

## **I cromosomi degli uccelli. Citotassonomia ed evoluzione cariotipica**

**Ernesto Capanna, Maria Vittoria Civitelli ed Elena Martinico**  
**Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo, Università di Roma**  
**"La Sapienza", Via Borelli 50, 00161 Roma**

**Sommario** - Sulla base dei dati cariologici di 484 specie di uccelli appartenenti a 23 ordini di Neognati e 5 di Paleognati, sono stati discussi i rapporti tassonomici tra ed entro gli ordini. Un cariotipo nettamente asimmetrico, con micro- e macro- cromosomi, è condiviso da moltissime specie appartenenti anche ad ordini sistematicamente molto differenziati: tale tipo cariologico è stato interpretato come "ancestrale". All'interno di alcuni ordini, quali Charadriiformes, Ciconiiformes, Falconiformes e Strigiformes, è presente una consistente variabilità cariotipica, rilevabile anche all'interno delle famiglie e delle sotto-famiglie. Anche casi di variabilità intraspecifica sono stati descritti soprattutto in Passeriformes. Questa variabilità cariotipica indica che il processo di speciazione fondato sulla fissazione di varianti cariotipiche (evoluzione cariotipica) sia stato utilizzato come strategia evolutiva anche dagli uccelli.

**Key words:** Birds , Chromosomes, Cytotaxonomy, Evolution.

### **1. Vecchia e nuova cariologia**

Gli studi di citotassonomia degli uccelli hanno avuto negli ultimi anni un grande sviluppo. Nel 1949 Matthey disponeva infatti dei dati cariologici di sole 33 specie di uccelli, e tra queste solo i Galliformes erano rappresentati da un congruo numero di specie, i restanti ordini di uccelli o erano totalmente inesplorati dal punto di vista cariologico o offrivano il dato di una sola o di pochissime specie. Tale situazione non consentiva, ovviamente, di fare considerazioni tassonomiche e/o evolutivistiche di qualche interesse.

Il grande sviluppo degli studi citotassonomici degli anni sessanta, condizionato dalla introduzione di nuove tecniche citologiche, coinvolse solo marginalmente gli uccelli. Ciò fu dovuto da un canto alla obiettiva difficoltà del materiale, con cromosomi numerosi e con una frazione di microcromosomi, ma anche al presupposto teorico di una fissità e conservatività del cariotipo degli uccelli ( Ohno et al. 1964) che lasciava intendere uno scarso interesse per lo studio cariologico di questa classe dal punto di vista evolutivistico.

Così dopo una decade di studi cariologici, che per altre classi di Vertebrati, quali i mammiferi, vide portentosamente moltiplicarsi i dati citotassonomici, il numero di specie di uccelli per i quali fu reso noto il cariotipo era appena poco più del doppio rispetto alle 33 specie di Matthey (1949); la revisione di Ray-Chaudhuri (1973) riporta infatti il cariotipo di sole 85 specie, e 91 quella di Bloom (1969) .

I successivi dieci anni di ricerca cariológica hanno visto, invece una netta inversione della tendenza. L'introduzione delle tecniche "incruente" di analisi cromosomica, quali quelle che utilizzano colture di cellule della polpa della penna (Sandnes 1954, Krishan 1962, Sasaki et al. 1968) e quelle di coltura di cellule del sangue (Takagi et al. 1972), resero possibile lo studio citogenetico di uccelli rari, di grandi dimensioni esibiti negli zoo, senza che si fosse costretti al sacrificio dell'animale. D'altra parte queste tecniche assicurano figure mitotiche numerose e di ottima qualità che permettono una precisa analisi della omologia tra elementi del cariotipo di specie diverse.

Ma è stato soprattutto il crollo della pretesa monotonia cariotipica degli uccelli, a motivare una importante ripresa dei lavori sulla citogenetica di questa classe. Una bibliografia aggiornata al 1983 presentata da De Boer (1984) riporta i titoli di oltre 220 contributi che, dal 1902 al 1983, hanno reso noto il numero cromosomico di svariate specie e noi, nel presente lavoro, che tiene conto soprattutto delle più recenti pubblicazioni, dalla rassegna di Matthey del 1950 al 1986, siamo in grado di riportare i dati del cariotipo di ben 484 specie, delle quali 163 di Passeriformes. Il dato cariológico è dunque oggi quindici volte quello riportato nell'opera di Matthey (1949).

Ma ciò che più conta è che rispetto a quel periodo il campionamento si è esteso a tutti gli ordini di uccelli, eccetto i Trogoniformes e molti per numerosissime specie. Tra questi ordini fanno spicco i Ciconiiformes, i Falconiformes, gli Anseriformes, i Galliformes e, ovviamente, i Passeriformes dei quali sono oggi conosciuti i cariotipi di quasi 200 specie di numerose famiglie.

Conviene, tuttavia, mitigare subito questa trionfalistica affermazione. Il campione di uccelli descritti per quanto riguarda il cariotipo è ancora estremamente esiguo: nella tabella I sono valutati in valori assoluti, ed in percentuale riferito alle specie e alle famiglie note, i numeri delle specie per le quali è conosciuta la cariológica.

Indubbiamente la netta asimmetria del cariotipo, con micro e macrocromosomi resta ancora la più seria difficoltà per un proficuo lavoro citotassonomico; non sempre, infatti, è possibile determinare con precisione, anche in metafasi di ottima qualità, il numero diploide, nè il limite esatto tra le due classi di cromosomi. La classificazione proposta a questo riguardo da Takagi e Sasaki (1974), per la quale vengono considerati microcromosomi quelli di dimensioni inferiori a 1 micron, soffre della difficoltà di ottenere misure assolute dei cromosomi. A differenti stadi di spiralizzazione, o contrazione, lo stesso elemento può offrire infatti misure diverse ed essere quindi classificato ora nell'una ora nell'altra categoria di cromosomi.

Va però detto, a sottolineare nuovamente la grande variabilità cariotipica osservabile all'interno degli Uccelli, che in talune specie di Strigiformes (Renzoni e Vegni Talluri 1966) e Falconiformes (De Boer 1976) il cariotipo è formato solamente o in prevalenza da macrocromosomi.

## 2. I Microcromosomi

La presenza di microcromosomi nel complemento cromosomico non è caratteristica esclusiva della classe degli uccelli: questo fenomeno infatti si osserva anche in taluni rettili Squamati, negli Olocefali ed in Attinopterigi primitivi (Chondrostei ed Holosteii), ma solamente negli uccelli tale situazione diviene "generale", condivisa dalla quasi totalità delle specie. Per quanto sia difficile, in certi casi, un loro computo numerico preciso, si deve ritenere che il set dei microcromosomi sia da ritenersi

TABELLA I. Consistenza del campione cariologico rispetto al numero totale degli uccelli viventi. \* secondo Storer (1971).

ORDINI	Taxa presenti *		Taxa studiati	
	Famiglie	specie	Famiglie	specie (%)
Struzioniformes	1	1	1	1 (100%)
Reiformes	1	2	1	2 (100%)
Casuariformes	2	5	2	2 (40%)
Apterigiformes	1	3	1	1 (33%)
Tinamiformes	1	42	1	2 (2.5%)
Sfenisciformes	1	17	1	1 (6%)
Gaviiformes	1	4	1	1 (25%)
Podicipediformes	1	18	1	3 (17%)
Procellariiformes	4	95	1	1 (1%)
Pelecaniformes	6	57	2	6 (10%)
Anseriformes	2	150	2	39 (26%)
Fenicoteriformes	1	6	1	3 (50%)
Ciconiiformes	5	17	4	24 (20%)
Falconiformes	5	287	4	52 (18%)
Galliformes	5	275	4	31 (11%)
Gruiformes	12	205	4	22 (11%)
Caradriiformes	17	330	9	27 (8%)
Columbiformes	1	306	1	28 (9%)
Psittaciformes	1	339	1	21 (6%)
Cuculiformes	2	150	2	3 (2%)
Strigiformes	2	145	2	25 (17%)
Caprimulgiformes	5	95	2	2 (2%)
Apodiformes	3	411	1	1 (0.2%)
Coliiformes	1	6	1	1 (17%)
Trogoniformes	1	34	0	0 --
Coraciformes	10	195	4	9 (4.5%)
Piciformes	6	393	3	13 (3%)
Passeriformes	58	5048	28	163 (3%)
TOTALE	155	8718	84	484 (5.55%)

costante, stabile e geneticamente essenziale (Shields 1983b) così da escludere l'interpretazione di essi come B cromosomi. Sia le specifiche colorazioni per l'eterocromatina costitutiva (Raman et al 1978, Bhunya e Sultana 1982, Bhunya e Mohanty 1985), sia il loro processo di sintesi nella fase S del ciclo cellulare, escluderebbero una natura eterocromatica dei microcromosomi che infatti precedono generalmente i macrocromosomi nella sintesi del DNA (Schmid 1962, Donnelly e Newcomer 1963, Bianchi e Molina 1967). Tuttavia è stata descritta anche una loro sintesi tardiva, come avviene per esempio in *Columba* (Galton e Bredbury 1966) così come una cospicua variabilità del loro ciclo di sintesi tra specie diverse, anche sistematicamente correlate, come fu osservato da Takagi (1972) in varie specie di Passeriformes. Il problema è dunque molto complesso e, tutto sommato, irrisolto. Non si può infatti essere troppo categorici nell' escludere che almeno parte dei

microcromosomi possa essere eterocromatico e che qualche elemento di tale categoria cromosomica possa, di conseguenza, essere definibile come tipo B.

Se, d'un lato, la stabilità della componente microcromosomica all'interno del complemento di una determinata specie si può accettare senza troppe riserve, non di meno sembra verosimile che, nel corso dell'evoluzione cariotipica nell'ambito della classe, tale frazione vada facilmente incontro a perdite di elementi. A riprova di tale affermazione basti considerare i due uccelli con numero massimo e minimo di cromosomi: il Caradriiforme *Burhinus oedicephalus*, che ha  $2n=40$ , possiede soli 16 microcromosomi ed le restanti 12 coppie di macrocromosomi hanno una morfologia generale e un disegno di bande simile a quello di moltissime altre specie di uccelli. Al contrario l'Upupa (*Upupa epops*) cui compete il record del maggior numero diploide,  $2n=126$ , ha 120 microcromosomi e tre sole coppie di macrocromosomi.

Tra tali estremi si collocano le situazioni intermedie che, generalmente, vedono direttamente correlati il numero diploide e numero di microcromosomi e, viceversa, inversamente correlati il numero diploide ed il numero dei macrocromosomi, come si osserva in molti Accipitridi e in tutti i Falconidi. Si deve anche sottolineare, però, che oltre il 70% delle specie di uccelli per cui è noto il cariotipo mantiene uno stock di 60 microcromosomi che si sono conservati, verosimilmente immutati, attraverso svariati milioni di anni di evoluzione. Ciò significa che tale struttura asimmetrica del genoma deve avere un qualche significato adattativo se la selezione naturale l'ha così gelosamente protetta in una così elevata percentuale di casi. L'inefficienza di un dispositivo mitotico che prevede un elevato numero di centromeri, e di fibre del fuso, fu già posta in risalto da Shoffner (1974) e si deve dunque ritenere che tale "sfavorevole" situazione debba essere controbilanciata da un vantaggio selettivo che ne colmi e ne sopravanzi il deficit. A titolo di ipotesi si potrebbe proporre l'idea che una frammentazione in minutissimi gruppi di linkage possa aumentare notevolmente la frequenza di ricombinazione e, con essa, la variabilità intrapopolazionale.

### 3. Le tecniche di bandeggio

L'indagine cariologica moderna dispone oggi di tecniche di colorazione differenziale, note come tecniche di bandeggio, che ci mettono in condizione di indagare la costituzione stessa dei cromosomi (Bostock e Summer 1978) e, attraverso la registrazione della loro variabilità tra taxa, desumere precisi meccanismi cromosomici coinvolti nei processi evolutivi (Capanna 1986).

Queste tecniche introdotte sul finire degli anni sessanta (Casperson et al. 1968) hanno avuto un rapido successo all'inizio dei settanta con una vistosa proliferazione di metodi sempre più precisi e, ciò che più conta, sempre più selettivi. Quelle maggiormente utilizzate sono le tecniche di bande G (Seabright 1971), che pone in evidenza un disegno trasversale caratteristico in elementi omologhi anche in specie, generi e talora persino famiglie differenti e le bande C che pongono in evidenza la collocazione, nella struttura cromosomica delle aree di eterocromatina costitutiva (Arrighi e Hsu 1971, Sumner 1972, Bickham 1979).

L'applicazione delle tecniche di colorazione differenziale (bandeggio) ai cromosomi degli uccelli, soprattutto in metafasi somatiche ottenute da cellule in coltura, ha indubbiamente favorito la ripresa degli studi citotassonomici in questa classe (Shield 1983a); infatti la frazione di macrocromosomi offre disegni di bande G estremamente precisi che consentono di stabilire omologie tra elementi di cariotipi appartenenti a specie diverse, in certi casi anche sistematicamente distanti.

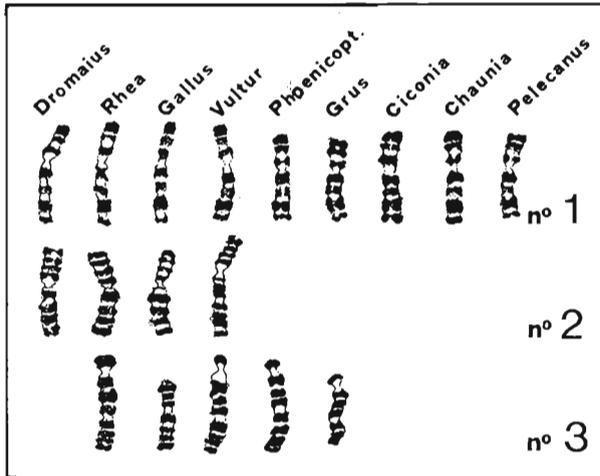


FIGURA 1. Confronto del disegno delle bande G nelle prime tre coppie di macro-cromosomi in 9 uccelli, 2 Paleognati e 7 Neognati, appartenenti ad altrettanti ordini: Emù, Nandù, pollo domestico, Condor delle Ande, Fenicottero, Gru antigone, Cicogna, Kaimiki e Pellicano. I disegni che mostrano una chiara omologia del disegno delle bande G sono tratti da una tavola di fotografie riportata nel lavoro di Takagi e Sasaki (1974).

Takagi e Sasaki (1974) hanno così potuto dimostrare che il disegno delle bande G che caratterizza il più grande cromosoma submetacentrico del cariotipo di due Paleognati (*Dromaius novaehollandie* e *Rhea americana*) e di numerosi Neognati tra i quali *Pelecanus onocrotalus*, *Ciconia ciconia*, *Chauna chavaria*, *Phoenicopterus ruber* ed altri (Fig. 1), è assolutamente identico. Se questa omosequenzialità di bande G dovesse corrispondere ad una reale omologia strutturale del primo cromosoma, si dovrebbe allora concludere che tale elemento cariotipico potrebbe appartenere ad un cariotipo ancestrale posseduto da archetipi aviari precedenti la separazione filetica di Neognati da Paleognati. Un cromosoma dunque che avrebbe potuto figurare nel cariotipo dell'*Archaeopteryx*! Sono dunque queste un pò paradossali conclusioni, desumibili dal confronto del cariotipo bandeggiato, che hanno rilanciato lo studio carilogico degli uccelli.

Tuttavia, muovendo in un terreno meno ipotetico e più reale, l'analisi delle bande G ha consentito l'identificazione di processi di riordinamento cromosomico responsabili del cambiamento della morfologia del cariotipo tra taxa correlati sistematicamente. Era facilmente prevedibile che da un estendersi del campionamento carilogico a numerose specie all'interno di ciascun ordine e ad ordini diversi della classe, e dalla dettagliata informazione sull'organizzazione cromosomica resa possibile dalle tecniche di bandeggio cromosomico, emergesse anche una consistente diversità cariotipica tra ordini e all'interno di essi; ciò che ha però riservato una gradita sorpresa è stata la presenza di una certa variabilità cariotipica addirittura in ambiti tassonomici minori, generi e famiglie, così da configurare interessanti alcune famiglie di Neognati per uno studio filogenetico basato sul confronto cariotipico.

TABELLA II. Variabilità cromosomica intraspecifica in Uccelli.

Ordine Specie	Cromosomi coinvolti	Tipo di riordin.	Riferimento bibliografico
FALCONIFORMES <i>Accipiter gentilis</i>	no. 1	dimorf.cen	De Boer 1976
CHARADRIIFORMES <i>Vanellus vanellus</i>	no. 1	dimorf.cen.	Hammar 1970
COLUMBIFORMES <i>Treron phoenicoptera</i>	no. 1 e 2	dimorf.cen.	Ansari e Kaul 1979a
PICIFORMES <i>Megalaïma zeylanica</i>	no.1 e micr	traslocaz.	Kaul e Ansari 1981
STRIGIFORMES <i>Asio otus</i>	no. 6	inv. peric	Sasaki et al 1983
PASSERIFORMES <i>Junco hyemalis</i>	no. 2 & 5	inv. peric	Shields 1973
<i>Junco caniceps</i>	no. 2 & 5	inv. peric.	Shields 1973
<i>Junco phaenotus</i>	no. 2 & 5	inv. peric.	Shields 1973
<i>Spizella arborea</i>	no 6	dimorf.cen.	Shields 1982
<i>Zonotrichia albicollis</i>	no. 2 & 3	inv. peric.	Thomeycroft 1966
<i>Cardinalis cardinalis</i>	no. 5	dimorf.cen.	Bass 1979
<i>Carduelis chloris</i>	no. 1	inv. peric.	Hammar e Herlin 1975
<i>Oriolus xanthornus</i>	no. 3	traslocaz.	Ansari e Kaul 1979b
<i>Lonchura striata</i>	no. 8	dimorf.cen.	Ray-Chaudhuri 1976
<i>Lonchura malabarica</i>	no. 8	dimorf.cen.	Ray-Chaudhuri 197
<i>Lonchura punctulata</i>	no. 4	traslocaz.	Ansari & Kaul 1978

Così processi di fusione di acrocentrici (fusioni Robertsoniane, Robertson 1916) a formare metacentrici, sono stati chiaramente dimostrati dalla corrispondenza del disegno delle bande G dei cromosomi coinvolti in tali riordinamenti in Ciconiiformes (De Boer e Van Brink 1982), in Galliformes (Stock e Bunch 1982) e in Accipitridi (De Boer e Sinoo 1984). In questa maniera si viene a configurare anche per gli uccelli un promettente campo per la ricerca tassonomica nella quale il dato del cariotipo assume quel rilevante ruolo che gli è riconosciuto in altre classi di Vertebrati.

