

ETTORE BARONE

LA FERTILITÀ DELLE PIANTE ARBOREE DA FRUTTO

RIASSUNTO

L'argomento della fertilità delle piante, nei suoi numerosi aspetti teorici ed applicativi, ha attratto non solo la curiosità scientifica degli studiosi di ogni tempo ma è anche stato fonte d'ispirazione per innumerevoli miti ed in quanto tale oggetto di attenzione da parte della letteratura così come delle arti visive. Nello scritto il tema viene analizzato dapprima sotto il profilo storico e culturale con riferimento all'evoluzione del concetto stesso di fertilità nelle sue differenti possibili accezioni. Successivamente l'argomento viene affrontato sotto il duplice aspetto biologico ed agronomico e, infine, si accenna al tentativo di ricondurre e ridefinire questi ultimi due aspetti centrali del processo di fruttificazione all'interno di un unico concetto sistemico di fertilità, con particolare riferimento ad una specie arborea da frutto mediterranea assunta come specie modello (*Olea europaea* L.).

SUMMARY

The fertility concept in the fruit tree species. After a brief review of the origin of the fertility concept in the ancient time, under the point of view of the myth and of its historical, religious and artistic significance, the Author deals with the evolution of the concept of fertility in agriculture, both under the aspects of the biological meanings and the agronomic ones. Finally, an holistic, comprehensive approach attempting to overcome the limits of the solely biological interpretation is presented, with special emphasis onto the physiology of the flowering and fructification processes of a paradigmatic Mediterranean fruit tree species (*Olea europaea* L.).

LE ORIGINI DEL CONCETTO DI FERTILITÀ: LA MADRE TERRA

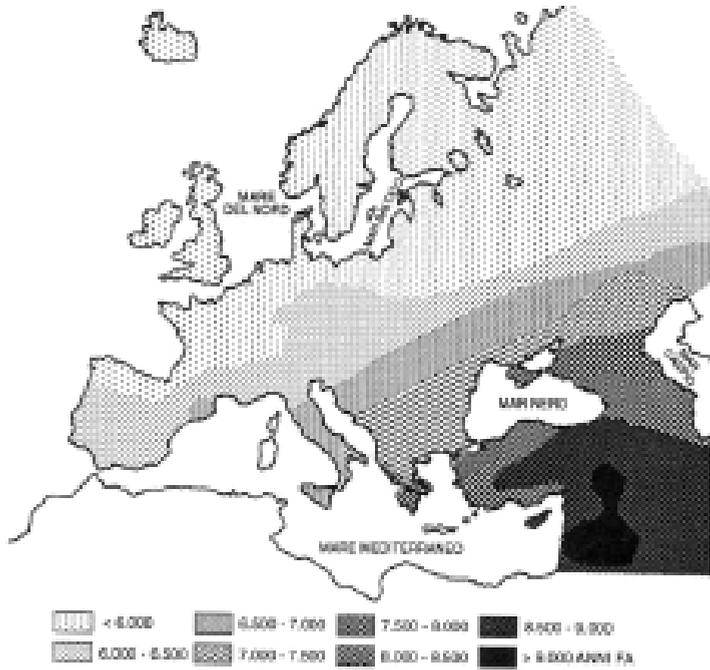
Nessun altro tema relativo al settore delle piante arboree da frutto ha lo stesso potere evocativo e simbolico di quello della fertilità. Lo stesso termine

si presta a più di una sola definizione e vede coinvolto ora la pianta, ora il suolo. Una prima possibile interpretazione di come il concetto di fertilità veniva percepito nell'antichità ci viene offerto dal mito. Esiodo nel ricapitolare le origini dell'Universo nelle Opere e Giorni, riferisce che:

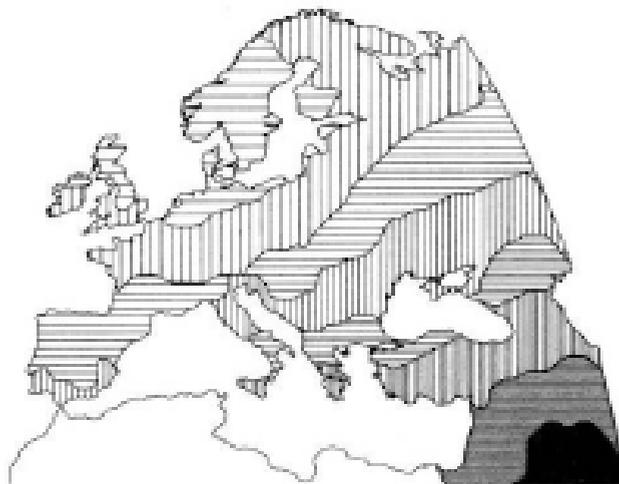
Ai tempi di Crono gli uomini vivevano come dèi [...] e la fertile terra dava spontaneamente molti e copiosi frutti. E Virgilio nelle Georgiche (I, 125-128) riprende lo stesso concetto: *Prima di Giove non v'erano agricoltori a lavorare la terra...la terra da sé donava, senza richiesta, con grande liberalità, tutti i prodotti.*

Più che attributo *per se* dell'organismo vegetale chiamato a produrre, fertile, nell'antichità, era, dunque, piuttosto la terra, non a caso elevata a rango di progenitrice della vita e di tutti gli esseri viventi: "la Madre Terra". I frutti, il cui processo produttivo rimaneva misterioso, erano dono degli dei e gli antichi romani avevano persino una dea, Pomona, che ne vegliava la produzione. Plinio, nella Storia Naturale, attribuisce a Pomona un ulteriore chiarimento del medesimo concetto di intervento divino e di centralità della terra: "...sono io a fornire già pronto ogni frutto che non richiede alcuna laboriosa attenzione, ma si offre, anzi spontaneamente o addirittura cade, se all'uomo rincresce la fatica di raccogliarlo". Ancora prima della nascita dell'agricoltura, nei cicli delle stagioni e della vita animale, così come nello sviluppo e nella maturazione dei frutti, l'uomo raccoglitore e cacciatore riconobbe un influsso soprannaturale, l'essenza dell'intervento divino, concetto che in epoca classica viene così riassunto da Senofonte: *La Terra è una Dea.*

Agli albori dell'agricoltura, a partire da quella culla di civiltà che abbiamo imparato a riconoscere e collocare nell'area conosciuta come Mezzaluna fertile, la proto-agricoltura itinerante (*slash and burn*) diviene veicolo di diffusione delle colture principali (RENFREW, 2006). L'uomo divenuto agricoltore sperimenta, infatti, da subito l'esaurimento graduale della fertilità del terreno che ha come implicazione, appunto, il carattere diffusivo dell'agricoltura. L'espansione dei primi agricoltori neolitici a partire dal Medio Oriente alla ricerca di nuovi spazi da occupare e di suoli fertili da sfruttare diviene, quindi, ragione propulsiva del movimento di uomini, tanto che la mappa della diffusione dell'agricoltura in Europa basata sulla datazione archeologica con radiocarbonio da un lato e quella genetica dei popoli, dall'altro, risultano largamente sovrapponibili (CAVALLI-SFORZA, 1993) perché raccontano lo stesso processo di diffusione (Fig. 1). Il concetto di Fertilità rimane a lungo saldamente associato al suolo. È la terra che produce i frutti: prima spontaneamente come nell'Eden, poi con il lavoro dell'uomo. L'esperienza di breve periodo comune ai primi agricoltori in ogni parte del mondo suggerisce che la variabilità delle rese, la stessa sopravvivenza delle loro comunità, è subordinata alla terra (ed al suo sfruttamento) più che alle pian-



a



b

Fig. 1 — Mappa della diffusione dell'agricoltura basata su dati archeologici (a) e delle similitudini genetiche tra le popolazioni (b) (fonte: CAVALLI-SFORZA, 1993).

te, il cui processo di miglioramento (per lo più inconsapevole) è assai lento e sfugge, dunque, alla comune percezione. Aumenta progressivamente la sedentarietà ed il duro lavoro dell'uomo con i suoi mezzi (tra cui fondamentale sarà l'aratro) diventa sempre più essenziale per la fertilità del suolo. Nasce così quello che poi, in epoca romana, diverrà l'*ager* (FORNI, 2002). Questo sconvolgimento dovuto al prevalere dell'agricoltura su altre forme di sussistenza lega indissolubilmente l'uomo alla terra ed è di portata così epocale che ne rimane per sempre traccia indelebile nel mito come nella sacra scrittura: nelle Georgiche (I -147-149) Virgilio ascrive la nascita dell'agricoltura al tempo in cui *"Cerere prima insegnò agli uomini a volgere la terra con l'aratro, quando più non bastavano le ghiande e i corbezzoli del bosco sacro"* e nell'Antico Testamento ne ritroviamo l'eco:

"...maledetto sia il suolo per causa tua! Con dolore ne trarrai il cibo per tutti i giorni della tua vita ...". Genesi III, 17.

