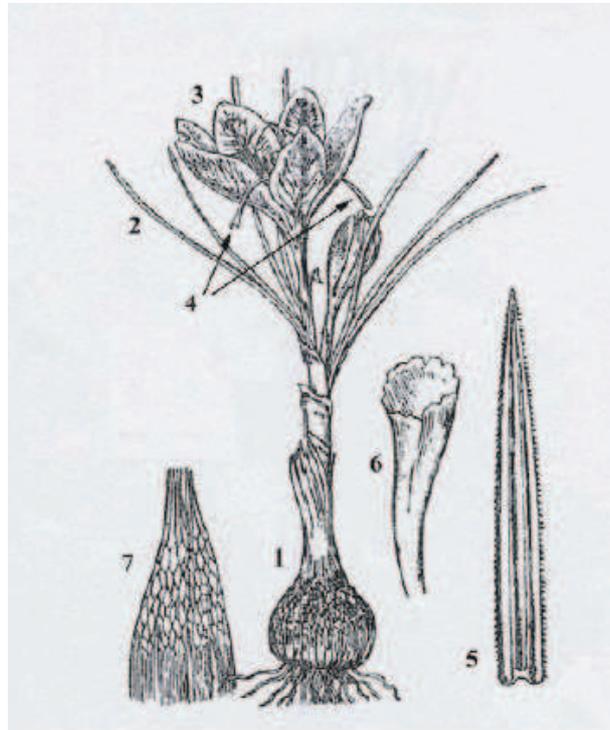


Figura 7. Principali caratteristiche botaniche del *Crocus sativus* L.

(Pignatti, 1982)

- Origine ed espansione nel mondo

I principali luoghi dove collocare l'origine della coltivazione dello zafferano sono incerti, si suppone che la diffusione abbia preso il via tra il Medio Oriente, Creta e la Grecia, e nello specifico in Sicilia (regione dell'Anatolia, l'odierna Turchia). Sembrerebbe che dal Medio Oriente diversi commercianti arabi esportarono lo zafferano sia nell'Europa mediterranea che verso l'Estremo Oriente, quindi in India e Cina. Recenti studi archeologici su iscrizioni e monete antiche hanno affermato che in Sicilia ci fossero coltivazioni di zafferano già nel periodo greco-romano, coltivazioni che vennero abbandonate nei primi secoli d.C. (Manganaro, 2001). Dall'Africa settentrionale penetrò con facilità in Spagna e negli altri paesi Europei come Francia, Germania e infine Italia (Liberto, 2012).

In Italia questa coltura ricomparve grazie alla figura di un padre Domenicano appartenente alla famiglia Santucci di Navelli nell'Aquilano, il quale era un grande appassionato di agricoltura. Egli si fece trasportare dal padre, che viveva da tempo in Spagna, numerosi bulbi in occasione di una licenza accordatagli dal tribunale dell'inquisizione nel 1498. Rapidamente sull'altopiano di Navelli la coltura si propagò fino a raggiungere la città dell'Aquila e da lì si diffuse fuori dall'Abruzzo in varie zone d'Italia, principalmente Umbria e Toscana, per poi diffondersi anche in Sicilia e Sardegna raggiungendo il suo culmine nel 1500. La Camera di commercio dell'Aquila entrò in competizione con la Camera di commercio di Norimberga, che al tempo forniva la preziosa spezia in tutta l'Europa del nord. In passato lo zafferano era così prezioso da essere anche usato al posto del denaro ed era più facile ottenere un prestito dando in pegno zafferano piuttosto che servi o terreni. Il mercato italiano, dal 1650 in poi, ebbe una forte crisi che portò alla restrizione degli appezzamenti a zafferano nella sola zona dell'Aquila.

Oggi la coltivazione in Italia e nel mondo si è ridotta rispetto ai secoli passati, soprattutto a causa dell'eccessivo costo della manodopera. L'Iran è il maggiore produttore di spezia, coprendo quasi l'80% della produzione mondiale, che è stimata attorno alle 300 tonnellate annue. Altri grandi paesi produttori sono la Spagna, la Grecia, l'India e il Marocco.

In Italia la superficie coltivata a zafferano è di circa 50 ettari, con una resa nazionale che va dai 400 ai 600 kg annui (Osservatorio economico sullo zafferano, www.zafferanoitaliano.it).

La coltura è presente soprattutto in Sardegna e in Abruzzo, ma negli ultimi anni si sta cercando di reintrodurla in regioni storiche come Umbria, Sicilia e Toscana e in regioni nuove quali Lombardia, Piemonte, Emilia-Romagna, Marche e Valle d'Aosta. Ad oggi la stima delle aziende che coltivano zafferano è di 320 su tutto il territorio nazionale, con una superficie media interessata compresa tra i 200 e i 500 metri² (Osservatorio economico sullo zafferano, www.zafferanoitaliano.it).

Lo zafferano, infatti, può essere considerato una coltivazione capace di fornire un reddito integrativo alle piccole e medie aziende agricole.

2.1.3 Ciclo biologico

Il ciclo biologico dello zafferano è distinguibile in due fasi principali, una di attività e una di riposo, tra di esse c'è un periodo di transizione, in cui viene svolta la mitosi e la differenziazione (Figure 8A e 8B).

Nel periodo di attività, che va da fine agosto fino ad inizio maggio, lo zafferano riprende il suo ciclo vegetativo grazie all'uso delle sostanze di riserva immagazzinate nella stagione precedente. Questa fase viene controllata da fattori endogeni, quali la presenza di ormoni di accrescimento, e da fattori esogeni, quali luce, umidità e temperatura. I primi organi che iniziano ad apparire sono

le radici, il germoglio e le spate, e dopo una quindicina di giorni si può osservare la fioritura, che in medio-alta Valle Camonica si protrae a partire da metà ottobre fino a metà novembre. L'optimum di fioritura si ha al raggiungimento di un'illuminazione giornaliera di 12 ore e una temperatura assestata sui 10-15°C (Pérez, 1995). Nei mesi invernali, principalmente tra dicembre e gennaio, si ha un'intensa produzione di foglie e radici, grazie alle quali si formano le riserve per l'anno successivo.

Nel periodo di transizione, tra il mese di marzo e aprile si verifica il passaggio dalla "fase vegetativa" alla "fase generativa", nella quale avvengono i principali processi che porteranno alla trasformazione dei meristemi vegetativi apicali in gemme a fiore o radicali. In questo periodo avremo quindi un grande fabbisogno energetico e idrico, per cui in ambienti aridi si dovrà provvedere alla carenza d'acqua con irrigazioni di soccorso. Superato questo periodo critico, l'attività della pianta man mano decresce e si arriva a inizio giugno al disseccamento completo delle foglie e alla quiescenza dei bulbo-tuberi.

Durante la fase di riposo i bulbo-tuberi rimangono "dormienti" e quindi sono in grado di resistere bene alla siccità e alle alte temperature, condizioni tipiche dei mesi estivi nelle regioni di principale diffusione della coltura. Nel caso di coltivazione con ciclo annuale si procede alla raccolta dei bulbo-tuberi mentre nel caso si attui la coltivazione poliennale essi rimarranno in campo fino ai primi giorni di settembre, quando riprenderanno la loro attività. L'impianto dei bulbo-tuberi viene effettuato da metà agosto a metà settembre in relazione alle condizioni climatiche.

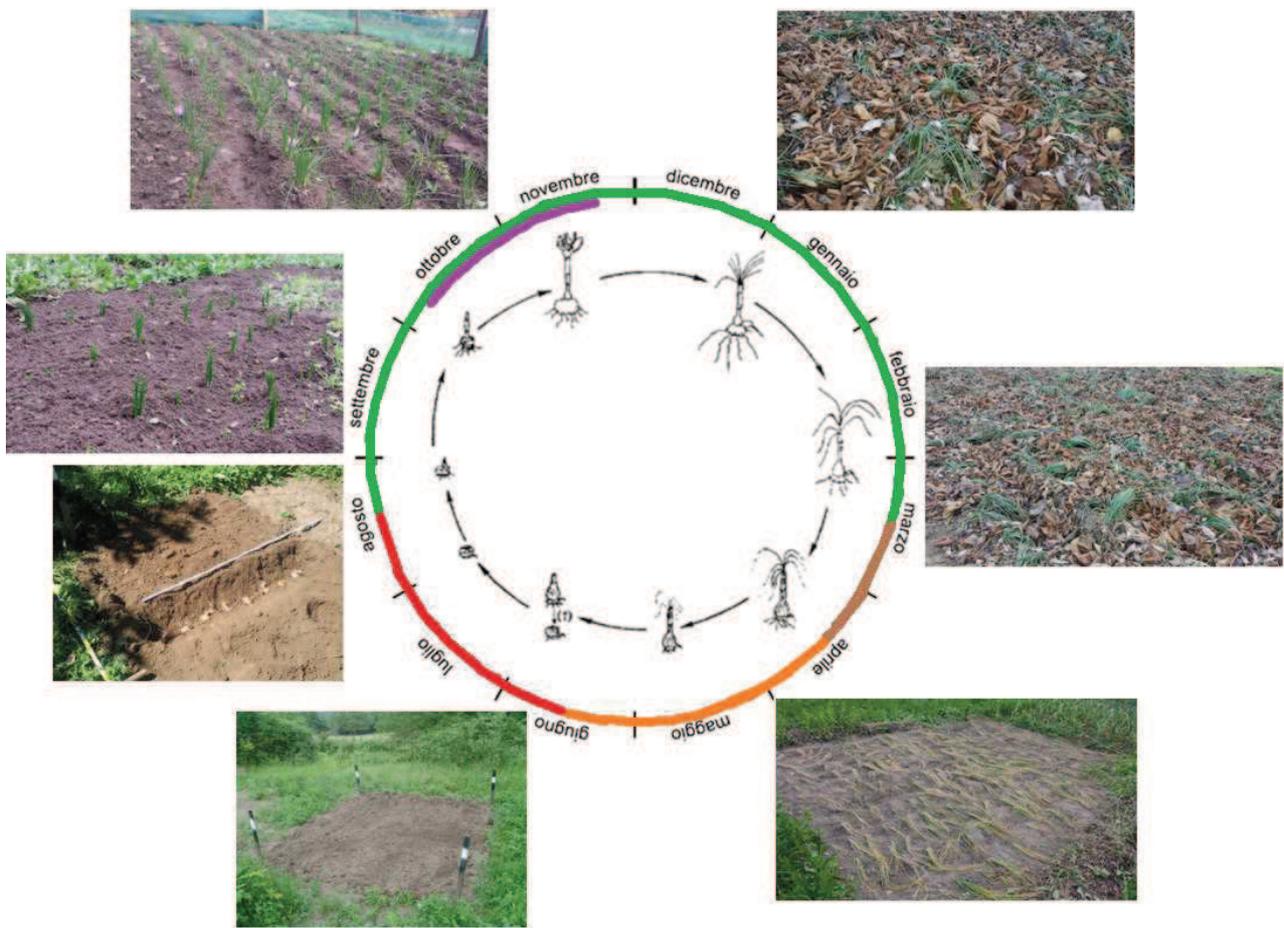


Figura 8A. Ciclo annuale di *Crocus sativus* L. (Lopèz, 1989)

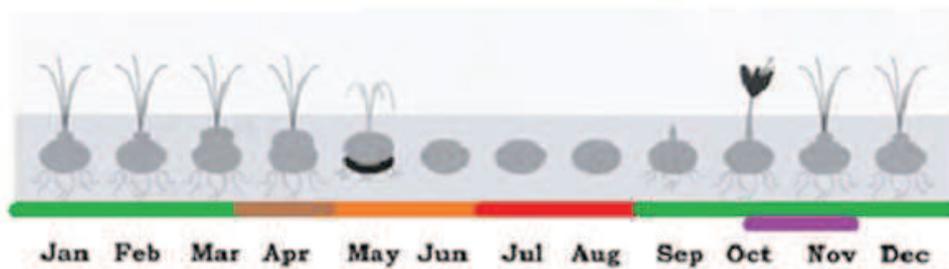


Figura 8B. Ciclo biologico (Review article, 2008 - Orti, 2004)

2.1.4 Esigenze pedoclimatiche

Il *Crocus sativus* L. si adatta bene sia ad un clima continentale-temperato che ad un clima continentale-mediterraneo, con inverni freddi, estati calde e secche e con un regime di umidità di tipo mediterraneo secco (Figura 9). Lo zafferano vanta una buona rusticità, in quanto può sopportare temperature estreme di circa 40°C in estate e di -15°C in inverno, quindi è particolarmente adatto alle aree montane tra i 600 e gli 800 metri s.l.m.. Inoltre si adatta bene a zone con media piovosità nel periodo invernale e con periodo estivo secco. E' stato riscontrato che in caso di freddi molto precoci la fioritura viene compromessa fortemente, portando così ad una diminuzione del numero di fiori e delle dimensioni degli stimmi. La piovosità mediterranea ha una media di 500 mm ed è localizzata per i suoi 3/4 nei mesi invernali, mentre quella continentale e sub-continentale, tipica delle vallate alpine, varia dai 600 mm ai 800 mm (Figura 10). Valutando le caratteristiche pedologiche del terreno sono da evitare terreni umidi, asfittici e pesanti, andando a privilegiare terreni sabbio-limosi, i quali hanno un'azione drenante migliore (www.pungilandia.it). Lo zafferano può essere coltivato a diverse quote altimetriche con buoni risultati, ad esempio in Abruzzo viene coltivato dai 650 ai 1100 m s.l.m. e in Valle Camonica e Alta Val Trompia dai 550 ai 1200 m s.l.m.

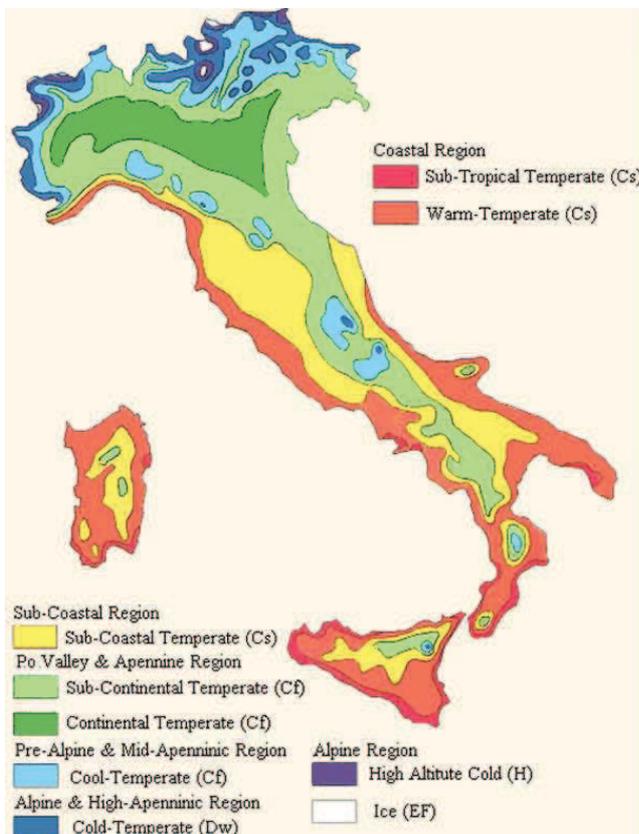


Figura 9. Carta climatica italiana (www.consumieclima.com)

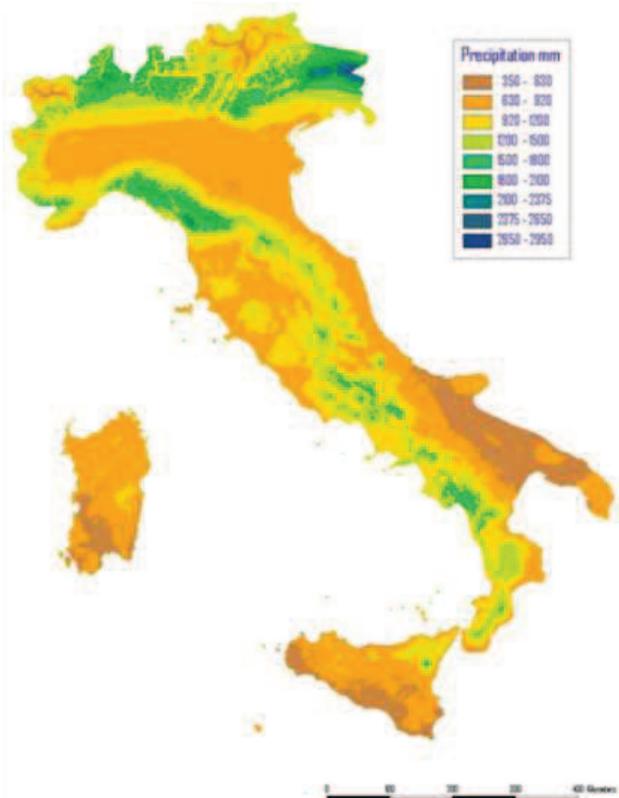


Figura 10. Carta delle precipitazioni annue (www.sisef.com)

2.2 LA COLTIVAZIONE DELLO ZAFFERANO

Essendo una bulbosa perenne, la coltivazione dello zafferano è di carattere poliennale. Il periodo di coltivazione varia dai 3-4 anni della Spagna (in Castilla-La Mancha) e della Sardegna, ai 7-10 anni della Grecia (in Macedonia occidentale e Kozani) e dell'India (nel Kashmir). L'Abruzzo, regione in cui tradizionalmente viene condotto un ciclo annuale, differisce dalle altre zone di produzione, infatti la raccolta dei bulbo-tuberi avviene in giugno e le nuove semine ad agosto.

