

a cura di Giuliano Mosca

Oli e grassi



Fonti oleaginose



per gli utilizzi food e non food

3 Specie erbacee a prevalente semina primaverile

1 Arachide (*Arachis hypogaea* L.) (A. Calamai, E. Palchetti, V. Vecchio)

1.1 Origine e diffusione

L'arachide appartengono all'ordine delle *Fabales*, famiglia delle *Fabaceae*, sottofamiglia delle *Faboideae*, genere *Arachis*. La specie *Arachis hypogaea* è una coltura annuale il cui nome botanico deriva dal greco, ve "Arachis" significa legume e "hypogaea" sottoterra. L'arachide attualmente addomesticata e coltivata è geneticamente molto simile ad una specie originaria del nord-ovest dell'Argentina (*Arachis monticola*) che si differenzia per legumi più piccoli e carofori molto lunghi. Inoltre, parte della base genetica è stata ereditata anche dall'ibridazione tra linee selvatiche di *A. cardenasii* e *A. batizocoi*, entrambe genitorie della Bolivia.

L'arachide (*Arachis hypogaea* L., 1753) è originaria del Centro-Sud America e dei Paesi Caraibici e nel XVIII secolo si è diffusa passando dal Brasile all'America e, successivamente, all'India. Attualmente è coltivata in Paesi tropicali, subtropicali e temperati compresi tra i paralleli 40°S e 40°N. È una coltura umida a ciclo annuale con *habitus* di crescita indeterminata che si distingue dalle altre per la maturazione e la maturazione dei frutti nel terreno. Generalmente la coltura compie un solo ciclo l'anno, in alcuni Paesi (es.: Brasile) se ne possono contare anche due.

L'arachide è il 5° legume più consumato come fonte proteica vegetale ed occupa il 13° posto come alimento più utilizzato tra le specie erbacee coltivate a livello mondiale. Il 49% dell'arachide prodotta a livello mondiale è destinata all'estrazione di olio ad uso alimentare; il 41% del raccolto è utilizzato per la produzione di barrette energetiche, cioccolato, latte di arachide o indirizzato al settore dolciario come surrogato di cacao e marina in seguito al processo di idrogenazione; il

BOX. 3.1 - L'ARACHIDE NEL MONDO

Nel mondo si coltiva su una superficie di 26.541.660 ha (FAOSTAT 2014) di cui il 58% in Asia, il 32% in Africa, il 10% nel continente Americano e la restante parte distribuita tra Oceania ed Europa. La maggiore diffusione è raggiunta in India e Cina, rispettivamente con 4.685.000 ha e 4.603.850 ha. Seguono Nigeria (2.770.100 ha), Sudan (2.104.000 ha) e Tanzania (1.619.500 ha). Gli U.S.A. occupano la nona posizione con 535.200 ha. La produzione mondiale ammonta a 43.915.365 tonnellate (FAOSTAT 2014), di cui: il 37,6% è prodotta in Cina, il 15% in India, il 7,8% in Nigeria ed il 5,4% negli U.S.A. La produzione di olio globale è di 5.060.000 tonnellate. I maggiori produttori sono Cina con il 37,2% ed India con il 24,7%; seguono Nigeria e Myanmar con circa il 5% ciascuno.

restante 10% è destinato al settore industriale per la produzione di lubrificanti e vernici, al settore della cosmetica per la produzione di creme da viso, shampoo e bagnoschiuma e per la produzione di semente.

3.1.2 Morfologia e fenologia

L'osservazione di alcuni caratteri tipici e geneticamente ereditabili della specie *A. hypogaea*, consente di classificare l'arachide in due sub-specie e sei varietà:

- *ssp. hypogaea*: la fioritura non avviene sull'asse centrale e si ha un'alternanza tra ramificazioni vegetative e riproduttive. Il ciclo vegetativo ha una durata di 145-165 giorni e generalmente sono presenti pochi semi (2-3) per legume.

3. Specie erbacee a prevalente semina primaverile

- a. Var. *hypogaea*: foglie dorsalmente glabre; asse centrale breve; portamento prostrato o raramente eretto; 2-3 semi per baccello. Commercialmente sono conosciute come tipo "Runner" (semi piccoli) e tipo "Virginia" (semi grandi).
- b. Var. *hirsuta*: foglie dorsalmente pelose (1-2 mm); asse centrale lungo con portamento prostrato; 2-4 semi per baccello. Commercialmente è conosciuta come tipo "Peruvian".
- ssp. *fastigiata*: l'organo florale è portato sull'asse principale e non si ha un ordine preciso tra ramificazioni vegetative e riproduttive. Il ciclo vegetativo risulta più corto e varia da 90 a 120 giorni. Presenta un contenuto in olio e in proteine leggermente più elevati della ssp. *hypogaea*.
 - a. Var. *fastigiata*: foglie dorsalmente glabre e pelose solo nella nervatura centrale; ramificazioni corte, ricurve e sottili; portamento eretto; 3-7 semi per baccello. Commercialmente conosciuta come "Valencia".
 - b. Var. *peruviana*: foglie dorsalmente glabre e pelose solo nella nervatura centrale; ramificazioni spesse e lunghe (5-10 cm); asse centrale forte ed eretto.
 - c. Var. *aequatoriana*: foglie dorsalmente pelose (1-2 mm); ramificazioni lunghe; asse centrale eretto di colore viola; peduncoli profondi.
 - d. Var. *vulgaris*: molto ramificata a partire dalla base della pianta; portamento eretto; 2 semi per baccello. Commercialmente conosciuta come "Spanish".