È il rimpianto per l'Età dell'oro, per il paradiso terrestre. Ed è anche la consapevolezza che la rinuncia al nomadismo ed il passaggio alla sedentarietà, cioè il legame stabile con la terra, ha un prezzo che si paga con il duro lavoro quotidiano per il mantenimento della fertilità dei campi e, ciononostante, spesso i frutti che se ne ricavano sono così scadenti da poter risultare sgraditi:

"Abele fu pastore di greggi e Caino agricoltore. Dopo qualche tempo Caino fece al Signore un'offerta dei frutti della terra, e Abele pure offrì dei primogeniti dei suoi greggi e dei più grassi. Or il Signore gradì Abele e ciò che gli offriva: ma non riguardò a Caino né alla sua scadente offerta". Genesi IV, 2-5.

L'acquisita esperienza che la restituzione alla terra dei residui organici, così come di acqua, da risultati produttivi visibili ed apprezzabili già nel breve periodo rafforza il legame della diade fertilità-suolo, mentre l'organismo vegetale rimane, potremmo dire, sullo sfondo.

"La Madre Terra quando è fecondata dalla pioggia fa nascere frutti per il nutrimento degli uomini e degli animali. Ma ciò che proviene dalla terra deve ritornare alla terra e ciò che proviene dall'aria all'aria". Democrito (ca 460-370 a.C.).

Questa associazione esclusiva permane tanto a lungo che ancora in epoca romana i fondi rustici assegnati ai veterani non avevano un'estensione prestabilita ma venivano dimensionati sulla fertilità potenziale dei diversi tipi di suolo (principio che ritroviamo alla base dell'accatastamento). I boschi, a partire dall'VIII secolo, vengono valutati non in termini di superficie ma in base ai maiali che vi si potevano crescere e ingrassare (*silva ad saginandum porcos*). I campi in grano, le vigne in vino, i prati in fieno (MONTANARI, 2005).

IL VALORE SIMBOLICO DELLA FERTILITÀ NELLA SACRA SCRITTURA E NELL'ARTE

Numerosissimi sono i richiami dei testi sacri ai frutti in generale ed alla fertilità dei campi e delle piante, richiami ora simbolici, volti a celebrare i destini del popolo eletto chiamato a popolare la Terra Promessa, come in Isaia (Is 27,6): *Nei giorni futuri Giacobbe metterà radici, Israele fiorirà e germoglierà, riempirà il mondo di frutti*; ora a collegare con metafore divenute celebri il concetto di fertilità dei campi e dei prodotti della terra con messaggi più propriamente profetici come nell'Apocalisse (Ap 22,2): *In mezzo alla piazza della città e da una parte e dall'altra del fiume si trova un albero di vita che dà dodici raccolti e produce frutti ogni mese*; o didascalici, di promessa di abbondanza come in Ezechiele (Ez 36,30): *Moltiplicherò i frutti degli alberi e il prodotto dei campi, perché non soffriate più la vergogna della fame fra le genti*; o ancora di ammonimento ... come nel Siracide (Sir 6,3): *divorerà le tue foglie e tu perderai i tuoi frutti, sì da renderti come un legno secco...*

Particolare e certamente legato alle peculiarità ambientali dei luoghi del vicino oriente dove l'agricoltura ha avuto origine, e dove sono sorte le grandi religioni monoteiste, è il legame del concetto di fertilità con l'acqua: *In un campo fertile, lungo il corso di grandi acque, essa era piantata, per metter rami e dar frutto e diventare una vite magnifica*. Ezechiele 17,8. O ancora:

Egli è come un albero piantato lungo l'acqua, verso la corrente stende le radici; non teme quando viene il caldo, le sue foglie rimangono verdi; nell'anno della siccità non intristisce, non smette di produrre i suoi frutti. Geremia 17,8.

E nel Corano: *Abbiamo versato l'acqua a fiotti poi fenduto la terra a solchi e ne abbiám fatto spuntare grani, e viti e canne, e ulivi e palme, e giardini folti e frutta e foraggio pel vostro vantaggio e dei vostri armenti*. Sura LXXX.

Anche culture assai distanti da quelle del vecchio mondo celebrano il potere fecondo dell'incontro dell'acqua con l'agricoltura: nell'antica cultura mesoamericana olmeca la divinità principale Tlaloc ("colui che fa germogliare"), oltre che signore dell'aldilà, era il dio della vegetazione e della pioggia, avente per simbolo l'Albero della Vita, ed era considerato divinità benefica che irriga i campi ed ascolta le preghiere dei contadini, capace, però, anche di grande ira, siccità, inondazioni, grandine.

Il valore simbolico della fertilità emerge anche quando diviene strumento collaterale, in negativo, di guerra di sterminio, come ne i Libri dei Re (2 3,25):

Ne demolirono le città; su tutti i campi fertili ognuno gettò una pietra e li riempirono; otturarono tutte le sorgenti d'acqua e tagliarono tutti gli albe-

ri utili. Altro esempio, tra storia e leggenda, di annientamento scientifico della fertilità del suolo lo ritroviamo nell'ultima guerra punica in cui Cartagine venne distrutta assieme alla sua agricoltura: *Palazzi e mura vennero rasi al suolo; l'aratro passò sul luogo e il sale venne gettato nei solchi.... Un solenne giuramento venne pronunciato che né case né piante vi sarebbero più sorte di nuovo*. (Hallward in: JANICK, 2007). Un modello, questo, già in precedenza adottato da Assurbanipal che intorno al 650 a.C., dopo aver conquistato e ridotto ad un cumulo di rovine Susa, l'antica capitale elamita, ordinò che fosse sparso del sale sui campi per rendere il luogo sterile per sempre.

L'arte, in tutte le sue espressioni, non poteva restare estranea ad un tema come quello della fertilità. La pittura sacra utilizza i frutti come simbolo tra i più efficaci per veicolare il messaggio religioso. Il melograno, che nasce come simbolo pagano di fertilità, probabilmente a ragione dei numerosi semi di colore vermiglio, ne è esempio. Il suo stesso nome si riconduce a Iside ma trasmigra nella simbologia di tutte le culture e le religioni fino a culminare tra le braccia della Vergine nelle rappresentazioni di Botticelli accanto al Bambino Gesù. Il colore rosso dei semi sembra presagire la futura passione del Cristo ma anche al tempo stesso i suoi numerosi frutti di redenzione.

La letteratura, insospettabilmente acuta nel cogliere dettagli che siamo abituati a considerare prerogativa esclusiva del naturalista, testimonia, invece, in alcuni casi il potere evocativo della fruttificazione osservata in natura. Così Shakespeare prende spunto da fatti legati ad esempio alla precocità di fioritura e maturazione nell'*Otello*, II(3) 382:

*Though other things grow
fair against the sun,
Yet fruits that blossom first
will first be ripe*

(Molte cose maturano in bellezza sotto il sole,
ma primi a maturare sono i frutti che fan le prime gemme).

