

N. BECHI (*), F. GARBARI (*), P. MICELI (**)

INDAGINI BIOSISTEMATICHE SULLA FLORA APUANA. VI CONTRIBUTO: RISULTATI CONSEGUITI E PROBLEMI APERTI (**)

Riassunto - Vengono riassunti i principali risultati ottenuti nel corso di numerose indagini biosistematiche svolte su taxa, endemici e subendemici della flora apuana, appartenenti ai generi: *Globularia* (Globulariaceae), *Salix* (Salicaceae), *Polygala* (Polygalaceae), *Athamanta*, *Astrantia*, *Carum* (Umbelliferae), *Bupthalmum*, *Leontodon*, *Santolina*, *Artemisia*, *Senecio*, *Centaurea* (Compositae), *Carex* (Cyperaceae), *Moltkia* (Boraginaceae), *Silene*, *Cerastium* (Caryophyllaceae), *Galium*, *Asperula* (Rubiaceae), *Festuca*, *Sesleria* (Gramineae), *Rhinanthus*, *Veronica* (Scrophulariaceae), *Rhamnus* (Rhamnaceae), *Thesium* (Santalaceae). Due nuovi conteggi cromosomici sono riportati per *Astrantia pauciflora* Bertol. ssp. *tenorei* (Mariotti) Bechi et Garbari ($2n = 21$) e per *Veronica aphylla* L. ssp. *aphylla* ($2n = 18$). Tali taxa sono stati classificati tenendo conto delle diverse modalità di formazione e dei rapporti filogenetici ed ecologici con i taxa corrispondenti. Il riconoscimento dei tipi di endemismo ha consentito di fare alcune considerazioni fitogeografiche sul territorio apuano.

Parole chiave - Alpi Apuane, Biosistematica, Endemismo.

Abstract - *Biosystematic investigations on the Apuan flora. VI contribution: some results and open questions.* The results of several biosystematic analyses carried out on endemic and subendemic taxa of the Apuan flora, are here resumed. They concern the following genera: *Globularia* (Globulariaceae), *Salix* (Salicaceae), *Polygala* (Polygalaceae), *Athamanta*, *Astrantia*, *Carum* (Umbelliferae), *Bupthalmum*, *Leontodon*, *Santolina*, *Artemisia*, *Senecio*, *Centaurea* (Compositae), *Carex* (Cyperaceae), *Moltkia* (Boraginaceae), *Silene*, *Cerastium* (Caryophyllaceae), *Galium*, *Asperula* (Rubiaceae), *Festuca*, *Sesleria* (Gramineae), *Rhinanthus*, *Veronica* (Scrophulariaceae), *Rhamnus* (Rhamnaceae), *Thesium* (Santalaceae). Two new chromosome counts are presented for *Astrantia pauciflora* Bertol. ssp. *tenorei* (Mariotti) Bechi et Garbari ($2n = 21$) and for *Veronica aphylla* L. ssp. *aphylla* ($2n = 18$). A classification of endemics on the basis of cytogenetic processes and phylogenetic relationships with the corresponding taxa, is given. Some phytogeographic considerations are also expressed.

Key words - Apuan Alps, Biosystematics, Endemics.

Gli aspetti biosistematici della flora delle Alpi Apuane – territorio di intensa diversificazione vegetale, ricco sia di entità endemiche di varia tipologia e genesi, sia di relitti arcto-terziari o di più recente accantonamento, correlati alle vicende del glacialismo qua-

ternario – sono fin dal 1969 oggetto di studio da parte di un gruppo di ricercatori del Dipartimento di Scienze Botaniche dell'Università di Pisa (Garbari, 1971; Corsi e Garbari, 1972; Garbari *et al.*, 1980; Giordani *et al.*, 1980; Miceli e Garbari, 1980; Del Prete e Miceli, 1981a, 1981b; Bechi e Garbari 1992, 1994, 1996; Bechi *et al.*, 1992, 1996; Barberis *et al.*, 1995; Bechi e Miceli, 1995; Miceli *et al.*, 1996). Anche altri autori nell'ambito di revisioni critiche di generi di Spermatofite quali, ad esempio, *Sesleria* (Ujhelyi, 1959), *Carex* (Dietrich, 1967), *Leontodon* (Pittoni, 1974), *Santolina* (Arrigoni, 1979), *Salix* (Büchler, 1985), *Globularia* (Millett, 1987), *Biscutella* (Raffaelli e Fiesoli, 1993), hanno evidenziato aspetti sistematici, fitogeografici e tassonomici legati alle peculiarità delle popolazioni apuane e alla loro storia evolutiva. Anche in campo briologico (Cortini *et al.*, 1991) e pteridologico (Gibby *et al.*, 1996) sono state segnalate novità di rilevante significato biogeografico e citogenetico.

Come è noto, la biosistematica indaga e descrive la diversità tra gruppi di organismi o tra individui di un gruppo ed analizza le cause che hanno determinato questa diversità, con le conseguenze che ne derivano. I dati, ottenuti con osservazioni morfologiche, anatomiche, cariologiche, istochimiche, ecologiche ecc., consentono di identificare unità sistematiche e circoscrivere eventuali unità tassonomiche in grado di rappresentare in modo non artificioso la realtà biologica e le connessioni storico-filetiche fra i gruppi (Garbari, 1988).

La nostra attenzione, finora, si è particolarmente incentrata su quel contingente – particolarmente elevato – di piante apuane coinvolte in fenomeni di endemizzazione, disgiunzione, vicarianza e relittualità; al proposito le Alpi Apuane possono realmente essere considerate un grande laboratorio fitogeografico e biosistematico (Garbari, 1978). È noto che la conoscenza dell'endemismo di determinate aree geografiche o degli endemiti nell'ambito di certi gruppi sistematici assume grande rilievo nell'interpretazione dei fenomeni speciativi determinatisi in certi ambiti territoriali (Garbari, 1990). Gli endemiti infatti esprimono concretamente il patrimonio genetico, l'epiontologia della flora, la capacità conservativa e quella innovativa di un territorio (Braun-Blanquet, 1923). La straordinaria ricchezza floristica del compenso-

(*) Dipartimento di Scienze Botaniche dell'Università di Pisa. Ricerca effettuata con fondi M.U.R.S.T.