#### 4. Il polimorfismo cromosomico

Una variabilità cariotipica intra specifica e financo intrapopolazionale è fenomeno non raro nei mammiferi, soprattutto in determinati taxa considerati in una fase di esplosiva evoluzione in atto, quali Cricetidi e Muridi, tra i Roditori, e Soricidi tra gli Insettivori (vedi Capanna 1986). Negli uccelli, come in rettili e pesci ossei, tale fenomeno è raro e viene interpretato come un aspetto di stabilità evolutiva.

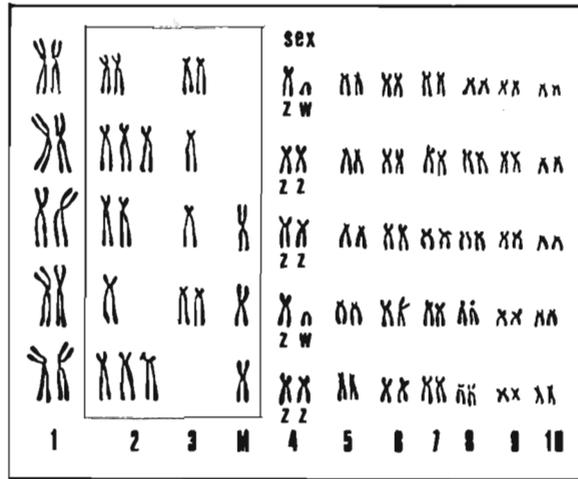


FIGURA 2. Disegno schematico delle prime dieci coppie di macrocromosomi di *Zonotrichia albicollis*. Il rettangolo a linea più sottile racchiude le cinque configurazioni presenti nel caso di polimorfismo cromosomico esibito da questa specie secondo Thomeycroft (1966): tre sole di queste configurazioni possiedono il cromosoma metacentrico (M) e sono quelle che nel fenotipo esibiscono una colorazione bronzea. Gli incroci selettivi avvengono solo tra morfe "bronzee" e morfe normali, quindi tra citotipi con e senza cromosoma metacentrico.

Nel modello di "canalizzazione" dell'evoluzione cromosomica proposto da Bickham e Baker (1979), del quale più approfonditamente si discuterà appresso, si ipotizza che durante i processi evolutivi-adattativi di un clade anche il cariotipo subisca un processo selettivo che tenda al raggiungimento di un "optimum cariotipico" che, una volta conseguito, viene gelosamente conservato.

Stando a tali premesse non ci si poteva attendere una cospicua presenza di polimorfismi cromosomici intraspecifici negli uccelli. Tuttavia situazioni cariotologiche diverse sono state talora descritte da Autori differenti per la stessa specie aviaria. Molto spesso tali differenze possono essere attribuite ai differenti criteri usati dagli autori nel definire la morfologia degli elementi del cariotipo, o nel valutare esattamente il numero dei microcromosomi o nel distinguerli dai macrocromosomi. In altri casi però, ove il medesimo autore esaminando un vasto campione di uccelli della stessa specie ha trovato differenze nel cariotipo di differenti individui, l'evidenza di un polimorfismo cromosomico appare incontestabile.

Nella Tab. II abbiamo raccolto i dati relativi a casi accertati di variabilità cariotipica intraspecifica fin ora conosciuti; si potrà allora notare che seppure presente in vari ordini, è senza dubbio nei Passeriformes che il fenomeno si fa frequente.

Nel caso di varie specie del genere *Junco* si tratta di differenze nella forma del primo o del secondo paio dei maggiori macrocromosomi, che sembra si mantengano bilanciati, nelle condizioni omozigote ed eterozigote, nella popolazione. Molto più complesso è il caso di *Zonotrichia albicollis* descritto da Thomeycroft (1966) che in 35 animali esaminati ha trovato cinque differenti configurazioni che coinvolgono la morfologia del secondo e del terzo paio di macrocromosomi (Fig 2). L'interesse del caso di *Zonotrichia albicollis* risiede nel fatto che questa specie è anche

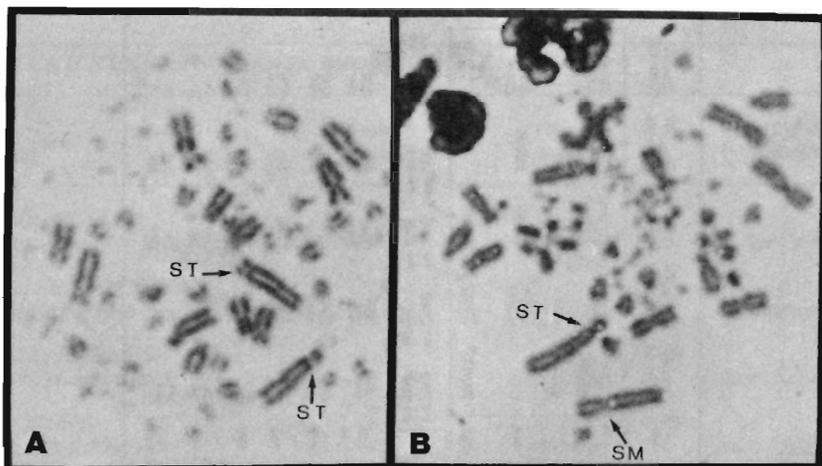


FIGURA 3. Metafasi somatiche da midollo rosso delle ossa di Verdona (*Carduelis chloris*): a- situazione omozigote subtelocentrica (freccie con ST) individuata in 12 dei tredici esemplari studiati; b- situazione eterozigote subtelocentrico-submetacentrico (freccie con ST e SM rispettivamente) individuata in un solo esemplare.

fenotipicamente dimorfica e attua incroci selettivi tra morfe diverse che furono interpretati come meccanismi comportamentali rivolti ad assicurare eterosi alla specie (Lowther 1961). Per quanto non sia ancora precisato l'esatto rapporto tra cariotipo e morfe fenotipiche, sembra piuttosto che i meccanismi di incrocio selettivo siano tesi a bilanciare l'eterozigotità strutturale.

Il caso di *Zonotrichia* è certamente interessante, ma non c'è nessun dubbio che esso ha fortemente condizionato l'interpretazione di altri casi di polimorfismo cromosomico intesi sempre come sistemi per aumentare la variabilità in popolazioni costringendo a supporre complessi quanto non dimostrati meccanismi meiotici. E' dimostrativo a questo riguardo il caso del verdone, *Carduelis chloris*: Hammar ed Herlin (1975) dall'esame di 5 embrioni appartenenti a due sole nidiate (presumibilmente della stessa coppia) descrissero un fenomeno di polimorfismo riguardante la prima coppia di macrocromosomi che in tutti i soggetti appariva eteromorfa, composta da un submetacentrico e da un subtelocentrico; essi furono indotti a ritenere doversi trattare di un caso non dissimile da quello di *Zonotrichia* nel quale l'eterozigotità strutturale della prima coppia fosse un carattere costante mantenuto da fenomeni di meiosi guidata e accoppiamento selettivo.

Recentemente (dati non pubblicati) abbiamo studiato il cariotipo di 13 verdoni adulti, provenienti da due località, dalla piana del Fucino e dalla campagna del Napoletano, ed in un solo caso abbiamo osservato la prima coppia di macrocromosomi in configurazione eteromorfa: nei restanti soggetti la prima coppia era omomorfa e sempre nella configurazione subtelocentrica (Fig.3). Sembra dunque verosimile che il fenomeno nel Verdona sia interpretabile come un aspetto di polimorfismo ancora ritenuto all'interno della popolazione, quale residuo del riordinamento cariotipico che diede inizio all'evento speciativo.

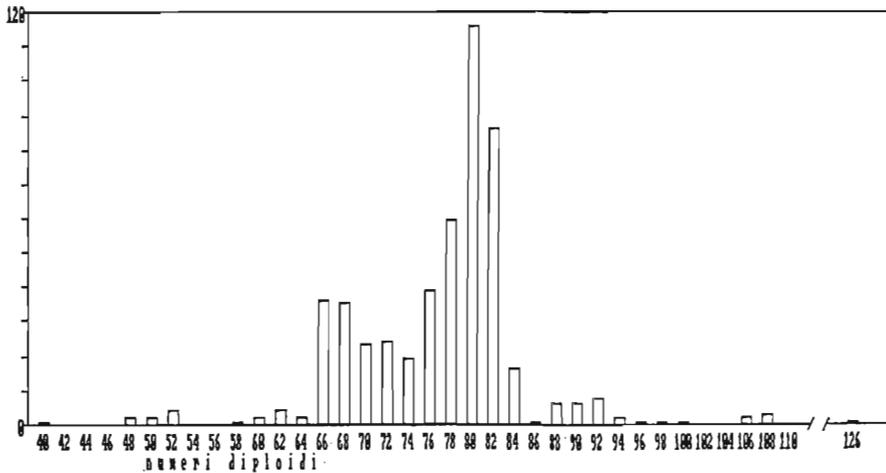


FIGURA 4. Istogramma delle frequenze dei numeri diploidi in 484 specie di uccelli (intera Classe Aves). Notare la netta bimodalità di questo istogramma.

### 5. La frequenza dei numeri diploidi

Una analisi dei dati desunti dal semplice confronto dei numeri diploidi delle 484 specie riportate nella Appendice I permette, seppur nei limiti di incertezza sottolineati nel paragrafo introduttivo, per ciò che concerne la difficoltà di stabilirne il valore a causa della frazione dei microcromosomi, di porre in risalto un fatto interessante: l'istogramma delle frequenze dei numeri diploidi degli uccelli si presenta nettamente bimodale (Fig. 4). Un picco, quello più saliente, si colloca in corrispondenza del valore di  $2n$  80 ( $2n$  78-82), mentre un secondo picco, di minore rilevanza, è rilevabile attorno ai valori di  $2n$  66-68.

Questo dato ha un preciso riscontro citotassonomico: infatti alcuni ordini di uccelli hanno il loro valore modale di  $2n$  in corrispondenza di valori elevati, ad esempio Passeriformes, Galliformes, Anseriformes (Fig. 5), mentre altri, quali Ciconiiformes (Fig. 5) e parte dei Falconiformes, collocano la loro classe di maggior frequenza del numero diploide attorno a  $2n$  66-68. Gli uccelli, dunque mostrerebbero una certa disomogeneità cariotipica che tuttavia si ricompone quando vengono esaminati ambiti tassonomici minori, quali gli ordini, che sono generalmente a distribuzione unimodale per quel che riguarda il valore del numero diploide, cui sembra poter competere, dunque, una capacità di discriminare taxa.

Qualche ordine è caratterizzato da stretti ambiti di variabilità del numero diploide delle specie che ad esso sono ascritte, come nel caso dei Columbiformes o dei Piciformes, caratterizzati questi ultimi da numeri diploidi generalmente molto alti, tra 84 e 108, (Fig. 6), mentre in altri l'ambito di variabilità è maggiore, sebbene il picco relativo ai valori modalì sia molto saliente, come nel caso degli Psittaciformes (Fig. 6) nei quali i numeri diploidi vanno da 58 a 86, ma la maggior parte di essi si colloca nei valori di  $2n=70$  e  $2n=72$ .

In altri ordini l'istogramma dei numeri diploidi si rivela particolarmente suggestivo per le implicazioni di carattere sistematico che potrebbe sottendere.

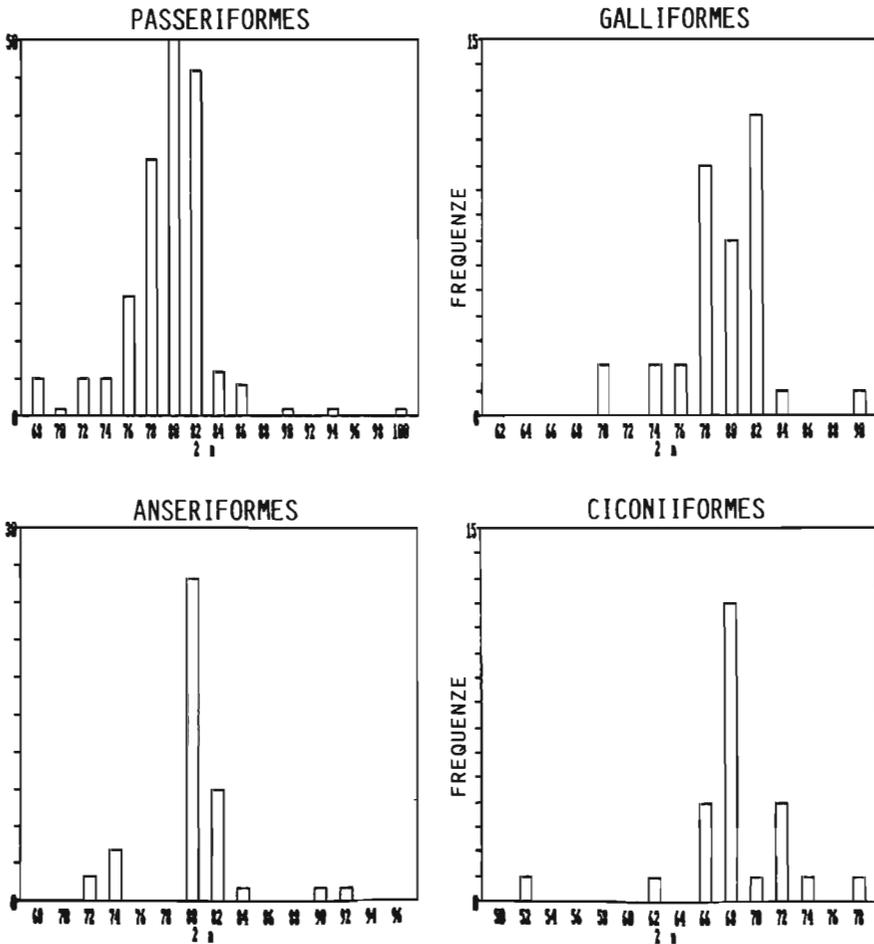


FIGURA 5. Istogramma delle frequenze dei numeri diploidi di Passeriformes, Galliformes, Anseriformes e Ciconiiformes. Notare che il valore di  $2n$  modale dei primi tre ordini corrisponde esattamente a quello del maggior picco dell'istogramma relativo a tutti gli uccelli. Nei Ciconiiformes, invece, la classe modale corrisponde  $2n$  68, vale a dire in corrispondenza del minor picco dell'istogramma generale dei numeri diploidi delle specie aviarie.

La maggior parte delle specie appartenenti a differenti famiglie di Gruiformes (Gruidae, Otidae, Rallidae) possiedono un numero diploide pressochè costante e fissato in  $2n=80$ . Da questo valore si distaccano nettamente le due specie di Cariamidae che hanno  $2n=106$  e  $2n=108$  (Fig 7). Negli Strigiformes le due famiglie Tytonidae e Strigidae possiedono numeri diploidi nettamente differenti,  $2n=92$  nei primi ed attorno a  $2n=82$  nei secondi, ma ciò che più conta è che i Tytonidi hanno un peculiare cariotipo a cromosomi tutti acrocentrici senza una netta distinzione tra micro e macrocromosomi (Fig. 7).

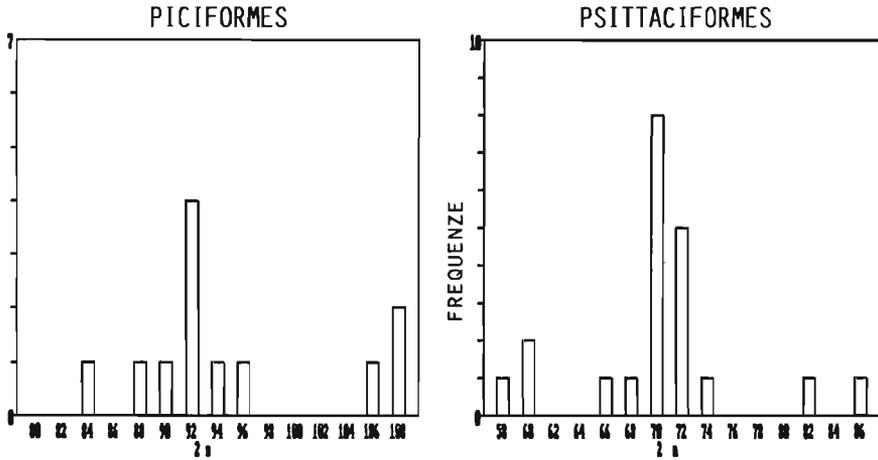


FIGURA 6. Istogramma delle frequenze dei numeri diploidi di Piciformes e Psittaciformes. Si noti che i Piciformes sono caratterizzati da numeri diploidi generalmente molto alti, mentre il valore modale per i pappagalli si colloca attorno a  $2n=70-72$ .

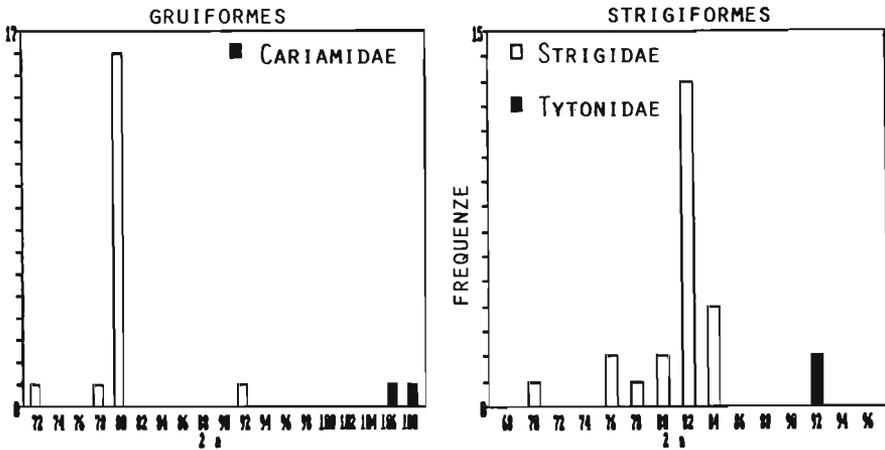


FIGURA 7. Istogramma delle frequenze dei numeri diploidi in Gruiformes e Strigiformes. Si noti che in questi due ordini alcune famiglie si collocano coi i loro valori di numero diploide separatamente dal resto dell'ordine: così i Cariamidi nei Gruiformes e i Tytonidi negli Strigiformes.