O all'occorrenza di un fenomeno anormale di fertilità quale è quello della gemellarità nei frutti (Fig. 2), nel *Sogno di una notte di mezz'estate*, III(2)139 (Elena a Ermia):

*So we grew together,
Like to a double cherry, seeming parted,
But yet a union in partition;
Two lovely berries moulded on one stem*

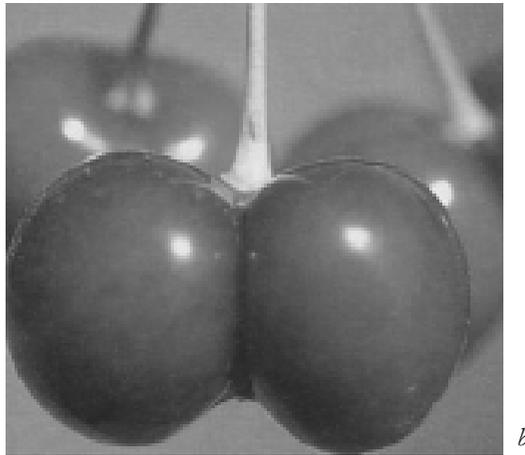
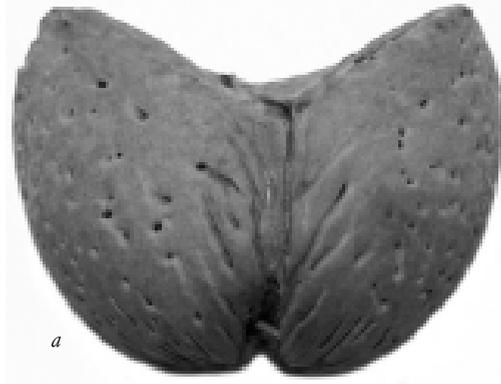


Fig. 2 — Frutti gemellari di mandorlo (a) e ciliegio (b).

(Così siamo cresciute, tu ed io,
simili ad una ciliegia doppia,
che sembra divisa,
ma nella divisione unita;
due belle bacche plasmate su di un solo stelo)

Anche il tema particolare dell'impollinazione artificiale, necessaria spesso per la fecondazione delle specie dioiche, come nel caso del pistacchio o della palma da datteri, pratica celebrata come intervento divino nell'antica Mesopotamia (Fig. 3), può divenire spunto di metafora letteraria:

L'AMPLIAMENTO E L'EVOLUZIONE DEL CONCETTO DI FERTILITÀ:
DAL SUOLO ALLA PIANTA

Ad intervalli quasi regolari la storia delle società basate sull'agricoltura è segnata dall'alternanza tra periodi di relativa abbondanza e terribili carestie, numerosissime nell'XI, XIV e nel XVIII secolo. L'agricoltura è chiamata a dare una risposta alle esigenze primarie dei popoli che ad essa si sono affidati e che, per dirla con CICERONE, l'hanno scelta tra tutte le occupazioni da cui si può trarre profitto come:

la più nobile, la più feconda, la più dilettevole, la più degna di un uomo e di un libero cittadino.

Di segno opposto il parere di DIAMOND (2006), che ritiene invece:

L'agricoltura è considerata da tutti la conquista umana che ha dato il massimo contributo materiale al miglioramento del nostro stile di vita rispetto a quello delle scimmie antropomorfe. Recenti studi archeologici hanno chiarito che in realtà l'agricoltura ha portato con sé molte tra le maledizioni, oltre le benedizioni, della civiltà moderna.

Su ciò che l'agricoltura ha prodotto, e può quindi rappresentare, tanto interessante quanto inconciliabile con le posizioni dominanti nel mondo moderno appare la concezione prevalente presso i popoli cacciatori:

Voi mi chiedete di lavorare la terra. Debbo forse prendere un coltello e lacerare le viscere di mia madre? In tal caso essa rifiuterà di accogliermi nel suo seno e non mi consentirà di riposarvi quando morirò.

Mi chiedete di sterrare le pietre. Debbo forse scavare sotto la sua pelle per cercarvi le sue ossa? In tal caso, quando morirò, non potrò entrare nel suo corpo per rinascere.

Mi chiedete di tagliare l'erba e di farne del fieno, di venderlo e di arricchiarmi come i Bianchi. Ma come potrei osare di tagliare le chiome di mia madre?

Smohalla, Capo della tribù Shahaptin, stato di Washington, 1880 ca. (In: HULTKRANTZ, 1987).

Conosciamo tutti il destino subito nella maggior parte dei casi da questi popoli cancellati dall'avvento della "civiltà", così come conosciamo il "punto di vista" che ha prevalso fino a stravolgere per fini economici l'ordine naturale delle cose, e cioè la pervicace ostinazione dell'uomo a perseguire il dominio dell'ambiente, con l'aiuto del progresso della tecnica e della biologia fino

a negare le ragioni stesse della Natura se si arriva, come fa Bacone già nel XVI secolo, a raccomandare di “torturare la natura” (*torquere naturam*).

Sotto la spinta della fame e sulla scorta dei progressi conseguiti dallo sviluppo scientifico della botanica tra Cinquecento e primo Settecento, vengono riscoperte e valorizzate finalmente anche le piante, così avviene per le leguminose foraggere, il mais, il riso e la patata. Nell'Europa del XVIII secolo una sorta di rivoluzione agricola consentì di accrescere la fertilità del suolo e dunque le rese tramite la diffusione dell'impiego delle leguminose da foraggio in rotazione con i cereali e tramite la maggiore disponibilità di letame. La modernizzazione dell'agricoltura “*venne resa possibile dalla ripresa di coltivazioni antiche inserite in un sistema più accelerato di rotazioni*” (AMBROSOLI, 1992).

Se diviene nozione comune che la fertilità immagazzinata nel suolo è bene prezioso che si può perdere nel tempo se non bene amministrato è anche vero, dunque, che cresce parallelamente la consapevolezza che c'è un'altra fonte di innalzamento della produttività, e quindi della fertilità, che è possibile fissare, anzi migliorare, quindi accrescere con la selezione di specie e varietà più produttive geneticamente. Il miglioramento delle piante, prima affidato quasi del tutto al caso, diviene opportunità alla portata dell'uomo. Così riassume in proposito DARWIN nel 1859 ne “L'origine delle specie”:

“Lo stesso graduale processo di miglioramento ha luogo nelle piante con la conservazione occasionale...Secondo la descrizione di Plinio, la pera, pur essendo già coltivata a quei tempi, pare che fosse un frutto di qualità molto scadente.

Nelle opere di orticoltura è espressa grande sorpresa per gli splendidi risultati ottenuti dai giardinieri con materiali così scadenti; tuttavia il processo è stato semplice ed è stato eseguito in maniera quasi inconscia, fino al risultato finale. Esso consisteva nel coltivare sempre le migliori varietà conosciute, seminarle, e così di seguito”.

È il punto di svolta. Non basta più seguire il precetto di Catone che individuava nelle lavorazioni del suolo e nella reintegrazione della sua fertilità il segreto della buona coltivazione: “*Quid est agrum bene colere? Bene arare; Quid secundum? Arare; Tertio? Stercorare*”. (De Agri Cultura) [61,1]. L'attenzione degli scienziati, così come quella degli agricoltori, torna a concentrarsi, stavolta in maniera consapevole, sulla pianta e sul problema della produttività delle colture e la problematica della fertilità ridiviene appannaggio anche della “genetica”, a distanza di millenni dall'iniziale apporto dato con il lungo processo istintivo ed inconsapevole della domesticazione delle piante utili. Si sviluppa un filone di ricerca e di applicazioni che porterà, fin quasi ai giorni nostri, all'exasperazione di un criterio incondizionatamente produttivistico che non sarà scevro di pesanti implicazioni anche sotto il profilo dell'abban-

dono, e a volte della perdita, di preziose fonti di biodiversità vegetale in nome di una sempre più spinta ricerca del rendimento di poche varietà più produttive, cioè più fertili, anche a scapito della qualità.

All'altro estremo, oggi il suolo può essere ridotto al ruolo di semplice substrato inerte, come ad esempio nel caso delle colture cosiddette "fuori-suolo" sulla scorta di tecniche che permettono, come ad esempio nella coltura fuori suolo dell'uva da tavola, un'esasperazione spinta della fertilità della pianta all'interno di un sistema pianta-suolo fortemente sbilanciato in favore della prima (DI LORENZO *et al.*, 2006).