(**) Precedenti contributi in Garbari (1971), Corsi e Garbari (1972), Bechi *et al.* (1992; 1996), Bechi e Garbari (1996).

rio apuano già all'attenzione degli studiosi del XVIII secolo (Ferrarini, 1992) – il numero di specie vegetali è pari a poco meno della metà delle specie note per l'intera flora italiana – nonché il cospicuo contingente di entità ad esso esclusive, di altre residuo di flore pregresse, di altre ancora con areale disgiunto, trova spiegazione sia nei fattori ambientali – posizione geografica della catena, caratteristiche geomorfologiche e climatiche – ai quali si attribuisce piuttosto una azione di controllo e selezione sul territorio, sia nei fattori storico-genetici – luogo e tempo di genesi, vicende di espansione e migrazione – che hanno determinato l'attuale distribuzione delle piante (Arrigoni, 1974).

Gli studi biosistematici hanno riaffermato o evidenziato la presenza, entro questa area, di popolazioni morfologicamente, geneticamente ed ecologicamente distinte.

L'aggiornamento di alcuni concetti biologici come quello di specie, inteso sia nella sua essenza tipologica che nella sua realtà biosistematica, e come quello di sottospecie e di varietà, ha posto la necessità di una revisione del livello gerarchico più appropriato al quale tali unità naturali dovrebbero essere riferite tassonomicamente: più concretamente si è ritenuto di utilizzare il rango sottospecifico, in gruppi amfimitici, cioè in gruppi di individui interfecundanti biparentali, al fine di riflettere l'esistenza di distinte unità morfologiche ed ecogeografiche entro le specie o nei complessi di popolazioni, considerati come unità di diversità (Bechi e Garbari, 1994). Sono stati proposti di conseguenza i necessari aggiornamenti nomenclaturali, collegati a ricerche sui *loci classici* e sui tipi (Garbari e Bechi, 1992; Bechi e Garbari, 1994). I dati corologici e soprattutto quelli biosistematici, fra i quali di grande rilievo quelli citosistematici, possono concorrere all'individuazione dei centri di origine e dei successivi processi speciativi relativi ai vari taxa, e quindi consentire la scelta tassonomica più opportuna, e una interpretazione degli endemiti su base biogeografica, che tenga conto della modalità di formazione e dei rapporti filogenetici ed ecologici con i taxa corrispondenti, in sintonia con le indicazioni di Favarger e Siljak-Yakovlev (1986). Questa nota intende dare indicazioni riassuntive su alcuni taxa investigati, a cominciare da quelli endemici, e propone le linee future di ricerca che si intende attivare.

PALEOENDEMITI

Rientrano in questa definizione i taxa endemici sistematicamente isolati, ovvero che non presentano attualmente taxa corrispondenti, con numero cromosomico generalmente basso (ad esclusione dei paleopoliploidi), espressione di un livello genomico relativamente antico se non originario.

Globularia incanescens Viv. (Globulariaceae) - Questa specie, presente oltre che sulle Alpi Apuane anche nel vicino Appennino settentrionale (dal Monte Orsaio al Corno alle Scale) e in Liguria a Portovenere,

diploide ($2n = 16$), spiccatamente termofila, si è probabilmente differenziata nel Pleistocene antico. Essa mostra un chiaro isolamento sistematico tanto da essere stata in passato assegnata ad un genere a parte, *Carradoria* DC. (1848), divenuto poi sezione del genere *Globularia*. *G. incanescens* ha fissato in omozigosi certi caratteri della corolla, in particolare il labbro superiore che è semplice e lineare, anziché bifido. È l'unica specie del genere *Globularia* a presentare il flavone quercetina (Millett, 1987). Microsporogenesi e sviluppo del gametofito femminile sono stati analizzati da Corsi e Garbari (1972) che hanno ipotizzato la presenza di gametofiti aposporici.

Salix crataegifolia Bertol. (Salicaceae) - Evidenze convincenti - habitus pendulo o arcuato-pendente degli amenti, piccole dimensioni dei granuli pollinici, primitività delle strutture vascolari della foglia, basso livello di ploidia ($2n = 38$), accantonamento nelle stazioni rupicole - fanno ritenere questo endemita apuano, sistematicamente isolato e dal carattere relitto, collegato a flore di climi più caldi ormai estinte alle nostre latitudini (Bechi *et al.*, 1996).

PATROENDEMITI

Rientrano in questa definizione i taxa endemici diploidi, primitivi, che mostrano innegabili rapporti con corrispondenti taxa poliploidi; anche taxa endemici con un grado evolutivo inferiore – ad esempio a livello di differenziazione cariotipica – a quello del taxon corrispondente, nel caso quest'ultimo abbia la stessa valenza cromosomica, sono da considerarsi in questa categoria.

Polygala carueliana (Bennet) Caruel (Polygalaceae) - Specie endemica delle Alpi Apuane, diploide ($2n=16$), è abbastanza diffusa dalla base delle vallate (150-200 m) alle vette, su calcare ma anche su terreni silicei, in luoghi luminosi quali erbosi diradati, pietraie, fessure delle rocce.

P. carueliana afferisce al gruppo *vulgaris-amara* sect. *Orthopolygala* subsect. XIV Chodat entro cui mostra le maggiori affinità morfologiche con *P. serpyllifolia* Hose da cui si differenzia per le foglie alterne, i racemi terminali e più lunghi, le ali più strette, più lunghe, falcate, acuminate, con nervature meno evidenti, il petalo inferiore molto meno suddiviso. Il numero cromosomico di *P. carueliana* – il più basso registrato entro il gruppo *vulgaris-amara* – permette di ipotizzare un'origine relativamente più antica e un eventuale ruolo patrogenetico della specie apuana nei confronti delle entità sistematicamente più vicine. La scelta tassonomica specifica sembra decisamente la più adatta ad esprimere l'individualità morfologica e cariologica delle popolazioni apuane, nonché la loro caratterizzazione eco-geografica (Bechi *et al.*, 1996).