L'apparato radicale è di tipo fittonante e in condizioni ideali può raggiungere una profondità di circa 2 m. I peli radicali sembrano generalmente assenti o di dimensioni poco apprezzabili.

Lo stelo verde, peloso è di sezione circolare con internodi corti che possono diventare cavi e virare sul rosso scuro durante la fase di maturazione.

Le varietà erette (appartenenti alla ssp. *fastigiata*) raggiungono altezze comprese tra 40 – 70 cm, con numerose ramificazioni laterali che si sviluppano verso l'alto; mentre le varietà prostrate (appartenenti alla ssp. *hypogaea*) hanno uno stelo centrale che non supera altezze di 30 cm, con ramificazioni che si sviluppano verso il basso e "strisciano" sul terreno. Le piante crescono in altezza per 6 – 8 settimane dopo l'emergenza e si espandono in larghezza fin quando non trovano competizione della fila vicina. Le foglie sono lunghe 3-5 cm, alternate, composte da due paia di foglioline ovali, pinnate, con 2 stipole membranose portate da un picciolo. Il colore varia da verde chiaro a verde scuro a seconda delle varietà. Il frutto (Fig. 3.1) è un legume indeiscente che si sviluppa parallelamente alla superficie del suolo, è di forma oblunga ed ha una lunghezza compresa tra 2-8 cm e un diametro che può arrivare fino a 3 cm. Il tegumento si presenta sottile ed è di colore giallognolo-arancione, alveolato, fibroso e cavo internamente. Dopo 3 settimane dalla penetrazione nel terreno raggiunge la massima taglia, mentre il



Figura 3.1 - Particolare fruttificazione in giovani piante (Foto E. Palchetti).

BOX. 3.2 - APPARATO RADICALE E NODULAZIONE

Il ritmo medio di crescita longitudinale è di 3-4 cm al giorno con accrescimenti più rapidi nel periodo compreso tra i 40 e i 100 giorni dopo l'emergenza. La massima profondità radicale è raggiunta anche dalle radici laterali, generalmente 4 disposte a spirale, che si sviluppano fino a 15 cm sopra l'apice del fittone. Queste ospitano un alto numero di piccoli noduli globosi e lisci. La simbiosi è instaurata con i batteri del genere *Rhizobium* ed è favorita in presenza di una buona dotazione di molibdeno, fosforo, zolfo e controllando la proliferazione dei nematodi. L'inoculazione artificiale del seme è raccomandata se la coltivazione viene effettuata in suoli vergini o che non hanno mai ospitato in rotazione la leguminosa. Nei Paesi tropicali dove precedentemente è stato coltivato il fagiolo dall'occhio (*Vigna unguiculata*) non si registrano problemi di nodulazione. L'azoto fissato annualmente dall'arachide, varia a seconda delle condizioni pedo-climatiche e delle varietà può raggiungere 150 kg/ha.

BOX. 3.3 - I FIORI

La massima produzione di fiori avviene tra la sesta e la decima settimana dopo la germinazione ed il periodo di fecondazione è limitato alla mattina perché, in seguito all'azione delle radiazioni solari, i fiori appassiscono in 5-6 ore. Circa due settimane dopo la fecondazione il peduncolo florale si allunga in direzione geotropica fino a spingere e far penetrare l'ovario (che contiene dai 2 ai 5 ovuli) nel terreno ad una profondità di circa 7-8 cm, dove il frutto arriva a maturazione. Varietà di "tipo Virginia" penetrano più in profondità rispetto alle varietà del "tipo Spanish". Non tutti i fiori prodotti danno origine a frutti: circa il 50% produce il peduncolo ma solo il 22% darà origine al legume. Questa continua produzione di fiori giornaliera comporta problemi nella fase di raccolta per la presenza di frutti a maturità scalare. I peduncoli hanno la capacità di assorbire elementi nutritivi, ma questi non possono essere trasferiti nella pianta.

BOX. 3.4 - I SEMI

I semi rappresentano il 55%-70% del peso del baccello ed hanno superficie liscia. La forma può essere sferica o leggermente ovoidale con lunghezza compresa tra 10-25 mm e un diametro compreso tra 5-10 mm. Attualmente, grazie alla selezione genetica, si ottengono più del 90% di semi uniformi con una variabilità di diametro ± 1 mm. Il colore può variare dal bianco al marrone, al rosso. All'interno del legume, il seme più vicino al peduncolo ha il contenuto di olio più elevato rispetto agli altri. Il peso di un singolo seme varia da 0,25 g a 0,75 g ed è costituito per circa il 45% da olio, 30% di proteine, 12% di carboidrati, 10% di acqua e 3% ceneri. Il livello di aminoacidi essenziali nelle arachidi è piuttosto modesto.

contenuto finale in olio e in proteine si registra nelle 2-3 settimane successive. Giunto a maturazione il ginoforo, che funge da collegamento tra baccello e stelo, si stacca. Una pianta può produrre da 20 a 60 legumi che possono contenere un numero variabile di semi, racchiusi in un involucro cartaceo di colore bruno-rossastro.

