

Le “convergenze
morfologiche”: un interessante
fenomeno adattativo in molte
piante
succulente

Astrophytum myriostigma.



La *Botanica sistematica* è il complesso di osservazioni e di ricerche che mirano ad organizzare in un "sistema" le forme vegetali esistenti.

Il primo problema che si presenta al sistematico è quello di stabilire le categorie nelle quali distribuire e raggruppare le diverse entità vegetali conosciute.

Ciascuna delle piante che troviamo sul nostro pianeta è un individuo e rappresenta la più elementare categoria sistematica. Se osserviamo attentamente ogni individuo ci accorgiamo che alcuni di loro si assomigliano notevolmente mentre altri sono estremamente diversi.

Tutti gli individui che nei caratteri essenziali concordano fra di loro, che sono interfecondi, e che, per riproduzione sessuata, generano individui altrettanto simili a loro, costituiscono una specie vegetale.

Questa definizione ci permette di affermare che tutti gli individui di una stessa specie hanno fra

di loro dei legami parentali e che, in altri termini, derivano da un unico capostipite primitivo.

Quali sono dunque i caratteri per i quali più individui appartenenti alla stessa specie devono somigliarsi?

Ebbene, giacché appartengono ad una stessa specie, i singoli individui devono possedere lo stesso corredo cromosomico e di conseguenza l'identica compagine di caratteri ereditari che influenzano la forma e la funzione dell'organismo stesso.

Quindi saremmo erroneamente portati a pensare che tutti gli individui della stessa specie siano rigorosamente identici dimenticando la profonda influenza che le condizioni ambientali esercitano sugli stessi.

La diversa disponibilità di acqua nel substrato, l'umidità o la secchezza dell'aria, le variazioni di temperatura, e molte altre diversità d'ambiente, determinano aspetti talora profondamente diversi in piante della stessa specie.



Mamillaria microsperma.

Gli adattamenti delle piante

Dal momento che la superficie terrestre si presenta per la maggior parte troppo fredda, calda o secca per consentire la vita delle piante, esse si sono dovute adattare in vari modi per poter sopravvivere. L'acqua è il principale fattore che limita la distribuzione, a seconda delle necessità idriche richieste per il normale completamento dei cicli vitali: xerofite, mesofite ed idrofite.

Le xerofite richiedono un basso consumo di acqua e sono originarie di zone estremamente aride

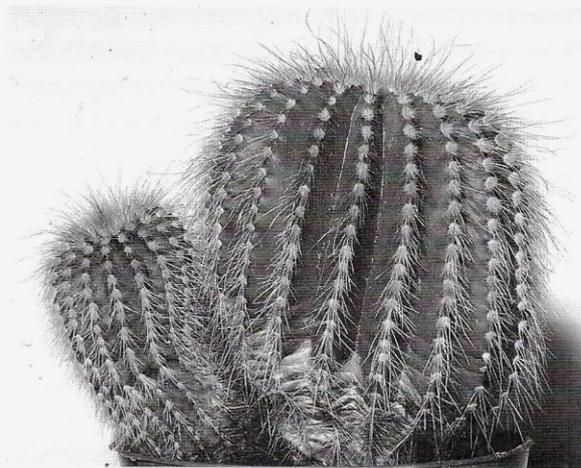
La struttura xeromorfa può essere ereditaria oppure variare a seconda dell'ambiente. I fattori ambientali possono indurre comportamenti xeromorfi in foglie mesomorfe o intensificare i caratteri xeromorfi nelle xerofite. I fattori ambientali che possono intensificare i caratteri xeromorfi sono:

- l'altitudine: ad altitudini maggiori le mesofite tendono ad avere foglie più piccole e statura nana. Queste piante, cresciute ad altitudini più basse, possono diventare più alte e manifestare tratti più mesomorfi;
- l'insufficienza di umidità: è un altro fattore che può rendere le piante mesomorfe più xeromorfe, la carenza di umidità ha anche gravi effetti sulla crescita e sulle altre funzioni della pianta;
- la carenza di nutrienti e le basse temperature, possono indurre una manifestazione più evidente dei tratti xeromorfi. Anche il rapporto tra alcuni elementi (quali azoto-potassio) può influenzare la crescita della pianta;
- la luce; le foglie che si sviluppano in condizioni di forte intensità luminosa manifestano un maggior grado di xeromorfia rispetto a quelle al riparo della luce. È stato osservato che le foglie sviluppatesi alla luce diretta del sole sono più piccole ma più spesse ed hanno un parenchima a paliz-



Fioritura di *Mammillaria hernandezii* (Cactaceae) (foto Marco Avolio).

zata più differenziato rispetto a quelle cresciute all'ombra. Le foglie cresciute in pieno sole hanno struttura xeromorfa: minor superficie e spazi tra le nervature, cuticole più massicce e uno strato in più di parenchima a palizzata che le rende più spesse delle foglie all'ombra. La combinazione tra luce e quota porta, praticamente, agli stessi risultati.