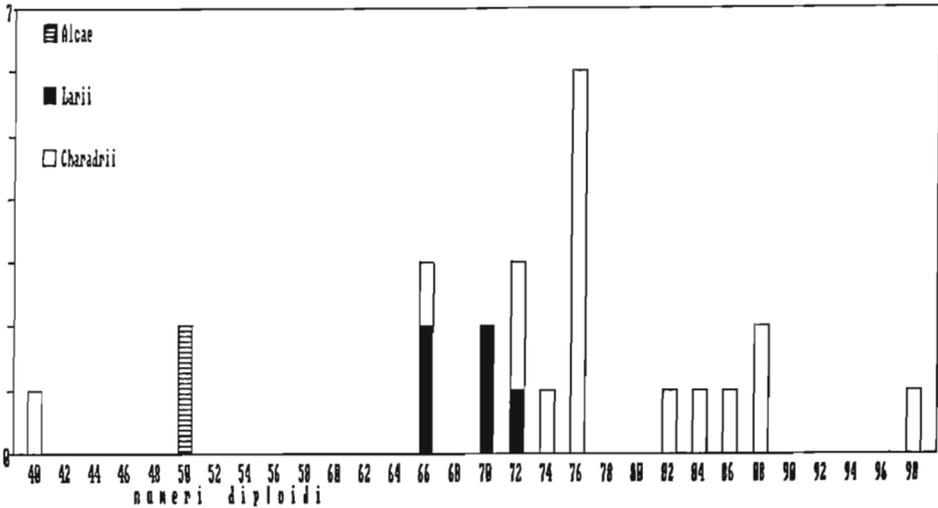


FIGURA 8 Istogramma delle frequenze dei numeri diploidi nei Charadriiformes. Vale la pena di porre in risalto che Alcae, Larii e Charadrii generalmente ascritti ad un unico ordine e distinti solo a livello di sottordini, mostrano, invece, valori di  $2n$  nettamente differenti.

Conviene soffermarci ancora qualche istante sul significato citotassonomico di tale divergenza del numero diploide in quei casi nei quali viene rilevata tra taxa generalmente ritenuti correlati. Larii e Charadrii, assieme ad Alcae, sono riuniti, nelle più accreditate sistematiche (vedi Mayr e Cottrell 1979), ciascuno con valore di sottordine, nell'unico ordine dei Charadriiformes; il dato cariologico sembrerebbe, al contrario, avvalorare la tendenza, d'altra parte assai poco condivisa dai sistematici, di conferire a ciascun sottordine il valore di ordine separato. Infatti mentre i Charadrii (Fig. 8) hanno numeri diploidi compresi tra 72 e 88 (eccezionale è il valore di  $2n$  98 attribuito al beccaccino, *Gallinago gallinago*), valori dunque corrispondenti al maggior picco dell'istogramma, i Larii hanno numeri diploidi compresi tra 66 e 72, e le due sole Alcae studiate hanno un valore del numero diploide ancora più basso, pari a  $2n = 50$ . Nel trattare i Charadrii non abbiamo discusso il caso delle beccacce di mare, genere *Haematopus*, che hanno numero diploide  $2n$  66, collocato, dunque, nell'ambito della variabilità dei Larii più che non in quella dei Charadrii. Il dato non può non far riflettere sulla legittimità della collocazione sistematica di questa famiglia monogenerica (Haematopodidae) alla luce di tale divergenza cariotipica, anche se essa è desunta dalla analisi cariologica di due sole specie; si deve infatti considerare che una somiglianza nella morfologia del cariotipo è certamente sempre di tipo patristico, mentre somiglianze relative alla morfologia di strutture plasmabili in processi adattativi, quali quelle che sono per lo più alla base della definizione tassonomica, becco, tarsi, palmatura tra le dita, ecc. possono rappresentare condizioni omoplastiche e non necessariamente sinapomorfiche.

Anche il numero diploide dell' Occhione (*Burhinus oedicnemus*) con il suo eccezionalmente basso  $2n = 40$  mal si concilia con i numeri riscontrati nei Charadrii, ed anche in questo caso i rilievi formulati a proposito degli Haematopodidae possono trovar giusto riscontro.

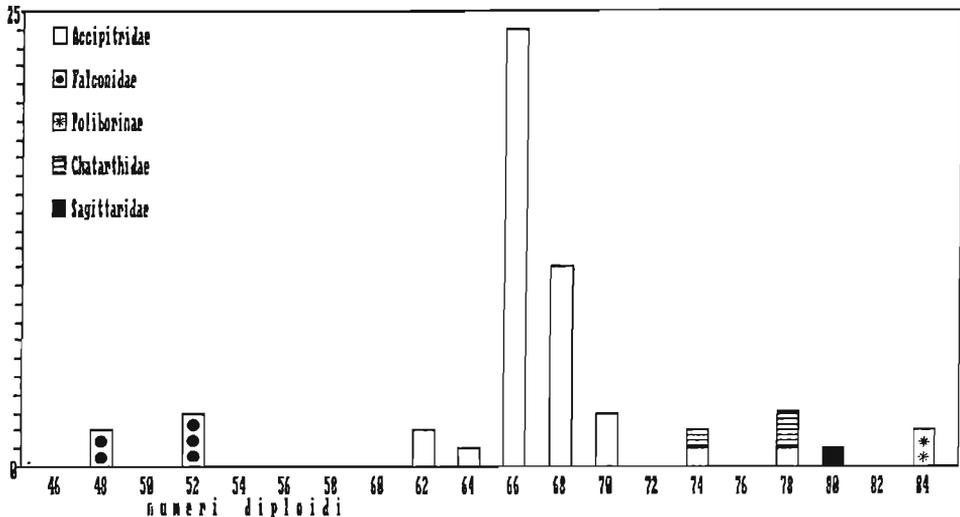


FIGURA 9. Una speciale attenzione meritano i Falconiformes: allo interno di questo ordine si evidenzia, infatti, una plurimodalità dell'istogramma delle frequenze dei numeri diploidi. Tuttavia se vengono analizzate separatamente famiglie e/o sottofamiglie risulta evidente una omogeneità cariológica all'interno di questi taxa minori.

Purtroppo nel caso di Haematopodidae e Burhinidae, così come quello delle Alcae il dato cariológico è desunto sulla base di un numero limitatissimo di specie che rende prudenti nel proporre deduzioni di indole generale.

## 6. I Falconiformes sono un gruppo non naturale?

Un altro esempio di questa situazione si può desumere dai Falconiformes per i quali, a tutt'oggi, sono noti i cariotipi di 52 specie distribuite nelle quattro famiglie Cathartidae, Accipitridae, Falconidae e Sagittaridae. Se si considera, per l'istante, il solo dato del numero diploide, possiamo rilevare che, nell'istogramma relativo (Fig. 9) le specie si collocano sia attorno a valori bassi, compresi tra 48 e 52, sia attorno ad un picco per il valore modale  $2n = 66$ , ed infine attorno a valori alti,  $2n = 74-84$ . Anche in questo caso, come nel precedente relativo ai Charadriiformes, esiste una buona correlazione tra classi cariotipiche e gruppi sistematici: gli avvoltoi del nuovo mondo (Cathartidae) si collocano nella classe a valori alti ( $2n = 74-78$ ), mentre quelli del vecchio mondo (Accipitridae) in quella dei valori bassi ( $2n = 66$ ). I Falconidae sono invece rotti in due tronconi; mentre i Falconinae si dispongono con gli Accipitridae nel gruppo a basso numero diploide con valori ancora inferiori ( $2n = 48-52$ ), i Polyborinae con i Cathartidae in quello ad alto numero diploide.

D'altra parte con la tecnica della ibridazione DNA-DNA (Sibley e Ahlquist 1983) i Catartidi vengono collocati accanto, se non all'interno, dei Ciconiiformes. Questa posizione sistematica degli Avvoltoi del nuovo mondo, considerati estranei al clade dei Falconiformes, e riavvicinati alle cicogne non è nuova, risale a vecchi lavori di anatomia comparata della muscolatura dovuti a Garrod (1874) e ad osservazioni su caratteri cranici di Ligon (1967). L'inclusione dei Catartidi tra i Falconiformes

sarebbe dunque dovuta ad una sopravvalutazione di apomorfie conseguenti all'adattamento a corrispondenti disegni comportamentali.

Non diverso è il caso del Serpentario (*Sagittarius serpentarius*) che possiede un valore del numero diploide  $2n = 80$  certo non simile e quello dei Falconidae ai quali viene generalmente ascritto nella sottofamiglia Sagittarinae. Bisogna però ricordare che dai più (vedi Brown et al. 1982) è ascritto ad una famiglia a sè, Sagittaridae, e da altri (Verheyen 1957) rimosso addirittura dall'ordine dei Falconiformes per essere collocato tra i Gruiformes con affinità per i Caramidi; questa collocazione avrebbe il conforto del dato biochimico sulla composizione dell'albumine dell'uovo, ma non quella del dato carilogico che vede profondamente diversi i cariotipi di Caramidi e Sagittari (Benirschke 1977).

Nello scenario della sistematica dei Falconiformes i casi del Serpentario e degli avvoltoi del nuovo mondo non sono singolari dal momento che l'intera sistematica dell'ordine è controversa. Due posizioni sistematiche alternative sono attualmente seguite: quella di Stresemann e Amdon (1979) che di poco ritocca la classica sistematica di Peters e che riconosce nell'unico ordine Falconiformes quattro sottordini, Cathartes, Accipitres, Sagittari e Falcones, e quella più innovativa di Voous (1973) che smembra i Falconiformes in tre distinti ordini, Cathartiformes, Accipitriformes, che include anche il Serpentario, e Falconiformes che comprenderebbe solo falchi e Caracara. Indubbiamente il dato carilogico si conforma bene a questa seconda alternativa, pur restando il Serpentario (Sagittarini) e i caracara (Polyborini) caratterizzati da cariotipi anomali rispetto alla condizione tipica di Accipitriformes e Falconiformes nel senso di Voous (1973).

Tuttavia è l'analisi dettagliata della morfologia del cariotipo, ed il suo confronto tra ed entro le famiglie dell'ordine che meglio serve ad una analisi citotassonomica (Fig. 10). I Cathartidae mostrano infatti un cariotipo aviario "tradizionale", nettamente asimmetrico, con una dozzina di paia di macrocromosomi e numerosissimi microcromosomi. A ciò si aggiunga che le prime 5 o 6 coppie di macrocromosomi compaiono identiche nei cariotipi di molte specie non solo di Neognati, ma anche di Paleognati (vedi Fig. 10, A, B e C). Il cariotipo dei Cathartidi è dunque largamente condiviso nell'intera classe e, come tale, deve ritenersi ancestrale nei Falconiformes sensu lato. Ciò non deve far ritenere che gli avvoltoi del nuovo mondo rappresentino necessariamente lo stock ancestrale dal quale sono originati tutti gli altri Falconiformes, significa solamente che questa famiglia, nel suo processo evolutivo non ha modificato la sua struttura cariotipica.

Riprenderemo più in là queste considerazioni a carattere generale e torniamo all'esame particolare dei Falconiformes. Nella Fig. 10 alle lettere da D ad H abbiamo riportato, desunte da diversi autori, i disegni dei cariotipi "derivati" da quello ancestrale; in Polyborini (D) e Sagittarini (E) il cariotipo è ancora nettamente asimmetrico, ma non si riconoscono più le grandi coppie di macrocromosomi metacentrici, sostituite in *Polyborus* da una sequela di acrocentrici di medie dimensioni risultanti, verosimilmente, dalla rottura centrica dei grandi metacentrici del cariotipo ancestrale. Nel Serpentario la sequela di acrocentrici medi è ancora sostituita da una lunga serie di metacentrici di medie dimensioni che potrebbero essere originati dal cariotipo dei Polyborini per inversioni pericentriche.

È però proprio negli Accipitridi che la diversificazione carilogica, rilevabile dalla osservazione della morfologia del cariotipo, appare ancora più estesa di quanto non fosse dato di supporre sulla base del solo computo dei numeri diploidi. Si osservi ad esempio il cariotipo dell'Avvoltoio pallido, *Gyps coprotheres* (Aegypinae, Fig. 10 F) e lo si confronti con quello di *Geranopiza coerulescens*, (Circinae, Fig. 10 G) si



FIGURA 10. Cariotipi di nove uccelli. Notare l'omogeneità cariotipica tra le prime tre specie, uno Struzioniforme (A), un Gruiforme (B) ed un Falconiforme (C). Questo tipo di osservazioni motivarono l'ipotesi di una fissità cariotipica negli uccelli, ma l'ampliamento delle conoscenze carilogiche ha posto in evidenza una notevole variabilità cariotipica anche all'interno degli ordini. Da (C) a (H) sono disegnati cariotipi di Falconiformes con cariotipi tra loro molto differenti. Resta tuttora un caso singolare la diversità da ogni altro cariotipo aviario del complemento cromosomico del Barbagianni (I).

noterà allora che nonostante l'identico numero diploide,  $2n$  66, i due cariotipi sono nettamente diversi sia per la differente proporzione tra metacentrici ed acrocentrici, sia per la morfologia stessa dei maggiori macrocromosomi. Comune ai due cariotipi, e a quello dei Buteoninae che verranno presentati appresso, è l'esiguo numero dei microcromosomi. Ancora più vistose sono le differenze quando si passa ad esaminare Buteoninae e Falconinae nei quali pure il numero diploide cade bruscamente a  $2n$  52-48. Nella Fig. 10 H è riportato il cariotipo dell'aquila della Guiana, *Morphnus guianensis*.

### 7. Fattori stocastici e fenomeni adattativi nell'evoluzione cariotipica.

C'è allora da chiedersi cosa abbia motivato questa vistosa variabilità in Accipitridae e Falconidae, e cosa abbia invece protetto il cariotipo dei Cathartidae da processi di riordinamento del genoma. Come giustificare, dunque, la presenza di due differenti strategie evolutive che coinvolgono linee all'interno di uno stesso taxon? D'altro canto il caso non è unico: anche nei Ciconiiformes, pur se in termini meno vistosi di quelli raggiunti nei Falconiformes, si assiste d'un lato al conservatorismo cariotipico in Ardeidae e Ciconidae, e dall'altro ad una discreta variabilità cariotipica nei Threskiornithidae (Capanna et al. 1982, De Boer e Van Brink 1982).

In casi come questo, quando cioè si voglia individuare i fattori che condizionano l'evoluzione cromosomica, si ricorre a due modelli alternativi uno completamente, o prevalentemente, stocastico nel quale giocano fattori demografici, ed uno deterministico nel quale il processo di speciazione è orientato da fattori di selezione naturale di tipo Darwiniano.

Nel modello stocastico la possibilità di innescare un processo speciativo, basato sulla differenziazione cariotipica di sub-popolazioni nell'ambito di una popolazione Mendeliana, è connessa alla probabilità che ha una variante cariotipica di fissarsi in omozigosi (Mayr 1969, Arnason 1972, Lande 1979, Hedrick 1981). Appare allora evidente che la minima dimensione del deme e la limitata vagilità di una determinata specie, con i fenomeni di deriva genetica e di inincrocio che ne conseguono, debbano assumere un ruolo essenziale nei processi di speciazione cromosomica. Parve allora a taluno (Capanna et al. 1982) che negli ampi, e talora smisurati demi di uccelli di svariati ordini, e nella grande vagilità di essi, risiedesse la difficoltà di una strategia speciativa fondata sulla variabilità cariotipica. La speciazione in molti ordini di uccelli è allora giocata in termini allopatrici ove le variazioni "minori" del cariotipo, sostanzialmente conservativo, vanno interpretate come banali sottoprodotti dell'isolamento genetico, alla stregua di ogni altra diversificazione genetica. La difesa dalla introgressione, in casi di simpatria, è affidata a meccanismi isolanti pre-copula, soprattutto etologici, e mai post-copula basati sulla ipofertilità degli ibridi tra varianti cariotipiche come avviene, invece, in molti Mammiferi euteri.

Ma laddove si verificano, anche negli uccelli, situazioni comportamentali che frammentano le popolazioni in demi di minime dimensioni, e/o limitino di fatto il numero degli animali che controllano la trasmissione dell'informazione genetica (stretto territorialismo, monogamia, gerarchizzazione sociale, ecc.) la probabilità di attuazione di una strategia cromosomica nei processi di speciazione diviene maggiore.

Proprio nei Falconiformes si osservano realizzate d'un lato quella frantumazione e minimizzazione del deme e dall'altro il riscontro obiettivo di una variabilità cariotipica inter-specifica dalla quale si desume l'esistenza di meccanismi cromosomici nella storia evolutiva pregressa di quell'ordine.

Rimane però oscuro perchè Cathartidae restino cariotipicamente stabili e Falconidae ed Accipitridae abbiano utilizzato meccanismi cromosomici nella loro speciazione. Non sembra, infatti, che gli avvoltoi del nuovo e del vecchio mondo differiscano sostanzialmente per i loro parametri ambientali, demografici e comportamentali. La minima dimensione effettiva del deme, se costituisce certamente un prerequisito necessario per la fissazione in omozigosi della variante cariotipica, e per l'insorgere di un processo di speciazione cromosomica, sembra non essere condizione sufficiente per un'evoluzione cromosomica.