Athamanta cortiana Ferrarini (Umbelliferae) - Specie preferenzialmente calcifila, è presente solo sulle vette maggiori della catena apuana ad altitudini su-

periori a 1700 m. Lo studio comparato di caratteri anatomici e morfologici dell'achenio (Pagni *et al.*, 1986), indica una stretta correlazione fra *A. cortiana* e le specie alpine *A. vestina* Kerner e *A. cretensis* L. ma, mentre le due specie alpine risultano tra loro strettamente affini, pur con alcuni aspetti differenziali, *A. cortiana* ha una posizione più isolata e più primitiva. Per le peculiarità morfologiche, la stenocoria, la limitata valenza ecologica, *A. cortiana* appare una specie di antica differenziazione, probabilmente preglaciale, attualmente allo stato relitto. Se la corrispondenza sistematica fra *A. cortiana*, *A. cretensis* e *A. vestina*, dovesse ricevere ulteriori conferme, la definizione di paleoendemismo, proposta da Ferrarini, diverrebbe inadeguata per la specie apuana, per la quale sarebbe più propria la definizione di patroendemita.

SCHIZOENDEMITI

Sono taxa endemici che si sono originati dalla lenta e progressiva differenziazione di un comune taxon progenitore in zone diverse dell'areale. Essi presentano sempre lo stesso numero cromosomico.

Astrantia pauciflora Bertol. ssp. *pauciflora* (Umbelliferae) - *A. pauciflora* è da considerarsi endemovariante di *A. minor* L. Entrambe mostrano $2n = 16$ diversamente dalle altre specie della sect. *Astrantiella* Cal. con $2n = 14$ (Bechi e Garbari, 1992). Ad *A. pauciflora* sono state riferite a livello infraspecifico - *A. pauciflora* var. *genuina* Grint. (Grintzesco, 1910) e *A. pauciflora* ssp. *tenorei* (Mariotti) Bechi et Garbari (Bechi e Garbari, 1994) - popolazioni centro-

appenniniche interpretate da Mariotti (1989) come una specie distinta: *A. tenorei*. L'analisi citologica di una popolazione del Gran Sasso (Sella di Monte Aquila, 2300 m, 7.8.1995, Bechi) ha rivelato il numero cromosomico triploide $2n = 21$ (Fig. 1). Questo dato, se confermato, potrebbe far rivedere la posizione gerarchica adottata e rendere plausibile la specificità delle popolazioni appenniniche. Sono in programma ulteriori accertamenti.

Buphthalmum salicifolium L. ssp. *flexile* (Bertol.) Garbari (Compositae) - In *B. salicifolium* è osservabile una variazione clinale di alcuni caratteri secondo un gradiente geografico che va dalle Alpi orientali alle Alpi Apuane (Bechi e Garbari, 1994) formalizzabile a livello tassonomico nel riconoscimento di due sottospecie endemovarianti: *B. salicifolium* L. ssp. *salicifolium* delle Alpi; *B. salicifolium* ssp. *flexile* delle Alpi Apuane, Appennino lucchese, pistoiese e alcune località delle Alpi occidentali. I caratteri distintivi della sottospecie *flexile* sono: fusti flessuosi, lunghi; foglie strettamente acuminate; cipsole del disco fornite di una resta laterale lunga 3-5 volte i dentelli della coronula. Le due sottospecie presentano ovviamente lo stesso livello genomico diploide ($2n = 22$).

Carex ferruginea Scop. ssp. *macrostachys* (Bertol.) Arcang. (Cyperaceae) - Entità endemica delle Alpi Apuane (segnalata anche in alcune stazioni dell'Appennino toscano-emiliano) afferisce al gruppo *ferruginea* sect. *Frigidae*. In base a indagini citosistematiche, anatomiche e morfologiche, *C. ferruginea* è stata suddivisa in tre sottospecie originatesi per un processo schizogenetico, aventi lo stesso apparente cariotipo e non nettamente separabili sul piano morfo-

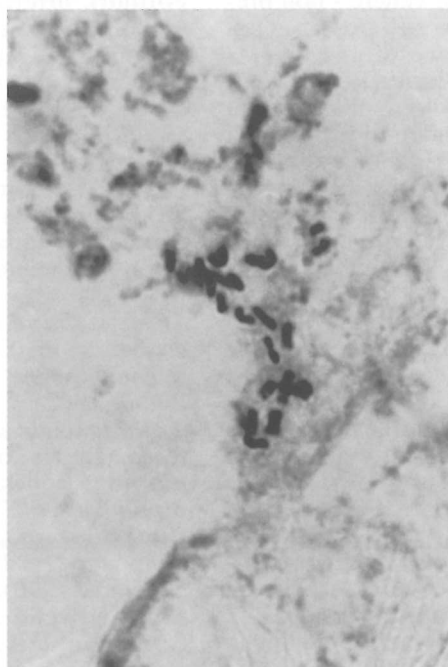


Fig. 1 - *Astrantia pauciflora* Bertol. ssp. *tenorei* (Mariotti) Bechi et Garbari, Gran Sasso, Sella di Monte Aquila, 2300 m, 7.8.1995, N. Bechi (H.B.F. BC 4748/1995): $2n = 21$ (x1500).



logico: ssp. *ferruginea* e ssp. *austroalpina* (Becherer) Dietrich, distribuite sulle Alpi; ssp. *macrostachys* distribuita sulle Alpi Apuane (Bechi *et al.*, 1996).

Carum appuanum (Viv.) Grande ssp. *appuanum* (Umbelliferae) - *C. appuanum* è specie a distribuzione disgiunta: Alpi Apuane, Appennino lucchese - Penisola Balcanica. Fra le popolazioni dei due subareali - in cui è stato finora rilevato identico numero cromosomico $2n = 22$ - è in atto una differenziazione. Le popolazioni apuane sono separabili da quelle orientali per le foglie basali con lobi generalmente più corti e le foglie cauline con lobi evidenti ed allungati, nonché per le maggiori dimensioni e numero delle vitte, dei setti e delle anastomosi degli acheni, e per la maggiore variabilità generale presente a livello delle strutture secretrici (Corsi e Pagni, 1991). Sulla tassonomia, la nomenclatura adottata e i rapporti delle popolazioni dei subareali, cfr. Bechi e Garbari (1994).

Leontodon anomalus Ball (Compositae) - Endemita apuano-appenninico settentrionale, appartiene al gruppo di *L. incanus* (L.) Schrank di cui fanno parte anche *L. tenuiflorus* (Gaudin) Rchb. (endemita delle Alpi orientali) e *L. intermedius* Huter, Porta et Rigo (endemita della costa tirrenica, al Circeo e al Pollino, e del Gargano). L'intero gruppo per l'intreccio di caratteri comuni, l'allopatria e stenocoria dei suoi componenti, il numero cromosomico diploide costante ($2n = 8$), sembra il risultato di una evoluzione divergente, realizzatasi attraverso processi schizogenetici, che ha condotto alla differenziazione di endemovarianti (Bechi *et al.*, 1996).