Esempio di pianta appartenente alla famiglia delle Cactaceae, dall'aspetto globoso atto a ridurre la superficie traspirante con appendici fogliari trasformate in spine (foto Carmine Visca).



Sedum sieboldi (Crassulaceae) presenta foglie verdi crassulente dall'aspetto ceroso come adattamento all'ambiente xerico in cui vive. Esempio in fiore (foto Carmine Visca).

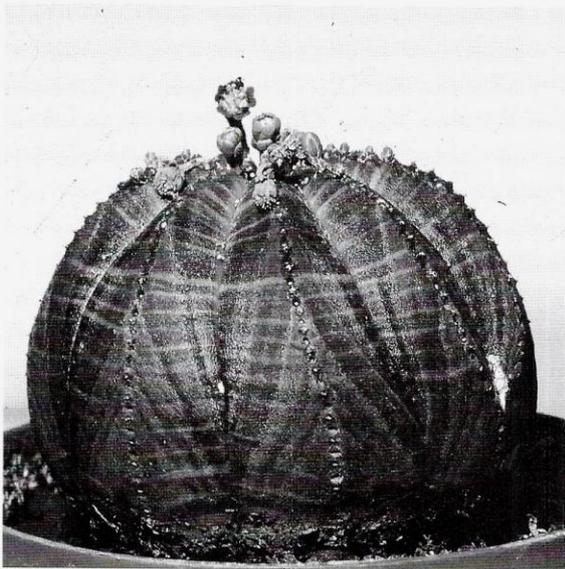
Le “convergenze morfologiche” nelle piante grasse

Il tema del “grande caldo” e della “grande sete” della Terra è attualmente oggetto di studio di molti scienziati, poiché, come tutti sappiamo, l’acqua è uno degli elementi indispensabili alla vita sul nostro pianeta. La diminuzione della disponibilità di acqua dolce ed il conseguente aumento della siccità preoccupano, da tempo, numerosi esperti che, interrogandosi sulle cause di questa situazione, cercano di trovare delle soluzioni appropriate.

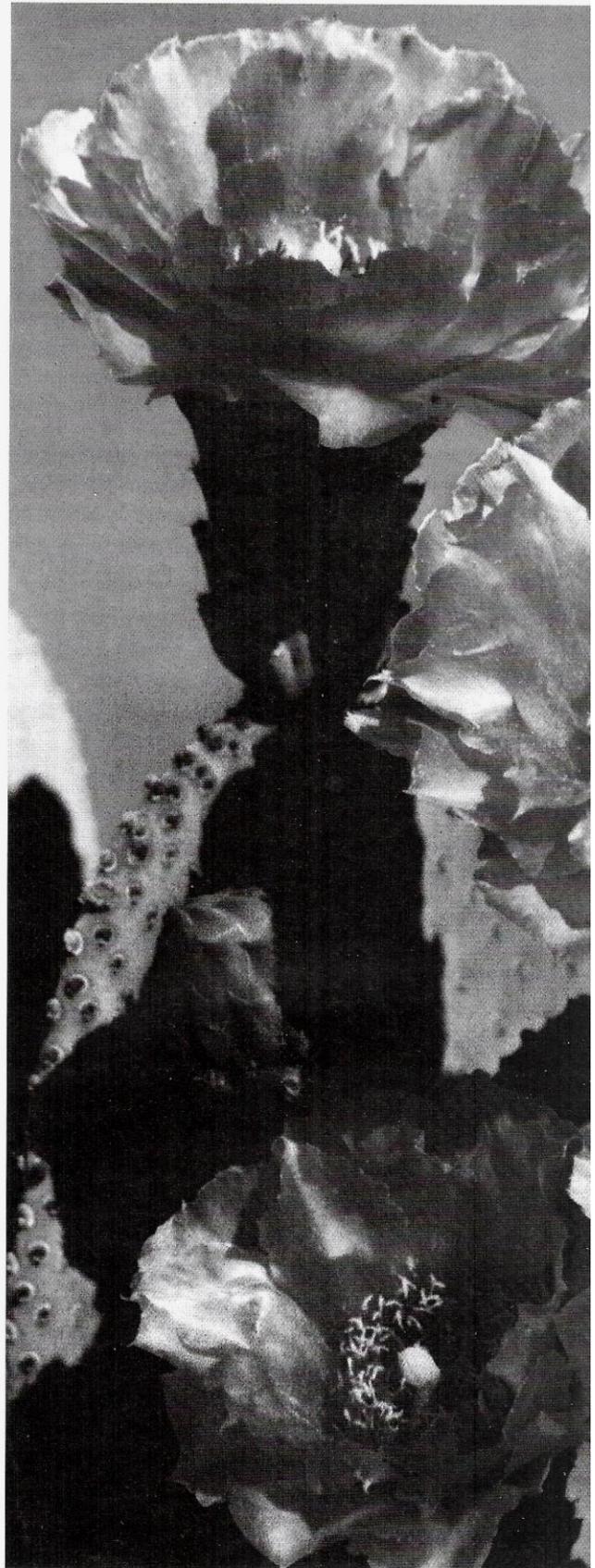
Ma alcuni esseri viventi, che appartengono al mondo vegetale, hanno da tempo messo a punto delle sofisticate strategie per risparmiare l’acqua adattandosi a vivere in habitat estremi dove le risorse idriche sono davvero limitanti e limitate.