Merita allora una attenta considerazione la teoria di *canalizzazione dell'evoluzione cromosomica* dovuta a Bickham e Baker (1979). Questa ipotesi evolutivista parte dalla premessa che il cariotipo non rappresenti un fattore neutrale, ma, al contrario, entri direttamente nella strategia adattativa di un organismo con un ruolo di massima importanza. Essi sostengono che per ogni zona adattativa (*adaptive zone*) esiste un optimum cariotipico risultante dalla selezione naturale operante su molteplici varianti cariotipiche che si producono in una fase di attivo rimodellamento cariotipico che si verifica quando una data radiazione filetica entra in una nuova zona adattativa.

Nell'ipotesi di canalizzazione dell'evoluzione cariotipica, si può immaginare che l'ingresso nella zona adattativa aviaria, avvenuta tra il Trias e il Giura con i primi Archaeornithidi, sia stato caratterizzato da una intensa attività di riordinamento cariotipico; nei successivi 200 milioni di anni, intercorsi da quel periodo ai nostri giorni l'optimum cariotipico aviario sarebbe stato raggiunto nel tipico aspetto asimmetrico, con micro e macro-cromosomi, con quella dozzina di grandi macrocromosomi portentosamente conservati identici e riconoscibili in molte specie di uccelli, dagli struzzi agli avvoltoi del nuovo mondo. Variazioni minori, di tipo Robertsoniano, sono tollerati come "aggiustamenti" - *fine tuning* nella dizione di Bickham e Baker (1979) - di questo cariotipo base, quali quelli che, all'interno dei Ciconiiformes, caratterizzano la linea evolutiva delle ibis (Threskiornithidae).

La portentosa variabilità cariotipica di Falconidae e Accipitridae lascia fortemente interdetti. In uno schema interpretativo di canalizzazione alla Bickham e Baker, si potrebbe trattare di una linea evolutiva di recente entrata in una nuova zona adattativa e, come tale in piena attività di riordinamento cariotipico. Fatte le debite proporzioni, il caso di Accipitridae e di Falconidae potrebbe esser simile a quello che si osserva in Muridae e Cricetidae tra i Roditori.

In linea di ipotesi, si potrebbe formulare l'idea che da uno stock cariotipicamente stabile di Falconiformes, quali i Cathartidi, o forme ancestrali rispetto ad esse, si sia distaccata una radiazione destinata a penetrare in nuove aree continentali, euro-asiatiche, africane e neotropicali. Qui essa avrebbe trovato nuove nicchie da colonizzare e avrebbe dato vita ad una nuova zona adattativa, iniziando il processo di riordinamento cariotipico cui fa riscontro una prolifica attività speciativa dimostrata, tra l'altro, dal grande numero di specie attualmente esistenti di Falconidae e Accipitridae. L'optimum cariotipico non sarebbe però stato raggiunto e restano ancora, soggetti al vaglio della selezione naturale, svariati cariotipi a caratterizzare le diverse specie.

Ancora una volta, però, si rende necessario un invito alla prudente lettura di questa ipotesi, poichè l'incertezza sulla filogenesi desunta su basi paleontologiche, non autorizza illazioni su di un taxon che forse non è neppure da ritenersi monofiletico.

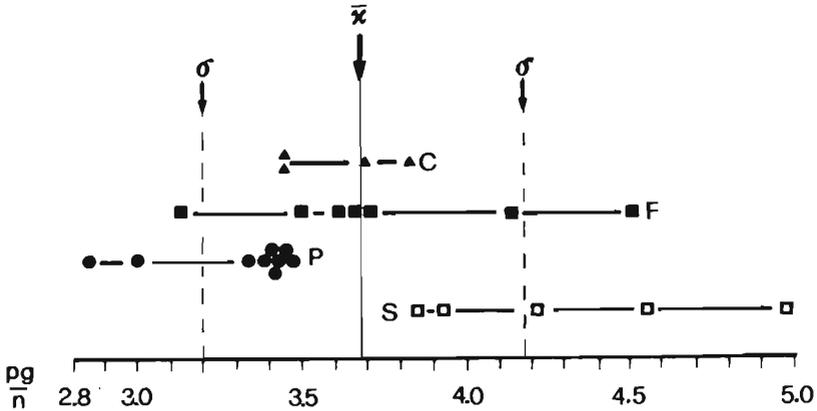


FIGURA 11. Distribuzione dei valori di dimensione del genoma, espressi in quantità di DNA per nucleo (pg/n), in quattro ordini di Carenati: Ciconiiformes (C), Falconiformes (F), Passeriformes (P) e Strigiformes (S). La linea intera in corrispondenza di  $\bar{x}$  indica il valore medio della classe, lo spazio tra le due linee tratteggiate contrassegnate da  $\sigma$  indica l'ampiezza della deviazione standard ( $P < 0.01$ ).

## 8. Dimensione e struttura del genoma negli uccelli

Potrebbero fornire un supporto a questa ipotesi i dati recentissimi ottenuti da Venturini ed altri (1986) relativi alle dimensioni del genoma degli uccelli. Essi hanno osservato che in ordini, quali Passeriformes, Columbiformes, Galliformes, caratterizzati da una fissità cariotipica e da un cariotipo "ancestrale" la dimensione del genoma, espressa in picogrammi di DNA per nucleo è bassa e varia molto poco tra specie e specie (Fig 11). Nel modello di evoluzione del genoma proposto da Hinegardner (1976), che è oggi quello maggiormente accreditato, questa situazione è ritenuta caratteristica di taxa stabili che hanno raggiunto apici evolutivi, e che hanno perduto tutto il DNA ridondante, eccedente rispetto alla codificazione e alla regolazione delle attività biologiche relative all'adattamento acquisito e consolidato. Al contrario, Hinegardner (1976) considera valori di dimensioni del genoma più elevati e variabilità di quantità di DNA tra le specie come indice di una radiazione evolutiva che si trovi nella fase iniziale di un processo adattativo ad una nuova situazione ambientale, vale a dire quanto Bickham e Baker definiscono come penetrazione in una nuova zona adattativa. E' senza dubbio notevole che Venturini ed altri (1986) abbiano trovato in Falconiformes e Strigiformes valori elevati di dimensione del genoma e cospicua variabilità di tale misura tra le specie. In 5 Accipitridae e 2 Falconidae esaminati osservano valori che vanno da 3,08 pg/n a 4,50 pg/n e in 5 Strigiformes valori che vanno da 3,85 pg/n a 4,97 pg/n (Fig 11). E' superfluo ricordare la situazione dei Falconiformes, ma conviene ricordare che quello degli Strigiformes è certamente l'ordine maggiormente aberrante rispetto allo standard cariotipico degli uccelli.

C'è da chiedersi alle spese di quale frazione di DNA avvenga questa perdita di materiale del genoma. I classici lavori di Britten e Kohne (1968) individuano infatti tre distinte frazioni del genoma degli eucarioti: quella *singola copia* e quello costituito da *sequenze ripetute* a sua volta distinto in DNA *mediamente* e *altamente* ripetuto.

TABELLA III. Dimensioni del genoma e rispettive frazioni del DNA in 3 Strigiformes e 3 Passeriformes.

Specie	Dimensioni del genoma espresse in quantità di DNA per nucleo pg/n			
	totale	singola copia	ripetuto middle	highly
<i>Tyto alba</i>	4.21	3.16	0.63	0.42
<i>Strix aluco</i>	4.13	2.73	0.78	0.62
<i>Bubo bubo</i>	3.92	2.35	0.71	0.86
<i>Turdus merula</i>	3.43	2.49	0.60	0.34
<i>Turdus iliacus</i>	3.20	2.08	0.61	0.51
<i>Turdus philomelos</i>	3.00	2.04	0.51	0.45

Questa frazione di DNA ripetitivo, molto spesso e forse impropriamente definito "non genetico" in quanto non direttamente coinvolto nella costituzione di geni operatori e regolatori, è quello solitamente indiziato quale responsabile del decremento nella dimensione del genoma. La situazione osservata da Backman ed altri (1972) e da Venturini ed altri (1987) sembra, al contrario, indicare che è proprio alle spese della frazione a singola copia che avviene il processo di riduzione dimensionale del genoma. Infatti (vedi Tab. III) dal confronto delle quantità di ciascuna delle frazioni del genoma tra specie sistematicamente correlate, emerge che, mentre la quantità di DNA spettante alla frazione a sequenze ripetute resta relativamente immutato, è proprio il "singola copia" quello che subisce un sensibile decremento.

E' senza dubbio notevole il fatto che due modelli evolutivisti elaborati indipendentemente e a partire da approcci decisamente diversi, molecolare l'uno e citologico l'altro vengano a coincidere e a rafforzarsi reciprocamente sulla base di osservazioni desunte su questi due ordini di uccelli.

### 9. A mò di conclusione

Conviene subito sedare il facile entusiasmo della frase finale del paragrafo precedente: trarre conclusioni e teorizzazioni generali sulla base di un campione di 484 specie di uccelli sulle circa 9.000 stimate per la classe, ci pare azzardato. Non si può però negare che la citotassonomia e l'evoluzione cromosomica degli uccelli si sta presentando come settore di grande interesse sia per le questioni di indole sistematica che riesce a porre in risalto, sia per le questioni di pura biologia evolutivista che possono trovare un materiale insospettatamente favorevole.

### SUMMARY

#### The chromosomes of birds : cytotaxonomy and chromosomal evolution

- The cytotaxonomical interrelationships between and within orders of birds are discussed on the basis of an extensive review that deals with the karyotype of 484 species belonging to 5 Palaeognathae and 23 Neognathae orders of birds. Many avian species, ascribed to different orders,

share a similar asymmetrical karyotype -characterized by few macro and many micro-chromosomes- which has been considered by many authors to be ancestral. Significant inter-species chromosomal variability was found within some orders (Charadriiformes, Ciconiiformes, Falconiformes, Strigiformes, etc.). Such variability, which is present even within families and subfamilies, demonstrates that the process of chromosomal transience is an evolutionary strategy that is also relevant to bird phylogeny.

## BIBLIOGRAFIA

- Ansari, H.A. e Kaul, D. 1978. Translocation heterozygosity in the bird *Lonchura punctulata* (Linn.) (Ploceidae: Aves). *Nat. Acad. Sci. Letters* 1: 83-84.
- Ansari, H.A. e Kaul, D. 1979a. Somatic chromosomes of black-headed oriole, *Oriolus xanthornus* (Linn.): A probable case of translocation heterozygosity. *Experientia* 35: 740-741.
- Ansari, H.A. e Kaul, D. 1979b. Inversion polymorphism in common green pigeon, *Treron phoenicoptera* (Latham) (Aves). *Jap. J. Genet.* 54: 197-202.
- Arnason, U. 1972. The role of chromosomal rearrangements in Mammalian speciation with special reference to Cetacea and Pinnipedia. *Hereditas* 70: 113-118.
- Arrighi, F.E. e Hsu, T.C. 1971. Localization of heterochromatin in human chromosomes. *Cytogenetics* 10: 81-86.
- Bachmann, K., Harrington, B.A. e Craig, J.P. 1972. Genoma size. *Chromosoma* 37: 405-416.
- Bass, R.A. 1979. Chromosomal polymorphism in cardinalis *Cardinalis cardinalis*. *Can. J. Genet. Cytol.* 21: 549-553.
- Benirschke, R. J. 1977. Karyological difference between *Sagittarius* and *Cariama* (Aves). *Experientia* 33: 1021.
- Bhunya, S.P. e Mohanty, M.K. 1985. Localization of constitutive heterochromatin (C-band) and nucleolus organizers (NORs) in the somatic chromosomes of a pelecaniform bird *Phalacrocorax niger* (Vieillot). *Chrom. Inform. Serv.* 39: 17-19.
- Bhunya, S.P. e Sultana, T. 1982. Unusual distribution of constitutive heterochromatin (C-bands) in the somatic chromosomes of passerine bird, *Erithacus svecicus*. *Experientia* 38: 806-807.
- Bianchi, N.O. e Molina, O.J. 1967. Chronology and pattern of replication in the bone marrow chromosomes of *Gallus domesticus*. *Chromosoma* 21: 387-397.
- Bickham, J.W. 1979. Banded karyotypes of 11 species of american bats (genus *Myotis*). *Cytologia* 44: 789-797.
- Bickham, J.W. e Baker, R.J. 1979. Canalization model of chromosomal evolution. *Bull. Carnegie Mus. Nat. History* 13: 70-84.
- Bloom, S.E. 1969. A current list of chromosome numbers and variations for species of the avian subclass Carinatae. *J. Heredity* 60: 217-220.
- Bostock, C.J. e Sumner, A.T. 1978. The Eukaryotic chromosomes. Vol 1. North Holland Pub. Co., Amsterdam-New York
- Britten, R.J. e Kohne, D.E. 1968. Repeated sequences in DNA. *Science* 161: 529-540.
- Brown, H.L., Urban, E.K. e Newman, K. 1982. The birds of Africa. Vol. I. Academic Press, London, New York.
- Capanna, E. 1986. Meccanismi cromosomici nella speciazione. *Acc. Naz. Lincei, Contr. Centro linceo Interdisciplinare*, 73: 83-126
- Capanna, E., Civitelli, M.V. e Geralico, C. 1982. The chromosome of the Hadada ibis and comments on the karyotype evolution in Threskiornithidae. (Aves, Ciconiiformes). *Cytogenet. Cell Genet.* 34: 35-42.
- Casperson, T., Farber, S., Foley, G.E., Kudynowski, J., Modest, E.J., Simonsson, e., Wagh, U. e Zech, L. 1968. Chemical differentiation among metaphase chromosomes. *Exp. Cell Res.* 9: 219-222.
- De Boer, L.E.M. . 1976. The somatic chromosome complements of 16 species of Falconiformes (Aves) and karyological relationship of the order. *Genetica* 46: 71-113.
- De Boer, L.E.M., 1984. New Development in Vertebrate cytotaxonomy. VIII. A current list of references on avian karyology. *Genetica* 65: 3-37.
- De Boer, L.E.M. e Sinoo, R.P. 1984. A karyological study of Accipitridae (Aves: Falconiformes), with karyotypic descriptions of 16 species new to cytology. *Genetica* 65: 89- 107.
- De Boer, L.E.M. e Van Brink, J.M. 1982. Cytotaxonomy of the Ciconiiformes (Aves) with karyotypes of eight species new to cytology. *Cytogenet. Cell. Genet.* 34: 19-34.
- Donnelly, G.M. e Newcomer, E.H. 1963. Autoradiographic pattern in cultured Leucocytes of the domestic fowl. *Exp. Cell Res.* 30: 363-368

- Galton, M. e Bredbury, P. 1966. DNA replication pattern of the sex chromosomes of the pigeon (*Columba livia domestica*) Cytogenetics 5: 295-306.
- Garrod, A.H. 1874. On certain muscles of Birds and their value in classification (Part.II). Proc. Zool. Soc. 1874: 111-123.
- Hammar, B. 1966. The karyotypes of nine birds. Hereditas 55: 367-385.
- Hammar, B. 1970. The karyotypes of thirty-one birds. Hereditas 65: 29-58.
- Hammar, B. e Herlin, M. 1975. Karyotypes of four bird species of the order Passeriformes. Hereditas 80: 171-184.
- Hedrick, P.W. 1981. The establishment of the chromosomal variants. Evolution 35: 259-274.
- Hinegardner, R. 1976. Evolution of genome size. Pp. 179-199 in Ayala, F. (ed) Molecular Evolution. Sinauer, Sunderland.
- Kaul, D. e Ansari, H.A. 1981. Chromosomal polymorphism in a natural population of the Northern green barbet, *Megalaima zeylanica caniceps* (Franklin) (Piciformes: Aves). Genetica 54 : 241-245.
- Krishan, A. 1962. A cytological method for sexing young chicks. Experientia 18: 100-101.
- Lande, R.L. 1979. Effective deme size during long-term evolution estimated from rates of chromosomal rearrangements. Evolution 33: 234-251.
- Ligon, J.D., 1967. Relationships of the cathartid vultures. Occ.Pap.Mus.Zool.Univ.Mich. 651:1-26.
- Lowther, J.K. 1961. Polymorphism in the White-throated Sparrow *Zonotrichia albicollis* Gmelin. Canad. J. Zool. 39: 281-292.
- Matthey, R. 1949. Les chromosomes des Vertébrés. F.Rouge, Lausanne
- Matthey, R. 1950. Les chromosomes des oiseaux. Pp. 378-382 in Grassè, P.P. (Ed.) Traité de Zoologie. Vol 15. Masson, Paris.
- Mayr, E. 1969. Speciation and Chromosomes. Pp. 1-7 in Benirschke, K. (ed) Comparative Mammalian Cytogenetics. Springer Verlag, New York.
- Mayr, E. e Cottrell, G.W. 1979. Peter's Check list of the World, 2nd Ed. Museum of Comp. Zoology, Cambridge, Mass.
- Ohno, S., Stenius, C., Christian, L.C., Becak, W., e Becak M.L. 1964. Chromosomal uniformity in the avian subclass Carinatae. Chromosoma 15 : 280-288.
- Raman, R., Jacob, M. e Sharma, T. 1978. Heterogeneity in distribution of constitutive heterochromatin in four species of birds. Genetica 48: 61-65.
- Ray-Chaudhuri, R. 1973. Cytotaxonomy and chromosome evolution in birds. Pp. 425-483 in Chiarelli, B and Capanna, E. (Eds). Cytotaxonomy and Vertebrate evolution. Academic Press, London.
- Ray-Chaudhuri, R. 1976. Cytotaxonomy and chromosome evolution in Passeriformes (Aves): A comparative karyotype study of seventeen species. Z. zool. Syst. EvolutForsch. 14: 299-320.
- Renzoni, A. e Vegni-Talluri, M. 1966. The karyograms of some Falconiformes and Strigiformes. Chromosoma 20: 133-150.
- Robertson, W.R.B. 1916. Chromosomes studies. II.Taxonomic relationships shown in the chromosomes of Tettigidae and Acrididae: V-shaped chromosomes and their significance in Acrididae, Locustidae and Grillidae. J. Morph. 27: 179-219.
- Seabright, M.A. 1971. A rapid banding technique for human chromosomes. Lancet 2: 971-972.
- Sandnes, G.C. 1954. A new technique of the study of avian chromosomes. Science 119: 508-509.
- Sasaki, M., Ikeuchi, T. e Makino, S. 1968. A feather pulp culture technique for avian chromosomes, with notes in the chromosomes of the peafowl and the ostrich. Experientia 24: 1292-1293.
- Sasaki, M., Nishida, C. e Tsuchija, K. 1983. Autosomal polymorphism in the long eared owl, *Asio otus* (Strigiformes: Aves). Chrom.Infor.Serv. 34: 17-18.
- Schmid, W. 1962. DNA replication pattern of the heterochromosomes in *Gallus domesticus*. Cytogenetics 1: 344-352.
- Shields, G.F. 1973. Chromosomal polymorphism common to several species of *Junco* (Aves). Can. J. Genet. Cyt. 15: 461- 471.
- Shields, G.F. 1982. Comparative avian cytogenetics: a review. Condor 84: 45-58.
- Shields, G.F. 1983a. Birds chromosomes. Pp. 189-209 in Johnston, R.F. (Ed.) Current ornithology. Vol I. Plenum Press, New York.
- Shields, G.F. 1983b. Organization of the avian genome. Pp. 271-290 in Brush, A.H. & Clark, G.A. (Eds.) Perspectives in Ornithology. Cambridge University Press, New York.
- Shoffner, R.N. 1974. Chromosomes of Birds. Pp 223-261 in Busch, H. (ed.) Cell Nucleus. Academic Press, New York.
- Sibley, C.G. e Ahlquist, J.E. 1983. Phylogeny and Classification of Birds based on the data of DNA-DNA Hybridization. Pp.245-292 in Johnston, R.F. (Ed.) Current Ornithology. Vol 1. Plenum Press, New York.
- Stock, A.D, e Bunch, T.D. 1982. The evolutionary implications of chromosome banding pattern homologie in the bird order Galliformes. Cytogen. Cell Genet. 34: 136-148.