Nel Novecento il contributo del miglioramento genetico al progresso dell'agricoltura tramite l'innalzamento della produttività diviene via via evidentissimo fino ad assumere ai giorni nostri valenze che prescindono dal mero aspetto quantitativo delle rese delle colture ed attengono per lo più ad aspetti dell'induzione di resistenze a fattori avversi o della modifica dei prodotti sotto il profilo qualitativo. Il successo ottenuto nell'innalzamento delle rese in agricoltura negli ultimi 50 anni è generalmente attribuito per il 50% al contributo offerto dal miglioramento genetico mentre la restante quota è riconosciuta al miglioramento delle tecniche colturali (SUSLOW *et al.*, 2002).

Si ricomponne così, almeno idealmente, un dissidio che si può fare risalire addirittura al primo secolo con le opposte concezioni agronomiche di Columella e di Plinio, l'uno portato a sottolineare il ruolo dei lavori colturali, l'altro a enfatizzare il ruolo delle piante.

LA FERTILITÀ IN SENSO BIOLOGICO ED AGRONOMICICO

A ben vedere i cambiamenti generati dal lungo processo di domesticazione e, più recentemente, dal miglioramento genetico delle piante arboree da frutto non sempre hanno comportato un aumento della fertilità in senso stretto, cioè della biologica capacità riproduttiva della pianta. Valga per tutti l'esempio dei semi il cui numero, dal "punto di vista" della pianta, è una chiara espressione di fertilità riproduttiva. Questi però, sotto la pressione selettiva operata dall'uomo, hanno subito nel tempo grosse variazioni, sia nel numero che nelle dimensioni, a seconda del tipo di pianta e del loro utilizzo. Nei cereali ad esempio, come nel caso del mais, sia il numero che le dimensioni dei semi sono aumentati nel tempo a partire dal presumibile progenitore selvatico (teosinte) per effetto della selezione mentre, nelle piante arboree da frutto la cui parte edule è distinta dai semi che circonda, lo stesso processo ha portato, in molti casi, ad una diminuzione sia del numero che delle dimensioni. La fertilità così intesa può arrivare, per lo stesso processo selettivo, addirittura a scomparire come nelle piante da frutto in cui il seme non costi-

tuisce la parte commestibile: è il caso ad esempio dell'apirenia di banane, uva ed arance dove il frutto si forma partenocarpicamente, quindi a prescindere dell'atto fecondativo, e comporta l'assoluta inutilità del seme la cui presenza, anzi, diventa di fastidio per il consumatore. Incidentalmente si nota che questo tipo di piante, divenute incapaci di riprodursi autonomamente, diventano dipendenti dall'uomo per la loro sopravvivenza e perpetuazione. In tal senso, dunque, l'uomo ha finito per rovesciare il cammino dell'evoluzione naturale cambiando il significato stesso di fertilità che non è più strettamente legata alla capacità biologica della pianta di riprodursi, ma che intesa questa volta in senso agronomico diviene sempre più sinonimo di produttività (Fig. 4).

Altro meccanismo legato alla fertilità delle piante che, ad opera dell'uomo, subirà nel tempo un ribaltamento rispetto al corso normale dell'evoluzione è tipicamente quello dell'autofecondazione, rara nei tipi selvatici. Ad esempio la barriera riproduttiva dell'autoincompatibilità, cioè della sterilità cosiddetta fattoriale o anche gametofitica, assai comune ancora oggi all'inter-

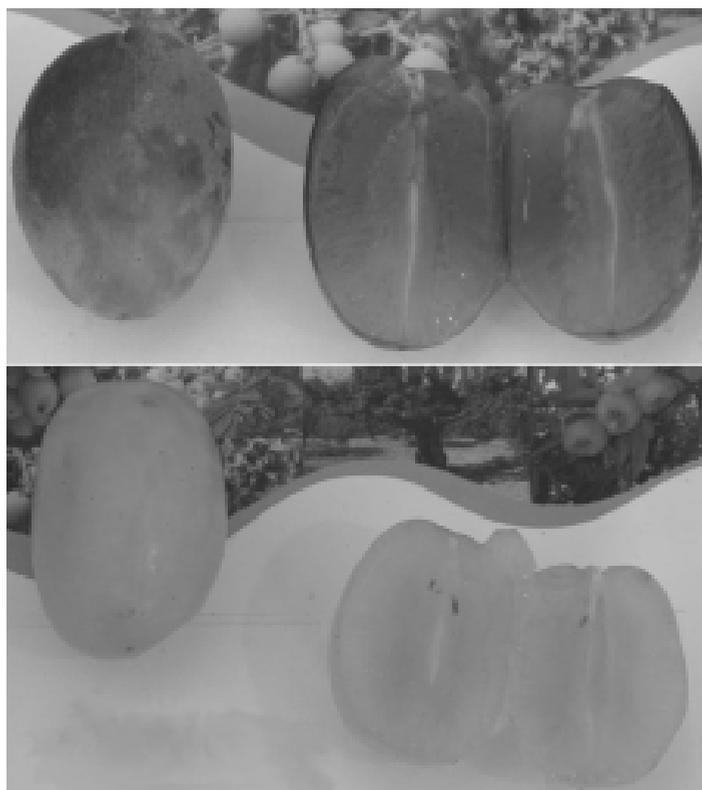


Fig. 4 — Nuove cultivar apirene di uva da tavola. In alto la cultivar Crimson, in basso la cultivar Melissa.

no del patrimonio varietale di molte specie arboree da frutto e soprattutto in pero, melo, olivo, mandorlo, ciliegio e susino (CRESTI et al., 1978), evolutasi naturalmente per prevenire l'inbreeding, tende ad essere ridotta nelle nuove cultivar licenziate dal lavoro di miglioramento genetico, con indubbi molteplici vantaggi per il coltivatore. I tipi coltivati sono sempre più spesso "autofertili", cioè capaci di autofecondarsi, poiché con essi viene meno o si attenua la stretta necessità dell'impollinazione incrociata e dunque si riducono così i rischi di mancata produttività per scarsa o incompleta fecondazione. A ragione di tale importanza l'autoincompatibilità, scoperta già nel 1700 e più chiaramente studiata da Darwin, è stata oggetto di numerosi studi ed approfondimenti anche recenti con riguardo ai collegamenti con le tematiche allergologiche ed alla sua definizione su base genetico-molecolare. Oggi, soprattutto per alcune specie da frutto, il superamento dell'autoincompatibilità è uno degli scopi principali perseguiti dal miglioramento genetico, anche attraverso mutagenesi, e cultivar autocompatibili sono state selezionate in mandorlo, ciliegio e susino (SEDGLEY, 1990). Su di un totale di 12 nuove cultivar di ciliegio costituite recentemente in Italia (1991-2001), ben 9, ad esempio, sono autofertili. Al contrario, il mantenimento dell'incompatibilità nei fruttiferi capaci di fruttificare partenocarpicamente offre garanzia di apirenia e, dunque, viene ricercata ad esempio negli agrumi in cui per lo stesso scopo, cioè quello di ottenere frutti senza semi, si fa oggi ricorso alla creazione di ibridi poliploidi sterili, come nel caso, ad esempio, dell'"Oroblanco", ibrido triploide (*Citrus grandis* 2n × *C. paradisi* 4n) ottenuto in California o degli ibridi triploidi creati dall'Istituto Sperimentale per l'Agrumicoltura di Acireale (RUSSO et al., 2004).