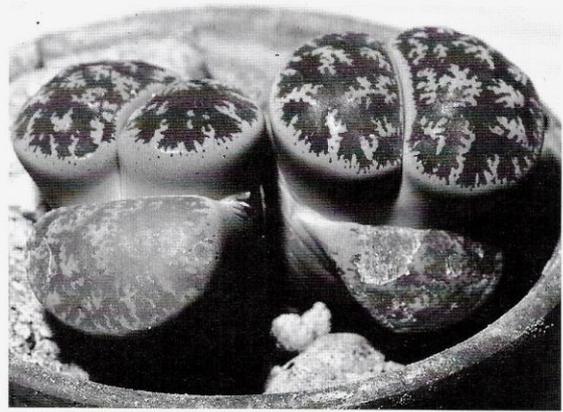
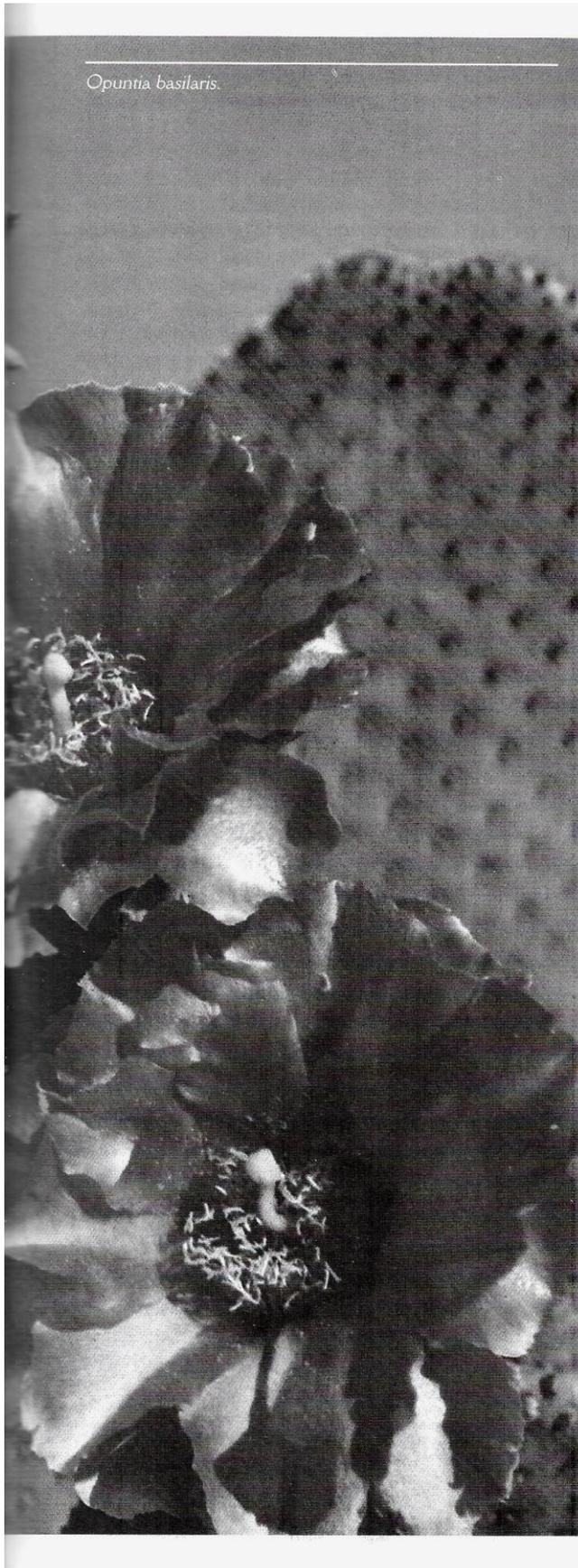
In ambienti xerici (*xeros*=secco), specie vegetali diverse e filogeneticamente molto lontane tra di loro, possono presentare aspetti morfologici assai simili: infatti l’adattamento alla scarsità di acqua si è evoluto indipendentemente in svariate famiglie che non hanno alcun rapporto di parentela tra loro. Clamorosa è la rassomiglianza tra *Euphorbia obesa* e certe cactacee parimenti globose.