- Storer, R. 1971. Classification of Birds. Pp.1-18 in Farner, D.S. e King, J.R. (eds). Avian biology . Vol.1. Academic Press, New York.
- Stresemann, E. e Amadon, D. 1979 . Order *Falconiformes*. In Mayr, E. and Cottrell, G.W. (eds) Peter's Check list of Birds of the World. Vol 1. II ed. . Museum of Comparative Zoology, Cambridge, Mass.
- Sumner, A.T. 1972. A simple technique for demonstrating centromeric heterochromatin. Exp. Cell Res. 75: 304-306.
- Takagi, N. 1972. A comparative study of the chromosome replication in 6 species of birds. Jap. J. Gen. 47: 115-123.
- Takagi, N., Itoh, M. e Sasaki, M. 1972. Chromosome studies in four species of Ratitae (Aves). Chromosoma 36: 281-291.
- Takagi, N. e Sasaki, M. 1974. A phylogenetic study of bird karyotypes. Chromosoma 46: 91-120.
- Thomeycroft, H.B. 1966. Chromosomal polymorphism in the white-throated sparrow, *Zonotrichia albicollis* (Gmelin). Science 154: 1571-1572.
- Venturini, G., D'Ambrogi, R. and Capanna, E. 1986 . Size and Structure of the Bird Genome. 1. DNA content of 48 species of Neognathae. J. Comp. Biochem. Physiol. 85:
- Venturini G., Capanna E. e Fontana B. 1987. Size and Structure of the Bird Genoma. II Repetitive DNA and sequence organization. Comp. Biochem Physiol. (in stampa).
- Verheyen, R. 1957 . Contribution au demembrement de l'ordo artificiel des Gruiformes (Peters,1934). 2. Les Cariamiformes. Inst. Roy. Sci. Nat. Belgique 33: (21) 1-44.
- Voous, K.H. 1973 . List of recent Holarctic bird species. Non- Passerines. Ibis 115: 612-638.

## APPENDICE I

Tabella dei dati cariologici degli Uccelli. Sono stati riportati i dati cariologici di 484 specie di Uccelli annoverate a 28 ordini. Essi rappresentano la situazione aggiornata al dicembre 1986, relativa a tutti quei lavori che ci è stato possibile reperire e consultare direttamente. Per ogni specie è riportato il numero diploide (2n), il numero dei macrocromosomi (macro) e quello dei microcromosomi (micro), così come sono stati valutati dall'autore, la morfologia dei cromosomi sessuali Z e W, abbreviata come segue: m, metacentrico; sm, submetacentrico; st, subtelocentrico; t, telocentrico. I riferimenti bibliografici (Rif.bib.) sono numerati e si riferiscono alla lista bibliografica allegata alla presente appendice. Per qualche specie sono state riferite situazioni cariologiche lievemente differenti; si tratta di casi nei quali differenti autori hanno riferito dati difformi, per i quali non ci sono evidenze certe che debbasi trattare di un caso di variabilità cariotipica intraspecifica, ma piuttosto di una impropria valutazione e/o interpretazione da parte di uno dei due autori. In taluni casi il numero diploide è seguito dal segno +: ciò sta ad indicare una cauta identificazione del numero diploide dovuta alla difficoltà di contare i microcromosomi; lo stesso segno segue infatti il numero relativo ai microcromosomi. I nomi delle specie sono quelli usati dagli autori del lavoro riferito in bibliografia, tranne pochi casi di erronea denominazione da noi direttamente corretti: per 61 specie abbiamo riferito le sinonimie nella APPENDICE II.

	2n	macr	micr	z	w	Rif. bib.
<b>STRUTHIONIFORMES</b>						
Struthionidae						
<i>Struthio camelus</i>	80	12	68			112,134
<b>RHEIFORMES</b>						
Rheidae						
<i>Pterocnemia pennata</i>	72	12	60	st		12
<i>Rhea americana</i>	82+	12	70	t	t-st	10,134,136
<b>CASUARIIFORMES</b>						
Casuariidae						
<i>Casuarius casuarius</i>	62+	12	50+			134
Dromaiidae						
<i>Dromaius novaehollandiae</i>	80	12	68	t	t	35,120,134,136
<b>APTERYGIFORMES</b>						
Apterygidae						
<i>Apteryx australis</i>	80	12	68	t	t	35
<b>TINAMIFORMES</b>						
Tinamidae						
<i>Crypturellus parvirostris</i>	80+					42
<i>Eudromia elegans</i>	80+	14	66+	t	t	116
<b>SPHENISCIFORMES</b>						
Spheniscidae						
<i>Spheniscus humboldti</i>	78+	16	62+	sm	sm	120,136
<b>GAVIIFORMES</b>						
Gaviidae						
<i>Gavia stellata</i>	88+	40	48+	sm	m	51
<b>PODICIPEDIFORMES</b>						
Podicipedidae						
<i>Podiceps auritus</i>	80					124

	2n	macr	micr	z	w	Rif. bib.
<i>Podiceps cristanus</i>	78	26	52	sm	t	51
<i>Podiceps griseigena</i>	80					124
PROCELLARIIFORMES						
Hydrobatidae						
<i>Oceanodroma leucorhoa</i>	74					86
PELECANIFORMES						
Pelecanidae						
<i>Pelecanus crispus</i>	66	32	34	sm	sm	7
<i>Pelecanus occidentalis</i>	66	32	34	sm	sm	7
<i>Pelecanus onocrotalus</i>	66	12	54	m	t	140
	66+	20	46+	sm		7,120,136
Phalacrocoracidae						
<i>Phalacrocorax carbo</i>	70	26	44	sm		7,86
<i>Phalacrocorax niger</i>	86	18	68	m	st	14,93
<i>Phalacrocorax pygmaeus</i>	70	12	58	m	t	140
CICONIIFORMES						
Ardeidae						
<i>Ardea cinerea</i>	66	32	34	sm	t	51,58,68
<i>Ardea goliath</i>	68	34	34	sm	t	7
<i>Ardea purpurea</i>	66	32	34	sm	t	68
<i>Ardeola grayii</i>	68	22	46	m	t	100
<i>Bubulcus ibis</i>	62-66	14	48-52	m	t	78
<i>Cochlearius cochlearius</i>	74	20	54	m		41
Balaenicipitidae						
<i>Balaeniceps rex</i>	72	26	46	sm	m	41
Ciconiidae						
<i>Ciconia ciconia</i>	68+	28	40+	m-sm	st	119,120,136
	72	22	50			41
<i>Ciconia episcopus</i>	62	26	36	sm	t	7
<i>Ciconia nigra</i>	52	22	30	m	st	7,41
<i>Ephippiorhynchus senegalensis</i>	68+	28	40+	m		41,136
<i>Euxenura maguari</i>	72	22	50	sm	sm	41
<i>Leptoptilos crumeniferus</i>	72+	24	48	m	m	7,41,136
<i>Leptoptilos javanicus</i>	78	26	52	sm	t	7
<i>Xenorhynchus asiaticus</i>	66	22	44	m		41,136
Threskiornithidae						
Plataleinae						
<i>Platalea leucorodia</i>	70+	26	44+	m	st	136
Threskiornithinae						
<i>Eudocimus ruber</i>	68+	26	42	m	t	136
<i>Geronticus eremita</i>	68+	24	44+	m	sm	41
<i>Hagedashia hagedash</i>	68+	22	46+	m	t	28
<i>Nipponia nippon</i>	68+	22-26	48-42	m	st	119,136
<i>Threskiornis aethiopica</i>	68+	26	42+	m	sm	136
<i>Threskiornis melanocephala</i>	68	28	40	m	sm	136
<i>Threskiornis molucca</i>	68+	24	44+	m	sm	41
<i>Threskiornis spinicollis</i>	68+	24	44+	m	sm	41

	2n	macr	micr	z	w	Rif. bib.
<b>PHOENICOPTERIFORMES</b>						
Phoenicopteridae						
<i>Phoenicopus ruber</i>	80+	16-12	64+	m	sm	119,136
<i>Phoenicopus ruber chilensis</i>	80+	12	68+	sm	m	41
<i>Phoeniconaias minor</i>	80+	16	64+	sm	m	41
<b>ANSERIFORMES</b>						
Anatidae						
Anatinae						
<i>Aix galericulata</i>	90	12	78	st	t	10
<i>Aix sponsa</i>	80	12	68	t	t	10
<i>Alpochen aegyptiacus</i>	80+	18	72+	t-st	m	11
<i>Anas acuta</i>	82	12	70	st	t	10
<i>Anas castanea</i>	82	14	68	st	t	7
<i>Anas clypeata</i>	78	12	66	t	t	10
<i>Anas cygnoides</i>	80	14	66	sm		7
<i>Anas discors</i>	80	12	68	st	t	10
<i>Anas platyrhynchos</i>	78	20	58	t	sm	18,50
	80	12	68	st	t	10,83
(forma domestica)	80+	20	60+	st	sm	70,89,134
<i>Anas strepera</i>	80	12	68	st	t-st	10
<i>Aythya affinis</i>	80	12	68	t	t-st	10,124
<i>Aythya americana</i>	80	12	68	t	t-st	10
<i>Aythya ferina</i>	80	14	66	t	sm	51
<i>Aythya fuligula</i>	78	20	58	t	sm	50
<i>Aythya valisineria</i>	80	12	68	t	t-st	10
<i>Bucephala clangula</i>	84	16	68	t	st-t	51
<i>Bucephala clangula americana</i>	80	14	64	st	st	10
<i>Cairina moscata</i>	78-80	20	58-60	t	t	10,83
<i>Cereopsis novaehollandiae</i>	92	26	66	t	t	7
<i>Chloephaga rubidiceps</i>	80	26	54	t	t	7
<i>Mergus cucullatus</i>	82+	20	62+	t-st	m	11
<i>Mergus merganser</i>	82	12	70	t	sm	51
<i>Netta rufina</i>	82	26	56	t		7
<i>Netapus coromandelianus</i>		C-bande				98
<i>Oxyura jamaicensis</i>	80	12	68	st	sm	11
<i>Somateria mollissima</i>	80	14	66	t	st	51
Anseranatinae						
<i>Anseranas semipalmata</i>	78	28	50	t	t	7
Anserinae						
<i>Anser albifrons</i>	72+	20	52+	m	t	50,58
<i>Anser anser</i>	80	20	60	m	t	58
	80	16	64	sm	m	50
<i>Anser caeruleus</i>	82	14	68	m	sm	11
<i>Anser canagicus</i>	82	14	68	sm	sm	11
<i>Anser cygnoides</i>	82	12	70	sm	sm	11
	80	16	64	m	m	13,50
<i>Anser fabalis</i>	80	20	60	sm	t	136
<i>Anser rossii</i>	82	14	68	sm	sm	11
<i>Branta canadensis</i>	80+	14	66+	sm	m-sm	11,51
<i>Cygnus cygnus</i>	80+	14	66+	t	t	136
<i>Cygnus olor</i>	80+	14	66+	t	t	51
<i>Dendrocygna bicolor</i>	80	12	68	t	t	10
<i>Eulabeia indica</i>	72+	20	52	m	t	58,147
Anhimidae						
<i>Chauna chavaria</i>	80	20	60	t	t	120,136
	80	14	66	t		7

	2n	macr	micr	z	w	Rif. bib.
<b>FALCONIFORMES</b>						
Accipitridae						
Accipitrinae						
<i>Accipiter badius</i>	66	30	36	sm	t	62,77
<i>Accipiter gentilis</i>	74	24	52	sm	m	61
	78	70	8	sm		33,34
<i>Accipiter nisus</i>	62			m		104
<i>Accipiter novaehollandiae</i>	66-68	54	12-14	m		39
Aegyptiinae						
<i>Aegyptius monachus</i>	66	58	8	sm	st	39
<i>Gypaetus barbatus</i>	60	52	8	sm	m	34,39
<i>Gyps bengalensis</i>	66	58	8	sm	st	39
<i>Gyps coprotheres</i>	66	58	8	sm	st	33,34
<i>Gyps fulvus</i>	66	58	8	sm	st	34
<i>Gyps rueppellii</i>	66	58	8	sm	st	39
<i>Necrosyrtes monachus</i>	66	58	8	sm	st	39
<i>Sarcogyps calvus</i>	66	58	8	sm	st	34
<i>Torgos trachelionus</i>	66	58	8	sm	st	39
Buteoninae						
<i>Aquila audax</i>	66	60-58	6-8	sm	m	34
<i>Aquila chrysaetos</i>	62	56	6			119,136
<i>Aquila heliaca</i>	68	58	10			136
<i>Aquila rapax</i>	68	58	10	sm		34,39
	66	60	6			107
<i>Buteo buteo</i>	68	60	8	sm	t	34
	68	46	22	sm	t	104
<i>Buteo lagopus</i>	68					21
<i>Buteo jamaicensis</i>	68	60	8	sm	t	39
<i>Haliaeetus albicilla</i>	66	58	8	sm	m	34,39
<i>Haliaeetus leucocephalus</i>	66	58	8	m	sm	39,136
	68	60	8			3
<i>Haliaeetus leucogaster</i>	66	58	8	sm	m	39
<i>Haliaeetus leucorhynchus</i>	66	58	8	sm	m	39
<i>Haliaeetus pelagicus</i>	66	58	8	sm	m	136
<i>Haliaeetus vocifer</i>	66	58	8	sm	m	34,39
<i>Lophoaetus occipitalis</i>	68	58	8	sm	m	39
<i>Morphnus guianensis</i>	54	48	6	sm	m	149
<i>Pithecophaga jefferyi</i>	66	58	8	sm	st	34,119,136
<i>Spizaetus nipalensis</i>	68	60	8	st	t	136
<i>Stephanoaetus coronatus</i>	66	60	6	sm		39
Circaetinae						
<i>Circaetus gallicus</i>	66	58	8	m	st	39
Circinae						
<i>Circus aeruginosus</i>	70-72	62	8-10	sm	sm	39
<i>Circus cyaneus</i>	70	62	8	sm	sm	39
<i>Circus pygargus</i>	70-72	62	8-10	sm	sm	39
<i>Geranoaetus melanoleucos</i>	68	60	8	sm	sm	39
<i>Geranoospiza caerulescens</i>	66	56-58	8-10	sm	m	149
Elaninae						
<i>Elanus caeruleus</i>	64	58	6	sm	m	54,63
Milvinae						
<i>Haliastur indus</i>	66	58	8	sm	m	34
<i>Milvus migrans</i>	66	58	8	sm	sm	136
Perninae						
<i>Pernis apivorus</i>	66	60	6	sm	st	39,136
Cathartidae						
<i>Cathartes aura</i>	76+	14	62+	sm	m	55,149
<i>Sarcorhamphus papa</i>	80+	14	66+	sm	m	34,136

	2n	macr	micr	z	w	Rif. bib.
<i>Vultur gryphus</i>	80+	14	66+	m	sm-m	33,34,120, 136,149
Falconidae						
Falconinae						
<i>Falco biarmicus</i>	52	20	32	t	t	7,33
<i>Falco chiquera</i>	52	20	32	t	t	63,124
<i>Falco jugger</i>	48	20	28	t	t	7
<i>Falco sparverius</i>	48	20	28	t	t	43
<i>Falco tinnunculus</i>	52	32	20	t	t	21,25,104
Polyborinae						
<i>Polyborus plancus</i>	84	24	60	t	t	33,34
<i>Milvago chimachima</i>	84	24	60			7
Sagittariidae						
<i>Sagittarius serpentarius</i>	80+	36	44+	sm	m	8,33,34
GALLIFORMES						
Cracidae						
<i>Crax mitu</i>	82+	24	58	m	t	8,136
	94-100	24	70-76	sm	sm	38
<i>Ortalis canicollis</i>	76	12	64	sm	sm	7
<i>Penelope jacquacu</i>	80	28	52	m	t	115
Megapodidae						
<i>Aepyodius arfakianus</i>	80	24	56	t	t	7
<i>Aepyodius bruijnii</i>	80	24	56	t	t	7
<i>Macrocephalon maleo</i>	90+					115
Meleagrididae						
<i>Meleagris gallopavo</i>	80+	22	58+	m	m-st	7,71,73,89, 121,128,129 138,148
Numididae						
<i>Acryllium vulturinum</i>	76	16	60	m		138
	74	16	58	m	t	7
<i>Guttera edouardi</i>	78	22	56	m	sm	7
<i>Guttera plumifera</i>	78	22	56	m	sm	7
<i>Numida meleagris</i>	80	20	60	sm	t	94,115,129
	78	14	62	m-sm	t-st	9,128
	74	16	58	m	t	138
Phasianidae						
<i>Afropavo congensis</i>	66	22	44	m	t	40
<i>Callipepla squamata</i>	80	24	56	st	t-st	9
<i>Chrysolophus amherstiae</i>	70+	14	56+			121
<i>Chrysolophus pictus</i>	82	12-24	70-58	sm	sm	9,121
<i>Colinus virginianus</i>	82	24	58	sm	t-st	9
	82	20	62	m		129
<i>Coturnix coturnix</i>	78	18-16	60-62	m	t	9,32,89,108 111,113,114 129,138,139 146
<i>Excalfactoria chinensis</i>	78+	18	60+	m	t	67
<i>Gallus domesticus</i>	78	18	60	m	m	9,48,49,53, 57,128
	78	22	56	m	m	2,17,73,87, 88,90,95, 108,111,115