Moltkia suffruticosa (L.) Brand in Koch (Boraginaceae) - Specie a distribuzione disgiunta - Alpi Apuane e Appennino lucchese - Prealpi venete - non presenta fra i popolamenti dei subareali alcuna apparente differenziazione ad eccezione di una diversa morfometria dei cromosomi satellitati (Bechi *et al.*, 1992). In base ad evidenze cariologiche oltre che morfologiche, è da considerarsi endemovariante di *M. dörfleri* Wettst. (endemita dell'Albania) e di *M. petraea* (Tratt.) Griseb. (endemita dei rilievi costieri dalla Dalmazia alla Grecia). Per ulteriori informazioni sulle popolazioni venete, cfr. Lorenzoni *et al.* (1992).

Santolina leucantha Bertol. (Compositae) - Le santoline della Penisola italiana *S. leucantha*, *S. ligustica* Arrigoni, *S. etrusca* (Lacaita) Marchi et D'Amato, *S. neapolitana* Jordan et Fourr., tutte diploidi ($2n = 18$) costituiscono un complesso genetico di endemovarianti separato da quello delle santoline insulari poliploidi *S. corsica* Jordan et Fourr. e *S. insularis* (Genn. ex Fiori) Arrigoni di Corsica e Sardegna (Arrigoni, 1979). Infatti il cariotipo fondamentale è morfologicamente diverso per i due livelli di ploidia. Le santoline insulari non sarebbero derivate da quelle peninsulari, ma da un complesso genetico mediterraneo-occidentale a cui appartengono anche santoline franco-iberiche (Arrigoni, 1982). Un recente

studio morfologico ed istochimico (Pagni, 1995) ha messo in evidenza interessanti aspetti delle strutture secernenti (canali secretori e peli ghiandolari) e della composizione dell'oleoresina prodotta nella specie apuana.

Silene lanuginosa Bertol. (Caryophyllaceae) - Endemita strettamente apuana, appartiene ad un complesso genetico comprendente taxa diploidi ($2n = 24$), tra loro vicarianti, a distribuzione estremamente localizzata, strettamente rupicoli, legati l'uno all'altro da un intreccio di caratteri comuni. Si tratta probabilmente di relitti terziari di un gruppo un tempo più espanso (Bechi *et al.*, 1992).

Agli schizoendemiti è con molta probabilità da riferire anche una specie di recente descrizione, *Biscutella apuana* Raffaelli (Cruciferae), entità diploide ($2n = 18$) presente in Versilia e sulle Alpi Apuane, fra 200 e 1300 m. Essa appartiene a un gruppo di entità diploidi affini, ma geograficamente separate, distribuite sulla fascia collinare medio-montana del versante tirrenico, derivate probabilmente da un antico ceppo progenitore comune (Raffaelli e Fiesoli, 1993).

APOENDEMITI

Sono taxa endemici poliploidi derivati da un taxon diploide (o comunque con un grado inferiore di ploidia), oppure con un grado di differenziamento cariotipico più avanzato del taxon corrispondente, nel caso quest'ultimo abbia la stessa valenza cromosomica.

Galium palaeoitalicum Ehrend. (Rubiaceae) - Endemita apuano-appenninico dalla distribuzione disgiunta e relittuale (Alpi Apuane - Monti Picentini - Monte Pollino), afferisce al gruppo di *G. olympicum*-*G. pyrenaicum* (sect. *Orientigalium*), comprendente endemiti del piano montano ed alpino, accantonati sulle montagne mediterranee dal Tauro ai Pirenei, la cui dispersione è certamente legata alla paleogeografia terziaria. Il suo stato di dispoloide discendente ($2n = 20$ verificato sia su popolazioni apuane che calabre) rispetto agli altri membri del gruppo euploidi ($2n = 22$) modifica la precedente definizione di paleoendemita (Pignatti, 1982), in quella più appropriata di paleo-apoendemita (Bechi *et al.*, 1992).

Artemisia nitida Bertol. (Compositae) - Questa specie ha una distribuzione disgiunta in due subareali: le Alpi Apuane e le Alpi centro-orientali (Garbari e Bechi, 1992).

A. nitida tende a formare stirpi locali più o meno differenziate fra loro, fatto che è stato finora messo in relazione con la natura apomittica di pochi biotipi triploidi ($2n = 27$) alpici esaminati da Chiarugi (1926). Ulteriori studi cariologici condotti sia su popolazioni apuane (Bechi e Garbari, 1992) che alpine (Bechi *et al.*, 1996), hanno evidenziato l'esistenza di un comune livello esaploide ($2n = 54$). Questo dato concorda con i risultati di una recente indagine sulla morfologia e morfometria pollinica condotta su po-

popolazioni dei due subareali (Caramiello *et al.*, 1995), la quale ha dimostrato, sotto questo profilo, una sostanziale uniformità, oltre che una buona circoscrizione della specie all'interno della sect. *Absinthium*. Questi risultati sembrano confermare l'opinione di Gutermann (com. verb. in Pignatti, 1982) il quale, dopo aver studiato sperimentalmente popolazioni di varia provenienza, sostiene che l'ampia variabilità infraspecifica, non è basata su differenze ereditarie a cui riconoscere significato tassonomico. I citodemi triploidi e esaploidi del gruppo «Genipi» al quale *A. nitida* appartiene, sembrano essere di origine allopoloide. Le relazioni con le altre specie del complesso mostrano che *A. nitida* può essere considerata come un apodemita apuano-alpico. Recentemente (Corsi e Nencioni, 1995) sono stati evidenziati interessanti componenti chimici nelle strutture secernenti delle piante apuane, che potrebbero avere utilità dal punto di vista farmacologico.

Festuca apuanica Mgf.-Dbg. (Gramineae) - Endemita apuana di cui sono note finora solo poche stazioni, afferisce al gruppo di *F. ovina* L. (Markgraf-Dannenberg, 1982). L'elevato livello di ploidia $2n = 70$ (Bechi e Miceli, 1995), massimo fra quelli finora noti per questo gruppo, fa ritenere *F. apuanica* un apodemita di origine relativamente recente.