Così piante succulente appartenenti a famiglie differenti, mostrano spesso straordinarie somiglianze nell’aspetto e soltanto i fiori (ed i frutti) rivelano che esse sono completamente diverse. Una “succulenta” è una pianta che possiede almeno un tessuto succulento, ovvero un tessuto che, oltre



Euphorbia obesa (*Euphorbiaceae*) dalla caratteristica forma globosa con assoluta assenza di foglie. La pianta ha trasformato il fusto come adattamento all’ambiente fortemente xerico in cui vive (foto Carmine Visca).





Lithops (*Mesembryanthemaceae*), tipico esempio di crassulenza fogliare. Questa pianta, detta "sasso vivente", ha il corpo ridotto a due foglie opposte riunite a cono con una fessura che le attraversa; le foglie crescono infossate nel terreno in modo da ridurre al massimo la perdita di acqua. Il colore della superficie fogliare libera si avvicina molto a quella del substrato in cui vive, questo stratagemma le consente di sfuggire ai predatori (foto Carmine Visca).



Dolichotele longimamma (*Cactaceae*) in fioritura (foto Pietro Pavone).

ad altre possibili funzioni (ad esempio l'accumulo di riserve energetiche come l'amido o l'inulina), garantisce soprattutto l'immagazzinamento di acqua rendendo così la pianta indipendente dall'apporto idrico esterno qualora la stessa non possa assumere acqua dall'apparato radicale anche per molto tempo.

Piante lontane dal punto di vista sistematico, colonizzando ambienti simili (anche geograficamente distanti), sono sottoposte alle stesse forze selettive e, come conseguenza, assumono analoghi confi-



gurazione morfologica: questo fenomeno è noto come “*convergenza morfologica*”.

Alcuni cactus del Nuovo Mondo sono spesso assai simili alle piante africane del genere *Euphorbia*, ricoperte da spine, nonché ai generi *Didierea* e *Pachypodium* (della famiglia delle *Asclepiadaceae*), del Madagascar; le grandi rosette fogliari delle specie americane di *Yucca* ed *Agave* somigliano moltissimo a quelle africane di *Aloe*.

È come se le forme di vita che consentono la sopravvivenza in condizioni di siccità siano molto limitate e millenni di selezione abbiano determinato le stesse combinazioni di caratteri partendo da differenti morfologie iniziali.

Il genere *Euphorbia* mostra lo sviluppo dei cambiamenti evolutivi; questo genere, infatti, presenta tutti gli stadi intermedi che vanno dalle mesofite euforbie europee erbacee (a foglie sottili) agli arbusti ed alberi, simili a cactus, dell’Africa, altamente xerofiti. Tutte, comunque, mantengono fondamentalmente inalterate le forme fiorali.

Sofferamoci ad osservare alcuni esempi di “*convergenza morfologica*” ovvero piante morfologicamente assai simili ma sistematicamente anche molto distanti.

Abbiamo precedentemente affermato che dal punto di vista dei caratteri ambientali influiscono notevolmente sulla morfologia delle entità vegetali.