2.2.1 Scelta del terreno di coltivazione

I suoli adatti alla sua coltivazione sono di tipo calcareo-argilloso-siliceo con un contenuto di calcare pari al 40-50%, con pH da neutro ad alcalino, ben drenati e ricchi di sostanza organica. Se coltivato in terreni piani essi devono essere ben drenati per evitare il fenomeno del ristagno idrico e i conseguenti problemi di asfissia e di marciume radicale. Al fine di evitare problematiche derivanti da infezioni fungine e batteriche, si consiglia di non ripetere l'impianto dello zafferano sullo stesso terreno per 4-10 anni, soprattutto se in successione con altre colture bulbose o tuberose (quali patata, carota, barbabietola e rapa). Risulta appropriata la messa a dimora dei bulbo-tuberi su suoli che abbiano ospitato recentemente colture leguminose (quali, fagiolo, pisello, ceci e lenticchie); queste sono infatti colture da rinnovo che favoriscono un notevole miglioramento del suolo in termini di struttura e contenuto di sostanze nutritive. E' stato osservato che la coltivazione dello zafferano in suoli troppo fertili rischia di favorire eccessivamente la crescita vegetativa a discapito della fioritura (De Juan, 1991).

2.2.2 Tecniche di coltivazione

- Preparazione del terreno

I lavori di preparazione del terreno sono quelli tipici di una coltivazione poliennale. Innanzitutto si procede con il dissodamento del suolo, con tecniche differenti in base alle regioni di coltivazione, il quale è seguito da erpicatura e fresatura. In Spagna si lavora il terreno con aratri a versoi o a dischi ad una profondità di 35-40 cm nei mesi di marzo e aprile o direttamente a giugno, poco prima dell'impianto; in seguito il terreno viene livellato in modo da essere pronto per la messa a dimora dei bulbo-tuberi. In Grecia diversamente si effettua inizialmente una prima aratura profonda a 30-35 cm alla quale segue una seconda aratura con interrimento di letame maturo, un'erpicatura e una fresatura a circa un mese dalla messa a dimora. Le lavorazioni di erpicatura e fresatura vengono effettuate al fine di ottenere un suolo morbido, sciolto, ossigenato e soprattutto ben drenato, nel quale poter mettere a dimora i bulbo-tuberi. In Sardegna le lavorazioni sono eseguite già nell'estate precedente, con un'aratura di 30-35 cm, e successivamente nei mesi di marzo e

aprile verrà effettuata una seconda aratura più leggera, circa 20-25 cm, attraverso l'uso di aratri e motocoltivatori in base alla dimensione degli appezzamenti. Tali lavorazioni verranno seguite da operazioni di fresatura ed di assolcatura. Nel caso in cui il terreno sia ancora ricco di zolle e di materiale grossolano (diametro maggiore di 6 cm) è consigliabile effettuare un'ulteriore fresatura primaverile. In Abruzzo viene effettuata un'unica aratura di 30 cm con interrimento di letame maturo ad 1 anno e un mese prima dell'impianto.

In Italia i disciplinari DOP dello "Zafferano dell'Aquila", dello Zafferano di San Gimignano" e dello "Zafferano di Sardegna" vietano categoricamente l'utilizzo di concimi minerali in conformità con le coltivazioni biologiche (Disciplinari di produzione DOP di San Gimignano-2003, l'Aquila-2004 e Sardegna-2009). La fertilizzazione pre-impianto deve essere effettuata utilizzando letame maturo in quantità di 150-200 kg ogni 100 m² terreno. In presenza di terreni poveri e poco strutturati durante l'autunno precedente si suggerisce di apportare ulteriori 100 kg di letame ogni 100 m² di terreno (Zafferano-San Gavino Monreale in Sardegna, 2002). Per favorire l'apporto di sostanze nutritive al terreno, dopo 4 anni di coltivazione dello zafferano sullo stesso terreno, è consigliabile far succedere una leguminosa (quali fagiolo, pisello, ceci e lenticchie).

Normalmente per l'impianto vengono utilizzati bulbo-tuberi di dimensioni medie o grandi (con diametro superiore a 30 mm) eliminando quelli più piccoli. Alcuni studi effettuati in Castilla-La Mancha hanno confermato che la dimensione dei bulbi impiantati influenzerà in modo importante la resa del primo anno di raccolta; infatti, maggiore è la dimensione del bulbo-tuberi, maggiore sarà la sua propensione a sviluppare germogli fiorali (Mollafilabi, 2004). Negli anni successivi, questa caratteristica perderà importanza con la formazione dei nuovi bulbi, detti bulbilli, che daranno un generale aumento della resa. In Grecia i bulbo-tuberi più piccoli vengono talvolta impiegati nell'alimentazione animale, mentre in Sardegna sono impiantati nelle aree marginali del campo. Generalmente i bulbo-tuberi non vengono sottoposti a trattamenti pre-impianto, tuttavia in Spagna ed in India è stata riscontrata l'abitudine di effettuare l'immersione in soluzioni di solfato di rame al 5% nelle giornate precedenti all'impianto. Se si sceglie di effettuare un ciclo annuale si dovrà considerare una profondità di impianto di 15 cm, con una distanza sulla fila di 15 cm e una distanza tra le file di 20 cm, avendo così una densità d'impianto pari a 33-34 bulbi al m². Nel caso di ciclo poliennale si dovrà adottare una profondità di impianto di 15-20 cm, con distanza sulla fila di 20 cm e tra le file di 20-25 cm (Figura 11). In questo caso la densità d'impianto sarà di 25 bulbi al m². In generale la scelta del sesto di impianto deve essere effettuata considerando le condizioni del terreno di coltivazione. In presenza di terreni sciolti, ad esempio, si può aumentare la profondità di impianto, mentre viceversa, nei terreni più pesanti, è opportuno coltivare a

profondità più superficiali. In Valle Camonica è stata osservata una percentuale media di attecchimento dei bulbi del 95% (Figura 12).



Figura 11. Fase di messa a dimora nel campo sperimentale di Ossimo (BS)



Figura 12. Periodo di raccolta nel campo sperimentale di Ossimo (BS) con sesto d'impianto poliennale.

In Italia il diserbo viene effettuato per lo più attraverso operazioni manuali, passando nell'interfila e rompendo superficialmente il terreno. Questa pratica è necessaria almeno in tre occasioni durante l'anno, ovvero in autunno, prima e dopo la fioritura e nella primavera successiva durante la ripresa vegetativa. Chiaramente il numero e l'epoca degli interventi è variabile in funzione della crescita delle malerbe. Anche l'uso della pacciamatura può risultare utile nella lotta alle infestanti, evitando così l'uso di diserbanti e mantenendo la produzione biologica. Questa tecnica permette inoltre il riscaldamento delle radici nei mesi più freddi favorendo la resistenza alle basse temperature. A seguito di piogge autunnali di forte intensità che possono provocare un abbassamento del livello del terreno nella parte basale degli steli si effettua una rincalzatura.

Lo zafferano risulta molto resistente alla siccità e solo in annate sfortunate si è costretti ad apportare acqua nel periodo di generazione e all'inizio della ripresa vegetativa. Possono essere utilizzati tre sistemi di irrigazione: irrigazione per scorrimento, per aspersione e per gocciolamento. L'aspersione è sicuramente il sistema migliore di irrigazione, anche se il più difficile e il più costoso da applicare. L'irrigazione per scorrimento è invece il più utilizzato, vista la semplicità di applicazione.

- Avversità

La presenza di animali selvatici (cinghiali, lepri, conigli selvatici, topi di campagna e ratti), può provocare danni ai bulbi, agli steli e ai fiori. Il controllo della fauna è possibile utilizzando esche e trappole per i roditori e installando reti di recinzione.

In generale, in presenza di terreni idonei alla coltivazione dello zafferano, i problemi fitosanitari si riducono al minimo. I problemi più gravi sono quelli provocati dagli attacchi fungini: *Fusarium oxysporum* f.sp. *gladioli*, *Rhizoctonia* spp., *Penicillium corymbiferum*. e *Macrophomina phaseolina*.

- *Fusarium oxysporum* f.sp. *gladioli*, responsabile del “Giallume dello zafferano”, attacca i bulbo-tuberi provocando imbrunimenti interni e necrosi dei vasi che portano a marciumi. Nel mese di ottobre, in prossimità della fioritura, si può osservare uno sviluppo anormale della guaina fogliare che limita così la differenziazione dei fiori e delle foglie con ripiegamento del germoglio verso il basso. L’attacco può avvenire anche nei mesi primaverili, in presenza di particolari eventi climatici, causando clorosi fogliare. Un bulbo infestato dal *F. oxysporum* f.sp. *gladioli* non riesce a produrre fiori e appassisce in breve tempo (Informatore Fitopatologico, 1990, 2000).
- *Rhizoctonia* spp., attacca i bulbo-tuberi provocando marciumi maleodoranti e successiva clorosi e necrosi fogliare (Informatore Fitopatologico, 1999).
- *Penicillium corymbiferum*, attacca i bulbo-tuberi prima dell’impianto ed è favorito da ambienti di conservazione umidi. Sui bulbo-tuberi si osservano lesioni scure sulle quali appare uno strato di muffa verde che provoca il marciume dell’intero organo. In campo può manifestarsi sottoforma di marciume a livello del colletto che porta al successivo ripiegamento dei germogli e al loro disseccamento (Figura 13).



Figura 13. Bulbo-tubero attaccato da *P. corymbiferum*.

- *Macrophomina phaseolina*, provoca il cosiddetto “marciume carbonioso” dei bulbi. Nel mese di novembre, durante la fioritura, le foglie ingialliscono e disseccano e le tuniche si presentano sfilacciate ed a brandelli assumendo una colorazione grigio-nerastra. Se si estirpano le piante si possono osservare tacche di colore bruno-rossastro sui bulbi (Carta et al., 1982).

Per evitare lo sviluppo di malattie fungine è importante scegliere terreni idonei alla coltivazione dello zafferano e utilizzare bulbo-tuberi puliti, classificati e disinfettati. Per cui il primo metodo di difesa, comune per tutti i suddetti patogeni, è la prevenzione (Informatore Fitopatologico, 2000).

2.2.3 Raccolta e mondatura

L'operazione di raccolta è molto delicata e deve essere effettuata, nel periodo della fioritura, con molta prudenza. In generale viene effettuata due mesi dopo la messa a dimora dei bulbo-tuberi ed ha una durata di circa 3-4 settimane nel periodo che va da metà ottobre a metà novembre. L'operazione di raccolta manuale consiste nel recidere i fiori alla base della corolla, premendo l'unghia del pollice sull'indice, possibilmente al mattino presto quando il fiore non è ancora ben aperto, in modo che l'esposizione agli agenti atmosferici non modifichi le caratteristiche del prodotto (Figura 14). Tale accorgimento, confermato da prove sperimentali, è l'eredità di una tradizione secondo la quale la spezia, in caso venisse raccolta a fiori già aperti, perderebbe parte delle sue proprietà organolettiche (Interlandi, 2010). Successivamente i fiori vengono posti in appositi cesti di vimini facendo attenzione a non formare strati troppo spessi che potrebbero provocarne lo schiacciamento. In caso di pioggia i fiori raccolti dovranno essere messi ad asciugare all'aria prima di effettuare le successive operazioni. Inoltre, è possibile che durante la giornata fioriscano altri fiori, per cui è opportuno effettuare un secondo giro di raccolta nel pomeriggio.

L'operazione successiva è rappresentata dalla mondatura o sfioratura, cioè l'operazione attraverso la quale gli stammi vengono separati dal resto del fiore. Il processo consiste nell'apertura del fiore e nel taglio dello stilo alla base degli stammi, evitando la loro separazione ed eliminando la parte inferiore dello stilo di colore bianco che ne riduce le proprietà organolettiche (Figure 15, 16 e 17). La capacità oraria di lavoro si assesta sui 400-500 fiori, con una resa di 2-3 g di stammi essiccati. In Macedonia Occidentale la grande cooperativa di Kosani utilizza macchinari semiautomatici che separano gli stammi dal fiore mediante l'azione dell'aria prodotta da un ventilatore (Interreg III C Sud, 2006). Questo metodo, pur velocizzando le operazioni di sfioratura, risulta meno efficace della mondatura manuale poiché possono essere separati e uniti agli stammi anche gli stami del fiore. Anche nel caso di successiva separazione degli stami dagli stammi si avrà un prodotto finale macchiato da granuli pollinici e quindi di minore qualità.



Figura 14. Raccolta del *Crocus sativus* L.



Figura 15. Mondatura del *Crocus sativus* L.



Figure 16-17. Particolare della separazione degli stammi dal fiore.

2.2.4 Essiccazione

L'essiccazione degli stimmi è il passaggio della produzione più delicato poiché l'esito di questo processo andrà a influire sulle proprietà sensoriali dello zafferano. Essa deve essere effettuata nella stessa giornata della raccolta e della mondatura, pena la perdita di parte delle proprietà qualitative della spezia. Durante questa fase si ha una riduzione del peso iniziale del prodotto all'incirca di un quinto, con gli stimmi che devono seccare fino ad avere un'umidità massima del 12%, valore limite massimo fissato dalla normativa ISO 3632:2003. Gli stimmi essiccati correttamente si devono spezzare facilmente e la frattura deve risultare netta. Esistono due principali modalità con cui avviene l'essiccazione dello zafferano: nelle regioni Europee, gli stimmi vengono sottoposti ad alte temperature con flussi d'aria calda oppure fatti essiccare utilizzando una fonte di calore. In Sardegna per migliorarne l'aspetto e la conservazione si ricorre alla "feidatura", tecnica di manipolazione degli stimmi con le dita umettate di olio extravergine d'oliva di qualità, nell'ordine di un grammo per 100 grammi di stimmi freschi (Acciaro, 2010). Successivamente gli stimmi vengono disposti su tavole di legno e fatti essiccare al sole o vicino alla brace di un camino. In zone come India, Iran e Marocco gli stimmi vengono distesi su grandi superfici e fatti seccare a temperatura ambiente (sia al sole che all'ombra, in un luogo arieggiato). Negli ultimi anni si utilizzano sempre più spesso forni elettrici ed essiccatori per alimenti a temperatura fissa e tunnel di essiccazione (40-50 °C per un'ora), molto più pratici e veloci della stufa a legna e delle braci (35-40 °C per 3-4 ore) (Figure 18, 19, 20, 21).



Figura 18. Essiccazione con calore di una stufa legna.



Figura 19. Essiccazione tradizionale al fuoco del caminetto.