	2n	macr	micr	z	w	Rif. bib.
						129,130,150
	80	20	60	m	sm	135,136
<i>Gallus gallus</i>	78	18	60	m	m	4,89,90,129
<i>Lophura edwardsi</i>	82	20	62	m		7
<i>Lophura imperialis</i>	82	20	62	m		7
<i>Lophura nycthemera</i>	70+	16	54+			121
<i>Lophura swainhoii</i>	82	16	66	sm	sm	9,121
<i>Lophortyx californica</i>	84	16	68	st	sm	10
<i>Lophortyx gambellii</i>	80	16	64	sm	st	10
<i>Pavo cristatus</i>	66	18	48	m-sm	t	107,112,129
<i>P.cristatus x P.muticus</i>	78	18	60	sm	t	112
<i>Phasianus colchichus</i>	78	22	56	m	sm	73,108,128, 143
	82	20-16	62	m	t	135,136,150
	82	24	58	sm	st	9,89
	82	14	68			127
<i>Polyplectron bicalcaratum</i>	78+	18	62+	m	t	136
<i>Syrnanticus reevesii</i>	72-82	22	50-60	m		121,158
Tetraonidae						
<i>Centrocercus urophasianus</i>	82	18	64	m	m	129
GRUIFORMES						
Cariamidae						
<i>Cariama cristata</i>	108			st		7
	94					8
<i>Chunga burmeisteri</i>	106			sm	m	136
Gruidae						
Gruinae						
<i>Anthropoides paradisea</i>	80+	16	66+	sm	m	120,136
<i>Anthropoides virgo</i>	80	14	66	sm		34,84,120,136
<i>Bugeranus caruncularis</i>	80	14	66	sm	sm	120,136
<i>Grus antigone</i>	80+	14	66+	sm	t	84,120,136
<i>Grus a. sharpi</i>	80+	14	66+	sm	t	136
<i>Grus canadensis</i>	80+	14	66+	sm	t	120,136
<i>Grus grus</i>	80+	14	66+	sm	sm	84,120,136
<i>Grus japonensis</i>	82	26	56	sm	sm	84,85,120,136
	80+	14	66	sm	sm	7
<i>Grus monachus</i>	80	14	66	sm	sm	120
<i>Grus rubiconda</i>	80	26	54	sm	sm	7
<i>Grus vipio</i>	80	14	66	sm	sm	120,136
Balearicinae						
<i>Balearica pavonina</i>	80+	14	66+	sm	sm	84,120,136
Otididae						
<i>Otis tarda</i>	80+	22	58	sm	sm	85
Psophiidae						
<i>Psophia crepitans</i>	80	18	62	m		7,120
<i>Psophia leukoptera</i>	80	18	62	m		120
<i>Psophia viridis</i>	80	18	62	m		120
Rallidae						
Fulicinae						
<i>Fulica atra</i>	92	12	80	sm	sm	51

	2n	macr	micr	z	w	Rif. bib.
Rallinae						
<i>Gallinula chloropus</i>	78	12	66	sm	sm	51,142
<i>Porphyrio poliocephalus</i>	67-72	22	40-55	m		58
CHARADRIIFORMES						
Charadrii						
Burhinidae						
<i>Burhinus oedicephalus</i>	40	24	8			21,24
Charadriidae						
<i>Charadrius hiaticula</i>	76	14	62	m	sm	51
<i>Charadrius semipalmatus</i>	76	14	62	m	sm	124
<i>Charadrius vociferus</i>	76	14	62	m	t-st	10,51
<i>Charadrius tenuipalmatus</i>	76	14	62	m	sm	124
<i>Vanellus vanellus</i>	76	14	62	m	sm	51
Haematopodidae						
<i>Haematopus ostralegus</i>	66	20	46	m	t	51
<i>Haematopus unicolor</i>	72	16	56	sm	sm	5
Jacanidae						
<i>Hydrophasianus chirurgus</i>	82	20	62	m		110
<i>Metopidius indicus</i>	84+	18	66+	sm	m	110
Recurvirostridae						
<i>Recurvirostra avosetta</i>	76	14	62	m	st	51
Scolopaciidae						
<i>Gallinago gallinago</i>	98	26	72	m	m	51
<i>Numenius arcuata</i>	78	26	52	sm	m	51
<i>Tringa flavipes</i>	88					124
<i>Tringa glareola</i>	72+	26	46+	sm	m	110
<i>Tringa hypoleucos</i>	86+	28	58+	m	m	110
<i>Tringa totanus</i>	88	16	72	m	sm	51
Lari						
Laridae						
<i>Larus argentatus</i>	56-72	28	28-44	m	m	58,86,109
<i>Larus canus</i>	66	28	38	m	m	50,109
<i>Larus fuscus</i>	70	20	50	m	sm	51,109
<i>Larus marinus</i>	72	20	52	m	m	109
<i>Larus ridibundus</i>	66	28	38	m	m	50,109
Sternidae						
<i>Sterna albifrons</i>	68	16	52	m	m	86,94
<i>Sterna hirundo</i>	68	24	44	m	m	51
<i>Sterna paradisea</i>	70	24	46	m	m	51
Alcae						
Alcidae						
<i>Brachyramphus marmoratus</i>	50	24	26			80
<i>Lunda cirrhata</i>	50	20-22	30-28			80
COLUMBIFORMES						
Columbidae						
<i>Caloenas nicobarica</i>	80	28	52	m	t	7
<i>Claravis pretiosa</i>	74	18	56	m	m	43,45
<i>Columba cayennensis</i>	76+	18	62+	m		43,45

	2n	macr	micr	z	w	Rif. bib.
<i>Columba janthina</i>	80	16	64			74
<i>Columba livia domestica</i>	80+	18	62+	m	m	4,9,74,89, 98,130,136
<i>Columba palumbus</i>	78	4-18	64-60	m	sm	50
<i>Columba picazuro</i>	76+	16	60	m	m	43,45
<i>Columba speciosa</i>	76+	18	58+	m	m	43,45
<i>Columbina minuta</i>	76	18	58	m	m	43,45
<i>Columbina passerina</i>	76	18	58	m	m	42,43,46
<i>Columbina picui</i>	76+	18	58+	t-sm	m	43,45,46
<i>Columbina talpacoti</i>	76+	18	58+	m	m-st	43,45,46
<i>Geopelia cuneata</i>	72	14	56	sm	t	58
<i>Geotrygon montana</i>	86	18-20	68-66	m	m-st	44,45
<i>Goura cristata</i>	76	28	48	m	t	7
<i>Goura scheepmakeri</i>	80	28	52	m	t	7
<i>Goura victoria</i>	72+	12	60+	m	sm	36
<i>Leptotila rufaxilla</i>	76	16	60	m	m	43,45
<i>Leptotila verreauxi</i>	78+	18	60+	m	m-st	43,45
<i>Scardafella squamata</i>	78+	18	60+	m	m-sm	43,45
<i>Streptopelia orientalis</i>	72+	16	56+	m		74,103
<i>Streptopelia risoria</i>	68-82	16	52-66	m	t	9,58,127,130
<i>Treron sieboldii</i>	78	16	62			74
<i>Turtur chalcospilos</i>	70	18	52	m	st	30
<i>Uropelia campestris</i>	68	16	48	m	m-sm	43
<i>Zenaida auriculata</i>	76+	18	58	m	m	9,45
	76+	14	62	m		44
<i>Zenaida macroura</i>	76	16	60			9,74
PSITTACIFORMES						
Cacatuidae						
<i>Cacatua galerita</i>	82	18	64	m	m	145
<i>Calyptochynchus magnificus</i>	78	18	60	sm	m	145
<i>Probosciger aterrimus</i>	74	18	56	m	m-sm	145
Psittacidae						
<i>Amazona ochrocephala</i>	72	18	54	m	m	37
<i>Amazona viridigenalis</i>	72	18	54	m	m	145
<i>Ara ararauna</i>	70	20	50	m	m	145
<i>Ara macao</i>	70	20	50	m	m	145
<i>Aratinga aurea</i>	70	16	54	m	sm	43
<i>Aratinga auricapilla</i>	70	16	54	m		43
<i>Aratinga cactorum</i>	70	16	54	m		43
<i>Aratinga leucophthalma</i>	70	16	54	m		43
<i>Aratinga solstitialis</i>	70	16	54	m		43
<i>Forpus xanthopterygius</i>	86	16-18	68-66	m	m	43,47
<i>Loriculus vernalis</i>	72	16	56	t		103
<i>Melopsittacus undulatus</i>	58+	26	32+	sm	sm	2,4,89,105,144
	60	26	34	sm	sm	145
<i>Nestor notabilis</i>	60	18	42	m	m	37
<i>Psittacula alexandri</i>	68	16	52	m	t	102,103
<i>Psittacula cyanocephala</i>	66	14	52	m	t	103
<i>Psittacula krameri</i>	70	16	54	sm	t	103,127
<i>Psittacus erithacus</i>	72	16	56	m		37
<i>Psittichas fulgidus</i>	72	18	54	sm	m	145
CUCULIFORMES						
Cuculidae						
<i>Eudynamis scolopacea</i>	78	12	66	m	m	99

	2n	macr	micr	z	w	Rif. bib.
Musophagidae						
<i>Musophaga violacea</i>	82	20	62	sm	t	7
<i>Tauraco porhyreolophus</i>	82	20	62	sm	t	130
STRIGIFORMES						
Strigidae						
Buboninae						
<i>Athene brama</i>	80	12	68	m	m	75,103
<i>Athene noctua</i>	82	18	64	m	t	104
<i>Bubo africanus</i>	76	20	56	m	t	7
<i>Bubo bubo</i>	82	20	62	sm	t	7
<i>Bubo virginianus</i>	82+	20	62+	m	sm	10,72
<i>Ciccaba woodfordii</i>	82	20	62	sm	m	7
<i>Glaucidium radiatum</i>	82	16	66	m	sm	75
<i>Ketupa blakistoni</i>	84	26	58	m		117
<i>Ketupa ketupa</i>	84	26	58	m		117
<i>Ketupa zeylonensis</i>	82	26	56	m		7
<i>Ninox novaeseelandiae</i>	82	18	64	m	m	7
<i>Nyctea scandiaca</i>	84	26	58	m	sm	7,117
<i>Onus asio</i>	84	14	60	m	sm	117
<i>Otus leucotis</i>	70	18	52	m	m	7
<i>Otus scops</i>	78+	18	60+	sm		58
<i>Pulsatrix perspicillata</i>	76+	16	60+	m		136
Striginae						
<i>Asio flammeus</i>	82					117,124
<i>Asio otus</i>	82	14	68	m	m	117,118,124
<i>Strix aluco</i>	82	14	68	m	m	51,104
<i>Strix leptogrammica</i>	82	14	68	m	m	117
<i>Strix nebulosa</i>	80					124
<i>Strix uralensis</i>	82+	14	68+	m	m	117,136
<i>Strix uralensis japonica</i>	82	14	68	m	m	136
Tytonidae						
<i>Phodilus badius</i>	92	26	66	m		7
<i>Tyto alba</i>	92	92	0	m	m	101,104
	92	92	0	m	t	7
CAPRIMULGIFORMES						
Caprimulgidae						
<i>Caprimulgus aegyptius arenicolor</i>	70	24	46			24
Podargidae						
<i>Podargus strigoides</i>	78	24	54			7
APODIFORMES						
Trochilidae						
<i>Calypte anna</i>	74	24	50	sm	t-st	10
COLIIFORMES						
Coliidae						
<i>Colius macrourus</i>	78+	18	60+	sm	sm	30
CORACIIFORMES						
Alcedinidae						
<i>Dacelo gigas</i>	76+	24	52+			36
Bucerotidae						
<i>Aceros undulatus</i>	68	38	30	st	t	7

	2n	macr	micr	z	w	Rif. bib.
<i>Buceros bicornis</i>	70	30	40	t	sm	7
<i>Bucorvus abyssinicus</i>	90	32	58	st	sm	7
<i>Bucorvus Leadbeateri</i>	88	32	56	st	sm	7
<i>Tockus fasciatus</i>	68	30	38	st		7
Coraciidae						
<i>Coracias bengalensis</i>	88	30	58	sm	t	7,101
	78					76
<i>Coracias garrulus semenovi</i>	90	6	84			21
Upupidae						
<i>Upupa epops</i>	126	6	120			76
PICIFORMES						
Capitonidae						
<i>Megalaima haemacephala</i>	90	16	64	st	t	65
<i>Megalaima zeylanica</i>	96	34	62	st	st	66
Picidae						
<i>Colaptes auratus</i>	90	20	70	st	t	126
<i>Dinopium benghalense</i>	92					65
<i>Dryocopus martius</i>	88	20	68	st		126
<i>Picooides mahrattensis</i>	84					65
<i>Picooides major</i>	108	20	88	st	t	126
<i>Picooides minor</i>	108	20	88	m	m	126
<i>Picooides pubescens</i>	92	20	72	m	t	126
<i>Picooides villosus</i>	92	20	72	m	t	126
<i>Picus viridis</i>	94	30	64	t	t	51
<i>Sphyrapicus varius</i>	92	20	72	st	t	126
Rampastidae						
<i>Rampastos toco</i>	106	30	76	sm		120,137
PASSERIFORMES						
Alaudidae						
<i>Alauda gulgula gulgula</i>	76-84					69
<i>Calandrella cinerea</i>	78-80	10	68-70	m	sm	20
<i>Eremophila alpestris</i>	76	10	66	m		20,22
<i>Eremopterix grisea</i>	78	12	66	m	sm	106
<i>Galerida cristata</i>	64-72	12	52-60	m	m	20,22,106
<i>Melanocorypha bimaculata</i>	78	10	68	m	sm	20,21,22
<i>Mirafra assamica</i>	76	10	66	m	sm	132
<i>Mirafra erythroptera erythroptera</i>	74	10	64			132
Bombycillidae						
<i>Bombycilla garrulus</i>	78	16	62	sm	t	24
Campephagidae						
<i>Coracina melanoptera</i>	72-74	16	56-58	t	m	103
Certhiidae						
<i>Certhia familiaris</i>	80	14	66	t	st	51
Cotingidae						
<i>Cephalopterus penduliger</i>	82	24	58	sm	sm	7
Corvidae						
<i>Corvus brachyrhynchos</i>	80+	22	58+	st	st	59
<i>Corvus corax</i>	78	14	64	st	sm	10

	2n	macr	micr	z	w	Rif. bib.
<i>Corvus corone</i>	72	18	54	st	sm	7
<i>Corvus macrorhynchus</i>	78	14	64	t	t	92
<i>Corvus monedula</i>	80	14	66	sm	t	22,24
<i>Corvus splendens</i>	80+	14	66+	t	t	79,81,92
<i>Cyanocitta cristata</i>	78	24	54	m	sm	59
<i>Cyanopica cyana</i>	80	14	66	st	t	22
<i>Dendrocitta vagabunda</i>	74	16	58	st	st	15,92
<i>Pica pica</i>	76	18	58	sm	m	50
<i>Pyrhocorax pyrrhocorax</i>	76	14	62			22
Dicruridae						
<i>Dicrurus adsimilis</i>	68	16	52	sm	t	15,92
<i>Dicrurus caerulescens</i>	68	16	52	sm	t	15
Emberizidae						
<i>Coryphospingus cuculans</i>	80	14	66	sm	st	42
<i>Coryphospingus pileatus</i>	80	14	66	sm	t	42
<i>Emberiza citrinella</i>	80+	20	60	sm	m	22,24,52,97
<i>Emberiza flaviventris</i>	82	18	64			56
<i>Emberiza hortulana</i>	80	14	66			19
<i>Emberiza leucocephala</i>	80	20	60	sm	m	24,97
<i>Junco aikeni</i>	78-82	20	58-62	sm	t	123
<i>Junco caniceps</i>	78-82	20	58-62	sm	t	123
<i>Junco hyemalis</i>	78-82	20	58-62	sm	t	60,123
	82+	14	68+	st	t	11,125
<i>Junco insularis</i>	78-82	20	58-62	sm	t	123
<i>Junco oreganus</i>	78-82	20	58-62	sm	t	123
<i>Junco phaenotus</i>	78-82	20	58-62	sm	t	123
<i>Junco vulcani</i>	82					123
<i>Myorphiza humeralis</i>	76	14	62			42
<i>Passerculus sandwichensis</i>	74	14	60	sm	st	11
<i>Pipilo erythrophthalmus</i>	84	14	70	m	sm	60
<i>Saltator maximus</i>	82	14	68	st	t	42
<i>Sicalis flaveola</i>	80	14	66	sm	t	42
<i>Sporophila caerulescens</i>	78	14	64			42
<i>Volatinia jacarina</i>	78	14	64	sm	t	42
<i>Zonotrichia albicollis</i>	82+	16	66+	sm	sm	141
	82+	24	58+	sm	sm	11
<i>Zonotrichia capensis</i>	80	14	66	sm		22
<i>Zonotrichia leucophrys</i>	80	20	60	st	t	11,42,124.125
Estrilididae						
<i>Bathilda ruficauda</i>	82	14	68			133
<i>Estrilda amandava</i>	80+	14	66+	m	t	101,133
<i>Euodice cantans</i>	76-78	16	60-62	m		56
<i>Lonchura malabarica</i>	80	16	64	m	m-t	101
	78+	14	64+	m	t	96
<i>Lonchura malacca</i>	80+	14	66+	m	st	96
	80	16	64	m	st	101
<i>Lonchura punctulata</i>	82+	14	68+	m	t	96
	78	16	62	m		101
<i>Lonchura striata</i>	82	14	68	sm	sm	133
	78+	14	64+	m		101
<i>Padda oryzivora</i>	82	14	68	sm		133
<i>Passerella iliaca</i>	78					125
<i>Spizella arborea</i>	26					125
<i>Sporaeginthus amandava</i>	82	14	68	sm	st	133
<i>Taeniopygia castanotis</i>	82	14	68	m	t	133