È questo un'ulteriore segno di evoluzione del concetto di fertilità che porta ad una separazione ancora più marcata tra il concetto di fertilità in senso biologico e quello di fertilità agronomica intesa come risultato produttivo, non più, o almeno non necessariamente, coincidenti. È interessante notare come anche genotipi che presentano gravi anomalie genetiche sotto il profilo biologico della fertilità, come nel caso della cultivar di olivo androsterile siciliana 'Cerasuola' che presenta fiori con antere necrotizzate e senza traccia di polline, si siano conservati nel tempo e siano dunque giunti sino al giorno d'oggi non già in ragione della loro fertilità biologica, che è per l'appunto compromessa, ma a causa del valore agronomico che ne ha determinato il mantenimento in coltura. Al contrario cultivar con assetto triploide di melo possono produrre fino a più di 8 volte il numero normale di granuli pollinici per antera, e in ciò potrebbero considerarsi particolarmente fertili, anche se in realtà il grado di vitalità di tali granuli è inferiore al normale così come il loro valore come impollinatori.

Altro fenomeno naturale difficile da catalogare, è costituito dalla

poliembrionia, comune particolarmente negli agrumi, che è causata dalla formazione spontanea di embrioni apomittici provenienti da tessuti somatici della pianta madre, in genere dalla nocella, senza l'intervento di un atto fecondativo e, però, compresenti con l'embrione normale, zigotico, proveniente da fecondazione. Il risultato finale di questa esaltazione della fertilità in senso biologico è sorprendente poiché da uno stesso singolo seme poliembrionico possono prendere origine più plantule di cui una sola è di origine sessuale mentre le altre sono cloni della pianta madre in quanto ne replicano pedissequamente il patrimonio genetico. Curioso e forse unico esempio di propagazione vegetativa attraverso un organo precipuamente sessuale, cioè il seme, che in quanto tale ha attratto per anni la curiosità scientifica ed applicativa di numerosi studiosi (CRESCIMANNO *et al.*, 1986).

Altro tema centrale della fertilità delle piante da frutto è costituito dai fenomeni dell'impollinazione e della fecondazione dei fiori, interessanti soprattutto in relazione alla presenza in alcuni casi di barriere riproduttive costituite dalla dicogamia (proterandria e proteroginia) e dal dioicismo vero o funzionale. L'actinidia al riguardo offre un interessante esempio di dioicismo funzionale. Le piante maschili producono polline vitale e presentano un ovario atrofico di piccole dimensioni, quindi sterile. Le piante femminili, che portano ovari funzionali, presentano anche stami il cui polline però degenera durante la microsporogenesi (BIASI *et al.*, 2001). Esempi di alterazioni in senso maschile o in senso femminile di piante normalmente dotate di fiori ermafroditi sono d'altra parte da tempo noti in numerose specie di piante arboree da frutto del genere *Prunus* (Nyèki, 1980 in FAUST, 1989).

Anche la Sicilia non è rimasta estranea all'approfondimento dei temi legati all'espressione della fertilità delle piante. Si ricorda qui, nel loro valore storico, i contributi sul tema offerti da due studiosi isolani: Filippo Arena (1708-1789) e Minà Palumbo (1814-1899). Il primo con il trattato su: "*La natura, e la cultura dé fiori fisicamente esposta in due trattati con nuove ragioni, osservazioni e esperienze*" (Fig. 5) poté dimostrare la sessualità delle piante esaltando il valore dell'impollinazione con la parte che vi avevano il vento e gli insetti (entomogamia e allogamia). In questo testo Arena illustrò il fenomeno dell'ibridazione dei vegetali precludendo agli studi sulla ereditarietà dei caratteri di Mendel (1822-1884) e precorrendo temi che saranno poi centrali nella teoria dell'evoluzione esposta nel 1859 da DARWIN.

Il secondo, medico e naturalista, nella sua opera monografica sul pistacchio (MINÀ PALUMBO, 1882) osserva a proposito di casi di sterilità che: ... *il pistacchio può essere fecondato dal Terebinto maschio, anzi l'impollinazione con quest'ultimo sembra più fecondante...* e prosegue: *Se questa fecondazione adul-*

Fig. 5 — Autorizzazione alla stampa del testo di Filippo Arena S. J. su *La natura, e coltura de' fiori fisicamente esposta in due trattati con nuove ragioni, osservazioni e esperienze* da parte del Provinciale dei Gesuiti in Sicilia (1767).

(III)

**ANTONINUS MARIA
BONAVIA**

*Provincialis Societatis Jesu In
Regno Siciliae.*



Un librum, cui titulus est: *La Natura, e Coltura de' Fiori, Fisicamente esposta, &c.* Per il P. Filippo Arena della Compagnia di Gesù: aliquot ejusdem Societatis Sacerdotes recognoverint; & typis ediposse probaverint; facultate nobis facta a Rev. Patre Laurentio Ricci Praeposito Generali, concedimus, ut typis mandetur, si ita sit, ad quos pertinet, videbitur. In quorum fidelibus litteras manu nostra subscriptas, & sigillo nostro munice dedimus. Panormi die 17 Aprilis 1767.

ANTONINUS M. BONAVIA.

Loco ☉ Sigilli.

terina è favorevole ad un buon prodotto non lo è per la riproduzione..... E più avanti conclude: *l'agronomo deve favorire la fecondazione legittima cogli individui della medesima specie, da cui potrà ottenere produzione regolare ed abbondante.*

Definisce così la sterilità maschile: *il pistacchio maschio senza fioritura è un eunuco inutile per sé e per gli altri.*

Riporta che: *anticamente nella provincia di Girgenti, secondo Boccone, si praticava la fecondazione artificiale, come per la palma...*

L'antropomorfo, e per noi colorito, linguaggio usato dal Minà Palumbo non a caso, forse, richiama quello dello stesso tipo usato da Plinio a proposito del potere fecondante della pianta maschile di palma: *le palme femmineondeggiano in gran numero intorno ad ogni singolo albero maschio, piegando su di lui le carezzevoli fronde. Quello, irto, drizza il suo fogliame e le feconda tutte...; se lo si taglia, le palme femmine, ridotte in vedove, diventano sterili.*

VERSO UN CONCETTO UNIFICATO DI FERTILITÀ

È evidente dunque, per quanto fin qui riportato, che la fertilità intesa solo come capacità biologica riproduttiva è concetto che non è adeguato a rappresentare, in senso agronomico, il processo di fruttificazione alla base della produttività delle piante d'interesse agrario ed in particolare delle specie arboree da frutto. Occorre, dunque, muoversi oggi in direzione del tentativo di unificare il concetto di fertilità in un più ampio ambito sistemico di definizioni. Per far questo è utile scomporre dapprima le diverse componenti che concorrono a determinare la fertilità nel senso agrario del termine e cioè, in altre parole, la produttività di una pianta. Per semplicità espositiva si ometterà deliberatamente di evocare i termini della produttività legati al "sistema impianto" (forme d'allevamento, densità d'impianto ecc.) ed invece si limiterà l'analisi al "sistema pianta". La pianta modello presa in considerazione è l'olivo nel quale sono frequenti i fattori di disturbo della regolarità di fruttificazione (sterilità fattoriale, gimnosterilità, androsterilità, alternanza di produzione ecc.).

Punto di partenza obbligato del processo produttivo è generalmente considerato il fiore in quanto esso rappresenta la base morfogenetica dello sviluppo del frutto.