La temperatura ed i tempi a cui gli stimmi vengono sottoposti in fase di essiccazione sono oggetto di studio, in quanto variando tali parametri si ottiene un prodotto con concentrazioni diverse delle tre componenti che conferiscono alla spezia il colore, il sapore e l'aroma. In alcune località si determina il grado di essiccazione dello zafferano con il tatto o sulla base del colore, dell'aroma e dell'aspetto esteriore. In generale, sistemi che determinano un'essiccazione più rapida, attraverso l'insufflazione di aria calda, danno luogo a filamenti con lunghezza e volume inferiore rispetto alla spezia essiccata con metodi tradizionali; è stato inoltre osservato che la tostatura avvenuta a temperature più basse da come risultato un prodotto dalle tonalità più scure.



Figura 20. Essiccatore per alimenti a temperatura fissa.



Figura 21. Essiccazione Forno elettrico

2.2.5 Rese

La produzione per ettaro è abbastanza variabile in quanto influenzata da pratiche agronomiche, clima e anno di impianto dei bulbo-tuberi. In generale nel primo anno dopo la messa a dimora dei bulbo-tuberi si osserva una produzione di stimmi essiccati relativamente bassa, dai 2 ai 4 kg per ettaro. Nel secondo e terzo anno di produzione le rese tendono ad aumentare fino a una resa massima che può arrivare ai 13 kg per ettaro. È stato stimato che per ricavare 1 kg di stimmi freschi occorrono circa 60 kg di fiori. A seguito dell'essiccamento da 1 kg di stimmi freschi si ricavano circa 200 g di prodotto finito. Ragion per cui circa 1 kg di zafferano essiccato richiede la raccolta di 150.000 fiori.

2.2.6 Confezionamento e commercializzazione

Lo zafferano non può essere conservato per lungo tempo, in quanto durante la conservazione può subire delle modifiche a livello organolettico (Maggi et al., 2011). Prima del confezionamento lo zafferano viene conservato in luoghi freschi, secchi e al riparo dalla luce con temperature variabili tra 5-10 °C ed umidità relativa compresa tra il 30 e il 50 %. Le principali operazioni che vengono eseguite prima di poter commercializzare la spezia sono la pesatura e il controllo del livello di umidità. La pesatura avviene grazie all'utilizzo di bilancini di precisione, alla quale viene accorpata la fase di eliminazione manuale degli eventuali corpi estranei presenti. La fase di controllo del livello di umidità del prodotto, che per legge non deve essere superiore al 12 % per lo zafferano in stimmi e al 10 % per lo zafferano in polvere, viene effettuata attraverso l'utilizzo di appositi misuratori di umidità per alimenti. Proprio nel caso della vendita di prodotto in polvere, dopo l'essiccazione, vengono macinati gli stimmi con macchine automatiche che provvedono anche al dosaggio ed al confezionamento; logicamente più lo zafferano sarà essiccato a dovere più agevole sarà l'operazione di macinatura. In Sardegna vengono utilizzati più semplicemente macinini da caffè. Il confezionamento dello zafferano deve rispettare precise regole che impediscano l'evaporazione delle componenti aromatiche come l'utilizzo di tappi o sistemi di chiusura ermetici (Figura 22).

Per la confezione primaria vengono utilizzati solitamente materiali come cellulosa, plastica, vetro o alluminio che rispondono alle esigenze del mercato ma non molto adeguati alla protezione della spezia dalla luce e dall'umidità. Per il prodotto in polvere, distribuito da pochi e grandi leader a livello Europeo e Mondiale, la confezione utilizzata è una bustina di carta contenente 125 mg di zafferano. Per garantire la purezza del prodotto, le aziende più piccole vendono lo zafferano essiccato ancora integro all'interno di contenitori di vetro (meglio se ambrato), latta, carta o plastica per alimenti. I dosaggi classici per lo zafferano in stimmi vanno da 0,15 a 5 g per confezione.



Figura 22. Esempio di confezionamento in vasetti di vetro (www.maremmaintoscana.it).

2.2.7 Principali destinazioni di utilizzo della spezia

Gli utilizzi del *Crocus sativus* L. nel corso della storia vanno dalla medicina alla tintoria e sono noti fin dai tempi più antichi. I vecchi venditori di zafferano, proprio per lodarne le tante e versatili qualità, affermavano che lo zafferano fosse “calmante come l’oppio ed eccitante come il vino”. Esso è una droga principalmente utilizzata in gastronomia come colorante e ingrediente di cibi e bevande, ma presenta anche interessanti proprietà terapeutiche. Infatti è conosciuto da tempo in medicina popolare come eupeptico, (cioè una sostanza che aumenta l’appetito e favorisce la digestione), come sedativo (in quanto tranquillizza persone affette da ansia, depressione o da altre manifestazioni psichiche) ed antispastico (utile a calmare il dolore provocato da contrazioni involontarie ed improvvise). I principali effetti collaterali riscontrabili, in seguito all’uso dello zafferano, sono vertigini, torpore e sanguinamenti da riduzione del numero di piastrine e della protrombina. Il dosaggio massimo giornaliero assimilabile equivale a 1,5 g mentre la dose letale per l’uomo si avvicina ai 20 g. Fin dall’antica Persia, lo zafferano veniva utilizzato per curare molteplici disturbi come la tosse, il vaiolo, l’insonnia, l’asma, le coliche e i disturbi cardio-vascolari (Winterhalter et al., 2000). Nel 1991 è stato pubblicato il primo rapporto sull’attività citotossica dell’estratto di zafferano. Infatti, dopo aver svolto numerose sperimentazioni su cavie da laboratorio, si è osservato che i topi malati e curati hanno avuto un’aspettativa di vita più lunga di 2-3 volte rispetto a quelli non trattati (Nair et al., 1991). Le sperimentazioni effettuate sugli sbalzi d’umore e la tensione nervosa, provocati dalla dismenorrea e dalla sindrome premestruale, hanno fornito risultati incoraggianti (Tang e Eisenbrand, 1992). Inoltre lo zafferano è considerato ricco di proprietà tranquillanti visti i suoi effetti sullo stress e l’ansia (Sugiura et al., 1994) e come agente

pro-memoria (Saito, 2004). Nella botanica medico-farmaceutica arcaica e antica lo zafferano veniva impiegato:

- Contro le patologie del fegato e dei reni.
- Emmenagogo (facilita e aumenta il flusso mestruale).
- Afrodisiaco e antidepressivo.
- Prevenzione dei disturbi mestruali e delle complicanze post-partum.
- Contro le affezioni epato-biliari.
- Calmante per la tosse.
- Proprietà narcolettiche con forte rischio di convulsioni all'abuso.
- Calmante per i crampi gastrici e disturbi intestinali.
- Capacità inebriante, quasi narcotica, in grado di scatenare forti mal di testa.

Nella botanica medico-farmaceutica contemporanea lo zafferano viene impiegato:

- Proprietà amaro-toniche, antispasmodiche, coloranti ed aromatizzanti.
- Carminativo (riduce la formazione di gas intestinali e ne favorisce l'eliminazione).
- Contro la dismenorrea producendo infusi con 2 g di zafferano per litro d'acqua. Utilizzando quello in polvere se ne consigliano 500-750 mg al giorno per i 7 giorni antecedenti il ciclo mestruale.

2.2.8 Adulterazioni

A causa dell'elevato prezzo dello zafferano è molto frequente imbattersi in sofisticazioni della spezia. Dal punto di vista legislativo regna una grande confusione, in quanto, sotto la voce "zafferano" si possono vendere filamenti o polveri rosse che colorino di giallo e con aroma simile al safranale. I metodi classici sono la miscelazione dello zafferano vecchio o di bassa qualità con zafferano recente oppure possiamo assistere ad adulterazioni di natura biologica, chimica e igroscopica. Le principali adulterazioni di natura biologica consistono nella miscelazione di prodotti vegetali con il *Crocus sativus* tra cui: il rizoma giallo della curcuma, i fiori di *Carthamus tinctorius*, i fiori dei capolini di *Calendula officinalis*, i petali di *Papaver rhoeas*, oltre agli stimmi di altre specie di *Crocus*. È diffuso anche l'impiego di alghe essiccate, filamenti di granturco e petali colorati. In Nord Africa e in gran parte del mondo questo zafferano "tarocco" viene venduto con la dicitura "Colorante artificiale" (Figura 23). Le adulterazioni di tipo chimico consistono nella colorazione di materiale vegetale con sostanze chimiche e nell'insaporimento di tali con safranale di sintesi, il *Beta-Cyclocitral* (C₁₀H₁₆O). Tale aroma riproduce solo parzialmente le caratteristiche di quello naturale contenuto negli stimmi del *Crocus sativus* L..

Infine il processo di adulterazione igroscopica consiste nell'inumidire il prodotto lasciandolo per 48 ore in una stanza predisposta in modo da aumentare di circa il 10 % il suo peso. Possono venire utilizzati pure olio, miele, zucchero, gesso o calcare per appesantire ulteriormente gli stimmi.



Figura 23. Vendita di spezie in un mercato di Marrakech. (www.gazzettagastronomica.it)

Le principali forme di adulterazione sono riportate nella seguente tabella esemplificativa (Tabella 1):

FORME DI ADULTERAZIONE	L'ADULTERAZIONE CONSISTE NEL:
Senza l'aggiunta di sostanze estranee.	Mischiare con lo zafferano concentrato o vecchio.
Aggiunta di altre parti della pianta dello zafferano.	Aggiunta di stami o di perigoni tagliati e tinti.
Aggiunta di sostanze che aumentano il peso.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Incremento dell'umidità. 2. Impregnamento con lo sciroppo, miele, glicerina o olio d'oliva. 3. Aggiunta agli sciroppi usati in precedenza del solfato di bario, solfato di sodio, solfato di calcio, carbonato di calcio, idrossido di potassio, nitrato di potassio, tartrato doppio di sodio e potassio, borato di sodio, lattosio, amido o glucosio.
Aggiunta di parti di altre piante	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fiori dei <i>Carthamus tinctorius</i>. 2. Fiori dei <i>Calendula officinalis</i>. 3. Stimmi di altre specie di <i>Crocus</i> generalmente più corte e senza proprietà coloranti (<i>Crocus vernus</i>, <i>Crocus speciosus</i>, ecc.). 4. Fiori tagliati a strisce di <i>Papaver rhoeas</i> L., <i>Punica granatum</i>, <i>Arnica montana</i> e <i>Scolimus hispanicus</i>. 5. Stami di alcune specie di garofano. 6. Peperone rosso macinato. 7. Piante erbacee tagliate in pezzi e tinte con un colorante azoico. 8. Piccole radici di <i>Allium porrum</i>. 9. Polvere di legno di sandalo e di legno di campecho. 10. Curcuma.
Aggiunta di sostanze animali.	Fibre di carne salata ed essiccata.
Aggiunta di prodotti artificiali.	Fili di gelatina colorati.
Aggiunta di coloranti organici.	Giallo di Martins, tropeolina, fucsia, acido picrico, tartrazina, eritrosina, scarlatto o ponceau 4R, azorubina, giallo di quinoleine, giallo aranciato, giallo naftolo, rosso 2G, amaranto, arancione II, rocellina, rosso allura.

Tabella 1. Tabella esemplificativa delle principali adulterazioni del *Crocus sativus* L.
(www.crocusemilace.it).

2.3 LA QUALITA' DELLO ZAFFERANO

2.3.1 Composizione

La composizione caratteristica di questa spezia dipende principalmente dalla proporzione tra acqua, crocina e ceneri. Il prodotto è costituito inoltre da alcaloidi, saponine, fitosteroli, zuccheri ed è ricco di elementi minerali (calcio, sodio, potassio, fosforo, ferro), di vitamine (A, C e B1, B2 del gruppo B) e di composti volatili come α -pinene, β -pinene ed eucalipto. Nello specifico è fondamentale che l'umidità non superi il 12% e che ci sia una proporzione minima tra crocina e ceneri (Tabella 2).

<i>Componenti</i>	<i>Concentrazione (%)</i>
<i>Carboidrati</i>	65
<i>Proteine</i>	9
<i>Grassi</i>	5,8
<i>Ceneri</i>	5
<i>Fibre</i>	4
<i>Acqua</i>	12

Tabella 2. Componenti caratteristici degli stimmi di *Crocus sativus* L.

Gli stimmi di zafferano contengono numerose sostanze aromatizzanti e coloranti che permettono a questa spezia di poter vantare le sue caratteristiche organolettiche. È stato osservato che la protocrocina, ipotetica sostanza primaria, subisce una scissione andando a generare due molecole di picrocrocina e una di crocina (Pfander e Schurtenberg, 1982).

La crocina ($C_{14}H_{70}O_{28}$) è la sostanza responsabile del colore rosso intenso degli stimmi e quindi del potere colorante giallo ocra della spezia. Sarebbe più opportuno parlare di crocine, in quanto sono una miscela di esteri glucosidici della crocetina. Oltre alle crocine, concorrono a determinare il colore della spezia, anche i carotenoidi presenti nei filamenti del fiore, quali la 3-crocetina (monometilcrocetina), la γ -crocetina (dimetilcrocetina), l' α -carotene, il 3-carotene, il licopene, la crocetina e la zeaxantina.

La picrocrocina ($C_{38}H_{66}O_9$), che rappresenta il 5 % del prodotto fresco, è il glucoside detto 4-ossi-beta-citrato, cioè una sostanza amara chiamata anche "Amaro del Croco" ed è responsabile del caratteristico sapore amaro dello zafferano. Tale molecola è molto instabile per cui attraverso reazioni di idrolisi e ossidazione si trasforma in safranale (Carmona et al., 2005).

Il safranale è il responsabile del caratteristico profumo dello zafferano, esso infatti caratterizza l'olio essenziale, il quale ha un colore giallo-bruno, un odore forte ed è estremamente volatile. Tale olio si ottiene distillando lo zafferano con vapore acqueo in correnti di anidride carbonica ed esaurendo poi il distillato con l'etere. Tutte le proprietà biologiche, dietetiche e terapeutiche attribuite allo zafferano sono dovute a questo distillato. Il safranale non è presente nel prodotto fresco ma si forma nella spezia durante l'essiccazione e la conservazione a causa dell'idrolisi della picrocrocina. Uno zafferano di buona qualità contiene circa il 30% di crocina, tra il 5 e il 15% di picrocrocina e un 2,5% di composti volatili incluso il safranale (Interlandi, 2010).

2.3.2 Tecniche per la determinazione dei parametri di qualità

È difficile definire il concetto "qualità dello zafferano", poiché vi sono troppi parametri da considerare. In modo semplificato, tutti questi parametri possono essere inglobati in due grandi gruppi: parametri intrinseci (che determinano le caratteristiche proprie della spezia) ed estrinseci (che sono esterni alla spezia). Per quanto concerne il primo gruppo, è possibile individuare altri due ulteriori sottogruppi: i parametri fisico-chimici come umidità, tenore in ceneri, potere colorante, ecc., determinati a partire da talune tecniche analitiche, e parametri organolettici, determinati dall'analisi sensoriale. Rispetto ai parametri estrinseci, è possibile certificare che non vi siano adulterazioni e che il livello di flora batterica e di pesticidi sia al di sotto dei limiti fissati per legge tramite controlli di qualità. Le norme ISO (Organizzazione internazionale di normalizzazione) con la specifica tecnica 3632 del 2003 elabora in due parti (1 e 2) le specifiche e le metodiche di test sullo zafferano.