Le piante “succulente”, poiché tendono a ridurre la superficie soggetta alla traspirazione ed ad accumulare acqua nei tessuti, sono caratterizzate dall’avere un aspetto molto simile presentando assai spesso:

- *riduzione o, addirittura, assenza di appendici fogliari* (trasformate per lo più in spine, setole e pelosità che, quando è molto accentuata, mantiene uno strato di aria vicino ai tessuti epidermici e nel contempo li difende sia dal freddo sia dall’incidenza dei raggi ultravioletti troppo forti) (tav. I). La presenza di spine rende la pianta poco appetibile agli animali che vivono in questi habitat e per i quali rappresentano la sola fonte di foraggio;
- *colore verde del fusto* (dato dalla presenza di cloroplasti) che, in sostituzione della foglia, assume esso stesso la funzione clorofilliana;
- *forme anormali del fusto* stesso derivate dalla necessità della pianta di aumentare la superficie fotosintetizzante e, nello stesso tempo, di ridurre drasticamente la crescita per diminuire la traspi-

Echinocereus blanckii, (in alto). Gli *Echinocereus* sono delle Cactacee che possono essere considerate forme intermedie fra le specie globose e quelle a cero.

Ferocactus wislizeni. Correntemente chiamato “Cactus barile”, per la sua forma a botte, può raggiungere dimensioni cospicue ed un peso di varie tonnellate.

razione. Nell'ambiente desertico la forma sferica è la più evoluta e adatta in quanto la sfera è la figura solida che racchiude il massimo volume con la minore superficie;

- spesso *strato cuticolare esterno e parenchima acquifero interno*;
- riduzione del numero e della dimensione degli *stomi*; questo riduce le perdite di acqua ma anche la quantità di anidride carbonica disponibile. In diverse famiglie si è evoluto un particolare tipo di fotosintesi detto CAM (Metabolismo Acido delle Crassulacee); nel CAM gli stomi si aprono durante la notte quando la temperatura è più bassa e l'umidità dell'aria è più elevata.

L'anidride carbonica viene accumulata durante la notte sotto forma di acidi organici (acido malico) per essere rilasciata durante il giorno, a stomi chiusi, attraverso la fotosintesi che trasforma l'anidride carbonica in zuccheri.

Una caratteristica comune di moltissime piante succulente perenni, è la tendenza a produrre spine. Mentre la spinosità non è un attributo esclusivo delle piante del deserto, essa è però tanto comune negli ambienti aridi da poter essere elencata tra le qualità più importanti per la sopravvivenza.

Tra le piante perenni del deserto, ve ne sono alcune che combattono la siccità con la tecnica della resa: esse muoiono solo fino al livello del suolo. Per resistere nell'intervallo di tempo che trascorre da una pioggia alla successiva, molte specie hanno sviluppato per adattamento strutture sotterranee come radici ispessite, bulbi, tuberi, rizomi, e noduli di diverse forme e dimensioni. Per poter essere pronta alla crescita futura, una pianta deve immagazzinare nutrimento e acqua in questi organi poiché, in assenza di luce (e di clorofilla), nessuna sostanza nutritiva può essere sintetizzata sottoterra.

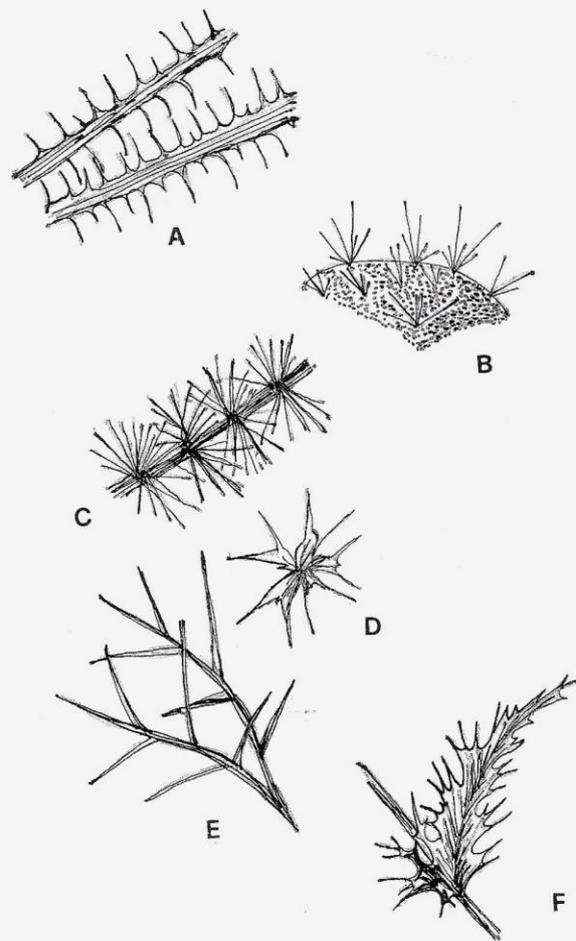
Le piante annuali prosperano nella sabbia, poiché l'umidità vi penetra più profondamente e le particelle grossolane si scaldano facilmente. I semi sono agevolmente spinti dall'acqua e dal vento alla profondità adatta di questo terreno non compatto, mentre sulle superfici dure hanno difficoltà a insediarsi e la maggior parte viene dilavata e rimossa. Il loro ambiente più adatto è sotto un arbusto o un albero perenne, dove sono riparate e protette dall'ombra, la quale ha l'effetto assai vantaggioso di conservare l'umidità.