I semi all'interno del legume variano da 2 di grosse dimensioni nel tipo "Virginia" fino a 7 di piccole dimensioni nel tipo "Valencia". I semi delle varietà "Spanish" e "Valencia" non sono dormienti e, una volta giunti a maturazione nel terreno, possono germinare in presenza di umidità sufficiente, compromettendo le rese di prodotto. Le varietà del tipo "Virginia" presentano una dormienza che può durare da alcuni mesi fino ad un anno.

3.1.3 Esigenze e adattamento ambientale

L'arachide è una specie per definizione neutrodiurna, ma la carenza di luminosità e la presenza di ombreggiamento nella fase di crescita iniziale e nel periodo di fioritura possono impattare negativamente sulla produzione finale.

La coltivazione si può spingere fino a 1500 m s.l.m., ma solo dove è possibile trovare la temperatura ideale per la crescita della coltura, compresa tra 25°C e 35°C. Temperature sotto i 10°C comporta-

no un arresto dell'accrescimento e quelle inferiori a 2-3°C risultano deleterie per la vita della pianta. Condizioni termiche superiori all'*optimum* diminuiscono il tasso di allegagione durante la fioritura; le varietà che meglio si adattano alle alte temperature sono il tipo "Spanish" e il tipo "Valencia". Per la germinazione e la fioritura le temperature minime richieste sono rispettivamente di 15°C e 25°C.

L'arachide, specie C_3 , presenta esigenze idriche simili a quelle del cotone, ma superiori rispetto al sorgo. Il fabbisogno minimo per garantire una produzione apprezzabile si attesta tra i 400 e i 500 mm per ciclo colturale ed il limite massimo di apporto idrico è di 1200 mm. Il *water use efficiency* della pianta è stato stimato in circa 500 grammi di acqua per la produzione di un grammo di sostanza secca.

La capacità dei ginofori di penetrare è strettamente legata alla *bulk density* del suolo: all'aumentare della densità si ha un rapido decremento in numero e peso dei legumi per pianta. Il terreno ideale è quindi di tipo sciolto o addirittura sabbioso, mentre i suoli caratterizzati da un'elevata frazione argillosa possono ostacolare la penetrazione dei peduncoli nel terreno causandone un appassimento e limitare la crescita dei ginofori interrati. Tale fenomeno risulta particolarmente accentuato nelle stagioni siccitose. Il terreno sciolto è preferito perché, oltre a facilitare il geocarpismo obbligato, consente di ridurre le per-

3. Specie erbacee a prevalente semina primaverile

dite durante la fase di raccolta meccanica ed evita la formazione di ristagni idrici, particolarmente temuti dalla coltura.

L'arachide non tollera la salinità ma con conducibilità elettrica (EC) inferiore a 4 dS/m raggiunge senza problemi la maturazione. Il pH ideale del terreno deve essere compreso tra 5,5 e 7.

3.1.4 Varietà e miglioramento genetico

I centri di ricerca e miglioramento genetico più importanti sono: l'Istituto di Ricerca Internazionale delle colture erbacee Tropicali e Subtropicali (ICRISAT) nello Stato di Telangana in India, dotato di una banca del germoplasma che conserva ben 11.000 differenti accessioni, ed il Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti d'America (USDA) in Georgia con 6.000 accessioni. Gli obiettivi della selezione sono riconducibili alle caratteristiche che deve assumere il prodotto finale in funzione alla destinazione d'uso: utilizzo delle noccioline tal quale o trasformazione per il settore industriale. Nel primo caso, si selezionano individui con un basso livello di olio ed un alto contenuto di proteine e zuccheri, questi caratteri sono però correlati a linee varietali con basse rese. Per le arachidi destinate al settore industriale, la selezione genetica predilige genotipi con facilità di sbriciolamento della nocciolina, un alto contenuto della frazione oleosa e varietà con profilo acidico caratterizzato da diverso rapporto acido oleico/linoleico.

Indipendentemente dalla destinazione d'uso, altri target di selezione comuni riguardano:

- contemporaneità di maturazione dei legumi;
- aumento del tasso di allegagione che sfrutti il surplus di produzione florigena;
- tolleranza alla salinità e alla siccità;
- riduzione della taglia della pianta agendo su internodi, branche e peduncoli;
- selezione di genotipi con baccello resistente alla rottura durante la raccolta.

Il miglioramento genetico può essere effettuato con l'incrocio tra differenti varietà o sfruttando il metodo dell'ibridazione tra le 80 specie selvatiche del genere *Arachis*, distribuite in 95 Paesi tropicali e subtropicali. Questo è considerato il metodo di maggior interesse, nonostante le difficoltà che si possono riscontrare per ottenere l'androsterilità. Ad esempio, nei programmi di *breeding* si ricorre all'utilizzo di *A. cardenasii* per ottenere individui con caratteri di resistenza verso la cercospora, ad *A. repens* per combattere il proliferare delle ruggini e *A. glabrata* per limitare la diffusione dei virus.