Vi sono alcuni micro-taxa endemici o subendemici apuani, il cui taxon corrispondente (la forma tipo) ha una vasta distribuzione; in questo caso l'identità di numero cromosomico non autorizza a ritenere che l'entità endemica abbia avuto genesi simultanea al taxon corrispondente (Favarger e Contandriopoulos, 1961). È più probabile che quest'ultimo abbia differenziato ai margini del proprio areale delle popolazioni più o meno consistenti dal punto di vista demografico, che si sono affermate per processi specigenici improvvisi quanto rapidi. Potrebbero rientrare in questo gruppo le quattro entità di seguito menzionate.

Asperula purpurea (L.) Ehrend. ssp. *apuanus* (Fiori) Bechi et Garbari (Rubiaceae) - Le popolazioni apuane di questa specie ad ampia distribuzione, morfologicamente uniforme e con livello di ploidia costante ($2n = 44$), si caratterizzano per essere densamente pelose, quasi irsute sul fusto e sulle foglie (Bechi e Garbari, 1994).

Rhinanthus mediterraneus (Sterneck) Adamović ssp. *apuanus* (Soldano) Bechi et Garbari (Scrophulariaceae) - I caratteri differenziali di questa sottospecie endemica delle Alpi Apuane e di alcune località dell'Appennino tosco-emiliano riguardano, rispetto alla forma tipo, la pigmentazione del fusto (assenza di strie nere) e della corolla (naso giallo concolore al resto della corolla anziché violaceo). Soldano (1982), che si è occupato dei *Rhinanthus* della regione apuana, ha individuato per la prima volta la peculiarità di queste popolazioni conferendo loro rango specifico (*R. apuanus*). La variazione nella pigmentazione del fusto, delle brattee, del calice e dei denti

della corolla è diffusa in molte specie di *Rhinanthus* e non ha ricevuto alcun riconoscimento tassonomico. In questo caso, essendo questo carattere fenotipico associato a una definita distribuzione geografica, è sembrato giustificato riconoscere a tale variazione un livello gerarchico proprio, di valore sottospecifico (Bechi e Garbari, 1994).

Veronica aphylla L. ssp. *longistyla* (Ball) Arcang. (Scrophulariaceae) - Sottospecie diploide ($2n = 18$) endemica delle Alpi Apuane, dove è piuttosto diffusa generalmente sopra i 1000 m in ambienti freschi ed esposti a nord, nelle fessure delle rocce, tra i sassi, talora in vallette erbose. Da ricercare nell'Appennino lucchese e pistoiese dove in passato è stata segnalata e mai più ritrovata. Si distingue dalla forma tipo per la capsula obcordata, anziché obovato-ellittica, profondamente smarginata, circa tanto lunga quanto larga e per lo stilo uguale o più lungo del frutto, anziché sempre più corto di esso (Bechi *et al.*, 1996). Uno studio sulla biologia riproduttiva, condotto sulla forma tipo e sulle popolazioni apuane, potrebbe spiegare le ragioni di tale differenziazione anche dal punto di vista funzionale. L'esame citologico di una popolazione centro-appenninica assegnabile a *V. aphylla* L. ssp. *aphylla* (Maiella, salendo al monte Focalone, 2400 m, 5.8.1995, Bechi), ha rivelato lo stesso numero cromosomico ($2n = 18$) della sottospecie apuana.

Senecio nemorensis L. var. *apuanus* (Tausch) Fiori (Compositae) - Pianta diploide ($2n = 40$) endemica delle Alpi Apuane e di alcune località del vicino Appennino, si diversifica dalla forma tipo per l'abbondante rivestimento di peli increspati, le foglie largamente ovate e grossolanamente dentate, l'infiorescenza villosa-ghiandola e per le diverse preferenze ecologiche: stazioni ombrose nei boschi di latifoglie nella fascia collinare e montana tra 100 - 1000 m. Benché una gerarchizzazione a livello sottospecifico sembri la più congrua - apparendo il rango specifico proposto da Giordani *et al.* (1980) una sopravvalutazione dei caratteri differenziali, e il rango varietale inadeguato a rappresentare l'individualità dei popolamenti apuani - la sua formalizzazione è sospesa in attesa di verifiche del materiale-tipo di Tausch (Bechi *et al.*, 1996).

ENDEMITI DI INCERTA CATEGORIZZAZIONE

Centaurea montis-borlae Soldano (Compositae) - Endemita apuana puntiforme (è presente solo nei versanti SE-SO del monte Borla). La sua elevata poliploidia [$2n = 84$ per Viegi e Cela Renzoni (1981), $2n = 88$ per Krahenbühl *in litt.*] non necessariamente sarebbe sintomo di una origine recente (Bechi *et al.*, 1996).

Cerastium apuanum Parl. (Caryophyllaceae) - Endemita apuana con qualche stazione nella vicina Pania di Corfino (isola calcarea nell'Appennino tosco-emiliano), diploide ($2n = 36$), calcifila (Bechi *et al.*,

1992), è da ritenersi specie distinta da *C. scaranii* Ten. e da *C. hirsutum* Ten., taxa poliploidi endemici dell'Italia meridionale, con cui è stata in passato sinonimizzata (Barberis *et al.*, 1995). È stata recentemente dimostrata la sua estraneità rispetto a *C. arvense* s.l. (Miceli *et al.*, 1996), da cui si differenzia per caratteri diacritici consistenti quali il portamento del peduncolo fruttifero, la forma della capsula, l'assenza di getti laterali. Sul complesso di queste entità sono in corso ulteriori approfondimenti.

Rhamnus glaucophylla Sommier (Rhamnaceae) - Endemita apuano con qualche stazione isolata in zone calcaree dell'Appennino lucchese (Pania di Corfino), all'indagine cariologica ha mostrato di possedere lo stesso numero cromosomico - $2n = 24$ - delle specie sistematicamente prossime *Rhamnus alpina* L. e *R. pumila* Turra (Bechi e Garbari, 1992) dalle quali si distingue per precise connotazioni morfologiche (portamento, assenza di indumento, rivestimento ceroso delle foglie adulte), ecologiche (calcifilia, xerofilia), distributive (stenocoria). Per quanto riguarda l'anatomia fogliare, di particolare significato sistematico in questo genere, *R. glaucophylla* possiede alcuni caratteri a comune con *R. alpina*, *R. pumila* e alcune specie orientali, come *R. fallax*, *R. sibthorpiana*, ecc., ma fra tutte queste specie sembra più simile a *R. alpina* (Bechi *et al.*, 1996).