Mentre le piante annuali in crescita non differiscono gran che dalle specie simili che crescono in climi umidi, i loro semi mostrano caratteristiche notevoli e altamente specializzate. Il problema principale per i semi è quando germinare, ed è nel saper sfruttare tutta una serie di condizioni favorevoli alla crescita che i semi del deserto mostrano la loro perfezione evolutiva.

Alcuni esempi

Le piante grasse possono essere tali soprattutto per crassulenza delle foglie o dei fusti. La succulenza delle foglie è legata generalmente ad ambienti con stagione sì secca ma non troppo prolungata. Alcuni significativi esempi sono rappresentati dalle *Agave* (*Amarillidaceae*), dalle *Aloè* (*Liliaceae*), dai *Lithops* (i famosi "sassi vivi") (*Mesembryanthemaceae*), dai numerosi *Sedum* (*Crassulaceae*).

Euphorbia obesa (*Euphorbiaceae*) e varie specie di *Opuntia* (*Cactaceae*) sono invece due felici esempi



Tav. I. Alcuni esempi di armature spinose delle piante del deserto: A) Nell'Ocotillo (*Fouquieria splendens*) le spine sono modificazioni dello stelo e della nervatura mediana delle foglie. B) Fico d'India (*Opuntia*) e C) Saguaro (*Cereus giganteus*), in questi cacti le spine si sviluppano direttamente dall'epidermide della pianta. D) Vite pungente (*Tribulus terrestris*) gli aculei del frutto di questa pianta sono molto penetranti da forare un pneumatico di bicicletta. E) Le spine del Crocifisso (*Holocantha eneryi*) sono rami senza foglie e F) Nel Cardo ondulato (*Cirsium mohavense*) i bordi delle foglie sono pungiglioni, (da Mondadori, 1974, modificato).



Euphorbia tirucalli (Euphorbiaceae). È interessante notare la fuoriuscita di lattice, caratteristico di questa famiglia di piante, dovuta alla puntura del fusto con uno spillo. Il fusto verde, succulento, aumenta la superficie fotosintetizzante (foto Carmine Visca).

di crassulenza del caule. I fusti succulenti hanno foglie caduche o di dimensioni ridotte mentre la fotosintesi è a carico della parte superficiale del fusto, verde. *Euphorbia obesa* rappresenta l'esempio più perfetto di funzionalità giacché nella sfera si ha il massimo volume rapportato alla minima superficie.