Le normative ISO riguardanti lo zafferano hanno origine nel 1975 e hanno subito quattro modifiche: nel 1980, nel 1993, nel 2003 e nel 2010. Nelle prima modifica del 1980 si è adattata la norma al commercio internazionale della spezia; qui si trova l'introduzione delle tre categorie commerciali (I, II e III) con tolleranze di residui floreali fra il 7 e il 20 %, valori minimi relativi al potere colorante, alle ceneri totali, al contenuto in azoto e all'estratto solubile in acqua fredda. Inoltre vengono indicati i valori di umidità massima consentita per lo zafferano in filamenti (12%) e per quello in polvere (8%). Nell'edizione successiva, quella del 1993, si trovano importanti cambiamenti grazie all'introduzione della spettrofotometria a raggi ultravioletti visibili; le categorie commerciali diventano quattro (I, II, III, IV) classificate secondo il contenuto di crocina, picrocrocina e safranale. Altre novità riguardavano l'eliminazione dei criteri per determinare le percentuali minime per l'estratto solubile in acqua fredda e azoto e nuovi parametri per i tenori di umidità, sostanze volatili e cellulosa. La modifica del 2003 riduce a tre le categorie commerciali (I, II, III) alzando i valori minimi di potere colorante. Inoltre sono stati uniformati per le tre categorie i

contenuti di ceneri totali sul secco (8 %) e sono state eliminate le specifiche riguardanti azoto e cellulosa. In Tabella 3 è riportato uno schema che inquadra i valori per le tre categorie qualitative in accordo con la normativa ISO 3632-2:2003.

Tabella 3. Classificazione delle condizioni chimico-fisiche dello zafferano (ISO 3632: 2003).

Caratteristiche	Categorie		
	I	II	III
Residui Floreali % max	0,5	3	5
Corpi Estranei (foglie steli, paglia, altro materiale vegetale) % max	0,1	0,5	1
Umidità e componenti volatili % max:			
Zafferano in filamenti	12	12	12
Zafferano in polvere	10	10	10
Ceneri sulla SS % max	8	8	8
Potere Amaricante espresso in lettura diretta dell'assorbenza della picrocrocina a 257 nm sul secco	≥ 70	≥ 55	≥ 40
Potere aromatico espresso in lettura diretta dell'assorbenza del safranale a 330 nm sul secco			
Min	20	20	20
Max	50	50	50
Potere colorante espresso in lettura diretta dell'assorbenza di crocina a 440 nm sul secco	≥ 190	≥ 150	≥ 100
Coloranti acidi artificiali idrosolubili	Assenti	Assenti	Assenti

3 SCOPO DEL LAVORO

Il presente lavoro di tesi si pone l'obiettivo, attraverso il monitoraggio di campi sperimentali nuovi e già avviati collocati in Valle Camonica (BS) ed in particolare a Ossimo, Lozio, Malonno, Edolo, Vico e Loritto, di raccogliere importanti dati ed esperienze personali sulla coltivazione di zafferano in ambiente montano. Tali dati sono serviti alla stesura di un manuale tecnico di coltivazione dello zafferano associato ad un editoriale annuale dei dati sperimentali della Valle Camonica che potrà offrire agli agricoltori un punto saldo per la coltivazione del *Crocus sativus* L..

4 MATERIALI E METODI

4.1 ALLESTIMENTO DEI CAMPI SPERIMENTALI

Sul territorio della Valle Camonica sono presenti un buon numero di campi sperimentali già produttivi e di nuovi campi sperimentali (Figura 24). I campi già produttivi monitorati sono collocati nei comuni di Malonno e Vico fraz. Edolo, (Tabella 4) mentre quelli nuovi, cioè al primo anno di produzione sono collocati a Mazzunno, Ossimo e Lozio (Tabella 5).

COMUNE	Latitudine (N)	Longitudine (E)	Quota altimetrica m s.l.m.
MALONNO	46,1162	10,3160	530
VICO	47,1766	10,2941	976

Tabella 4. Campi produttivi dal 2012 in Valle Camonica. Localizzazione rispetto al meridiano di Greenwich in gradi decimali (DD).



Figura 24. Collocazione delle coltivazioni di *Crocus sativus* L. in Valle Camonica.

- Il campo di Vico fraz. Edolo, posto a monte del borgo, ha un'estensione di 12 m² e si trova su uno dei terrazzamenti presenti nel campo a stretto contatto con ortaggi. La sua posizione ravvicinata al centro abitato gli permette di essere osservato e curato con particolare perizia.
- Il campo di Malonno, situato a sud del centro abitato, risulta avere una superficie coltivata di 150 m², la sua utilizzazione prima dell'impianto dei bulbi di zafferano era quella di campo coltivato. Esso è stato recintato con rete di altezza pari a 1 metro in quanto nella zona è costante la presenza di animali come pecore e bovini.

COMUNE	Latitudine (N)	Longitudine (E)	Quota altimetrica m s.l.m.
MAZZUNNO	45,9041	10,1427	525
OSSIMO	45,9468	10,2430	666
OSSIMO	45,9415	10,2365	749
LOZIO	45,9846	10,2678	982

Tabella 5. Campi sperimentali dal 2013 in Valle Camonica. Localizzazione rispetto al meridiano di Greenwich in gradi decimali (DD).

- Il campo sperimentale sito a Mazzunno fraz. Angolo Terme è collocato nella vallata opposta al comune di Angolo Terme e a ovest rispetto al borgo di Mazzunno. E' interamente circondato da campagna con campi coltivati a frumento e granoturco e grandi appezzamenti a frutteto. La sua estensione è di circa a 210 m².
- Il campo sperimentale di Ossimo si trova all'interno del centro abitato, quindi risulta facile sia il suo raggiungimento che lo svolgimento delle lavorazioni primarie. Esso viene gestito dal Comune di Ossimo e le lavorazioni di messa a dimora dei bulbo-tuberi e di raccolta dei fiori vengono effettuate coinvolgendo i ragazzi portatori di handicap della Cooperativa Arcobaleno.
- Il campo sperimentale di Lozio si trova a poca distanza dalla fraz. di Laveno, esso espone i suoi 10 m² a sud-est e si ritrova attorniato da bosco ceduo disposto su innumerevoli terrazzamenti.
- Il campo sperimentale che ho seguito direttamente è anch'esso sito nel Comune di Ossimo, ad una quota di 666 m s.l.m., ed ha un'estensione di 10 m². Esso presenta un'esposizione sud-est ed una pendenza del 16 % che lo rendono ideale per questa coltura. Essendo un campo in disuso da anni (in passato l'area era coltivata a orzo, grano saraceno, patate ed una piccola parte a vigneto) si è dovuto procedere nel mese di giugno ad un'aratura profonda, circa 40cm, per poi procedere a due fresature con motocoltivatore in modo da rompere le zolle più ostinate. Successivamente, in data 20/08/2013, sono state create 13 file di solchi paralleli, distanziati tra loro 20 cm, in cui sono stati

messi a dimora i bulbo-tuberi, distanziati sulla fila di 15 cm (Figura 25). In ognuna delle file sono stati impiantati 23 bulbo-tuberi per un totale di 296 bulbo-tuberi in 10 m² (Figure 26 e 27).

A circa 15 giorni dalla messa a dimora dei bulbo-tuberi è stata effettuata una rincalzatura del terreno e periodicamente sono state estirpate manualmente le malerbe.



Figure 25. Sesto d'impianto utilizzato nel campo sperimentale di Ossimo (BS)

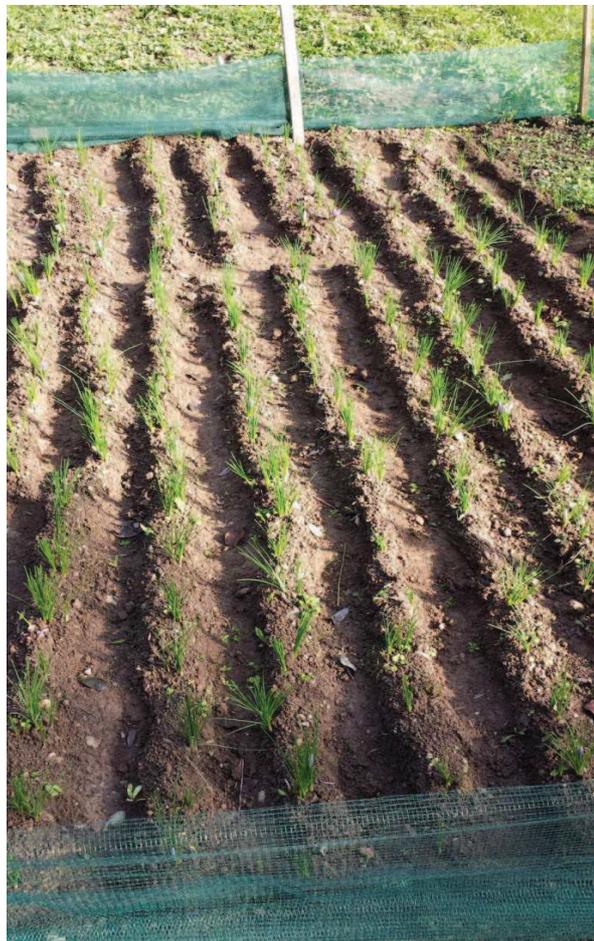


Figure 26 e 27. Messa a dimora nel campo sperimentale di Ossimo (BS)

Nei campi sperimentali sono stati messi a dimora bulbo-tuberi provenienti dalla Sardegna o da Pozzolengo (BS).

Inoltre si può anticipare la creazione futura, nei mesi di agosto e settembre, di altri cinque campi sperimentali a scopo di ricerca/prova e produzione di zafferano (Tabella 6).

COMUNE	Latitudine (N)	Longitudine (E)	Quota altimetrica m s.l.m.
ONO S. PIETRO	46,0185	10,3334	440
BRAONE	45,9886	10,3406	375
SACCA	45,8934	10,2173	234
BERZO DEMO	46,0876	10,3367	477
PIANCOGNO	45,9275	10,2273	572

Tabella 6. Campi sperimentali in avviamento dal 2014 in Valle Camonica. Localizzazione rispetto al meridiano di Greenwich in gradi decimali (DD).

La raccolta dei fiori è stata eseguita in tutti i campi sperimentali da metà ottobre a metà novembre ed in particolare nel campo sperimentale di Ossimo, che ho seguito personalmente, la raccolta è iniziata il 09/10/2013 ed è terminata il 06/11/2013.

In generale, le metodologie di essiccazione utilizzate dai produttori camuni sono le classiche che sono utilizzate in tutta Italia. In Tabella 7 sono elencate le metodologie utilizzate.

CAMPO IN PRODUZIONE	METODO DI ESSICCAZIONE
MALONNO	FORNO ELETTRICO + STUFA A LEGNA
VICO	FORNO A LEGNA.
MAZZUNNO	Prevalentemente ESSICCATORE PER ALIMENTI
OSSIMO	Principalmente STUFA A LEGNA e FORNO ELETTRICO
LOZIO	Esclusivamente STUFA A LEGNA

Tabella 7. Metodi di essiccazione utilizzati

4.2 ANALISI DEL SUOLO

Per alcuni campi sperimentali monitorati nell'anno 2013, sono state effettuate le principali analisi del terreno al fine di valutare l'idoneità alla coltivazione dello zafferano e di raccogliere dati per il manuale tecnico.

4.2.1 Prelievo campione di terreno

Il prelievo è stato eseguito asportando i primi 20-25 cm di suolo ed eliminando lo strato superficiale. Per dimensione del campo inferiori a 1 ettaro viene prelevato un solo campione, ottenuto mescolando cinque sub-campioni prelevati in modo casuale e in punti diversi e ben

distanziati. Per campi sperimentali di dimensioni maggiori, quindi superiori a 1 ettaro, vengono prelevati 4 campioni ognuno dei quali ottenuto mescolando 4 sub campioni prelevanti sempre casualmente e distanziati tra loro.

4.2.2 Preparazione campione da sottoporre ad analisi

Inizialmente il campione viene fatto essiccare all'aria e successivamente fatto passare attraverso un setaccio (maglia di dimensioni variabili tra 2 mm e 0,5 mm in base alla quantità del campione) separando così la terra fine dallo scheletro.

Durante questa procedura si determina inoltre l'umidità residua percentuale utilizzando la seguente formula:

$$U(\%) = \frac{(P \text{ umido} - P \text{ secco})}{P \text{ umido}}$$

4.2.3 Valutazione scheletro

La percentuale di scheletro sul totale del campione viene determinata pesando le due parti di terreno ottenute dalla precedente setacciatura.

4.2.4 Misurazione del pH

Per la determinazione del pH si è proceduto preparando una soluzione di deionizzata campione di suolo e acqua deionizzata in rapporto 1 : 2,5. La soluzione è stata agitata meccanicamente per 15 minuti in modo da omogeneizzare il tutto. Dopo mezz'ora di riposo è stata effettuata la lettura dei campioni utilizzando il pH-metro.

4.2.5 Determinazione tessitura

Per la determinazione della tessitura è stata preparata una soluzione con 10 ml di sodio esametafosfato, 200 ml di acqua deionizzata e 10 g di suolo (vagliato a 2 mm). La soluzione è stata poi agitata meccanicamente per 2 ore e versata nel levigatore portando a volume fino a 25 cm di altezza. Dopo aver agitato il levigatore si effettua il prelievo di 3 campioni di soluzione da 10 ml ciascuno dopo 2 minuti, 12 minuti e 20 ore.

- A) Nel primo prelievo (2 minuti) si deposita la sabbia e rimangono in soluzione il limo fine, limo grossolano e argilla.
- B) Il secondo prelievo (12 minuti) comprende limo fine e argilla in soluzione e limo grossolano e sabbia in deposito.

C) Il terzo prelievo (20 ore) mostra in soluzione solo l'argilla mentre limo grossolano, limo fine e sabbia sono in deposito.

Al termine dei prelievi i campioni vengono disposti su piastra tarata e poi essiccati in stufa a 105°C in modo da eliminare tutti i liquidi presenti.

Per calcolare le percentuali di tessitura applicheremo i seguenti calcoli:

$$\text{Limo grossolano} = \frac{(A-B) * VI}{V_p * 100} / P \quad \text{Limo fine} = \frac{(B-C) * VI}{V_p * 100} / P \quad \text{Argilla} = \frac{(C-D) * VI}{V_p * 100} / P$$

$$\text{Sabbia} = 100 - (\% \text{ Limo grossolano} + \% \text{ Limo fine} + \% \text{ Argilla})$$

Dove:

P = Peso del campione (10 g)

A,B,C = Prelievi dal levigatore

D = Peso del disperdente

VI = Volume levigatore (500 ml)

Vp = Volume prelevato (10 ml)

4.2.6 Determinazione azoto

Per la determinazione o della percentuale di azoto totale contenuto nel campione sono stati pesati 2 g di suolo in tubo per mineralizzatore e aggiunti sono stati aggiunti 20 ml di acido solforico e i catalizzatori cioè Cu (rame) e MgO₄ (ossido di magnesio). A questo punto si effettua una mineralizzazione a caldo finché la soluzione non si presenta di colore verde acqua. Successivamente in una beuta si aggiungono 10 ml di acido borico (soluzione satura) e di indicatore acido-base (rosso metile e verde bromo cresolo). A questo punto sono stati inseriti, nella parte sinistra di un distillatore, il tubo mineralizzatore e, nella parte destra, la beuta precedentemente preparata. Dopo aver aggiunto soda alla soluzione mineralizzata è stata eseguita una distillazione sulla soluzione stessa fino a quando il liquido condensato nella beuta ha perso la basicità. L'operazione si conclude titolando la soluzione nella beuta con H₂SO₄ 0,001 N.

Infine per esprimere il risultato sono stati eseguiti i seguenti calcoli:

$$\frac{N * g}{kg} = \frac{A * N * 14 * D}{P}$$

Dove:

N = normalità dell'H₂SO₄ 0,001N;

A = ml di H₂SO₄ usati per la titolazione;

14 = peso molecolare dell'azoto;

D = diluizione (in questo caso pari a 1)

4.2.7 Frazionamento del carbonio organico

Per il frazionamento del carbonio organico sono stati pesati 5 g di terreno (precedentemente setacciati a 0,5 mm) in una beuta sono stati aggiunti 50 ml di soluzione di pirofosfato di sodio ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$). Successivamente si è posto il tutto in bagnetto Dubnoff (bagno termostatico a scuotimento) per 24 ore a 65°C con 80 scosse al minuto. Finito questo trattamento è stata travasata la soluzione in un ditale che, successivamente, è stato posto in centrifuga per 20 minuti a 6500 giri/min. In seguito si sono prelevati 10 ml che sono stati posti in un altro ditale che a sua volta, dopo un'acidificazione con acido solforico fino a $\text{pH} < 2$, è stato posto in centrifuga. A questo punto si è ottenuta la separazione del surtanante (acidi fulvici e composti non umificati, cioè la frazione solubile) dal precipitato (acidi umici). Il surtanante è stato poi versato su una colonna con polivinilpirrolidone (la frazione non trattenuta dalla resina rappresenta i composti non umificati) e gli sono stati aggiunti prima 20 ml di acido solforico 0,005 N e poi 20 ml di soda 0,5 N, fino a eluire tutti gli acidi fulvici trattenuti dalla resina. La determinazione di carbonio organico nelle due frazione è stata effettuata attraverso l'ossidazione con bicromato di potassio a caldo.