Punto di arrivo è, invece, la resa per albero che è funzione del numero di frutti portati a maturazione e del loro peso (Fig. 6). A sua volta, nell'anno dato (n), il numero di frutti deriva dalla diversa abilità della pianta di mantenere fino alla maturità una frazione variamente ampia del numero di frutti formati in seguito al processo di fecondazione dei fiori perfetti. Il peso del singolo frutto è legato alla utilizzazione di risorse disponibili per ciascuno di essi durante le fasi di sviluppo del frutto stesso, disponibilità che è limitata, da un lato dal numero di frutti in accrescimento e dall'altro dal budget di risorse di nuova formazione e di riserva utilizzabili (area della foglia, numero di foglie per albero, stato nutrizionale ecc.). Sia la superficie fogliare che il numero di fiori perfetti per infiorescenza sono parametri alla cui concreta definizione partecipano e concorrono fenomeni che hanno luogo nel corso dell'anno precedente a quello di fruttificazione. Così a sua volta l'attività fotosintetica e il carico produttivo dell'anno $n-1$ condizioneranno il numero e la lunghezza dei rami su cui si andranno a formare, attraverso i processi d'induzione e differenziazione a fiore delle gemme, un numero variabile di infiorescenze per ramo (FAUST, 1989). Nel periodo immediatamente precedente all'antesi viene normalmente collocato il momento in cui si determina il massimo potenziale produttivo (fertilità potenziale) dell'albero nell'anno in corso, mentre nel periodo successivo all'antesi si determinano le condizioni che fisseranno i limiti della produ-

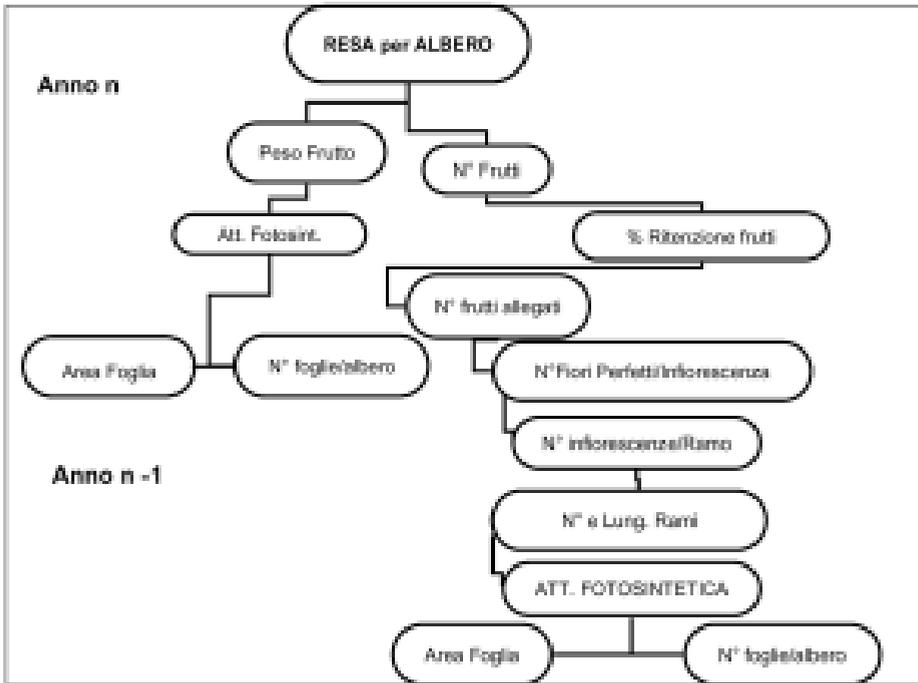


Fig. 6 — Schema esemplificativo dei processi che concorrono, nel ciclo biennale di fruttificazione delle piante arboree, alla determinazione di una data resa produttiva (Fonte: FAUST, 1989, modif.).

zione finale (fertilità reale) (FERNANDEZ-ESCOBAR, 1993). Questa sarà sostanzialmente condizionata da fenomeni di competizione interni alla pianta che determineranno un progressivo ridimensionamento *in itinere* del carico produttivo attraverso successivi fenomeni di riduzione della fertilità potenziale (colatura di fiori imperfetti, colatura di fiori perfetti non fecondati, colatura di fiori fecondati, cascola di frutti partenocarpici, cascola di frutti normali a diverso stadio di sviluppo). È noto per gli alberi da frutto lo stretto legame inverso che esiste tra carico produttivo e pezzatura dei frutti, così come tra carico produttivo ed attività vegetativa. Il carico produttivo diviene esso stesso fattore di regolazione per la pianta in quanto determina e condiziona il bilancio del carbonio in termini di ripartizione tra crescita vegetativa e riproduttiva, divenendo dunque uno dei principali fattori determinanti il potenziale produttivo dell'albero (CORELLI GRAPPADELLI & LAKSO, 2005), così che alberi con un elevato carico di frutti soffrono spesso di una ridotta area fogliare e di un ridotto sviluppo del germoglio (RALLO, 1989) e viceversa. Alcuni di questi complessi fenomeni di correla-

zione esistenti all'interno della pianta sono, peraltro, alla base del diverso esito produttivo, sia quantitativo che qualitativo che può realizzarsi di anno in anno, a parità di altri fattori quali genotipo ed ambiente colturale. Del resto la diversa capacità autoregolativa messa in atto da parte della pianta nei diversi momenti del ciclo di fruttificazione, è alla base della costanza e regolarità di fruttificazione. Tanto più lontani dal momento finale del processo di fruttificazione sono i singoli fenomeni di regolazione del carico tanto più possono venire compensati in momenti successivi all'interno della pianta. Ad esempio un'elevata incidenza dell'aborto ovarico viene compensata da una maggiore allegagione (RALLO & CUEVAS, 2001) che a sua volta può comportare una maggiore cascola per effetto della maggiore competizione tra i frutticini in accrescimento. Ecco, quindi, che uno studio sulla fertilità dell'olivo che si limiti ad accertare l'incidenza del fenomeno dell'aborto ovarico rischia di risultare incompleto se non fuorviante ai fini della definizione della reale capacità produttiva della varietà in questione. Per contro, invece, quanto minore è tale capacità autoregolativa complessiva tanto maggiori saranno i fattori di disturbo che al limite si traducono nell'espressione di una marcata differenza produttiva tra un anno ed il successivo, come è tipico nelle piante a comportamento tendenzialmente alternante. Si intravede in questi fenomeni una strategia riproduttiva e produttiva basata sul controllo più stretto solo di alcune fasi del lungo fenomeno di fruttificazione in alcuni casi e che può essere alla base di una differente espressione della fertilità. L'investimento iniziale nella formazione di organi riproduttivi (infiorescenze e fiori) nell'olivo, ad esempio, è molto elevato e può portare alla formazione anche di un numero assai ingente di fiori, pari a circa mezzo milione per pianta. Di questo esercito di potenziali frutti, a fronte di un imponente e progressivo processo di decimazione, solo una percentuale assai bassa (1-2%) arriverà effettivamente a maturazione e, nonostante ciò, sarà lo stesso sufficiente a garantire una abbondante e regolare produttività (MARTIN, 1990). Al contrario altre specie quali il ciliegio presentano un grado di allegagione di diverse grandezze più elevato (25-30%) ed hanno, pertanto, anche un numero iniziale di fiori assai più ridotto rispetto all'olivo. In altri termini l'olivo tende a mettersi al riparo da possibili, plausibili successivi momenti difficili nel lungo processo di fruttificazione e pertanto mette in atto una strategia basata su grandi numeri iniziali che ricorda da vicino quanto riportato nel 1832 sulla preponderanza numerica in battaglia dal CLAUSEWITZ:

La superiorità del numero...costituisce il fattore più importante per il risultato di un combattimento; soltanto deve essere sì grande da neutralizzare l'azione di tutte le circostanze concomitanti.

In conseguenza bisogna riunire sul punto decisivo e impegnare nel combattimento il maggior numero possibile di truppe.

Siano queste truppe sufficienti o meno, agendo in tal modo si sarà realizzato, da questo punto di vista, tutto ciò che i mezzi permettevano.