BOX. 3.5 - ALTRE VARIETÀ

La *Voandzeia subterranea* (L.) è conosciuta anche come "Arachide del Madagascar" o "Bambara". Attualmente è diffusa in tutta l'Africa tropicale e la sua coltivazione è destinata ad un consumo familiare. La pianta di colore verde scuro, raggiunge un'altezza di circa 20 cm e, in presenza di condizioni favorevoli, può compiere due cicli l'anno. Ogni baccello contiene un solo seme di colore marrone scuro (diametro 10-15 mm) molto duro a maturità. Rispetto agli individui del genere *Arachis*, il "Bambara" ha un contenuto in grassi e proteine minore, ma un contenuto in cellulosa più elevato. Particolarmente diffuso in Africa è l'arachide foraggera (*Arachis pinto*) che si caratterizza per essere una pianta con portamento prostrato, perennante, stolonifera che non soffre l'ombreggiamento ed è dotata della capacità di autorisemina.

Per la produzione di individui OGM, alcuni geni interessanti per la costituzione di varietà tolleranti a siccità e salinità sono stati isolati dal Genere *Arabidopsis*, mentre dal mais e dal pomodoro sono stati isolati due geni capaci di aumentare il quantitativo di vitamina A. Tra le altre varietà sviluppate, ci sono quelle resistenti al glyphosate (con l'introduzione di un enzima tollerante) e quelle caratterizzate da un rapporto acido oleico/linoleico stabile.

3.1.5 Tecnica agronomica

Data la grande diffusione dell'arachide, la tecnica di coltivazione non risulta univoca ma variabile in funzione delle condizioni pedo-climatiche, delle risorse genetiche, della tradizione e utilizzazione del prodotto finale.

3.1.5.1 Avvicendamento

Nell'agricoltura intensiva tipica del Nord America l'arachide è una coltura molto redditizia e spesso viene coltivata in monosuccessione. In questi ambienti può essere inserita in rotazione con tabacco, soia, cotone o cereali (sorgo, mais, segale). In India e nel sud-est asiatico (Indonesia, Vietnam, Thailandia e Filippine) viene avvicendata con il riso ed è seminata subito dopo la raccolta del cereale per sfruttare l'umidità residua della risaia. Nei Paesi africani è inserita in rotazione con specie da radice o tubero, miglio, sorgo, mais e riso o coltivata in consociazione con l'albero di caucciù (*Hevea brasiliensis*), la palma da olio (*Elaeis guineensis*) e da cocco (*Cocos nucifera*).

3.1.5.2 Lavorazioni del terreno, epoca e dose di semina

Le operazioni necessarie per la preparazione del letto di semina per mais, cotone e per gran parte delle leguminose, sono idonee anche per l'arachide. Generalmente è necessaria un'operazione di dissodamento ad una profondità di circa 35-40 cm che rompa la suola di lavorazione e garantisca uno sgrondo delle acque in eccesso. L'aratura è fortemente consigliata per interrare i residui colturali (fonte di inoculo di patogeni o parassiti) se l'arachide è coltivato in regime di monosuccessione o se in rotazione sono presenti altre colture che condividono le solite avversità. Le lavorazioni successive andrebbero effettuate con il terreno in tempera per evitare il compattamento e garantire un letto di semina uniforme per granulometria ed umidità, in modo da assicurare emergenze regolari. In fase di emergenza i cotiledoni sono sensibili alla presenza di crosta superficiale, quindi i suoli caratterizzati da alta presenza di argilla e limo dovrebbero essere lavorati per tempo e non affinati eccessivamente, così da garantire una strutturazione degli strati superficiali. La concimazione di fondo a spaglio deve essere eseguita prima dell'ultima operazione di affinamento per facilitare l'interramento dei fertilizzanti. Se la raccolta è meccanizzata l'operazione di semina deve essere effettuata con seminatrici di precisione; invece, se la raccolta avviene a mano è possibile effettuare la semina con seminatrici meccaniche opportunamente regolate (es: chiusura alterna delle bocchette, controllare che i rocchetti non spezzino il seme, ecc.). Tra le lavorazioni su coltura in atto è buona norma effettuare una rincalzatura nella fase antecedente la formazione dei carpori al fine di favorirne la penetrazione e l'ingrossamento dei frutti.