4.3 ASPETTI CLIMATICI

Per quanto riguarda la raccolta dei dati relativi agli aspetti climatici e meteorologici di queste aree della Valle Camonica ho fatto affidamento all'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente (ARPA). Essa offre il Servizio Meteorologico Regionale con la possibilità di richiedere i dati misurati, fino a sei mesi precedenti, dalle stazioni di rilevamento. Una volta acquisiti i dati di interesse si è potuto procedere alla loro elaborazione costruendo grafici rappresentativi dell'andamento climatico.

4.4 ANALISI QUALITATIVE

4.4.1 Analisi spettrofotometrica (ISO 3632:2003)

Questo metodo permette di determinare le caratteristiche principali dello zafferano, in relazione al contenuto in crocina, picrocrocina e safranale responsabili rispettivamente del colore, del sapore e dell'aroma della spezia.

Per le analisi, effettuate in doppio, è stato fatto riferimento alla metodica e ai valori della Normativa ISO 3632/2003:

- Dopo aver polverizzato gli stimmi con un vibro mulino (RETSCH MM 400) si pesano esattamente 500 mg ± 1 di zafferano da porre in una stufa termostata a 105°C per 4 h. Quando la massa rimane costante, ossia quando l'essiccazione ha permesso la perdita dell'intero contenuto di umidità, si estrae il campione dalla stufa e si procede al calcolo della percentuale di peso secco:

$$P_s = \left(\frac{M_f}{M_i} \right) * 100$$

Dove:

P_s = peso secco

M_f = massa finale

M_i = massa iniziale

- Sono stati poi pesati 125 mg di zafferano polverizzato con uno scarto di ± 1 mg. Il campione è stato trasferito in un flacone volumetrico da 250 ml e a cui sono stati aggiunti 200 ml di acqua distillata. Dopo agitazione con un agitatore magnetico (1000 giri/min) per un'ora in assenza di luce, si porta a volume con acqua distillata fino a 250 ml. Vengono quindi prelevati e filtrati 60 ml dalla soluzione, con un filtro idrofilo di politetrafluoretilene (PTFE) dotato di pori del diametro di 0,45 μ m. I primi 40 ml vengono scartati tenendo i successivi 20 ml. 10 ml del filtrato vengono prelevati e trasferiti in un flacone volumetrico da 100 ml, si aggiunge acqua distillata fino a volume e la soluzione viene omogeneizzata per agitazione.
- Infine, 1 ml di soluzione viene posto in una cuvetta al quarzo al fine di registrare l'assorbimento dell'estratto a 3 lunghezze d'onda, 440, 330 e 257 nm, corrispondenti rispettivamente al massimo assorbimento della crocina, del safranale e della picrocrocina. L'acqua distillata viene utilizzata come liquido di riferimento.

La normativa ISO 3632:2003 fornisce un esempio di spettro caratteristico dell'estratto acquoso e modifiche nello spettro caratteristico sono indicative della presenza di adulterazioni (Figura 28).

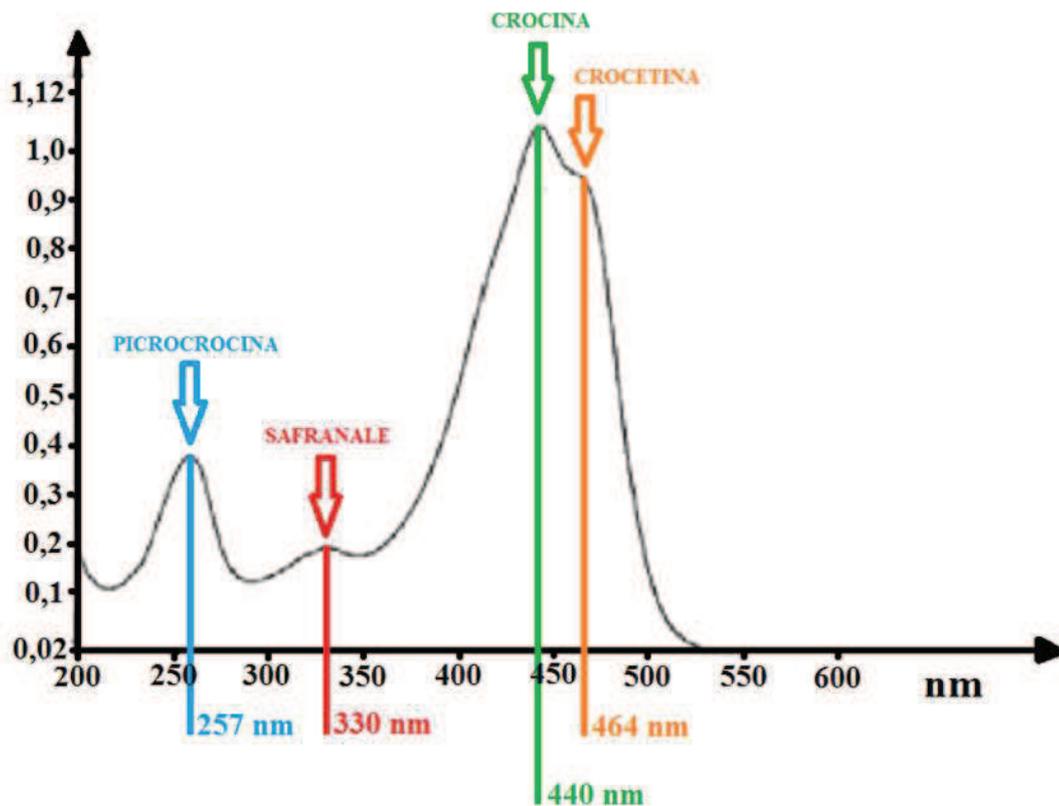


Figura 28. Esempio di spettro di assorbimento di un estratto acquoso di zafferano.

La successiva determinazione del potere colorante, amaricante e odoroso si ottiene attraverso le seguenti formule:

$$E\ 1\% \ 1\text{cm}\ \text{potere amaricante} = (A\ (257\ \text{nm}) * 20000) / (\% \text{ S.S})$$

$$E\ 1\% \ 1\text{cm}\ \text{potere aromatico} = (A\ (330\ \text{nm}) * 20000) / (\% \text{ S.S})$$

$$E\ 1\% \ 1\text{cm}\ \text{potere colorante} = (A\ (440\ \text{nm}) * 20000) / (\% \text{ S.S})$$

Dove A è il valore dell'assorbimento a ciascuna lunghezza d'onda, 20000 è la diluizione totale del campione e % S.S. è la percentuale di sostanza secca.

4.5 VALUTAZIONE ECONOMICA

La valutazione della produzione di zafferano dal punto di vista economico è stata realizzata grazie all'aiuto del Dott. Danilo Bertoni, il quale grazie alla sua esperienza ha fornito importanti idee e metodologie di studio per affrontare al meglio le diverse condizioni della coltivazione del *Crocus sativus* L. Utilizzando i fogli di Excel e i dati raccolti durante il mio periodo di tirocinio abbiamo potuto stilare una lista di costi fissi e variabili, ai quali abbiamo affiancato i "possibili" ricavi derivanti dalla coltivazione. Viene utilizzato il termine "possibili" in quanto le variabili in gioco, ad esempio, genetica del bulbo e sue dimensioni, avversità meteorologiche e costi orari della manodopera possono variare, a favore o meno della produzione, di anno in anno e da zona a zona di coltivazione.

5 RISULTATI E DISCUSSIONE

5.1 ANALISI DEL TERRENO

Nei paragrafi sottostanti sono riportati i risultati delle analisi del terreno relative ad alcuni campi sperimentali monitorati nell'anno 2013 (Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo, D.M. del 13/09/99):

- Valutazione della % di scheletro

Nei campi sperimentali di Vico e Malonno è stata riscontrata una % di scheletro relativamente bassa, in media pari al 21 % (Figura 29).



Figura 29. Contenuto di scheletro medio-basso

- Determinazione del pH

In generale lo zafferano si adatta bene a terreni sub-alcini. A Vico il pH è risultato idoneo alla coltivazione in quanto alcalino (pH 7,41) mentre a Malonno è risultato avere un valore tendente all'acido (pH 6,21) (Grafico 1).

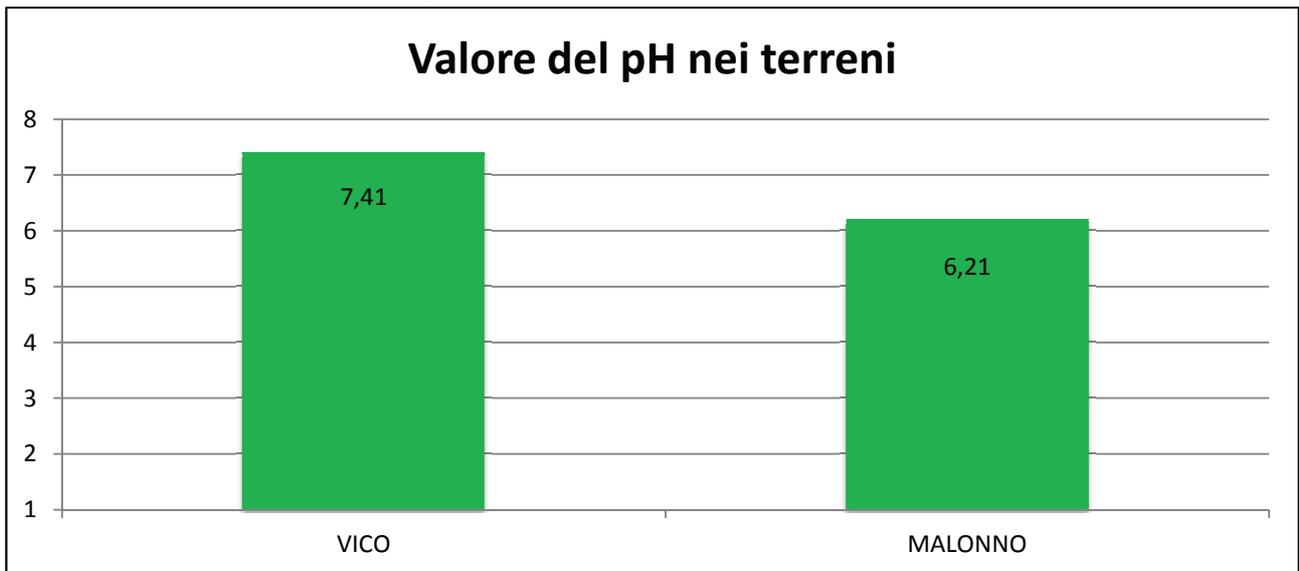


Grafico 1. Valore del pH di alcuni campi sperimentali della Valle Camonica.

- Determinazione della tessitura apparente

I terreni analizzati rientrano nelle classi strutturali idonee alla coltivazione dello zafferano e sono classificabili nel triangolo USDA come terreni franco-argilloso-sabbiosi (Grafico 2 e Figura 30).

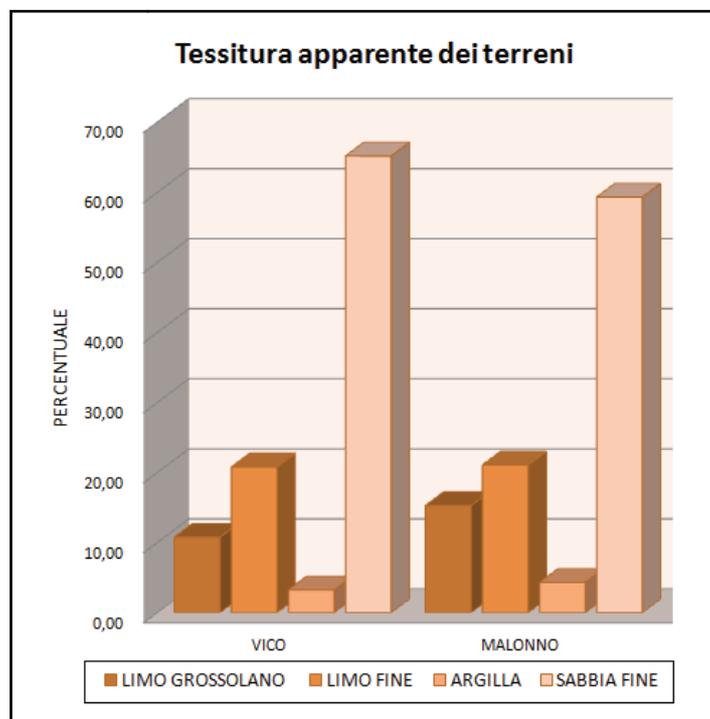


Grafico 2. Grafico della tessitura dei terreni

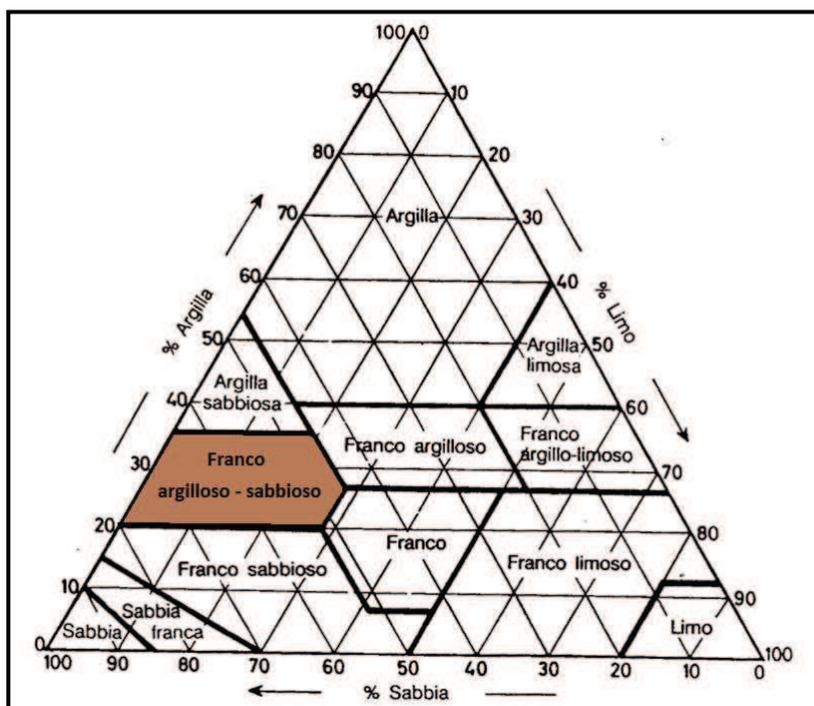


Figura 30. Classificazione secondo il triangolo USDA.

- Determinazione del Carbonio organico e dell’Azoto totale.

Il valore del Carbonio e dell’Azoto organico, calcolati come % della s.s., sono importanti per valutare la ricchezza del terreno in relazione al contenuto in sostanza organica e quindi in nutrienti disponibili per la pianta. A Vico è stato calcolato un contenuto in C organico (g/kg) e N organico (g/kg) rispettivamente pari a 43,37 e 2,68 mentre a Malonno pari a 36,04 e 2,55 (Grafico 3).