Al riguardo va dunque osservato che l'olivo, che valorizza condizioni ambientali e colturali estreme, certamente affida l'esito produttivo finale ad un serie di passaggi fisiologici che globalmente considerati si svolgono in un arco temporale assai prolungato e che quindi consentono successivi e numerosi aggiustamenti e compensazioni che possono meglio sintonizzarsi, *step by step*, con la variabilità dell'evolversi stagionale e delle condizioni ambientali e per far ciò investe fortemente in strutture (fiori) che, benché assai numerose inizialmente, presentano un costo energetico per la loro formazione di gran lunga inferiore al costo dell'investimento energetico rappresentato dai frutti (polpa e soprattutto nocciolo, almeno fino alla sua sclerificazione). Da un punto di vista della fertilità potenziale vi è, dunque, un grosso investimento iniziale in strutture riproduttive il cui esito finale è, però, incerto essendo possibile anche il capovolgimento di un apparente elevato grado di fertilità iniziale. È proprio l'esistenza di questo complesso insieme di aggiustamenti e regolazioni *in itinere* del carico produttivo che spiega, da un lato, il buon esito produttivo di cultivar gravemente affette da turbe della fertilità come nel caso della cv Morchiaio che può presentare percentuali anche elevatissime (>80%) di fiori sterili perché affetti da aborto dell'ovario e, d'altro canto, spiega l'esito incerto ed incostante, ai fini del risultato produttivo finale, di interventi di regolazione assai precoci della fertilità potenziale (diradamento) (Tab. 1) o di prove d'impollinazione incrociata che modificano il grado di allegagione (SUAREZ et al., 1984). La produttività della pianta, cioè la sua reale fertilità, è, dunque, solo l'atto finale di una lunga catena di eventi fisiologici legati tra

Tab. 1

Effetto del diradamento in olivo: influenza dell'epoca (in giorni dopo la piena fioritura-gdpf) di riduzione manuale del 60% della carica produttiva sulla variazione relativa dell'allegagione, della carica del ramo (n° frutti/cm) e del peso medio (g) di olive. (Riadattato da: SUAREZ et al., 1984)

Epoca (gdpf)	Variazione percentuale rispetto al controllo non diradato		
	Allegagione	Carica ramo	Peso frutto
0	116	0	0
10	78	-4	0
20	21	-50	15
30	0	-58	12
45	0	-60	4

loro che avvengono a livello di singolo organo riproduttivo e a livello superiore di aggregazione cioè di pianta intera che solo tramite un approccio olistico possono essere valutati nella loro portata.

Strettamente legato all'espressione concreta della fertilità ed alle sue variazioni da un anno all'altro è, come si è detto, il fenomeno dell'alternanza di produzione. Al di là dell'analisi di un fenomeno complesso che non è qui possibile esaminare in dettaglio e per cui si rimanda a specifici lavori sull'argomento (MONSELISE & GOLDSCHMIDT, 1982; GOLDSCHMIDT, 2005), emerge il paradigma offerto in tema di fertilità dal caso in questione. Se ci limitiamo ad osservare solo in chiave biologica il fenomeno dell'alternanza di produzione se ne ricava un quadro parziale in cui essenzialmente la fertilità si presenta di anno in anno fortemente incostante e variata. Se, invece, ci si interroga sul significato evolucionistico del comportamento incostante della fruttificazione si scorge una possibile interessante spiegazione che tiene conto, tra l'altro, della specificità delle piante arboree nelle quali l'assetto vegeto-produttivo di un anno si ripercuote fortemente su quello dell'anno seguente. Alcuni autori interpretano questo comportamento come assimilabile a quello della "pasciona", noto per le specie forestali, che fornirebbe il vantaggio ecologico di assicurare il successo riproduttivo della pianta esposta al morso di erbivori, tramite la produzione straordinariamente fertile di semi, anche se non tutti gli anni (STEVENSON & SHACKEL, 1998). Si intravede in questo comportamento una strategia ancestrale che solo la lunga coltivazione ed il miglioramento genetico, assieme alla ottimizzazione delle cure colturali, ha consentito in alcuni casi di attenuare fino a farlo scomparire.

Al riguardo interessante esempio di convergenze evolutive appare l'analogia con il mondo animale in tema di controllo della fertilità, a fini strategici, a diversi livelli di aggregazione (individuo, gruppo, specie). Il concetto di base cui qui si allude è quello dell'instaurarsi di uno stato di necessità/opportunità di limitazione della fertilità dettato da fattori ambientali, da risorse materiali, o anche nel caso dell'uomo, da fattori sociali e culturali.

Nella maggior parte delle piante arboree da frutto a foglia caduca, ad esempio, l'induzione antogena delle gemme per la fruttificazione dell'anno successivo avviene in un periodo (estivo-autunnale) che coincide con quello di sviluppo del frutto (SEDGLEY, 1990) e, quindi, può autoregolarsi in funzione del duplice obiettivo di portare a termine e a buon fine la produzione dell'anno in corso privilegiando a questo scopo l'obiettivo più immediato, a scapito anche di quello pure importante, sebbene più lontano, della fertilità futura e quindi della fruttificazione dell'anno successivo. Tale controllo spesso si concretizza attraverso il meccanismo dell'inibizione ormonale della induzione a fiore delle gemme esercitato mediante la sintesi ed il rilascio di

sostanze antiflorigene (gibberelline) da parte dell'embrione del frutto in accrescimento (STUTTE & MARTIN, 1986). Nel mondo animale l'amenorrea durante allattamento potrebbe avere analogo significato finalizzato a garantire maggiori cure maternali al neonato. L'aborto spontaneo dell'ovario che colpisce una quota variabile di fiori ricorda il ricorso all'aborto quale pratica di controllo della fertilità conosciuta e praticata a vantaggio dei figli ancora piccoli, non autosufficienti, tra i popoli primitivi. Analogamente l'abscissione naturale dei frutticini presenta affinità di scopo (riduzione della concorrenza in funzione delle risorse disponibili) con la pratica dell'infanticidio pure largamente praticata presso popoli di cacciatori-raccoglitori, mentre l'alternanza di produzione cioè il prolungamento del tempo tra due periodi fertili, potrebbe, in senso lato, ricordare il ricorso alla astinenza sempre per la medesima finalità di controllo della fertilità. Nell'olivo tutti questi stratagemmi di tipo biologico-evolutivo legati al controllo della fertilità sono presenti e ben noti e ne rendono in tal senso assai interessante lo studio anche sotto il profilo paradigmatico.

In generale nelle piante arboree da frutto il controllo di questi complessi meccanismi che sovrintendono alla fruttificazione e che sfociano spesso nell'alternanza di produzione risiederebbe, dunque, in un sofisticato sistema di correlazioni e interazioni tra crescita vegetativa e potenziale riproduttivo che coinvolge fertilità potenziale e fertilità reale e tiene conto e estende la sua influenza nell'ambito di più cicli di fruttificazione, date le sovrapposizioni temporali cui notoriamente soggiacciono le diverse fasi fenologiche delle piante arboree. Nelle specie arboree per le quali minori sono risultati gli ostacoli al miglioramento genetico e più si è, dunque, potuta esercitare la pressione selettiva dell'uomo, in alcuni casi il fenomeno è stato ricondotto su livelli accettabili o trascurabili. Nel caso dell'olivo, una specie originaria di ambienti difficili, cui peraltro nel tempo si è pienamente adeguata, diversi fattori hanno, per così dire, remato contro (lungo periodo giovanile improduttivo, propagazione essenzialmente agamica, fenomeni di incompatibilità, diffusione prevalente di un numero di varietà ben adattate alle differenti condizioni locali...) ed è a tutti noto che parecchie, se non la quasi totalità, delle cultivar ancora oggi in uso hanno subito poco o punto miglioramento sin dalla loro comparsa e praticamente sono arrivate intatte o con poche variazioni ai nostri giorni attraversando la barriera dei secoli. In ciò il patrimonio varietale dell'olivo denuncia tutto il suo intrinseco valore di "pianta di civiltà", così come è stata felicemente definita, e costituisce oggi ciò che può forse definirsi un bene archeologico vivente.

Per tornare al tentativo cui prima si accennava di unificare il concetto di fertilità in un più ampio ambito sistemico di definizioni occorre, d'altra parte, osservare che i parametri tradizionalmente presi in considerazione ai fini della

definizione della fertilità di una specie arborea quale l'olivo e cioè il numero dei fiori ed il tipo di fiore, intendendo il rapporto tra fiori perfetti e fiori imperfetti, non sono oggi più sufficienti. Il miglioramento delle conoscenze nell'ambito della biologia fiorale e di fruttificazione ha portato, infatti, ad approcci recenti al problema che tendono ad enfatizzare il ruolo dei singoli componenti del fiore attribuendo notevole importanza ai fini del processo produttivo ad aspetti finora tenuti in scarsa considerazione quali quelli legati alla struttura fiorale stessa ed allo sviluppo raggiunto dai suoi organi che potenzialmente influenzerà il numero di frutti, le loro dimensioni e la stessa qualità. Si è giunti, pertanto, ultimamente a parlare, anche per l'olivo, di "qualità del fiore" (RAPOPORT & MARTINS, 2006). Nella definizione di questo nuovo, più ampio ed integrato concetto i parametri presi in considerazione includono, ad esempio, il ruolo e l'influenza esercitata dallo sviluppo assunto dai tessuti dell'ovario e dallo sviluppo e dalla longevità degli ovuli. Altri recenti studi in corso su specie modello, aventi per oggetto i cosiddetti "geni della fioritura" (*FT*), sembrano poter finalmente chiarire il ruolo dello stimolo ormonale nell'induzione della fioritura (HUANG *et al.*, 2005) e promettono, dunque, di far finalmente luce su uno dei fenomeni finora risultato tra i più sfuggenti alla ricerca scientifica di settore.