L'arachide ha una germinazione intermedia tra il tipo epigeo ed ipogeo: l'ipocotile si allunga fino alla superficie del suolo dove si ferma prima che i cotiledoni emergano. In condizioni ideali di temperatura del terreno (tra 25 °C e 30 °C) ed una profondità di semina omogenea compresa tra 5-7 cm, i semi sgusciati (ma vestiti) germinano dopo 5-7 giorni circa. L'utilizzo di semi non sgusciati comporta un allungamento del periodo di geminazione fino a 10-12 giorni con maggior possibilità di danni da attacchi fungini, predazione dei semi ad opera della fauna selvatica e insetti terricoli. Inoltre, i semi non sgusciati comportano una crescita eterogenea della coltura, una densità d'impianto non uniforme e difficoltà di meccanizzazione della fase di semina. Durante la sgusciatura, manuale o meccanica, è necessario prestare attenzione a non scalfire

BOX. 3.6 - EPOCA DI SEMINA

L'epoca di semina varia a seconda della distanza dall'Equatore e, generalmente, nei Paesi tropicali avviene durante la stagione delle piogge. Indicativamente nei Paesi africani la semina avviene da metà luglio in Gambia, metà giugno in Sudan, metà novembre in Sud Africa, novembre - dicembre in Tanzania. In India la semina avviene tra giugno e luglio, nella stagione dei Monsoni e tra gennaio e febbraio se la coltura è irrigata. Nelle Regioni americane, la semina avviene tra metà aprile e metà maggio.

o generare lesioni al seme che comporterebbero un calo percentuale della germinabilità. La sgusciatura dovrebbe avvenire in prossimità della semina per garantire una miglior conservabilità della semente. La profondità di semina non richiede un'accurata precisione considerata la taglia dei semi, ma dovrebbe essere compresa tra 4-6 cm. Le sementi possono essere conciate con specifici insetticidi o con fungicidi per la protezione dalle avversità, prestando attenzione alla capacità di alcuni principi attivi di inibire il tasso di germinazione e/o la nodulazione. La densità di semina è variabile da 10 a 15 piante/m², la distanza tra le file può variare da 20 a 90 cm e 10-55 cm sulla fila in funzione del livello di meccanizzazione dei cantieri utilizzati per lavorazioni, raccolta e altre operazioni colturali. In media si utilizzano 50-80 kg/ha di seme sgusciato.

3.1.5.3 Concimazione e irrigazione

L'arachide è una pianta molto abile a trarre benefici dalla fertilità residua delle colture precedenti. Nella programmazione del piano di concimazione si dovrà tenere conto: della dotazione del terreno, della disponibilità degli elementi in funzione del pH, degli apporti derivanti dall'azotofissazione e delle asportazioni. Queste possono essere quantificate in: 40-50 kg di azoto, 15-20 kg di fosforo, 20-30 kg di potassio, 10-15 kg di calcio, di magnesio e zolfo per una tonnellata di legumi prodotti. L'azoto e il fosforo sono allocati soprattutto nei semi, lo zolfo nelle radici ed il potassio, calcio e magnesio nelle foglie e nel fusto. Generalmente, per la rapidità del ciclo produttivo, la concimazione viene effettuata totalmente in pre-semina; interventi di copertura possono essere effettuati per limitare i danni da carenze nutrizionali, tenendo conto che l'assorbimento degli elementi

3. Specie erbacee a prevalente semina primaverile

nutritivi è del 10% nella prima fase vegetativa, 50% durante la fase di riproduzione e il restante 40% durante la maturazione del seme. Se le attrezzature lo consentono, si raccomanda di eseguire una concimazione localizzata alla semina: 5 cm di distanza dal seme per evitare danni alla radichetta durante la fase di germinazione e, successivamente, stimolare l'espansione radicale. Nei Paesi che adottano una tecnica colturale *low-input*, generalmente si effettua una concimazione organica (interrata per tempo) e si distribuisce 80-100 kg di Perfosfato triplo (46%) all'atto della semina, mentre in quelli vocati alla coltivazione dell'arachide si preferisce la distribuzione di concimi complessi ternari NPK o binari NP, se il terreno ha una buona dotazione di potassio.

Alte concimazioni minerali azotate (superiori a 30-40 kg/ha) possono compromettere la nodulazione e deprimere il contenuto in olio, ma aumentare il contenuto proteico. Molti studi riportano importanti danni alla produzione che sono riconducibili ad un non corretto apporto di potassio, calcio, magnesio e zolfo: una carenza di calcio può causare problemi di germinazione e scarso riempimento dei baccelli; un limitato assorbimento di potassio può portare alla formazione di un alto quantitativo di baccelli con solo un seme; uno scarso quantitativo di magnesio può indurre clorosi fogliare; la deficienza di zolfo riduce la nodulazione ma un surplus rispetto al fabbisogno la inibisce. L'arachide coltivata in modalità estensiva non è irrigata, se non in caso di soccorso nel periodo della penetrazione del carpoforo. Gli impianti di irrigazione da preferire sono quelli di tipo a goccia o scorrimento in modo da evitare il bagnamento fogliare e quindi lo sviluppo di crittogame, anche se le varietà con crescita vegetativa prostrato risultano ugualmente suscettibili. Prima di

effettuare i bagnamenti è necessario prestare attenzione al livello di salinità dell'acqua.

3.1.5.4 Controllo delle infestanti e avversità

L'arachide è una coltura suscettibile alla competizione delle infestanti, soprattutto nei primi stadi di crescita (fino a 40 giorni). I metodi di controllo variano a seconda del sistema di coltivazione e dovrebbero prevedere l'integrazione di più pratiche: rimozione meccanica, trattamenti chimici, lavorazioni del terreno, controllo della *seed bank* tramite rotazioni, ecc. Se le tempistiche e le condizioni climatiche lo consentono è consigliato eseguire la falsa semina con la preparazione anticipata del letto di semina, la successiva devitalizzazione delle infestanti potrà avvenire meccanicamente o con l'uso di erbicidi totali.