	2n	macr	micr	z	w	Rif. bib.
Fringillidae						
<i>Acanthis cannabina</i>	82	14	68			19,143
<i>Bucanetes githagineus</i>	80	14	66			20,22,91
<i>Bucanetes mongolicus</i>	80	14	66	st	t	20,22,91
<i>Cardinalis cardinalis</i>	84	22	62	st	t	6
<i>Carduelis flammea</i>	78					124
<i>Carduelis spinus</i>	80	14	66	m		133
<i>Carpodacus erythrinus</i>	80	14	66			20,24,91
<i>Carpodacus mexicanus</i>	80					124
<i>Chloris chloris</i>	78+	10	68+	m	t	52
<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	82	14	68	m	t	27
<i>Fringilla coelebs</i>	80	20	60	m	m	94
<i>Serinus canarius</i>	80+	18	62+	m	m	4,11,89
Hirundinidae						
<i>Hirundo rustica</i>	80	14	66			22,24
Irenidae						
<i>Aegithina tiphia</i>	80	16	64			101
Laniidae						
<i>Lanius bucephalus</i>	72					142
<i>Lanius cristatus</i>	76	18	58	st	m	101
<i>Lanius excubitor</i>	74+	14	60+	t	m	80
<i>Lanius minor</i>	76	18	58	st	t	24
<i>Lanius phoenicuroides</i>	76	18	58	st	t	24
<i>Lanius schach erythronotus</i>	76	18	58	st	t	24
<i>Lanius schach tricolor</i>	72	14	58	st	sm	24
	76	14	62	sm	m	101
<i>Lanius tephronotus lahulensis</i>	74+	14	60+	sm	st	80
<i>Lanius tigrinus drapiez</i>	72	16	56	sm	st	80
Mimidae						
<i>Toxostoma rufum</i>	78+	23	55	m		60
Motacillidae						
<i>Anthus spinoletta</i>	86	14	72	m		22
<i>Anthus trivialis</i>	80+	18	62+	m	m	22,24,25,52
<i>Motacilla alba</i>	78+	14	64+	sm	t	22,52
<i>Motacilla cinerea</i>	76	12	64	z	t	82
<i>Motacilla flava</i>	78	16	62	st	sm	51
<i>Motacilla maderaspatensis</i>	80					101
<i>Motacilla novaeseelandiae</i>	90	16	74	m		15
	78					101
Muscicapidae						
<i>Chrysomma sinense</i>	70	14	56			131
<i>Picathartes gymnocephalus</i>	78	16	62			7
<i>Turdoides striatus</i>	68	14	54	sm-st	m	98,103
Nectarinidae						
<i>Chalcomitra amethystina</i>	96-100	20	76-80	st	t	29
<i>Nectarinia zeylonica</i>	82+	14	68+	st	t	101
Oriolidae						
<i>Oriolus oriolus</i>	78	18	60	t		103
<i>Oriolus xanthornus</i>	80	14	66	st	t	1
	80	14	66	t	t	92

	2n	macr	micr	z	w	Rif. bib.
<b>Paridae</b>						
<i>Parus ater</i>	80	18	62	st	sm	22
<i>Parus atricapillus</i>	80	18	62	sm	st	22
<i>Parus major</i>	78+	18	60+	st	sm	31,51
<i>Parus palustris</i>	78+	18	60+	st	sm	31,51
<b>Ploceidae</b>						
<i>Montifringilla nivalis</i>	80	14	66	st	t	20
<i>Passer domesticus</i>	80+	26	54+	m	sm	101
	76-78	6	60-62	m	sm	26,31,96
<i>Passer hispaniolensis</i>	76	24	52	m	t	26
<i>Passer montanus</i>	76-78	16	60-62	m	m	31,51
	78	16	62	sm	t	26
<i>Petronia petronia</i>	82	14	68	sm	t	20
<i>Ploceus mahali</i>	74-78	20	58-54	st	st	29
<i>Ploceus intermedius</i>	74-78	20	54-58			29
<i>Ploceus philippinus</i>	78+	18	60+			79,96
<i>Pyrgilauda davidiana</i>	78	14	64			26
<b>Pycnonotidae</b>						
<i>Pycnonotus cafer</i>	82	14	68	m		92
	80+	14	66+			101
<i>Pycnonotus jocosus</i>	84	14	70	m	m	64,92
	82	14	68			101
<i>Pycnonotus leucogenys</i>	82	14	68	m		92
<b>Sittidae</b>						
<i>Sitta neumayer</i>	94	14	80	t	sm	22
<b>Sturnidae</b>						
<i>Acridotheres fuscus</i>	74	12	62	sm	m	122
<i>Acridotheres tristis</i>	80	12	68	sm	m	92
<i>Buphagus erythrorhynchus</i>	68	20	48	m	t	29
<i>Sturnopastor contra</i>	68	12	56	m		98,103
<i>Sturnus contra</i>	82	12	70	m	m	92
<i>Sturnus malabaricus</i>	80-82	12	68-70	m	m	92
<i>Sturnus pagodarum</i>	82	12	70	m		92
<i>Sturnus vulgaris</i>	82	20	60	sm	t	27
<b>Sylviidae</b>						
<i>Acrocephalus agricola</i>	78	14	64	st	t	24
<i>Hippolais languida</i>	78	14	64	st	t	24
<i>Sylvia communis</i>	84	14	70	st	t	24
<b>Thraupidae</b>						
<i>Stephanophurus diadematus</i>	78	14	64			42
<b>Turdidae</b>						
<i>Calliope calliope</i>	84	18	66	t		23
	82	16	66	m	m	101
<i>Calliope pectoralis</i>	84	18	66	t		23
<i>Cyanosylvia svecica</i>	84	14	70	t		16,23
	82	16	66	st	t	101
<i>Monticola saxatilis</i>	86	14	72			23
<i>Monticola solitarius</i>	86	14	72	m	t	23
	82	20	62	st	st	27
<i>Oenanthe deserti</i>	82	14	68	st	st	23
<i>Oenanthe finschi</i>	82	14	68			23
<i>Oenanthe hispanica</i>	82	14	68	st	t	23

	2n	macr	micr	z	w	Rif. bib.
<i>Oenanthe isabellina</i>	82	14	68			23
<i>Oenanthe oenanthe</i>	80	18	62	m	t	51
	82	14	68			23
<i>Oenanthe picata</i>	82	14	68			23
<i>Oenanthe pleschanka</i>	82	14	68			23
<i>Oenanthe xanthopyrma</i>	82	14	68			23
<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	76	24	52	sm	sm	50
<i>Saxicola insignis</i>	80	14	66	t	t	23
<i>Saxicola torquata</i>	86	16	70	st	t	94
	80	14	66	sm	sm	23
<i>Turdus amaurochalinus</i>	80	14	66	m	t	42
<i>Turdus leucomelas</i>	80			st	t	51
<i>Turdus merula</i>	80	20	60	m	t	27,94
	80	14	66			59
<i>Turdus migratorius</i>	80	24	56	m	m	23
<i>Turdus musicus</i>	80	14	66	m		27
<i>Turdus philomelos</i>	80	16	64	m	t	23
<i>Turdus philomelos ericetorum</i>	80	16	64	m	m	23
<i>Turdus pilaris</i>	80	14	66	m	t	23
<i>Turdus rufiventris</i>	80			m	st	42
<i>Turdus sibiricus</i>	74-82	22	52-60	sm		58
Tyrannidae						
<i>Empidonax alnorum</i>	82					124
<i>Empidonax flaviventris</i>	82					124
<i>Empidonax minimus</i>	82					124
<i>Empidonax traillii</i>	82					124
Vireonidae						
<i>Vireo flavifrons</i>	76					124
<i>Vireo gilvus</i>	76					124
<i>Vireo olivaceus</i>	76					124
<i>Vireo solitarius</i>	76					124

## BIBLIOGRAFIA DELL' APPENDICE I

- 1) Ansari, H.A. e Kaul, D. 1979. Somatic chromosomes of black-headed oriole, *Oriolus xanthornus* (Linn.): A probable case of translocation heterozygosity. *Experientia* 35: 740- 741.
- 2) Ansari, H.A., Takagi, N. e Sasaki, M. 1986 Interordinal conservatism of chromosome banding patterns in *Gallus domesticus* (Galliformes) and *Melospittacus undulatus* (Psittaciformes). *Cytogenet. Cell Genet.* 43 : 6-9.
- 3) Atkin, N.B., Mattison, G., Becak, W. e Ohno, S. 1965. The comparative DNA content of 19 species of placental Mammals, Reptiles and Birds. *Chromosoma* 17: 1-10.
- 4) Au, W. e Soukup, S.W. 1974. Identification of the W chromosome in the bald eagle. *Mamm. Chrom. Newsl.* 15: 4-5.
- 5) Baker, A.J., Parslow, M. e Chambers, D. 1981. Karyological studies of a female variable oystercatcher (*Haematopus unicolor*) *Can. J. Genet. Cytol.* 23: 611-619.
- 6) Bass, R.A. 1979. Chromosomal polymorphism in cardinalis *Cardinalis cardinalis*. *Can. J. Genet. Cytol.* 21: 549-553.
- 7) Belterman, R.H.R. e De Boer, L.E.M. 1984. A karyological study of 55 species of birds including karyotypes of 39 species new to cytology. *Genetica* 65: 39-82.
- 8) Benirschke, R. J. 1977. Karyological difference between *Sagittarius* and *Cariama* (Aves). *Experientia* 33: 1021.
- 9) Benirschke, K. e Hsu, T.C. 1971. Chromosome atlas: fish, amphibians, reptiles and birds. *Aves Folia* 1-14. Springer-Verlag, New York.

- 10) Benirschke, K. e Hsu, T.C. 1973. Chromosome atlas: fish, amphibians, reptiles and birds. Aves Folia 15-34. Springer-Verlag, New York.
- 11) Benirschke, K. e Hsu, T.C. 1975. Chromosome atlas : fish, amphibians, reptiles and birds. Aves, Folia 35-49. Spinger-Verlag, New York.
- 12) Benirschke, R.J., Sekulovich, R.E. e Risser, A.C. 1976 . The chromosomes of Darwin's reha (*Pterocnemia p.pennata*, Aves). Chrom. Inform. Serv.21: 13-14
- 13) Bhatnagar, M.K. 1968. Mitotic chromosomes of White Chinese Geese. J.Heredity 59: 191-195.
- 14) Bhunya, S.P. e Mohanty, M.K. 1985. Localization of constitutive heterochromatin (C-band) and nucleolus organizers (NORs) in the somatic chromosomes of a peleciform bird *Phalacrocorax niger* (Vieillot). Chrom. Inform. Serv. 39: 17-19.
- 15) Bhunya, S.P. e Sultana, T. 1979. Somatic chromosome complements of four passerine birds and their karyological relationship. Caryologia 32: 299-309.
- 16) Bhunya, S.P. e Sultana, T. 1982 . Unusual distribution of constitutive heterochromatin (C-bands) in the somatic chromosomes of passerine bird, *Erithacus svecicus*. Experientia 38: 806-807.
- 17) Bianchi, N.O. e Molina, O.J. 1967. Chronology and pattern of replication in the bone marrow chromosomes of *Gallus domesticus*. Chromosoma 21: 387-397.
- 18) Bloom, S.E. 1969. A current list of chromosome numbers and variations for species of the avian subclass Carinatae. J. Heredity 60: 217-220.
- 19) Bulatova, N.Sh. 1973a. A cytotaxonomic study of three related families of birds: Fringillidae, Emberizidae, Ploceidae. Z. Zool. Syst. Evolut.-forsch. 11: 233-239.
- 20) Bulatova, N.Sh. 1973b. Unusually large sex chromosomes in some larks (Aves: Alaudidae). Mamm. Chrom. Newsl. 14: 150- 152.
- 21) Bulatova, N.Sh. 1977. Chromosome structure and evolution in birds. In: V.V.Khvostova (ed.), The cytogenetics of hybrids, mutation and karyotype evolution. Nauka, Novosibirsk.
- 22) Bulatova, N.Sh. 1981. A comparative karyological study of passerine birds. Acta Soc.Nat. Brno 15: 1- 44.
- 23) Bulatova, N.Sh.e Panov, E.N. 1973. Comparative analysis of karyotypes of 18 species of family Turdidae (Aves). Caryologia 26: 229-244.
- 24) Bulatova, N.Sh., Panov, E.N. e Radjabli, S.I. 1971. Description of karyotypes of some species of birds of the USSR fauna. Proc. USSR Acad. Sci. 199: 1420-1423.
- 25) Bulatova, N.Sh. e Radjabli, S.I. 1974. Trypsin-banding procedure for avian chromosomes. J. Hered. 65:188.
- 26) Bulatova, N.S.H., Radjabli, S.I. and Panov, E.N. 1972 . Karyological description on three species on the genus Passer. Experientia 28: 1369-1371
- 27) Calafati P. e Capanna E. 1981 . Karyotype analysis in ornithological studies: the chromosomes of six species of Oscines ( Passeriformes ). Avocetta 5: 1-9.
- 28) Capanna, E., Civitelli, M.V. e Geralico, C. 1982 . The chromosome of the Hadada ibis and comments on the karyotype evolution in Threskiornithidae ( Aves, Ciconiformes). Cytogenet. Cell Genet. 34: 35-42.
- 29) Capanna, E. e Geralico, C. 1982 . Karyotype analysis in ornithological studies: II The chromosomes of four species of African birds (Nectarinidae, Ploceidae and Sturnidae). Avocetta 6: 1-9.
- 30) Capanna, E. e Merani, S. 1980. Chromosomes of two uncommon African birds. Bool.Zool. 47: 83-86.
- 31) Castroviejo, J.C., Christian, L.C. e Groppe, A. 1969 Karyotypes of four species of birds of the families Ploceidae and Paridae. J. Heredity 60: 134-136.
- 32) Comings, D.E. e Mattoccia, E. 1970. Studies of microchromosomes and a G-C rich DNA satellite in the quail. Chromosoma 30: 202-214.
- 33) De Boer, L.E.M. 1975. Karyological heterogeneity in the Falconiformes. Experientia 31: 1138-1139.
- 34) De Boer, L.E.M. 1976. The somatic chromosome complements of 16 species of Falconiformes (Aves) and karyological relationship of the order. Genetica 46: 71-113.
- 35) De Boer, L.E.M. 1980. Do the chromosomes of the kiwi provide evidence for a monophyletic origin of the ratites? Nature 287: 84-85.
- 36) De Boer, L.E.M.e Belterman, R.H.R. 1980a. The karyotypes of two New Guinean birds, *Dacelo gigas* (Coraciiformes: Alcedinidae) and *Goura victoria* (Columbiformes: Columbidae). Chrom. Inform. Serv. 29 : 17-18.
- 37) De Boer, L.E.M. e Belterman, R.H.R. 1980b. The somatic chromosomes of three parrots: the kea (*Nestor notabilis*) the yellow-headed parrot (*Amazona ochrocephala*) and the grey parrot (*Psittacus erithacus*). Acat. Zool. Pathol. Antverpiensia 75: 9- 18.
- 38) De Boer, L.E.M. e Belterman, R.H.R. 1981. Chromosome banding studies of the razor-billed curassow, *Crax mitu* (Aves, Galliformes: Cracidae). Genetica 54: 225 -232.