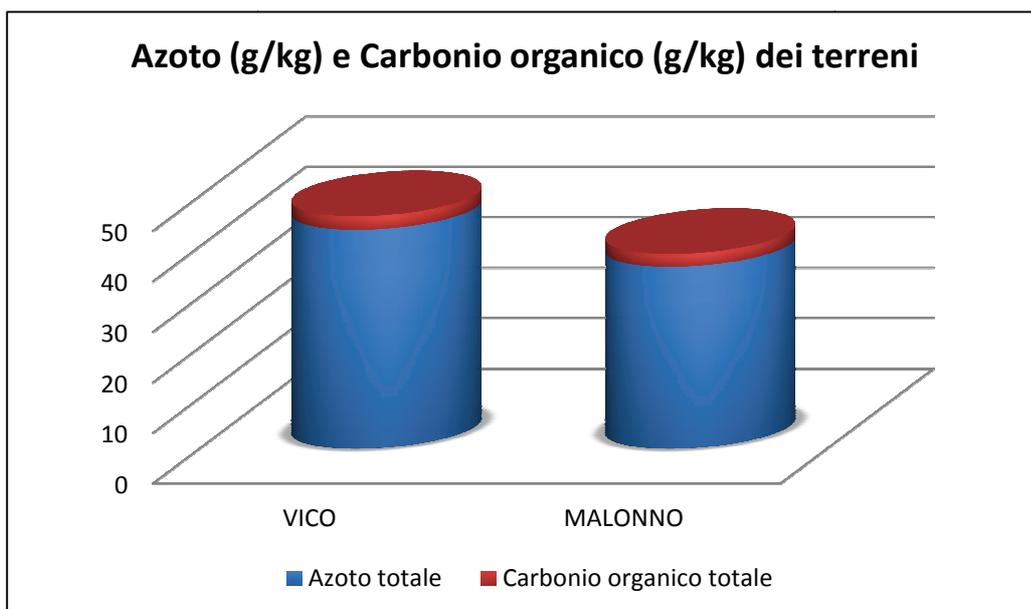


Grafico 3. Contenuto di C e N totale.

5.2 ATTECCHIMENTO, CRESCITA E SVILUPPO

Nel periodo autunno-invernale si sono potuti effettuare molteplici rilievi sia nei campi sperimentali già avviati e produttivi che in quelli al primo anno di coltivazione. I campionamenti sono stati effettuati cercando di omogeneizzare il più possibile i dati effettuando misurazioni in diverse posizioni all'interno dei campi sperimentali. Oltre alla raccolta dei dati geometri in campo si è proceduto alla conta delle gemme fiorali e al rilevamento di eventuali problemi fitosanitari.

In Tabella 8 sono riportati i sestri di impianto osservati nei diversi campi sperimentali.

Campi avviati e sperimentali	Sesto di impianto (cm)		
	FILA	INTERFILA	PROFONDITA'
Silvia - Vico fra. Edolo (950 m s.l.m.)	15	10	15
Nadia - Malonno (600 m s.l.m.)	8	12	15
Michele - Ossimo (750 m s.l.m.)	15	12	15
Comunale - Ossimo (800 m s.l.m.)	20	12	12
Igor - Lozio (1000 m s.l.m.)	10	10	15
Dovina - Mazzunno (550 m s.l.m.)	15	12	12

Tabella 8. Rappresentazione schematica dei dati raccolti nei campi di *Crocus sativus* L. riguardanti la tipologia di sesto d'impianto adottata

Da questa Tabella si evince che la profondità di impianto maggiormente utilizzata in Valle Camonica risulta essere di 12-15 cm in tutti i campi monitorati. Al contrario abbiamo una grande variabilità nei dati riguardanti la fila e l'interfila, con una media di 15 cm sulla fila e di 12 cm sull'interfila. Gresta et al. (2008) riportano per colture poliennali sestri di impianto molto simili a quelli osservati in Valle Camonica, con una profondità di impianto 10-20 cm, una distanza sulla fila di 10-15 e una distanza tra le file di 20 cm. Per un campo di 100 m² con sesto di impianto "fila 15 cm, interfila 20 cm, profondità 15 cm" sono necessari circa 3000 bulbo-tuberi. I bulbo-tuberi messi a dimora hanno diametro medio di 3,5 cm e sono presenti in numero di 60 per ogni chilogrammo. La dimensione dei bulbo-tuberi è uno dei fattori che vanno ad influenzare la produttività, infatti bulbi con dimensioni inferiori ai 2-2,5 cm difficilmente riusciranno a fiorire e a dare buone produzioni (Tammaro, 1999).

Come riassunto in Tabella 9 la germinabilità dei bulbo-tuberi messi a dimora raggiunge livelli importanti e promettenti, fino ad un massimo del 97% nel campo sperimentale Comunale di Ossimo.

Campi avviati e sperimentali	N° Bulbi in 10 metri lineari			N° gemme al metro		Germinabilità	
	40-60	60-80	80-100	10-15	15-20	/ 60 bulbi	%
Silvia - Vico fra. Edolo (950 m s.l.m.)			X		X	56	93
Nadia - Malonno (600 m s.l.m.)			X		X	57	95
Michele - Ossimo (750 m s.l.m.)			X		X	56	93
Comunale - Ossimo (800 m s.l.m.)	X			X		58	97
Igor - Lozio (1000 m s.l.m.)			X		X	56	93
Dovina - Mazzunno (550 m s.l.m.)	X			X		54	90

Tabella 9. Rappresentazione schematica dei dati raccolti nei campi di *Crocus sativus* L. riguardanti la germinabilità.

In Tabella 10 sono invece riportati i problemi fitosanitari osservati durante il monitoraggio dei campi sperimentali. In particolare sono stati riscontrati alcuni attacchi di *Fusarium oxysporum f.sp. gladioli* responsabile del “Giallume dello zafferano” nei campi di Vico e Malonno durante il mese di dicembre. In particolare è stato osservato che temperature inferiori a 10-12°C e piogge abbondanti favoriscono l’insorgenza di malattie fungine (Tammaro, 1999).

Campi avviati e sperimentali	<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Penicillium corymbiferum</i>	Rilievo
Silvia - Vico fra. Edolo (950 m s.l.m.)	X	o	05/12/2012
Nadia - Malonno (600 m s.l.m.)	X	o	05/12/2012
Michele - Ossimo (750 m s.l.m.)	o	o	07/12/2013
Comunale - Ossimo (800 m s.l.m.)	o	o	08/12/2013
Igor - Lozio (1000 m s.l.m.)	o	o	12/11/2013
Dovina - Mazzunno (550 m s.l.m.)	o	o	08/11/2013

Tabella 10. Rappresentazione schematica dei dati raccolti nei campi di *Crocus sativus* L. riguardanti i principali problemi fitosanitari.

La resa dello zafferano è un argomento molto complesso poiché è correlata ad una serie di fattori (tecnico-agronomici, biologici ed ambientali) in grado di influenzare fortemente la produzione (Lombardo et al., 2008).

Nel Grafico 4 è riportato l’andamento della fioritura riscontrato nel campo di Ossimo, che ho seguito personalmente, nel periodo tra ottobre e novembre 2013. Esso è stato realizzato grazie alla raccolta dei dati climatici giornalieri e del numero di fiori raccolti ogni giorno.

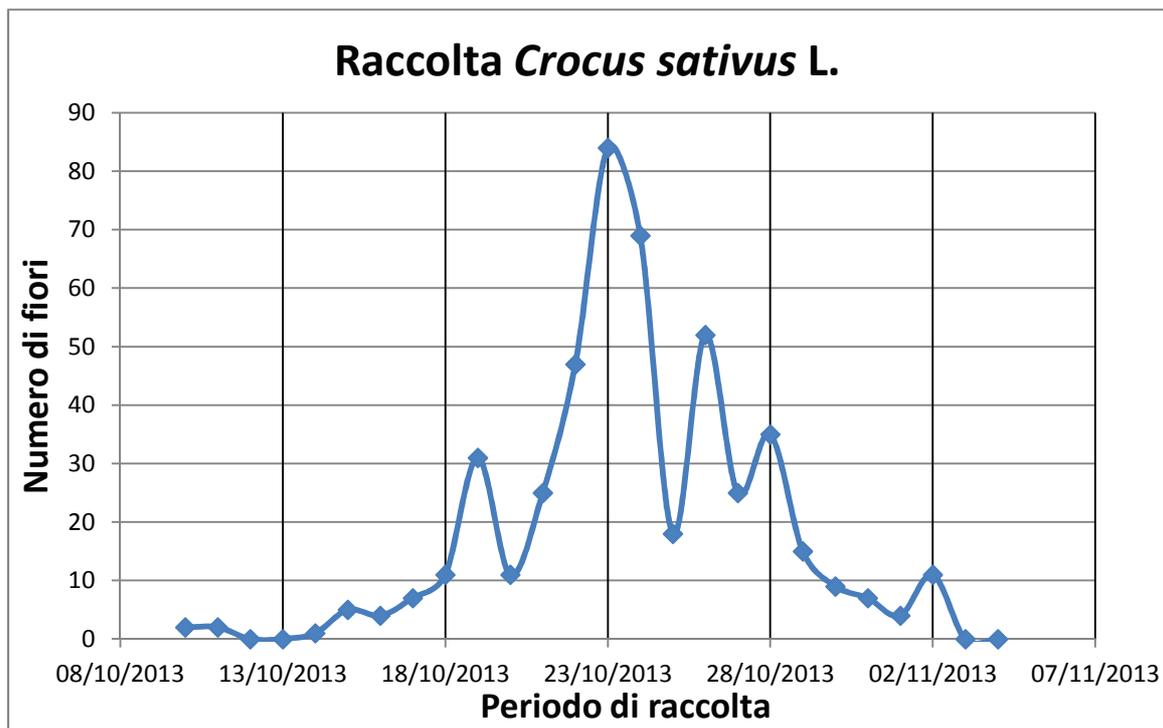


Grafico 4. Grafico rappresentativo della raccolta dei fiori di *Crocus sativus* L. nel comune di Ossimo.

Nel periodo tra ottobre e novembre 2013, come si può osservare nel Grafico sovrastante, l'andamento della fioritura è stato soggetto a diversi picchi di raccolta, con un picco massimo riscontrato il 23/10/2013. Il susseguirsi di giornate ricche di fiori e di giornate povere vanno a creare tali picchi che nel complesso descrivono una curva Gaussiana, tipica delle colture agricole. A seguito del picco massimo si è assistito ad un calo della produzione di fiori che è comunque rimasta attiva fino al 2/11/2013.

Grazie ai dati forniti dall'ARPA Lombardia riferiti al periodo di interesse ho potuto generare due grafici, uno relativo alla temperatura media giornaliera rilevata sul territorio camuno (Grafico 5) e l'altro relativo ai mm di precipitazione cumulati sulle 24H in tre diverse stazioni di monitoraggio dislocate nelle vicinanze del campo sperimentale di Ossimo (Grafico 6). Questi dati sono serviti a valutare l'effetto delle condizioni climatiche sulla fioritura dello zafferano.

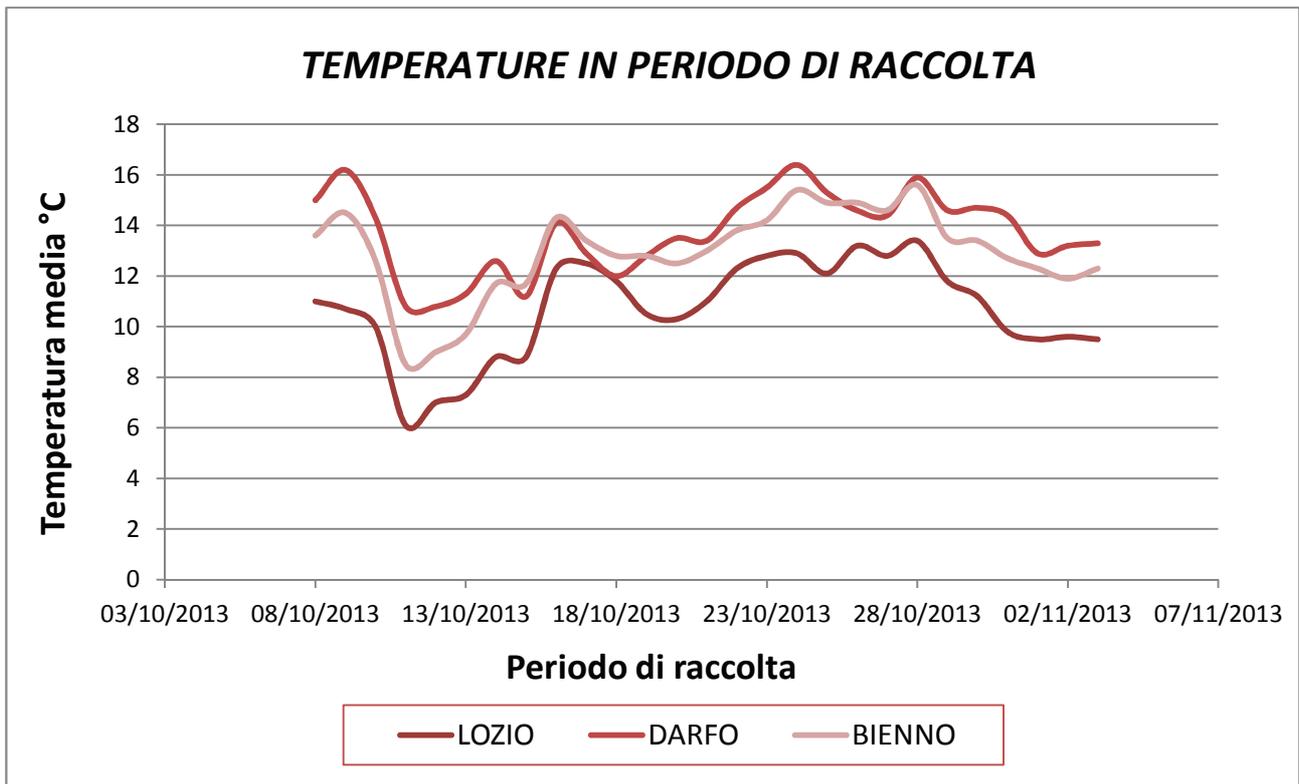


Grafico 5. Grafico rappresentante le temperature medie giornaliere.

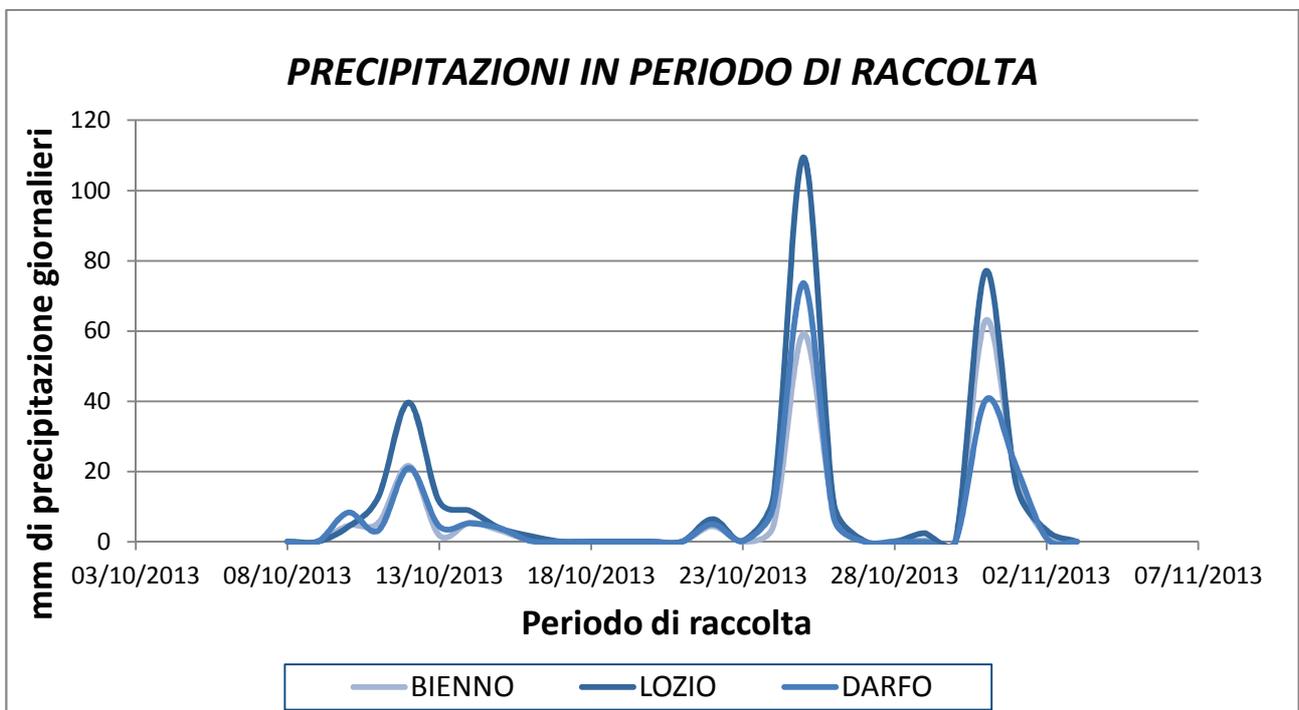


Grafico 6. Grafico rappresentante le precipitazioni cumulate giornaliere.