Per il controllo chimico, è possibile utilizzare p.a. (es: fluchloralin e trifluralin) con applicazione in pre-semina: questi devono essere interrati nell'ultima fase di preparazione del letto di semina. Trattamenti di pre-emergenza sono effettuati con prodotti residuali (es: pendimetalin, oxadiazon, oxyflorfen, thiobencarb) che consentono di controllare sia alcune specie a foglie larghe sia alcune a foglie strette. In post-emergenza possono essere effettuati trattamenti dicotiledonici (es: imazetapyr, bentazone) o trattamenti gramincidi (es: fluazifop-p-butyl, quizalofop ethyl). L'arachide sembra tollerare anche micro-applicazioni di 2,4 D.

Le popolazioni di insetti dannosi variano a seconda della regione di coltivazione. A scala globale, gli insetti più insidiosi appartengono alla famiglia degli afididi, tripidi, nottuidi e cicaline.

Per il controllo delle patologie è importante effettuare rotazioni lunghe ed inserire colture che non condividono gli stessi patogeni. Nelle prime fasi di

BOX. 3.7 - INSETTI DANNOSI

Durante la fase di semina gli individui che possono recare danni al seme sono le larve di *Agrotis* spp., i millepiedi (*Myriapoda*) ed il tonchio del seme (*Systates* spp.). Gli insetti del fusto più pericolosi sono *Alcidia arcuatus*, *Elasmopalpas lignosellus* e *Sphenoptera perotetti*, invece le larve di *Heliothis* spp., *Empoasca* spp., *Spodoptera* spp., attaccano principalmente foglie e germogli così come l'acaro fitofago (*Tetranychus* spp.). *Maruca testalis* e *Monolepta australis* si nutrono dei cotiledoni mentre gli afidi (*Aphis craccivora*) sono potenziali trasportatori del virus della rosetta. Altri individui che colpiscono l'apparato radicale sono *Diabrotica undecimpunctata*, *Graphognathus leucoloma* e le termiti (*Microtermes obes*). Durante la fase di stoccaggio i più temuti sono gli esemplari di *Aphanus sordidus*, *Corcyra cephalonica*, *Tenebroides mauritanicus*, *Ephestia cautella* e *Tribolium castaneum*. Per limitare i danni alla coltura risulta fondamentale un continuo monitoraggio e, se necessario, un tempestivo trattamento insetticida con P.A. mirati. I nematodi (*Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp., *Scutellonema* spp.) possono attaccare la pianta in qualsiasi fase del ciclo fenologico causando un arresto della fase vegetativa, l'arachide assume un aspetto esile e si presenta decolorata. La lotta agli insetti terricoli dovrebbe prevedere in primo luogo ampie rotazioni con l'introduzione di piante biocide appartenenti alla famiglia delle Brassicaceae e, se necessario, trattamenti fitosanitari al terreno con prodotti fumiganti.

crecita le malattie più diffuse sono *Aspergillus* spp., *Sclerotinia* spp., *Collectotrichum* spp. (antracnosi), *Fusarium oxysporum* (marciume radicale), *Pythium* spp. sono controllabili con triazoli e dicarbossimidi o con la concia del seme (es: thiram, maneb, thiabendazole). Relativamente alle crittogame che colpiscono gli organi epigei, le più diffuse sono: *Cercospora arachidicola*, *Phoma* spp., *Puccinia arachidis*, *Botrytis cinerea* e *Mycosphaerella* spp. La lotta può avvenire con interventi di tipo preventivo applicando prodotti di copertura multisito (mancozeb, clorotalonil) o con trattamenti curativi ed eradicanti utilizzando p.a. a base di triazoli e/o miscelati con strobilurine.

3.1.6 Raccolta, resa del prodotto e stoccaggio

Allo stadio di maturità il colore del baccello varia da marrone a nero, è fragile e tende ad aprirsi se pressato, mentre la nocciolina assume il colore tipico della varietà. In questo stadio fenologico l'umidità è del 30-40%. Nella raccolta meccanizzata il cantiere di raccolta è organizzato in due fasi:

- la prima fase, prevede un'estirpatura dei legumi che vengono sollevati, ribaltati ed appoggiati in superficie. Questa operazione favorisce la circolazione dell'aria ed evita la putrefazione e eventuali danni recati dagli insetti terricoli. In ambienti caldi questa operazione può deprimere la qualità del raccolto e favorire la rottura del baccello nelle operazioni successive. Contrariamente, in ambienti freddi, episodi di gelate possono compromettere la germinabilità del seme.
- nella seconda fase, una macchina dotata di pick-up ed elevatore separa i baccelli dalla terra e il resto della pianta. Questa operazione è svolta quando la biomassa ha un'umidità del 20-25%.