Il cariotipo di *R. glaucophylla*, per il suo aspetto simmetrico e uniforme, potrebbe essere considerato primitivo (Bechi e Garbari, 1992); purtroppo non possediamo dati sulla morfologia e morfometria dei cromosomi di *R. alpina*, con cui sarebbe molto interessante un confronto.

Vent (1962) ritiene possibile che *R. glaucophylla* sia un rappresentante della flora terziaria sopravvissuto al glacialismo quaternario.

Thesium sommierii Hendrych (Santalaceae) - Specie endemica delle Alpi Apuane e del vicino Appennino tosco-emiliano, appartarrebbe, secondo Hendrych (1964), alla ser. *Micrantha* Bobrov, un ceppo primitivo tirrenico, la cui origine potrebbe risalire al Miocene inferiore, comprendente specie accantonate sulle montagne mediterranee. Per l'habitus più sviluppato, le foglie e i peduncoli fiorali più lunghi, le infiorescenze più lasse e allungate, *T. sommierii* è considerato da Hendrych una forma piuttosto vicina ai presunti tipi iniziatori del ceppo. Si è ritenuto utile approfondire la conoscenza degli aspetti vegetativi di questa specie. Si sono così condotte indagini anatomiche su fusto e foglia, che hanno messo in evidenza caratteri quali un accrescimento di tipo anomalo, lobato, dello xilema del fusto, abbondanza di cellule pietrose nel parenchima corticale, mesofillo di tipo compatto, ecc. che sembrano confermare la peculiarità dell'entità apuana (Bechi *et al.*, 1996).

Sesleria tuzsoni (Ujhelyi) Ujhelyi (Gramineae) - Fu raccolta un'unica volta sulla cima del monte Procinco nel 1893 da S. Sommier. Si tratta di individui da riferire a *S. autumnalis* (Scop.) Schulz, caratterizzati da dimensioni eccezionalmente grandi rispetto al

tipo. Nonostante ripetuti sopralluoghi effettuati dal 1969, e varie esperienze di coltivazione presso l'Orto Botanico pisano, esemplari con siffatte caratteristiche non sono più stati ritrovati né al monte Procinco né altrove nelle Alpi Apuane. In conclusione, si ritiene che *S. tuzsoni* sia da cancellare dalla lista degli endemiti apuani, ma che sia da ricordare come espressione della variabilità di *S. autumnalis* di cui rappresenta una variante (forse un mutante poliploide) locale che non si è potuta né diffondere né affermare (Bechi e Garbari, 1996).

CONCLUSIONI

Da questa sintetica rassegna dei taxa biogeograficamente più significativi della flora vascolare delle Alpi Apuane, delle valutazioni sistematiche e della loro interpretazione tassonomica, è emerso il ruolo che la ricerca biosistemica ha avuto nell'approfondimento qualitativo, oltre che quantitativo, della conoscenza della flora apuana.

I taxa endemici e subendemici apuani hanno diverso valore sistematico e tassonomico. Si va da rappresentanti di una sezione monotipica (*Globularia* sect. *Carradoria*) a semplici varietà. Anche i microtaxa sono da tenere in considerazione perché possono fornire utili indicazioni sui processi evolutivi e diversificativi delle popolazioni indagate.

I paleoendemiti s.s. e i patroendemiti costituiscono la componente conservativa, passiva dell'endemismo, che ha trovato nel territorio apuano una zona di rifugio. È difficile ricostruire l'epiontologia nel caso di paleoendemiti che per definizione non hanno taxa corrispondenti.

Le altre categorie di endemismi, forniscono informazioni sulle relazioni esterne della flora di una regione.

Lo studio dello schizoendemismo è particolarmente rivolto a ricostruire le passate relazioni fra territori contigui o frazionatisi nel corso del tempo, e talvolta permette di stimare approssimativamente in quale epoca. L'età di taxa derivati da processi schizogenetici, da un'evoluzione simultanea verificatasi in luoghi diversi di un'area un tempo continua, può essere desunta dal grado di differenziazione sistematica e di frammentazione corologica dei membri del gruppo. Gli schizoendemiti apuani e subapuani appartengono con i loro taxa corrispondenti agli elementi orofilo centro-sud-europeo e mediterraneo-montano. Questa distribuzione, come già sottolineava Contandriopoulos (1981) a proposito della flora endemica corsa, proverebbe l'esistenza nel Terziario di un sistema montuoso nord-mediterraneo, di collegamento fra quelli che successivamente si sarebbero identificati come i rilievi centro e sud-europei e quelli mediterraneo-orientali.

Oltre che delle modificazioni fisiografiche terziarie, la distribuzione di alcune di queste entità è anche il risultato delle vicissitudini climatiche quaternarie; è il caso di *Moltkia suffruticosa* la cui attuale distribuzione disgiunta su montagne rimaste ai margini della calotta glaciale alpica (Prealpi venete) e in cui il

glaciale ha avuto aspetti meno severi (Alpi Apuane) è ciò che resta di un areale pre-glaciale più vasto. Una stazione di *M. suffruticosa* probabilmente oggi scomparsa in Val D'Ossola (all'estremità occidentale della regione insubrica), testimoniata da una raccolta di Biroli ai primi del secolo scorso (TO), era un'altro frammento dell'areale pregresso, sopravvissuto al glaciale.

Le apodemiche sono piuttosto eterogenee per età e per i diversi meccanismi citogenetici alla base della loro differenziazione (poliploidia e disploidia discendente).

La componente antica, di probabile origine paleogenica, della flora endemica e subendemica apuana, conta oltre ai paleoendemiti (*Globularia incanescens* e *Salix crataegifolia*) e ai patroendemiti (*Polygala carueliana*, *Athamanta cortiana*) anche alcuni schizoendemiti (*Silene lanuginosa*, *Santolina leucantha*) e un apoendemita (*Galium palaeoitalicum*). Anche *Cerastium apuanum*, *Rhamnus glaucophylla*, *Thesium sommierii*, sono stirpi di antica differenziazione. Schizo- e apoendemiti costituiscono la componente attiva della flora endemica di un territorio e appartengono – nel caso delle Alpi Apuane – prevalentemente all'elemento montano-mediterraneo.