Il picco massimo di raccolta verificatosi in data 23 ottobre 2013, risulta essere in concomitanza con una temperatura media di 14 °C ed un valore di precipitazione cumulata nelle 24H, nel breve periodo precedente, di 0-0,2 mm. Successivamente in data 25 ottobre 2013 si è verificato un crollo

della raccolta, in quanto la temperatura media si è stabilizzata sui 15°C ma il valore di precipitazione, nel breve periodo precedente, è stato di 60-70 mm. Si può quindi affermare che sia la temperatura che le precipitazioni influiscono molto sulla fioritura di questa coltura. Dati bibliografici evidenziano che anche una totale assenza di precipitazioni prima della fioritura può influenzare negativamente la produzione (Fernandez, 2004).

Infine in Tabella 11 sono riassunte le rese di spezia rilevate nei campi sperimentali monitorati.

CAMPO IN PRODUZIONE	ZAFFERANO PRODOTTO (g)	g/m²
MALONNO	83,24	0,40
VICO	2,5	0,21
MAZZUNNO	36,30	0,17
OSSIMO - LOZIO	4,5	0,15

Tabella 11. Rese riscontrate nei campi sperimentali

In tutti i campi monitorati la produzione è stata ottima pur in presenza di condizioni climatiche avverse. È da sottolineare che i campi di Malonno e Vico sono al secondo anno di coltivazione mentre quelli di Mazzunno e Ossimo-Lozio solo al primo anno, per cui come riportato in letteratura la produzione di spezia tenderà ad aumentare dal primo al terzo-quarto anno di coltivazione (McGimpsey et al., 1997). Risultati ottenuti da prove sperimentali effettuate in Sicilia riportano che per ottenere 1 g di spezia al primo anno di produzione servono circa 120 fiori, con un minimo di 100 fiori per g di zafferano al terzo anno di coltivazione (Acciario e Arrabito, 2010).

Il prodotto finale è stato utilizzato parzialmente per l'autoconsumo e la restante parte venduta in mercati locali, a conoscenti e ad attività di ristorazione.

5.3 ANALISI QUALITATIVE

- Analisi spettrofotometrica (ISO 3632-2:2003)

Le analisi spettrofotometriche effettuate sui campioni di zafferano provenienti dai campi sperimentali di Vico, Malonno, Mazzunno e Ossimo-Lozio hanno permesso di classificarli nella "1 categoria di qualità". Essendo i campi di Mazzunno e Ossimo-Lozio al primo anno di coltivazione i risultati ottenuti sono da ritenersi molto soddisfacenti. È stato infatti dimostrato che i livelli qualitativi tendono a aumentare ancora dopo due anni di messa a dimora dei bulbi (Interlandi, 2010).

Inoltre, i tempi, le temperature e le modalità con cui si effettua l'essiccazione degli stimmi freschi incidono fortemente sui contenuti in potere colorante, amaricante e odoroso del prodotto finale (Priscila del Campo, 2010). È stato evidenziato che la temperatura ideale di essiccazione è relativamente bassa, tra i 40 e i 55 °C, dal momento che la componente volatile, la picrocrocina e la crocina risultano avere livelli più alti nel prodotto finale essiccato a queste condizioni (Priscila del Campo, 2010).

Nelle Tabella e nei Grafici riportati di seguito sono sintetizzati i risultati ottenuti dall'analisi spettrofotometrica.

Analisi spettrofotometrica anno 2013	Vico	Malonno	Mazzunno	Ossimo-Lozio	Valori minimi ISO (I cat.)
% Peso secco	98%	98%	98%	97%	
Potere colorante (E 1% 1 cm A 440 nm)	235,69	207,31	234,3	226,8	min 190
Potere amaricante (E 1% 1 cm A 257 nm)	97,88	99,13	106,1	100,4	min 70
Potere odoroso (E 1% 1 cm A 330 nm)	26,95	20,31	21,7	24,3	tra 20 e 50

Calcoli effettuati	
Potere colorante (E 1% 1 cm A 440 nm)	$A_{440} * 20000 / \% \text{ secco}$
Potere amaricante (E 1% 1 cm A 257 nm)	$A_{257} * 20000 / \% \text{ secco}$
Potere odoroso (E 1% 1 cm A 330 nm)	$A_{330} * 20000 / \% \text{ secco}$

Tabella 12. Risultati delle analisi spettrofotometriche e calcoli effettuati.

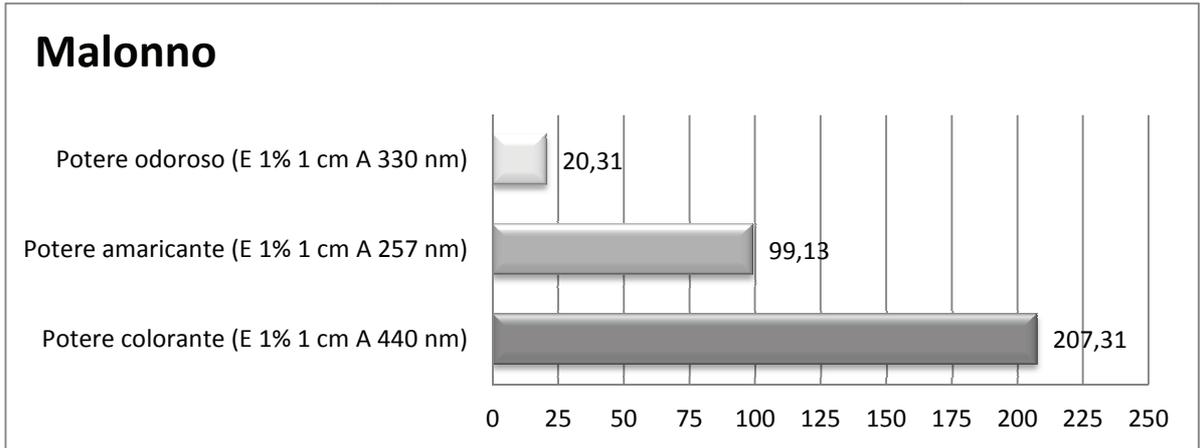
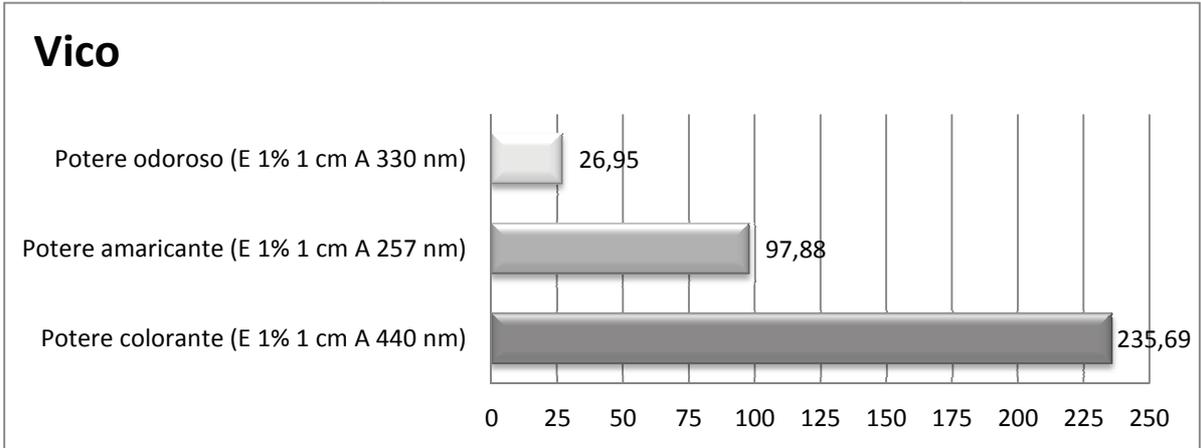
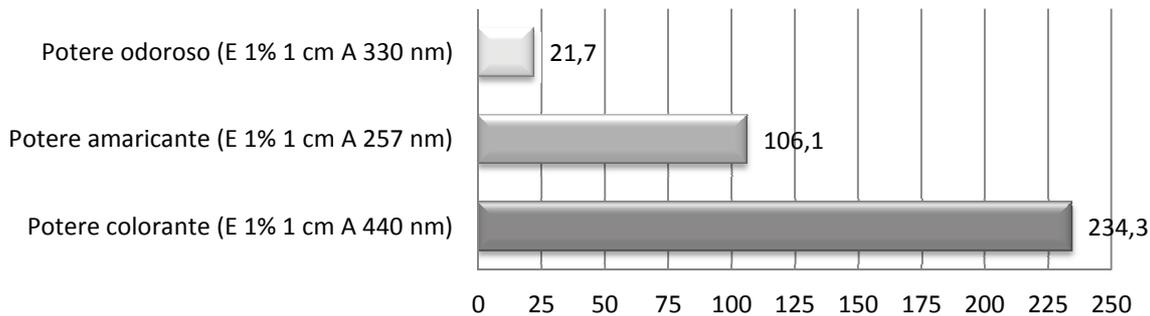


Grafico 7. Potere colorante, amaricante e odoroso dei campioni di zafferano al secondo anno di produzione

Mazzunno



Ossimo-Lozio

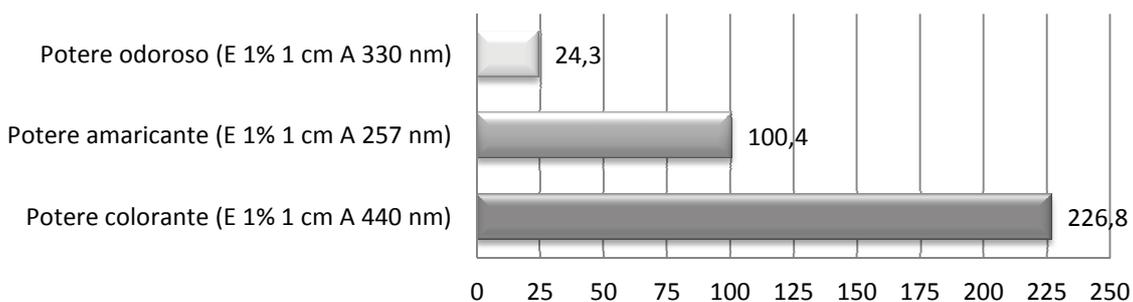


Grafico 8. Potere colorante, amaricante e odoroso dei campioni di zafferano al primo anno di produzione

Nello specifico nei campioni di Vico e Mazzunno sono stati osservati maggiori contenuti di crocina, responsabile del colore della spezia. Mentre in tutti i campioni è stato riscontrato un basso contenuto in safranale, molecola responsabile dell'aroma dello zafferano. Il safranale si forma infatti per degradazione della picrocrocina durante le fasi di essiccazione e conservazione dello zafferano. In particolare temperature di essiccazione elevate e tempi di conservazione lunghi favoriscono la degradazione della picrocrocina a safranale (Priscila del Campo, 2010).

5.4 VALUTAZIONE ECONOMICA

Partendo da una valutazione economica standard, la quale ha il compito di chiarire quale sia la situazione economica di chi affronta la coltivazione, arriveremo al caso diretto riscontrato nella produzione del 2013.

VALUTAZIONE ECONOMICA STANDARD (PLURIENNALE)

Qui di seguito sono riportate le spese e i ricavi ipotizzati per la coltura del *Crocus sativus* L., su un terreno di 500 m² in cui abbiamo a dimora i bulbo-tuberi con una densità di 30 bulbi al metro quadrato.

PIANO DI PRODUZIONE:

SITUAZIONE 1			
CAMPO	M2	PERIODO	
ANNO 1	500	anno 1 = agosto - giugno	IMPIANTO AGOSTO
ANNO 2	500	anno 2 = agosto - giugno	
ANNO 3	500	anno 3 = agosto - giugno	
ANNO 4	500	anno 4 = agosto - giugno	CAVATURA GIUGNO

	BULBI KG	PRODUZIONE BULBI KG	BULBI E/KG
IMPIANTO AGOSTO	250,0	375,0	17
	375,0	562,5	
	562,5	703,1	
CAVATURA GIUGNO	703,1	878,9	15

BULBI E/KG	IMPIANTO EURO	CAVATURA EURO	
17	4250		1,5 COEFF. RIPRODUZIONE (ANNO 1-2)
			1,25 COEFF. RIPRODUZIONE (ANNO 3-4)
15		13184	Valore ricavato dalla vendita bulbi dell'ultimo anno.

Alla fine del quarto anno di coltivazione è prevista la cavatura dei bulbo-tuberi, i quali si possono mettere sul mercato o riutilizzare in parte per un nuovo impianto.

Vengono ipotizzati precedentemente:

La quantità media di bulbi per chilogrammo, basandosi su una misura del bulbo-tubero media di 3,5cm;

bulbi	kg
60	1
15000	250,0
22500	375,0

La resa in grammi di zafferano in base alla quantità di bulbi al primo anno di coltivazione;

resa	
n° bulbi	grammi zafferano
250	2,5
500	5
15000	150

I tempi medi di mondatura e raccolta;

MONDATURA	300	FIORI /H
RACCOLTA	400	FIORI /H

L'esperienza maturata ci dice che una persona può lavorare circa 1500 fiori al giorno.

ANDAMENTO RACCOLTA FIORI	M2	FIORI	
ANNO 1	10	470	1,5 INDICE INCREMENTO CAUTELARE
ANNO 2	10	705	
ANNO 3	10	1058	
ANNO 4	10	1586	
TEMPO RACCOLTA FIORI	M2	ORE	
ANNO 1	10	1	
ANNO 2	10	2	
ANNO 3	10	3	
ANNO 4	10	4	

PIANO DELLE SPESE:

COSTI 1 ANNO	EURO/H	EURO/100M2	ORE (H) UTILI	TOT EURO
LAVORO MANUALI	10		20	200
LAV. MECCANICI		20		100
CONCIMAZIONE		20		100
ESTIRP.MALERBE	10		20	200
RACCOLTA FIORI	10		1	11,75
MONDATURA FIORI	10		1	11,75
ESSIC E INVASET	10		20	200
				823,5

COSTI 2 ANNO	EURO/H	EURO/100M2	ORE (H) UTILI	TOT EURO
LAVORO MANUALI	10		2	20
LAV. MECCANICI		0		0
CONCIMAZIONE		5		25
ESTIRP.MALERBE	10		20	200
RACCOLTA FIORI	10		2	17,6
MONDATURA FIORI	10		2	17,6
ESSIC E INVASET	10		35	350
				630

COSTI 3 ANNO	EURO/H	EURO/100M2	ORE (H) UTILI	TOT EURO
LAVORO MANUALI	10		2	20
LAV. MECCANICI		0		0
CONCIMAZIONE		5		25
ESTIRP.MALERBE	10		20	200
RACCOLTA FIORI	10		3	26,4
MONDATURA FIORI	10		3	26,4
ESSIC E INVASET	10		40	400
				698

COSTI 4 ANNO	EURO/H	EURO/100M2	ORE (H) UTILI	TOT EURO
LAVORO MANUALI	10		20	200
LAV. MECCANICI		0		0
CONCIMAZIONE		0		0
ESTIRP.MALERBE	10		20	200
RACCOLTA FIORI	10		4	39,7
MONDATURA FIORI	10		4	39,7
ESSIC E INVASET	10		45	450
				929

PIANO DEI RICAVI:

La vendita del prodotto finito è la principale fonte di reddito da tener di conto, ma anche la vendita dei bulbi prodotti e dei derivati della coltivazione non sono da tralasciare in alcun modo.

		grammi zafferano	
		anno 1	150
vendita	euro/grammo	anno 2	225
24956	22	anno 3	338
		anno 4	422
		TOT	1134

vendita zaff-	costi colt.	vendita bulbi	costi iniz.	
3300	824	0	4250	-1774

Al primo anno è previsto un ricavo totale negativo pari a - 1774 euro.

vendita zaff-	costi colt.	vendita bulbi	costi iniz.	
24956	3081	13184	4250	30809

Mentre si prevede al fine dei quattro anni di produzione di avere un ricavo di 30800 euro circa.