Nella delicata fase della raccolta, il terreno dovrebbe essere fresco per facilitare le operazioni di estirpatura e limitare le perdite del prodotto per rottura. Mediamente si registrano perdite nell'ordine del 3% nella prima fase di estirpatura e del 5% nella fase di separazione e raccolta. Le rese ad ettaro, variano da 0,7 a 1 t/ha nei Paesi asiatici e africani che adottano un sistema *low-input*, alle 2-4 t/ha nei sistemi gestiti con *high-input* (U.S.A, Cina, Argentina, Brasile e South Africa).

Nella fase di stoccaggio l'ambiente deve avere una temperatura di 35-38 °C (o comunque 10 °C superiore all'ambiente esterno), una ventilazione di 8 mc/min, un'umidità relativa inferiore al 40% ed i baccelli devono avere un'umidità compresa tra 8 e

10%. Il controllo periodico dei parametri di stoccaggio risulta fondamentale per evitare lo sviluppo di aflatossine. Generalmente, per garantire la conservazione, i baccelli non vengono decorticati poiché meno suscettibili all'attacco di insetti: danni all'endosperma possono ridurre la germinabilità, mentre attacchi alla testa del seme possono comprometterne irrimediabilmente il tasso di nascita.

3.1.7 Caratteristiche del prodotto e qualità dell'olio

La composizione del seme è così ripartita: circa il 45% di olio, 30% di proteine, 12% di carboidrati, 10% di acqua e 3% ceneri. Questa è influenzata da molti fattori come la scelta delle varietà, le tecniche colturali adottate, l'andamento stagionale, lo stress, lo stadio di maturazione, ecc. La frazione azotata contiene aminoacidi solforati ed il 96% si trova in due globuline: arachina e conarachina in rapporto variabile tra 2:1 a 4:1. Tra gli aminoacidi essenziali risulta scarso l'apporto di lisina, metionina e treonina. I principali componenti dei carboidrati sono oligosaccaridi (saccarosio, stachiosio, raffiniosio) e polisaccaridi (amido), mentre i minerali più presenti sono (in ordine decrescente): potassio, fosforo, magnesio, calcio e tracce di ferro e sodio. Grazie alla consistente presenza della frazione lipidica, questa leguminosa risulta essere un alimento altamente energetico. Infatti, se confrontato con altre matrici, un grammo di semi di arachide fornisce 25 kJ mentre un grammo di zucchero 17 kJ, 15 kJ per il riso e 14 kJ per il mais.

Le fasi precedenti alla disoleazione prevedono la decorticazione, lo sminuzzamento ed altri pretrattamenti. La fase di frantumazione consente di aumentare la superficie specifica di estrazione, così da rendere il processo più efficiente e veloce. L'estrazione dell'olio può avvenire meccanicamente tramite pressa o per solvente chimico (generalmente con etere di petrolio o cloroformio-metanolo) recuperato successivamente per distillazione. Il residuo della spremitura contiene circa il 50% di proteine grezze ed è destinato all'alimentazione del bestiame nei Paesi sviluppati o entra nel circuito dell'alimentazione umana nei Paesi emergenti, dove l'olio si estrae a fini esportativi. Dopo le fasi di estrazione e raffinazione, il colore dell'olio sfuma dal giallo intenso a giallo pallido. L'olio di prima pressione si usa come commestibile e gli oli ottenuti dalle pressioni successive sono utilizzati principalmente nell'industria poiché caratterizzati da un colore più scuro, nonché odore e sapore più marcati.

La frazione saponificabile ha un valore compreso tra 190 e 300 mg KOH/g di olio e costituisce il 98% del-

3. Specie erbacee a prevalente semina primaverile

la frazione oleosa (Tab. 3.1), di cui il 90% del profilo è rappresentato da oleico, linoleico e palmitico.

La ricchezza di questo olio in acidi grassi insaturi lo espone a fenomeni di ossidazione. La suscettibilità è dovuta principalmente ai doppi legami dell'acido linoleico, presente in grande quantità. La necessità di soddisfare la richiesta di una dieta povera di grassi saturi e migliorare la *shelf-life* dell'olio ha spinto la genetica a selezionare varietà (High Oleic) ad alto contenuto di acido oleico che danno origine ad oli con capacità di conservazione da 3 a 16 volte maggiore rispetto agli oli ottenuti da varietà tradizionali. Il profilo dell'olio di queste varietà "HO" presenta un contenuto di acido oleico e linoleico rispettivamente di circa 79-82% e 3-5% contro 55-60% e 18-28% del profilo oleoso rinvenuto nei genotipi tradizionali. All'aumentare del contenuto di acido oleico si assiste anche ad una diminuzione degli acidi grassi saturi (palmitico, soprattutto). Il rapporto tra acido oleico e linoleico è considerato un indice di stabilità dell'olio e può variare da 0,76 a 5,5: gli oli con valori bassi risultano essere più suscettibili a fenomeni di irrancidimento, mentre quelli con valori elevati sono considerati ideali per i prodotti finali che necessitano di una lunga *shelf-life*. Al contrario, valori bassi nel rapporto tra acidi grassi polinsaturi e acidi grassi saturi sono considerati indice di stabilità. Ad esempio, l'olio di arachide presenta valori di 1,8, decisamente inferiori a quelli medi della soia (2,9). Ciò è in relazione al minor contenuto di acido linolenico nell'arachide, che può arrivare ad un massimo di 0,8%, rispetto al massimo raggiungibile nell'altra coltura oleoproteaginosa (circa 10%). Questa particolarità del basso contenuto di a. linolenico nelle arachidi è spesso utilizzata per identificare frodi e contraffazioni.