All'elemento orofilo centro e sud-europeo è da collegare la componente endemica di formazione relativamente più recente, meso-neogenica, costituita da due apoendemiti (*Artemisia nitida*, *Festuca apuanica*) e da alcuni schizoendemiti (ad esempio *Bupthalmum salicifolium* ssp. *flexile*, *Carex ferruginea* ssp. *macrostachys*, *Astrantia pauciflora* ssp. *pauciflora*); anche i microtaxa fanno parte dell'elemento orofilo centro e sud-europeo ad eccezione di *Rhinanthus mediterraneus* ssp. *apuanus* che appartiene all'elemento eurimediterraneo settentrionale.

La ricerca delle componenti storico-genetiche di una flora, in mancanza o carenza di dati diretti, paleobotanici e paleogeografici, può essere compiuta sulla base della flora endemica, delle vicarianze, delle disgiunzioni, delle cause di discontinuità degli areali, oltre che sulla base dei coefficienti di comunità con i territori vicini, della ricostruzione dei centri di origine e delle migrazioni delle varie componenti della flora (Arrigoni, 1983). Già Ferrarini (1971) aveva individuato, all'origine della flora apuana, basandosi proprio sulle entità endemiche, disgiunte e relitte, tre correnti migratorie: una proveniente dall'Asia minore e dalla Grecia; una da Occidente; una dalle Alpi. Da allora nuove specie endemiche sono state descritte, e di quelle già note, svariate hanno subito una revisione che ne ha modificato l'interpretazione biogeografica.

Un ulteriore approfondimento è previsto nel prossimo futuro attraverso un progetto di studio palinologico degli endemiti, dei subendemiti, dei relitti e delle forme disgiunte della flora apuana, che sarà frutto della collaborazione di ricercatori dell'Università di Pisa e di Firenze. Le osservazioni si estenderanno, per quanto possibile, anche alle popolazioni alpine, appenniniche o di altra provenienza geografica, che siano sistematicamente correlabili a quelle apuane. Questa ricerca, oltre a fornire nuovi elementi alla sistematica della

flora apuana, porterà un contributo alla actuopalinologia italiana, che è oggi una linea di ricerca molto attiva, presso varie Istituzioni scientifiche.

BIBLIOGRAFIA

- ARRIGONI P.V. (1974). Le categorie corologiche in botanica. *Lav. Soc. Ital. Biogeogr.*, 4: 101-110.
- ARRIGONI P.V. (1979). Le genre «*Santolina*» L. en Italie. *Webbia*, 34 (1): 257-264.
- ARRIGONI P.V. (1982). Le piante endemiche della Sardegna: 98-105. *Boll. Soc. Sarda Sci. Nat.*, 21: 333-372.
- ARRIGONI P.V. (1983). Aspetti corologici della flora sarda. *Lav. Soc. Ital. Biogeogr.*, n.s., 8: 81-109.
- BARBERIS G., BECHI N., MICELI P. (1995). Indagini biosistematiche e tassonomiche sul gruppo di *Cerastium scaranii* sensu Buschmann (Caryophyllaceae): problematiche relative. *Boll. Soc. Sarda Sci. Nat.*, 30: 517-529.
- BECHI N., CORSI G., GARBARI F. (1996). Indagini biosistematiche sulla flora apuana. IV Contributo. *Webbia*, 51(1): 31-57.
- BECHI N., GARBARI F. (1992). Mediterranean chromosome number reports - 2. Reports 121-124. *Fl. Medit.*, 2: 275-278.
- BECHI N., GARBARI F. (1994). Intraspecific variation and taxonomic aspects of some plants from the Apuan Alps (Tuscany, Italy). *Fl. Medit.*, 4: 213-225.
- BECHI N., GARBARI F. (1996). *Sesleria tuzsoni* (Ujhelyi) Ujhelyi (Gramineae) entità non più ritrovata della flora apuana. *Inform. Bot. Ital.*, 28(1): 91-94.
- BECHI N., MICELI P. (1995). Numeri cromosomici per la flora italiana: 1341-1345. *Inform. Bot. Ital.*, 27 (1): 21-25.
- BECHI N., MICELI P., GARBARI F. (1992). Indagini biosistematiche sulla flora apuana. III Contributo. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B.*, 98: 171-237.
- BRAUN-BLANQUET J. (1923). L'origine et le développement des flores dans le Massif Central de France. Paris, Zürich.
- BÜCHLER W. (1985). Neue Chromosomenzählungen in der Gattung *Salix*. *Bot. Helv.*, 95 (2): 165-175.
- CARAMIELLO R., GARBARI F., FOSSA V., SCACCIATI L. (1995). Flora palinologica italiana, sezione aeropalinologica - S 249 *Artemisia nitida* Bertol. (Compositae). *Allionia*, 33: 303-312.
- CHIARUGI A. (1926). Aposporia e apogamia in «*Artemisia nitida*» Bertol. *N. Giorn. Bot. Ital.*, n.s., 33: 501-626.
- CONTANDRIOPOULOS J. (1981). Endemisme et origine de la flore de la Corse: Mise au point des connaissances actuelles. *Boll. Soc. Sarda Sci. Nat.*, 20: 187-230.
- CORSI G., GARBARI F. (1972). Aspetti citotassonomici ed embriologici del contingente endemico apuano. II. *Globularia incanescens* Viv. *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Mem., ser. B.*, 78: 46-54 (1971).
- CORSI G., NENCIONI S. (1995). Secretory structures in *Artemisia nitida* Bertol. (Asteraceae). *Israel J. Pl. Sciences* 43: 359-365.
- CORSI G., PAGNI A.M. (1991). Secretory structures and systematic problems on Apiaceae. *Bot. Chron.*, 10: 707-711.
- CORTINI PEDROTTI C., SCHUMACKER R., ALEFFI M., FERRARINI E. (1991). Elenco critico delle briofite delle Alpi Apuane (Toscana, Italia). *Bull. Soc. Royal Liège*, 60 (4-5): 149-361.
- DEL PRETE C., MICELI P. (1981a). Sul rango tassonomico di *Orchis provincialis* Balbis ed *Orchis pauciflora* Ten. *Giorn. Bot. Ital.*, 115 (2-3): 159.
- DEL PRETE C., MICELI P. (1981b). *Orchis colemanii* Cortesi, entità ibridogena tra *Orchis mascula* L. e *Orchis pauciflora* Ten. *Giorn. Bot. Ital.*, 115 (6): 396-397.
- DIETRICH W. (1967). Die Zytotaxonomie der *Carex* Sektion *Frigidae* in Europa. *Feddes Repert.*, 75 (1-2): 1-42.
- FAVARGER C., CONTANDRIOPOULOS J. (1961). Essai sur l'endémisme. *Ber. Schweiz Bot. Ges.*, 71: 383-408.
- FAVARGER C., SILJAK-YAKOVLEV S. (1986). A propos de la classification des taxons endémiques basée sur la cytotoxicologie et la cytogénétique. Société Botanique de France. Groupement Scientifique. Isard. Colloque International de Botanique Pyrénéenne. La Cabanasse (Pyrénées-Orientales), 3-5 Juillet 1986.