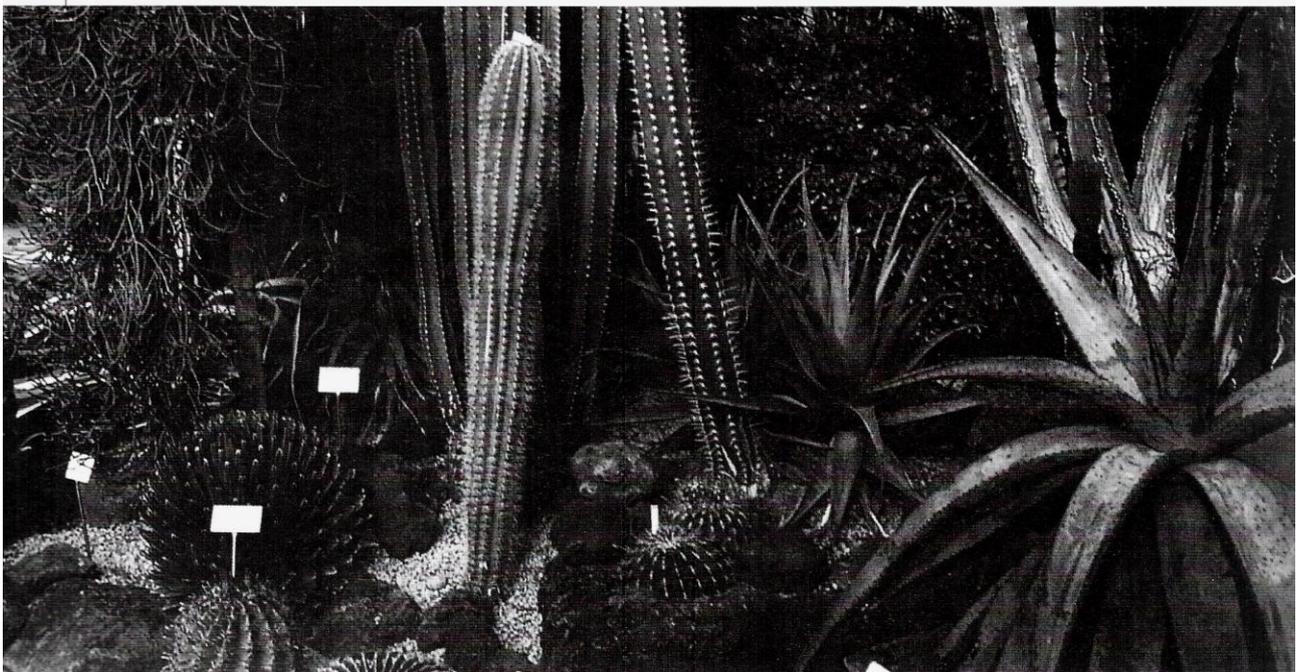
Talora si può parlare di crassulenza delle radici trovando in esse parenchimi acquiferi sotterranei protetti dal vento e dai predatori. Tale è il caso ad esempio della nostrale *Atractylis gummifera* (Compositae), dotata di una grossa radice, con succo gommoso aromatico, dolciastro, velenoso che vegeta nelle ganghe e nei pascoli aridi dell'Italia meridionale.

Il genere *Cereus* (Cactaceae), le *Stapelia*, tra cui *Stapelia grandifolia*, la nostrale *Caralluma europaea*, che vegeta, si fa per dire, anche nel nostro paese, a Lampedusa (*Asdepiadaceae*) ed *Euphorbia coerulescens* (Euphorbiaceae) sono un bell'esempio di convergenza di portamento nel sistema vegetativo caratterizzato dalla succulenza, dalla forma quadrangolare del caule verde, dall'assenza di gemme fogliari.

Opuntia subulata (Cactaceae) ed *Euphorbia caput-medusae* (Euphorbiaceae) presentano un aspetto molto simile.

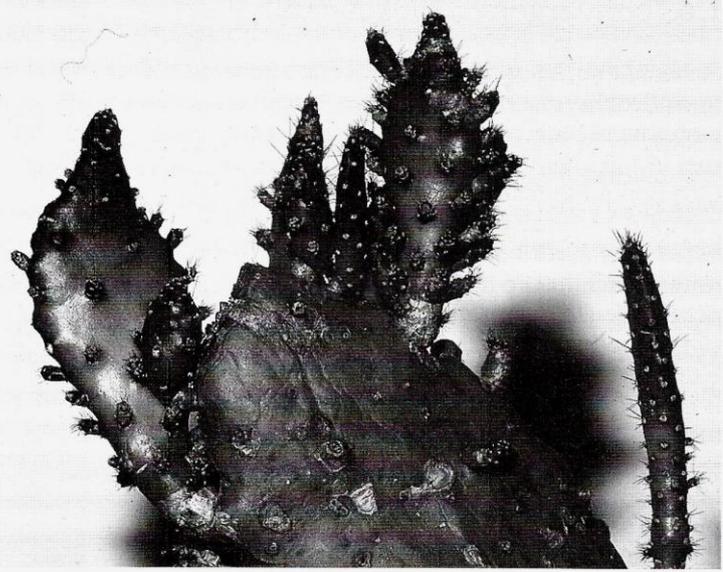
Qual è dunque il significato di tale somiglianze morfologiche tra piante tanto diverse?