VALUTAZIONE ECONOMICA PIANO DIRETTO (PRIMO ANNO)

Qui di seguito abbiamo riportato schematicamente ed in modo esemplificativo l'esperienza di coltivazione del campo sperimentale sito nella frazione di Mazzunno, comune di Angolo Terme (BS) nel suo primo anno. Il campo in questione ha un'estensione di 210 m² nella quale sono stati interrati ben 4200 bulbi, avendo così una densità media di 20 bulbi al metro quadrato. Hanno inciso negativamente sia errori nella fase di interrimento, che hanno comportato una bassa percentuale di bulbi germogliati, sia le condizioni climatiche avverse che hanno caratterizzato il periodo di raccolta. Ciò ha determinato la bassa resa in termini di rapporto grammi per fiore che è stata di 142 fiori per grammo prodotto.

Sintesi della produzione		Note
Mq di terreno arato	210	
Numero bulbi interrati	4.200	
Numero bulbi germogliati	3.883	
% di bulbi germogliati rispetto agli interrati	92,45	Bassa : < 95%
Numero fiori sbocciati	5.150	
Numero fiori per bulbo	1,32	Bassa : < 2
Grammi zafferano prodotti	36,30	Bassa : media di 42 grammi
Grammi prodotti ogni 100 mq	17,29	Bassa : media di 20 grammi
Numero fiori per la produzione di 1 grammo	142	Bassa : media è 120 fiori

Tabella 13. Tratto dalla relazione di bilancio finale "Safran de Madò - 2013".

Gli acquisti

I bulbi sono stati acquistati da due fornitori diversi:

La coltivatrice del Campo di Loritto, frazione di Malonno (BS) ci ha ceduto 6 Kg di bulbo-tuberi.

Da un coltivatore sardo abbiamo invece acquistato la maggior parte dei bulbi, 80 kg, ad un prezzo di 15,5 euro al kg cui vanno aggiunti i costi di trasporto e, data la configurazione aziendale, gli esborsi dell'IVA che non possono essere scaricati. Una parte dei bulbi, all'incirca 7 Kg, è stata rivenduta ad un coltivatore locale.

Acquisto bulbi		
	Kg	euro al kg
Acquisto da San Gavino Monreale	80	15,5
Acquisto da Loritto	6	18
Totale	86	

Tabella 14. Riassunto schematico dell'acquisto dei bulbi.

Il bilancio di fine anno è stato redatto previe le seguenti assunzioni:

- Viene considerato tra le attività patrimoniali il valore dei bulbi interrati al campo sperimentale di Mazzunno e il valore presunto della riproduzione che avverrà a primavera 2014.
- Gli ammortamenti sono stati calcolati sulla vita media dei bulbi acquistati e messi in produzione, vale a dire tre anni.
- Il capitale versato in moneta è stato aggiunto al capitale conferito per mezzo di ore lavorate.

Attività	Stato patrimoniale		Passività	Euro
	Euro			
Patrimonio	2.424	Ammortamenti		408
Bulbi interrati	1.116	Ammortamento bulbi in produzione		408
Bulbi da interrare	108			
Bulbi riprodotti naturalmente	1.200	Capitale sociale		4.556
		In moneta		2.156
Cassa	286	In lavoro		2.400
Cassa	286			
Totale	2.710	Totale		4.964
Perdita esercizio	2.254			
Totale Attività	4.964	Totale Passività		4.964

Il conto economico

Per la redazione del conto economico vanno ritenute le seguenti considerazioni:

- Il costo del lavoro, pari a 400 ore, conteggiate a 6 euro l'ora, è l'equivalente del valore registrato come capitale sociale;
- Il valore dei bulbi rivenduti è stato registrato con lo stesso importo tra i costi e ovviamente tra i ricavi;
- l'IVA non compensata è stata riportata tra i costi;
- Il valore dello zafferano non venduto è riportato tra i costi alla voce omaggi e tra i ricavi al prezzo, del tutto aleatorio, di 10 euro al grammo.

Conto economico			
Costi	Euro	Ricavi	Euro
Costi produzione	318	Totale ricavi	1.901
Acquisto bulbi per rivendita	120	Ricavi vendita zafferano	286
Trasporto merci	50	Ricavi vendita bulbi	120
Materiali vari (aratura, bilancino prec.)	135	Incremento naturale bulbi	1.200
Confezioni	13	Produzione invenduta (omaggi)	295
Costi del personale	2.575	Perdita esercizio	2.254
Costo del lavoro	2.400		
Rimborsi benzina	175		
Costi gestione	295		
Omaggi e Regalie in zafferano	295		
Costi marketing	430		
Striscione stand	60		
Materiale pubblicitario	370		
Ammortamenti	408		
Ammortamenti	408		
Spese varie	129		
Tasse (IVA non compensata)	129		
Totale costi	4.155	Totale ricavi	4.155

Il risultato di gestione comporta al primo anno un mancato rientro di 2.254 euro.

L'esperienza di coltivazione dello zafferano in Valle Camonica ha permesso di venire a conoscenza di problematiche legate alla redditività della coltura, in quanto la grande variabilità delle produzioni, dettata da aspetti pedoclimatici e meteorologici, che incidono sulla quantità e sulla qualità della produzione, sono la causa diretta della produzioni effettiva di reddito. A ciò va affiancata l'incertezza della qualità genetica del bulbo-tubero madre, in quanto all'acquisto risulta molto difficoltoso incontrare certificazioni e l'unica caratteristica valutabile sono le dimensioni medie del bulbo-tubero. Inoltre il lavoro manuale varia molto da situazione a situazione portando così a variazioni notevoli in termini di tempo da dedicare alla coltura. Per cui, vista la grande incertezza reddituale che si viene a formare, si è propensi a considerare la coltura dello zafferano un'attività complementare da affiancare ad altre già esistenti, introducendo essa in modalità graduale e scalare, consentendo di diluire l'investimento a lungo termine.

Si è potuto vedere, con grande gioia dei produttori, che gli sbocchi sul mercato dello zafferano sono innumerevoli e che il prodotto viene apprezzato dai compratori; la vendita del prodotto in stimmi al privato e ai ristoratori, la produzione di sapone utilizzando i petali del *Crocus sativus* L. e il pensiero ad una futura vendita dei bulbi hanno reso possibile l'entrata nella cerchia di produttori di nuovi soggetti giovani e capaci in cerca di un reddito complementare.

6 CONCLUSIONI

Il monitoraggio di alcuni campi sperimentali siti Valle Camonica ha evidenziato i seguenti risultati. I terreni analizzati rientrano nelle classi strutturali idonee alla coltivazione dello zafferano e sono classificabili come terreni franco-argilloso-sabbiosi. Il valore del Carbonio organico e dell'Azoto totale, importanti per valutare la ricchezza sostanza organica nel terreno, sono risultati essere idonei alla coltivazione, come sono idonei anche i valori di pH riscontrati. L'attecchimento dei bulbo-tuberi e la loro germinabilità hanno dato valori confortanti, i quali uniti all'assenza di gravi problemi fitosanitari hanno indubbiamente fornito una buona base di coltivazione e di studio. Inoltre si è cercato di valutare l'influenza delle precipitazioni sulla fioritura del *Crocus sativus* L. grazie ai dati raccolti nei campi sperimentali lungo tutto il periodo di raccolta. Si può quindi affermare che sia la temperatura che le precipitazioni influiscono molto sulla fioritura di questa coltura, andando a creare sbalzi di raccolta evidenti. L'analisi qualitativa dello zafferano, più specificatamente, l'analisi spettrofotometrica sul contenuto di crocina, picrocina e safranale ha evidenziato una buona qualità della spezia. Tutti i campioni di zafferano classificabili, secondo le norme ISO 3632:2003, nella I categoria di qualità. A seguito di questi risultati in futuro risulterà necessario approfondire gli studi sugli aspetti morfologici, genetici e produttivi della coltivazione e sulle metodologie di essiccazione, cercando così di raggiungere le migliori caratteristiche qualitative degli stimmi.

Tutti i dati sono inoltre serviti alla stesura di un manuale tecnico di coltivazione dello zafferano il quale verrà affiancato da un editoriale annuale dei dati sperimentali della Valle Camonica, andando ad offrire agli agricoltori un punto saldo per la coltivazione del *Crocus sativus* L..

7 BIOGRAFIA E SITOGRAFIA

Acciaro A., Arrabito A., 2010. Lo zafferano. *Assessorato Agricoltura e foreste, Regione Sicilia*.

Carmona M., Martinez J., Zalacain A., Mendez M., De Daja J.A., Alonso G.L., 2005. Analysis of saffron volatile fraction by TD-GC-MS and e-nose. *Europ. Food res. Technol.* **223**: 96-101.

Carta C., Fiori M., Franceschini A., 1982. Il marciume carbonioso dei bulbi di zafferano (*Crocus sativus* L.). *Studi sassaresi. Organo ufficiale della società sassarese di Scienze mediche e naturali.* **29**: 193-197.

Chichgiriccò G., 1996. Intra- and interspecific reproductive barriers in *Crocus* (Iridaceae). *Plant. Syst. Evol.* **201**: 83-92.

Disciplinare di produzione DOP "Zafferano dell'Aquila". Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, 17.04.2004.

Disciplinare di produzione DOP "Zafferano di Sardegna". Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, 28.11.2005.

Ferrari S., 2010-2011. Studio preliminare sulle caratteristiche qualitative dello zafferano in Valle Camonica. Tesi di Laurea, Università degli Studi di Milano.

Gresta F., Lombardo G.M., Siracusa L. Ruberto G., 2008. Saffron: an alternative crop for sustainable agricultural system. A review. *Sustainable Agriculture* pp.355 - 376.

Grilli Caiola M., 2005. Embryo origin and development in *Crocus sativus* L. (Iridaceae). *Plant Biosyst.* **139**: 335 - 343.

Informatore Fitopatologico, 1999. **49**(9): 27-32

Informatore Fitopatologico, 2000. **50**(11): 35-38.

Interlandi S., 2010. Aspetti agronomici innovativi dello zafferano (*Crocus sativus* L.) in Sicilia, Dottorato di ricerca in produttività delle piante coltivate. *Dipartimento di Scienze Agronomiche e delle Produzioni Animali, Università di Catania*.

ISO 3632, 2003. Saffron (*Crocus sativus* L.) Part 1. Specification and Part 2: Test Methods. *International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland*.

- Libro bianco, Zafferano in Europa, 2006. *Workshop Internazionale Progetto Saffron, Interreg III C SUD*.
- Lombardo G.M., Gresta F., Siracusa L., Ruberto G., 2008. Effect of mother corm dimension and sowing time on stigma yield, daughter corms and qualitative aspect of saffron (*Crocus sativus* L.) in a Mediterranean environment. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. **88**: 1144-1150.
- López Rodríguez, F.N., 1989. Estudio histológico de *Crocus sativus* L. Tesina de Licenciatura. *Universidad Pública de Pamplona, España*.
- Manganaro G., 2001. Tra archeologia ed epigrafia: due note. *Z. Papyrologie Epigraphik*. **137**: 189-196.
- Maggi L., Sáncheza A.M., Carmona M., Kanakisb C.D., Anastasaki E.G., Tarantilis P.A., Polissiou M.G., Alonso G.L., 2011. Rapid determination of safranal in the quality control of saffron spice (*Crocus sativus* L.). *Food chemistry*. **127**: 369-373.
- Mc Gimpsey J. A., Douglassa M.H., Wallaceb A.R., 1997. Evaluation of saffron (*Crocus sativus* L.) production in New Zealand. *Journal of Crop and Horticultural Science* **25**: 159-168.
- Ministero delle politiche agricole e forestali, 1999. Approvazione dei "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo".
- Ministero delle politiche agricole e forestali, 2003. Disciplinare zafferano di San Gimignano DOP.
- Mollafilabi A., 2004. Experimental findings of production and echo physiological aspects of saffron (*Crocus sativus* L.). *Acta Hort* **650**: 195-200.
- Nair S.C., Pannikar B., Pannikar K.R., 1991. Antitumour activity of saffron (*Crocus sativus* L.). *Cancer letters*. **57**: 109-114.
- Osservatorio economico sullo zafferano, www.zafferanoitaliano.it, Lastra a Signa (Fi).
- Pérez M., 1995. El azafrán, historia, cultivo, comercio, gastronomía. *Ediciones Agrotécnicas, Madrid, Spain*.
- Pfander H., Schurtenberg H., 1982. Biosynthesis of C20-carotenoids in *Crocus sativus*. *Phytochemistry* **21**: 1039-1042.

- Plessner O., Negbi M., Ziv., Basker D., 1989. Effects of temperature on the flowering of saffron *Crocus (Crocus sativus L.)*: Induction of hysteranthly. *Israel J.Bot.* **38**: 1-77.
- Priscila del Campo C., Carmona M., Maggi L., Kanakis C., Anastasaki E., Tarantilis P., Polissiou M., Alonso G. 2010. Effects of mild temperature conditions during dehydration procedures on saffron quality parameters. *Society of Chemical Industry*, **90**(4): 719-725.
- Regio decreto legge 12 novembre 1936, n.2217, Norme per la tutela della denominazione di "Zafferano".
- Saito H., 2004. The therapeutic and prophylactic effects of *Crocus sativus L.* (saffron) in senile dementia. *Acta Hort.* **650**: 407-422.
- Sugiura M. Shoyama Y, Saito H, Abe K., 1994. Crocin (crocetin di-gentiobiose ester) prevents the inhibitory effect of ethanol on long-term potentiation in the dentate gyros in vivo. *Department of Chemical Pharmacology, Faculty of Pharmaceutical Sciences, University of Tokyo, Japan.* **271**(2): 703-707.
- Tammaro F., 1999. Saffron (*Crocus sativus L.*) in Italy, in: Negbi M. (Ed.), *Saffron: Crocus sativus L.* Harwood Academic Publishers, Australia, pp. 53-62.
- Tang W., Eisenbrand G., 1992. Chinese Drugs of Plant Origin. *Berlin: Springer-Verlag.*
- Vita in campagna-Numeri 2/2004, 3/2004 e 34/1997. Edizioni l'Informatore Agrario.
- Winterhalter P., Straubinger M., 2000. Saffron: renewed interest in an ancient spice. *Food Rev. Int.* **16**: 39-59.
- [Https:// www. ARPA Lombardia.it](https://www.ARPA Lombardia.it)
- [Https:// www.consumieclima.com](https://www.consumieclima.com)
- [Https:// www.gazzettagastronomica.it](https://www.gazzettagastronomica.it)
- [Https:// www.lemiepiante.it](https://www.lemiepiante.it)
- [Https:// www.pungilandia.it](https://www.pungilandia.it)
- [Https:// www.sisef.com](https://www.sisef.com)
- [Https:// www.zafferanosangavino.com](https://www.zafferanosangavino.com)

RINGRAZIAMENTI

Vorrei ringraziare tutte le persone che mi hanno sostenuto e trasmesso valori veri legati al territorio e all'agricoltura durante il mio percorso formativo e di tirocinio/tesi.

Ringrazio infine tutto il corpo docenti per le conoscenze trasmesse in questo percorso triennale, in particolare la Prof.ssa Annamaria Giorgi, la Dott.ssa Sara Panseri e per ultima ma non ultima la Dott.ssa Alessandra Manzo.