- FERRARINI E. (1971). Considerazioni sull'origine della flora e sulla oscillazione dei piani di vegetazione delle Alpi Apuane. *Lav. Soc. Ital. Biogeogr.*, n.s., 1: 68-87 (1970).
- FERRARINI E. (1992). Considerazioni sulle ricerche floristiche nelle Alpi Apuane. *Mem. Accad. Lunig. Sc. «Giovanni Capellini»*, 60-61 (2): 527-616 (1990-1991).
- GARBARI F. (1971). Aspetti citotassonomici del contingente endemico apuano. I. *Lav. Soc. Ital. Biogeogr.*, n.s., 1: 192-201 (1970).
- GARBARI F. (1978). Un monumento naturale nelle Alpi di Stazze-ma: il monte Procinto e la sua flora. *Riv. Arch. St. Econ. e Costume*, 4 (4): 3-10. Lucca.
- GARBARI F. (1988). Specie biologica e gruppi sistematici vegetali: variazioni sul tema. Pp. 105-125 in: Ghiara G., Luporini P., Mancino G., Nobili R. (eds.), *Il problema biologico della specie*. Modena.
- GARBARI F. (1990). L'endemismo vegetale: genesi, tipi e significato biogeografico. *Studi trent. Sci. nat., Acta biol.*, 66: 113-120.
- GARBARI F., BECHI N. (1992). Tipificazione di specie apuane di Antonio Bertoloni. *Mem. Accad. Lunig. Sc. «Giovanni Capellini»*, 60-61 (1): 161-176.
- GARBARI F., MICELI P., MONTI G. (1980). Numeri cromosomici per la flora italiana: 676-682. *Inform. Bot. Ital.*, 12 (2): 107-111.
- GIBBY M., JESSEN S., MARCHETTI D. (1996). New *Dryopteris* hybrids from Italy. *Mem. Accad. Lunig. Sc. «Giovanni Capellini»*, 66: 91-97.
- GIORDANI A., MICELI P., MONTI G. (1980). Numeri cromosomici per la flora italiana: 787-793. *Inform. Bot. Ital.*, 12 (3): 327-333.
- GRANT W. (1971). *Plant speciation*. Columbia University Press, New York.
- GRINTZESCO J. (1910). Monographie du genre *Astrantia*. *Ann. Conserv. Jard. Bot. Genève*, 14: 66-194.
- HENDRYCH R. (1964). A new *Thesium* species from Italy. *Preslia (Praha)*, 36: 114-122.
- LORENZONI G.G., CHIESURA LORENZONI F., GRASSI C., GOBBO O. (1992). *Moltkia suffruticosa* (L.) Brand nelle stazioni venete. *Mem. Accad. Lunig. Sc. «Giovanni Capellini»*, 60-61 (2): 355-385.
- MARIOTTI M. (1989). Notes on some Italian species of *Astrantia* L. (Umbelliferae). *Webbia*, 43: 1-17.
- MARKGRAF-DANNENBERG I. (1982). *Festuca* L. in: PIGNATTI S., *Flora d'Italia* 3: 478-501. Bologna.
- MICELI P., BECHI N., BARBERIS G. (1996). Biosystematic investigation on perennial *Cerastium* (Caryophyllaceae) populations from Tuscany (N-W Italy). *Lagascalia*, 18(2): 693-702.
- MICELI P., GARBARI F. (1980). Il genere *Allium* L. in Italia. X. *Allium ericetorum* Thore ed *Allium saxatile* M. Bieb. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B*, 87: 51-69.
- MILLETTI N. (1987). Revisione sistematica del genere *Globularia* L. (Globulariaceae) in Italia. Tesi di Dottorato di Ricerca in Sistematica ed Ecologia vegetale (Biosistematica) 1° ciclo. A.A. 1983-1986. Università degli studi di Firenze (ined.).
- PAGNI A.M. (1995). Secretory structures in the capitula of *Santolina leucantha* Bertol. (Asteraceae). Morphology and histochemistry. *Ann. Bot. (Roma)*, 53: 239-249.
- PAGNI A.M., CORSI G., CAPPELLETTI E. (1986). Fruit morpho-anatomical aspects and secretory structures in three related *Athamanta* species (Umbelliferae). *Bot. Jahrb. Syst.*, 106 (2): 211-220.
- PIGNATTI S. (1982). *Flora d'Italia*, Bologna.
- PITTONI H. (1974). Behaarung und Chromosomenzahlen Sternhaarigen *Leontodon* - Sippen. *Phyton (Horn)*, 16 (1-4): 165-188.
- RAFFAELLI M., FIESOLI P. (1993). *Biscutella* L. ser. *Laevigatae* Malin. (Cruciferae) in Toscana. Indagini morfobiometriche e tassonomiche. *Webbia*, 47 (1): 55-78.
- SOLDANO A. (1982). Una nuova specie di *Rhinanthus* (Scrophulariaceae) sulle Alpi Apuane e sull'Appennino toscano. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B*, 89: 275-286.
- UJHELYI J. (1959). Révision des espèces du genre *Sesleria* en Italie. *Webbia*, 14 (2): 597-614.
- VENT W. (1962). - Monographie der Gattung *Oreoherzogia* W. Vent gen. nov. *Feddes Repert.*, 65: 3-132.
- VIEGI L., CELA RENZONI G. (1981). Numeri cromosomici per la flora italiana: 831-835. *Inform. Bot. Ital.*, 13: 168-171.
- WAGNER W.H. (1984). Comparison of taxonomic methods in biosystematics. Pp. 643-655 in: Grant W.F. (ed.), *Plant Biosystematics*. Toronto.

(ms. pres. il 9 giugno 1996; ult. bozze il 18 ottobre 1997)