Ribadiamo che le condizioni ambientali particolari (xericità), come negli esempi riportati, esprimono la comune esigenza di una spinta economia idrica che determina, nelle piante dello stesso ambiente, la riduzione fogliare, la differenziazione del paren-



chima acquifero, la deformazione del caule, ecc. Quindi, a causa delle stesse forze selettive che operano nell'ambiente, esse assumono simili configurazioni morfologiche.

I fiori, effimeri, si sottraggono invece all'influenza selettiva dell'ambiente e conservano fedelmente le loro caratteristiche; l'osservazione ed il confronto di essi (diversissimi tra di loro) e verificabile solo in brevi periodi dell'anno, rivela la profonda differenza esistente tra le piante paragonate a testimonianza non solo della diversità di specie ma della lontananza di parentela tra di esse. Così come si mantengono i caratteri biochimici e morfologici interni come dimostrano le presenze di latici (*Euphorbiaceae*, *Asclepiadaceae*, *Apocinaceae*) ed il classico granulo di amido "ad osso di morto" presente sia nelle *Euphorbiaceae* succulente che in quelle "normali".



In questa *Opuntia* (*Cactaceae*) il fusto (pale) è succulento e le foglie sono trasformate in spine (foto Carmine Visca).



Conophytum pearsonii (*Mesembryanthemaceae*). I *Conophytum* sono così chiamati per la loro quasi perfetta rassomiglianza ad un cono con la punta infitta nel terreno. La fessura visibile nella parte superiore, dalla quale spuntano i fiori, segna la divisione fra le due foglie, la cui strana forma consente alla pianta di vivere nei deserti del Sud Africa.

Le “convergenze inesplicabili”

Accenniamo, infine, alcuni esempi di “convergenze inesplicabili” che non riguardano le piante succulente ma alcune piante a portamento equisetiforme. In tali entità vegetali la somiglianza morfologica non è riferibile ad alcuna esigenza ecologica comune, in questi casi la somiglianza morfologica esteriore è tradita dall'anatomia fogliare e dai caratteri biochimici e fisiologici differenti.

Si tratta degli *Equisetum* (*Equisetaceae*), delle *Ephedra* (*Ephedraceae*) delle *Casuarine* (*Casuarinaceae*) e di *Polygonum equisetiforme* (*Polygonaceae*).

Il genere *Casuarina* è rappresentato da piante arboree australiane e indomalesi legate ai climi secchi, i cui rami, con foglie squamiformi e verticillate, ricordano i fusti degli Equiseti. Il frutto è una piccola samara contenente un seme ed è racchiuso da due bratteole legnose, molti frutti sono aggregati a formare un frutto multiplo, secco, legnoso, simile alla pigna d'una Gimnosperma.

Polygonum equisetiforme è una pianta legnosa con foglie effimere e quindi con l'aspetto di un *Equisetum*: vive sulle spiagge e negli incolti litoranei dell'Italia meridionale.

Le specie di *Ephedra* (*Ephedraceae*) sono cespugli o liane della zona mediterranea e delle regioni aride americane ed asiatiche. I loro fusti, verdi e fortemente ramificati, portano solo foglie squamiformi,

piccole, opposte o verticillate.

Gli Equiseti, detti anche “code di cavallo”, sono largamente diffusi su tutta la terra fatta eccezione per l'Australia. Preferiscono i luoghi umidi o palustri, alcune specie presentano fusti dimorfi: fusti primaverili fertili differenti dai fusti estivi sterili. Per la forte silicizzazione dell'epidermide degli Equiseti, i loro fusti vengono usati per levigare metalli, legni duri ed avorio. Alcune specie hanno trovato impiego in medicina e sono usati nella medicina popolare. La droga è costituita dai fusti sterili ramificati che compaiono nel periodo estivo; essa è usata come diuretico nelle infiammazioni della pelvi renali e nelle batteriurie, un tempo era usata come emostatico e nella cura della tubercolosi; oggi trova impiego come remineralizzante nella cura del rachitismo e dell'osteoporosi.

Bibliografia

- P.H. RAVEN, R.F. EVERT, S.E. EICHHORN (1981), *Biologia delle piante*, Zanichelli.
- G. ROWLEY (1978), *The Illustrated encyclopedia of Succulents*, Salamander.
- STRASBURGER (1982), *Trattato di Botanica*, Antonio Delfino Editore.
- S. TONZIG (1982), *Elementi di Botanica*, CEAM.