Tabella 3.1 - Ripartizione percentuale degli acidi grassi (Savage G. P., 1994).

Acido grasso	Contenuto %
Palmitico	8-18
Palmitoleico	0,1-1,5
Stearico	1-5
Oleico	35-55
Linoleico	20-48
Linolenico	0,1-0,8
Arachico	0,9-2,5
Gadoleico	0,7-1,9
Beenico	1,3-5,1
Lignocericico	0,6-3

In tabella 3.2 viene riportata la composizione dell'insaponificabile, che varia dallo 0,7% al 2%.

Gli steroli totali variano da 130 a 190 mg/100 g di olio ed i componenti maggiormente presenti sono β -sitosterolo (70%), Campesterolo (18%) e Stigmasterolo (12%). Per quanto concerne gli idrocarburi, che attribuiscono all'olio l'odore ed il gusto tipico, i più rappresentativi sono il Pentadecene (C₁₅H₃₀) e il Nonadecene (C₁₉H₃₈). La presenza di tocoferoli in sinergia con l'alta presenza di acido oleico, contribuisce alla stabilità del prodotto finale inibendo l'ossidazione. La quantità varia da 0,3 a 0,5 g/kg, dove l' α -tocoferolo è presente in quantità dominante, seguito da γ -tocoferolo e tracce di δ -tocoferolo. L'ammontare di tocoferoli totali è direttamente correlato alla presenza di acidi grassi insaturi. Il maggior quantitativo di pigmenti che caratterizzano l'olio sono β -carotene e luteina, seguiti da tracce di zeaxantina e flavoxantina; il contenuto totale di carotenoidi è inferiore a 1 μ g/l di olio.

La qualità commerciale dell'olio è determinata misurando il numero di perossidi, il numero di acidi grassi liberi e l'acidità. Un olio di alta qualità dovrebbe avere valori di acidità inferiori a 3 mg KOH/g, un valore dei perossidi inferiore al limite di deterioramento degli oli vegetali (definito in 10 meq/Kg) ed un contenuto di acidi grassi liberi (indice di degradazione dei lipidi) inferiore all'1%.

Un problema particolarmente importante è il livello di aflatossine nell'olio. Per essere commercializzato l'olio deve possedere concentrazione di aflatossine inferiori ai limiti di tolleranza regolamentati a livello internazionale (variabili tra 5 e 20 ppb), oltre i quali è necessario effettuare una raffinazione per abbassarne il contenuto. Alcuni studi mostrano che quantitativi di micotossine dal valore iniziale di 5000 ppb nei semi può scendere fino a valori di circa 1000 ppb nell'olio estratto e, successivamente ad un'ulteriore raffinazione, ridursi fino a valori compresi tra 15 ppb e 1 ppb. Le farine destinate all'alimentazione animale non devono presentare livelli di aflatossine superiori a 15 ppb.

Tabella 3.2 - Ripartizione percentuale della frazione insaponificabile (Gary R. List, 2016).

Componenti	Contenuto %
Idrocarburi e composti alifatici	27
Terpeni	9
Metil steroli	4
Steroli	60

A differenza della maggioranza dei testi attualmente sul mercato in materia di oli vegetali e grassi animali, tutti molto specialistici, il volume si occupa di tracciare un quadro di riferimento generale che abbracci tutto il settore nelle origini e destinazioni di prodotto, food e non food, secondo una logica di filiera. Pur senza pretese di assoluta completezza, vengono prese in considerazione una serie di fonti vegetali erbacee e arboree fino alle micro-alghe, accanto a quelle di origine animale, pesci ed insetti compresi, non esclusi i grassi inutilizzati di carcasse grasse (industria del *rendering*). Per la parte vegetale, verranno descritte piante fornitrici di oli alimentari, oli industriali (bioenergia, lubrificazione, detergenza, fitorimedio) accanto a piante i cui oli essenziali vengono destinati anche al *personal care* (cosmesi, farmaceutica) nella loro classica parte agronomica, nell'evoluzione varietale delle varie specie, quale risultato dell'attività di un *breeding* convenzionale e biotecnologico, nella produzione e qualità dell'olio e suo uso finale. Per la sua specificità, è stato consapevolmente escluso l'olivo.

Giuliano Mosca è stato Professore ordinario di "Agronomia e Coltivazioni erbacee" presso il Dipartimento Agronomia Animali Alimenti Risorse naturali Ambiente nella Scuola di Agraria e Medicina Veterinaria nell'Università degli Studi di Padova. È stato responsabile di unità di ricerca nell'ambito di progetti finanziati dall'Unione Europea dal CNR, dal Ministero dell'Agricoltura in tema di energie rinnovabili e dalla Regione Veneto.