Se questi studi consentiranno, come è sperabile, di meglio comprendere il complesso dei fenomeni biologici che stanno alla base della costruzione del lungo processo di fruttificazione delle piante arboree da frutto è lecito attendersi, anche per questa via, un miglioramento dei margini d'intervento agronomico a tutto vantaggio dell'espressione da parte della pianta di un tipo di fertilità sempre più finalizzato all'esaltazione di specifici aspetti quantitativi e qualitativi delle produzioni frutticole.

BIBLIOGRAFIA

- AMBROSOLI M., 1992 — Scienziati, contadini e proprietari. — *Einaudi*, Torino.
- BIASI R., FALASCA G., SPERANZA A., DE STRADIS A., SCOCCIANI V., FRANCESCHETTI M., BAGNI N. & ALTAMURA M., 2001 — Biochemical and ultrastructural features related to male sterility in the dioecious species *Actinidia deliciosa*. — *Plant Physiology and Biochemistry*, 39 (5): 395-406.
- CAVALLI-SFORZA L. & CAVALLI-SFORZA F., 1993 — Chi siamo. La storia della diversità umana. — *Mondadori*, Milano.
- CICERONE — Dei doveri. XLII - Il decoro nelle varie professioni. — *Oscar Classici Mondadori*, (ristampa, 1994).
- CLAUSEWITZ K., 1832 — Della Guerra. — *Oscar Classici Mondadori* (ristampa, 1999).
- CORELLI-GRAPPADELLI L. & LAKSO A., 2005 — L'effetto di fattori fisiologici e delle condizioni ambientali sullo sviluppo dei frutti. — *Italus Hortus*, 12 (1): 19-32.

- CRESCIMANNO F.G., DE PASQUALE F. & TUSA N., 1986 — Le selezioni nucellari di mandarino Tardivo di Ciaculli 18c, 19c, 3dvb. — *Agrumicoltura*, A/42.
- CRESTI M., DONINI B. & DEVREUX M., 1978 — L'autoincompatibilità e la sua importanza nel miglioramento delle piante coltivate. — Pp. 330-349 in: *Atti del Seminario sulla Fertilità delle piante da frutto*, Bologna.
- DARWIN C., 1859 — L'origine delle specie. — *Universale scientifica Boringhieri*, Torino (ristampa 1967).
- DIAMOND J., 2006 — Il terzo Scimpanzè. Ascesa e caduta del primate *Homo sapiens*. — *Universale Bollati Boringhieri*, Torino.
- DI LORENZO R., BARBAGALLO M.G., GAMBINO C. & DE PASQUALE F., 2006 — La doppia produzione annuale nella viticoltura da tavola protetta in Sicilia. — *Frutticoltura*, 2: 24-28.
- FAUST M., 1989 — Physiology of temperate zone fruit trees. — *J. Wiley & Sons*, New York.
- FERNANDEZ-ESCOBAR R., 1993 — Tecniche colturali per il controllo della fruttificazione dell'olivo. — *Olivae*, 46: 38-41.
- FORNI G., 2002 — L'agricoltura: coltivazione ed allevamento. Genesi, evoluzione, contesto. Pp. 7-157 in: *Storia dell'agricoltura italiana. L'età antica*. — *Accademia dei Georgofili, Ed. Polistampa*, Firenze.
- GOLDSCHMIDT E.E., 2005 — Regolazione dell'alternanza di produzione negli alberi da frutto. — *Italus Hortus*, 1: 11-17.
- HUANG T., BOHLENIUS H., ERIKSSON S., PARCY F. & NILSSON O., 2005 — The mRNA of the *Arabidopsis* gene FT moves from leaf to shoot apex and induces flowering. — *Science*, 309: 1694-1696.
- HULTKRANTZ A., 1987 — Le religioni degli Indiani d'America. In: Puech H.C. (a cura di), *Le religioni dei popoli senza scrittura*. — *Laterza*, Bari.
- JANICK J., 2007 — History of Horticulture. Department of Horticulture and Landscape Architecture. — *Purdue University*, USA. <https://webct.ics.purdue.edu>.
- MARTIN G.C., 1990 — Olive flower and fruit population dynamics. — *Acta Hort.*, 286: 141-153.
- MINÀ PALUMBO F., 1882 — Monografia sulla coltivazione dei pistacchi in Sicilia. — *Lorsnaider Giovanni Tipografo*, Palermo.
- MONSELISE S.P. & GOLDSCHMIDT E.E., 1982 — Alternate bearing in fruit trees. — *Hort. Rev.*, 4: 128-173.
- MONTANARI M., 2005 — La fame e l'abbondanza. Storia dell'alimentazione in Europa. — *Laterza*, Bari.
- RALLO L. & SUAREZ M.P., 1989 — Seasonal distribution of dry matter within the olive fruit-bearing limb. — *Adv. Hort. Sci.*, 2:55-59.
- RALLO L. & CUEVAS J., 2001 — Fructificación y producción. Pp. 121-152 in: *El cultivo del olivo*. — *Mundi-Prensa*, 4a edición.
- RAPOPORT H. F. & MARTINS P. C., 2006 — Flower quality in the olive: broadening the concept. — Pp. 397-402 in: *IIInd Int. Seminar Olivebioteq 2006*, Marsala - Mazara del Vallo, 5-10 novembre 2006.
- RENFREW C., 2006 — Inception of agriculture and rearing in the Middle East. — *Palevol*, 5: 395-404.
- RUSSO G., RECUPERO S., PUGLISI A. & REFORGIATO RECUPERO G., 2004 — Nuovi ibridi triploidi di agrumi dal miglioramento genetico italiano. — *Frutticoltura*, 3: 14-18.
- SEDGLEY M., 1990 — Flowering of deciduous perennial fruit crops. — *Hort. Rev.*, 12: 223-264.
- STEVENSON M.T. & SHACKEL K.A., 1998 — Alternate bearing in pistachio as a masting phenomenon: construction cost of reproduction versus vegetative growth and storage. — *J. amer. Soc. horticult. Science*, 123(6): 1069-1075.
- STUTTE G.W. & MARTIN G.C., 1986 — Effect of killing the seed on return bloom of olive. — *Scientia Horticulturae*, 29(1/2): 107-113.
- SUAREZ M.P., FERNANDEZ-ESCOBAR R. & RALLO L., 1984 — Competition among fruit in olive II.

Influence of inflorescence or fruit thinning and cross-pollination on fruit set components and crop efficiency. — *Acta Hort.*, 149: 131-134.

SUSLOW T.V., THOMAS B.R. & BRADFORD K.J., 2002 — Biotechnology provides new tools for plant breeding. — *ANR-UC public*. n° 8043.

VERNET J., 1986 — La ciencia en Al-Andalus. — *Ed. Andaluzas Unidas*, Sevilla.

Indirizzo dell'Autore — E. BARONE, Dipartimento di Colture Arboree, Università degli Studi di Palermo, Viale delle Scienze, 11 - 90128 Palermo (I) email: ebarone@unipa.it

Lettura presentata il 23.11.06, in occasione dell'incontro su "La Fertilità delle Piante" organizzato dall'Accademia dei Georgofili - Sez. S-O - Palermo, Sala D. Lanza, Orto Botanico.