- 39) De Boer, L.E.M. e Sinoo, R.P. 1984. A karyological study of Accipitridae (Aves: Falconiformes), with karyotypic descriptions of 16 species new to cytology. *Genetica* 65: 89- 107.
- 40) De Boer, L.E.M. e Van Bockstaele, R. 1981. Somatic chromosomes of the Congo peafowl (*Afropavo congensis*) and their bearing on the species affinities. *Condor* 83: 204-208.
- 41) De Boer, L.E.M. e Van Brink, J.M. 1982. Cytotaxonomy of the Ciconiiformes (Aves) with karyotypes of eight species new to cytology. *Cytogenet. Cell. Genet.* 34:19-34.
- 42) De Lucca, E.J. 1974. Cariotipos de 14 especies de aves des ordens Cuculiformes, Galliformes, Passeriformes e Tinamiformes. *Rev. brasil. Pesquisas Med. e Biol.* 7: 253-263
- 43) De Lucca, E.J. 1983 Constitutive heterochromatin and the structural complexity of chromosomes in Columbiformes and Psittaciformes (Aves). *Caryologia* 36: 373-384.
- 44) De Lucca, E.J. 1984 Chromosomal evolution of South American Columbiformes (Aves). *Genetica* 63: 177-185.
- 45) De Lucca, E.J. e De Aguiar, M.L.R. 1976 Chromosomal evolution in Columbiformes. *Caryologia* 29: 59-68.
- 46) De Lucca, E.J. e De Aguiar, M.L.R. 1978. A karyosystematic study in Columbiformes (Aves). *Cytologia* 43: 249-253.
- 47) De Lucca, E.J. e De Marco, D.A. 1983. Chromosomal polymorphism in *Forpus xanthopterygius* (Psittaciformes). *Caryologia* 36: 355-361.
- 48) Ford, E.H.R. e Woollam, D.H.M. 1964. Testicular chromosomes of *Gallus domesticus*. *Chromosoma* 15: 568-578
- 49) Frederic, J. 1961. Contribution a l'etude du Caryotype chez le Poulet. *Arch. de Biol.* 72: 185-209.
- 50) Hammar, B. 1966 The karyotypes of nine birds. *Hereditas* 55: 367-385.
- 51) Hammar, B. 1970 The karyotypes of thirty-one birds. *Hereditas* 65: 29-58.
- 52) Hammar, B. e Herlin, M. 1975 Karyotypes of four bird species of the order Passeriformes. *Hereditas* 80: 171-184.
- 53) Hance, R.T. 1926. Sex and chromosomes in the domestic fowl (*Gallus domesticus*). *J. Morph. Physiol.* 43: 119-145.
- 54) Harris, T. e Walters, C. 1982. Chromosomal sexing of the Black Shouldered Kite (*Elanus caeruleus*) (Aves: Accipitridae). *Genetica* 60: 19-20
- 55) Hiramatsu, H., Tashiro, K., Narushima, E., Hashizaki, F., Nakamura, T. e Fukuoka, M. 1978. Observation of the sex chromosomes in the turkey culture. *Chrom. Inf. Serv.* 25: 22-24.
- 56) Hirschi, M., Hauschteck-Jungen, E. e Ziswiler, V. 1972 Kariotypen von zwei Vogelarten, *Euodice cantans* (Estrinidae) und *Emberiza flaviventris*, (Pyrrhuloxiidae, Emberizinae). *Cytologia* 37: 525-529.
- 57) Husak, T., Srb, V. e Kral, B. 1968. Die klassifizierung von Makrochromosomen in Vogelskaryotype mittels eines Indexes der relativen Lange. *Cytologia* 33: 202-206
- 58) Itoh, M., Ikeuchi, T., Shimba, H., Mori, M., Sasaki, M., e Makino, S. 1969. A comparative karyotypes study in fourteen species of birds. *Jap. J. Genet.* 44: 163-170.
- 59) Jovanovic, V. e Atkins, L. 1969a. Karyotypes of four Passerine birds belonging to the families Turdidae, Mimidae and Corvidae. *Chromosoma* 26: 388-394.
- 60) Jovanovic, V. e Atkins, L. 1969b. Karyotypes of two North American buntings (Aves, Emberizinae). *Genetica, Beograd* 1: 165-175.
- 61) Jovanovic, V. e Milosevic, M. 1972 Somatic chromosomes of the Goshawk (*Accipiter badius*). *Mamm. Chrom. Neswl.* 13: 123-124.
- 62) Kaul, D. e Ansari, H.A. 1975. Somatic chromosomes of the male *Accipiter badius*. *J. Heredity* 66: 175-176.
- 63) Kaul, D. e Ansari, H.A. 1976. Somatic chromosomes in four indian falconids. *Proc. Ind. Sci. Congr.* 63: 227-228
- 64) Kaul, D. e Ansari, M.A. 1978a. Normal and C-banded somatic chromosomes of redwhiskered bulbul, *Picnonotes jocosus* (L.), Pycnonotidae: Passeriformes. *Chrom. Infor. Serv.* 25: 19-20.
- 65) Kaul, D. e Ansari, H.A. 1978b. Chromosome studies in three species of Piciformes (Aves). *Genetica* 48: 193-196.
- 66) Kaul, D. e Ansari, H.A. 1981. Chromosomal polymorphism in a natural population of the Northern green barbet, *Megalaima zeylanica caniceps* (Franklin) (Piciformes: Aves). *Genetica* 54: 241-245.
- 67) King, M. 1970 Mitotic chromosomes of the Australian king quail (*Excalfactoria chinensis*). *Caryologia* 23. 329-334.
- 68) Klein, A. 1973 The karyotype of *Ardea cinerea* (L), *Ardea purpurea* (L) and their hybrid. *Chrom. Infor. Serv.* 15: 14-15.
- 69) Krishan, A. 1963a. Meiotic chromosomes of the small indian lark (*Alauda gulgula gulgula*). *Experientia* 19: 181-182.

- 70) Krishan, A. 1963b. The mitotic and meiotic chromosomes of the duck. *J. Heredity* 45: 91-95
- 71) Krishan, A. 1964. Microchromosomes in the spermatogenesis of the domestic turkey. *Exp. Cell Res.* 33: 1-7.
- 72) Krishan, A., Haiden, G.J. e Shoffner, R.N. 1965. Mitotic chromosomes and the W-sex chromosome of the great horned owl (*B.v. virginianus*). *Chromosoma* 17: 258-263.
- 73) Krishan, A. e Shoffner, R.N. 1966. Sex chromosomes in the domestic fowl (*Gallus domesticus*), turkey (*Meleagris gallopavo*) and the chinese pheasant (*Phasianus colchicus*). *Cytogenetics* 5: 53-63
- 74) Makino, S., Udagawa, T. e Yamashina, Y. 1956. Karyotype studies in birds. 2: A comparative study of chromosomes in the Columbidae. *Caryologia* 8: 275-293.
- 75) Misra, M. e Srivastava, M.D.L. 1974. The W-chromosome in two species of Strigiformes. *Chrom.Infor.Serv.* 17: 28-29.
- 76) Misra, M. e Srivastava, M.D.L. 1975. Chromosomes of two species of Coraciiformes. *Nucleus* 18: 89-92.
- 77) Misra, M. e Srivastava, M.D.L. 1976a. The karyotypes of two species of Falconiformes. *Cytologia* 41: 313-317.
- 78) Misra, M. e Srivastava, M.D.L. 1976b. Somatic chromosomes of *Bubulcus ibis* (L.) (Cattle egret). A case of reciprocal translocation. *Genetica* 46: 155-160.
- 79) Mittal, O.P. 1979. Spontaneous occurrence of polyploid cells in the male germ cells of birds. *Chrom. Inf. Serv.* 27: 20-21
- 80) Mittal, O.P. 1985. On the "intermediate" chromosomes in birds. *Chrom. Inf. Serv.* 38: 4-6.
- 81) Mittal, O.P. e Sakhujia, S. 1975. Somatic chromosomal analysis of *Corvus splendens* (Indian common house crow). *Mamm. Chrom. Newsl.* 16: 88.
- 82) Mittal, O.P. e Sharma, V.L. 1982. Bone marrow chromosomes of *Motacilla cinerea cinerea* (Motacillidae: Passeriformes: Aves). *Chrom.Inf.Serv.* 33: 18-21.
- 83) Mott, C.L., Lockhart, L.M. e Rigdon, R.H. 1968. Chromosomes of the sterile hybrid duck. *Cytogenetics* 7: 403-412.
- 84) Nishida, C. e Sasaki, M. 1980. A preliminary note on the nucleolus organizing regions of metaphase chromosome in five species of cranes (Aves: Gruiformes). *Chrom.Infor.Serv.* 28: 12-14.
- 85) Nishida, C., Sasaki, M. e Hori, H. 1981. Banding patterns and nucleolus organizing regions in somatic chromosomes of the siberian great bustard *Otis tarda*, with a note on the karyotypic similarities to the crane. *Chrom. Inform. Serv.* 31: 28-31.
- 86) Oguma, K. 1937. Studies on Sauropsid chromosomes IV. Chromosome numbers of sea-birds new to cytology. *J. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ.* 5: 265-282
- 87) Ohno, S. 1961. Sex chromosomes and microchromosomes of *Gallus domesticus*. *Chromosoma* 11: 484-498.
- 88) Ohno, S., Kaplan, W.D. e Kinoshita, R. 1960. On the sex chromatin of *Gallus domesticus*. *Exp.Cell.Res.* 19: 180-183.
- 89) Ohno, S., Stenius, C., Christian, L.C., Becak, W. e Becak M.L. 1964. Chromosomal uniformity in the avian subclass Carinate. *Chromosoma* 15: 280-288.
- 90) Owen, J.J.T. 1965. Karyotype studies on *Gallus domesticus*. *Chromosoma* 16: 601-608.
- 91) Panov, E.N. e Bulatova, N.Sh. 1972. A comparative analysis of karyotypes of 18 species family Turdidae (Aves). *Zool. Zh.* 51: 1371-1380.
- 92) Patnaik, S.C. e Prasad, R. 1980. Comparative karyological studies in some 12 species of indian passerine birds. *Z. Zool. Syst. Evolut. Forsch.* 18: 297-309.
- 93) Patnaik, S.C., Samanta, M. e Prasad, R. 1981. Chromosome complements and banding patterns in a peleaniform bird, *Phalacrocorax niger*. *J.Hered.* 72: 447-449.
- 94) Piccinni, E.C. e Stella, M. 1970. Some avian karyograms. *Caryologia* 232: 189-202.
- 95) Pollock, B.F. e Fechheimer, N.S. 1981. Variable C-banding patterns and a proposed C-band karyotype in *Gallus domesticus*. *Genetica* 54: 273-279.
- 96) Prasad, R. e Patnaik, S.C. 1977. Karyotypes of five passerine belonging to family Ploceidae. *Caryologia* 30: 361-368.
- 97) Radjabli, S.I., Panov, E.N. e Bulatova, N.Sh. 1970. Comparative studies of the karyotypes of two closely related species of buntings (*Emberiza citrinella* L. and *E. leucocephalos* G.M.) hybridized in areas of overlap. *Zool. Zh.* 49: 1857-1863.
- 98) Raman, R., Jacob, M. e Sharma, T. 1978. Heterogeneity in distribution of constitutive heterochromatin in four species of birds. *Genetica* 48: 61-65.
- 99) Ray-Chaudhuri, R. 1967. Mitotic and meiotic chromosomes of the koel, *Eudynamis scolopacea scolopacea*. *Nucleus* 10: 151-154.

- 100) Ray-Chaudhuri, R. 1973 . Cytotaxonomy and chromosome evolution in birds. In B. Chiarelli and E.Capanna (Eds). "Cytotaxonomy and Vertebrate evolution" 425-483 Academic Press, London.
- 101) Ray-Chaudhuri, R. 1976. Cytotaxonomy and chromosome evolution in Passeriformes (Aves): A comparative karyotype study of seventeen species. Z. zool. Syst. Evolutforsch. 14: 299-320.
- 102) Ray-Chaudhuri, S.P., Ray-Chaudhuri, R. e Sharma, T. 1966. The W chromosome in the female of two Indian species of birds. Chromosoma 20: 151-154.
- 103) Ray-Chaudhuri, R., Sharma, T. e Ray-Chaudhuri,S.P. 1969. A comparative study of the chromosomes of birds. Chromosoma 26: 148-168.
- 104) Renzoni, A. e Vegni-Talluri, M. 1966. The karyograms of some Falconiformes and Strigiformes. Chromosoma 20: 133-150.
- 105) Rothfels, K., Aspden, M. e Mollison, M. 1963 The W chromosome of budgerigar, *Melopsittacus undulatus*. Chromosoma 14: 459-467.
- 106) Roy, S. e Kaul, D. 1985. Chromosomal studies of two larks (Alaudidae: Passeriformes). Chrom. Inf. Serv. 38: 7-8.
- 107) Roy, S., Kaul, D. e Ansari, H.A. 1986. Somatic chromosomes of the tawny eagle, *Aquila rapax* (Temm.& Laug.) (Falconiformes: Accipitridae). Chrom. Inf. Serv. 40: 9-10.
- 108) Rytzman, H., Tegelstrom, H. e Jansson, H. 1979. G- and C- banding in four related *Larus* species (Aves). Hereditas 91: 143-148
- 109) Rytzman, H. e Tegelstrom, H. 1983. Chromosomal evolution in the family Phasianidae (Aves). Hereditas : 71-76.
- 110) Samanta, M. e Prasad, R. 1981. Chromosome complement and C-banding patterns in some Indian Characriiform birds. Z. Zool. Syst. Evolutionsforsch 20: 100-111.
- 111) Sasaki, M. 1981. High resolution G-band karyotypes of the domestic fowl and the japanese quail. Chrom. Infor. Serv. 31: 26-28.
- 112) Sasaki, M., Ikeuchi, T. e Makino, S. 1968. A feather pulp culture technique for avian chromosomes, with notes in the chromosomes of the peafowl and the ostrich. Experientia 24: 1292-1293.
- 113) Sasaki, M. e Nishida, C. 1980. C-band heteromorphism in the Z chromosome of the Japanese quail, *Coturnix c.japonica*. Chrom. Inf. Serv. 29: 21-22.
- 114) Sasaki, M. e Nishida, C. 1981. Nucleolar chromosomes of the domestic chicken and the Japanese quail. Chrom. Inf. Serv. 30: 25-27.
- 115) Sasaki, M., Nishida, C. e Hori, H. 1982. Banded karyotypes of the green-backed guan, *Penelope jacquacy granti* (Cracidae), with notes on the Karyotypic relationship to the maleo fowl (Megapodidae) and the domestic fowl (Phasianidae) (Galliformes: Aves). Chrom. Infor. Serv. 32: 26-28.
- 116) Sasaki, M., Nishida, C., Takagi, N. e Hori, H. 1980. Sex chromosomes of the elegant crested tinamou, *Eudromia elegans* (Aves: Tinamiformes: Tinamidae). Chrom. Infor. Serv. 29: 19-20.
- 117) Sasaki, M., Nishida, C. e Tsuchiya, K. 1981. Comparative karyotype studies in ten species of owls. Jap. J. Genet. 56: 633.
- 118) Sasaki, M., Nishida, C. e Tsuchija, K. 1983. Autosomal polymorphism in the long eared owl, *Asio otus* (Strigiformes: Aves). Chrom.Infor.Serv. 34: 17-18.
- 119) Sasaki, M. e Takagi, N. 1974. Karyotypes of four rare species of birds. Chrom. Infor. Serv. 16: 31-33.
- 120) Sasaki, M. e Takagi, N. 1981. Chromosomes in Gruiformes with notes on the chromosomal diagnosis of avian sex. Proc. Int. Crane Symp. Sapporo 1980: 19-23.
- 121) Scaccini, A. 1939. Sull'assetto cromosomico di alcune specie di fagiani, della gallina di Faraone domestica e del tacchino domestico. Arch. ital. Anat. Embriol.42: 474-505.
- 122) Sharma, G.P., Mittal, O.P. e Gupta, N. 1980. Somatic chromosomes of *Acridotheres fuscus fuscus* Wagler and *Acridotheres tristis tristis* Linnaeus. Cytologia 54: 403-410
- 123) Shields,G.F. 1973 .Chromosomal polymorphism common to several species of *Junco* (Aves). Can. J. Genet. Cyt. 15: 461-471.
- 124) Shields, G.F. 1982. Comparative avian cytogenetics: a review. Condor 84: 45-58.
- 125) Shields, G.F. 1983a. Birds chromosomes. In:R.F.Johnston (Ed.) Current ornithology. Vol I: 189-209. Plenum Press, New York, London.
- 126) Shields, G.F., Jarrell, G.H. e Redrupp, E. 1982. Enlarged sex chromosomes of woodpeckers (Piciformes). Auk 99: 767.
- 127) Srivastava, M.D.L. e Misra, M. 1971. Somatic chromosomes of *Streptopelia dacaocto* (Columbiformes). J. Heredity 62: 373- 374.
- 128) Stenius, C., Christian, L.C. e Ohno, S. 1963 . Comparative cytological study of *Phasianus colchicus*, *Meleagris gallopavo* and *Gallus domesticus*. Chromosoma 13: 515-520.

- 129) Stock, A.D. e Bunch, T.D. 1982. The evolutionary implications of chromosome banding pattern homologies in the bird order Galliformes. *Cytogen. Cell Genet.* 34: 136-148.
- 130) Stock, A.D. e Mengden, G.A. 1975. Chromosome banding pattern conservatism in birds and non-homology of chromosome banding patterns between birds, turtles, snakes and Amphibians. *Chromosoma* 50: 69-77.
- 131) Sultana, T. e Bhunya, S.P. 1980. Distribution of constitutive heterochromatin (C-bands) in the somatic chromosomes of an indian bird, *Chrysomma sinense* (Gmelin) *Experientia* 36: 1288-1289.
- 132) Sultana, T. e Bhunya, S.P. 1986. Karyotypes of two species of Mirafra (Alaudidae, Passeriformes, Aves). *Chrom. Inf. Serv.* 40: 10-12.
- 133) Takagi, N. 1972. A comparative study of the chromosome replication in 6 species of birds. *Jap. J. Gen.* 47: 115-123.
- 134) Takagi, N., Itoh, M. e Sasaki, M. 1972. Chromosome studies in four species of Ratitae (Aves). *Chromosoma* 36: 281-291.
- 135) Takagi, N. e Makino, S. 1966. A revised study on the chromosome of three species of the birds. *Caryologia* 19: 443-455.
- 136) Takagi, N. e Sasaki, M. 1974. A phylogenetic study of bird karyotypes. *Chromosoma* 46: 91-120.
- 137) Takagi, N. e Sasaki, M. 1980. Unexpected karyotypic resemblance between the Burmeister's seriema *Chunga burmeisteri* (Gruiformes: Cariamidae) and the toucan, *Ramphastos toco* (Piciformes: Ramphastidae). *Chrom. Infor. Serv.* 28: 12-14.
- 138) Takahashi, E. e Hirai, Y. 1974. Karyotypes of three species of gallinaceous birds. *Chrom. Infor. Serv.* 17: 9-11.
- 139) Takaishi, E. e Kurihara, Y. 1974. The karyotype of the japanese quail. *Chrom. Infor. Serv.* 17: 11-13.
- 140) Theodorescu, R.C. 1975. The karyotypic evolution in two Pelecaniformes species (Aves). *Caryologia* 28: 459-466.
- 141) Thorneycroft, H.B. 1966. Chromosomal polymorphism in the white-throated sparrow, *Zonotrichia albicollis* (Gmelin). *Science* 154: 1571-1572.
- 142) Udagawa, T. 1954. Karyogram studies in birds. III. The chromosomes of five forms of birds. *Annot. Zool. Jap.* 27: 91-96.
- 143) Unger, H. 1936. Beitrage zur chromosomenforschung der Vogel. *Z. Zellforsch.* 25: 476-500.
- 144) Van Brink, J.M. 1959. L'expression morphologique de la digamete chez les sauropsides et les monotremes. *Chromosoma* 10: 1-72.
- 145) Van Dongen, M.W.M. e De Boer, L.E.M. 1984. Chromosome studies of 8 species of parrots of the families Cacatuidae and Psittacidae (Aves: Psittaciformes). *Genetica* 65: 65-109.
- 146) Vegni-Talluri, M. e Vegni, L. 1965. Fine resolution of the karyotype of the japanese quail *Coturnix coturnix japonica*. *Chromosoma* 17: 264-272.
- 147) Werner, O.S. 1927. The chromosomes of the Indian runner duck. *Biol. Bull.* 52: 330-372.
- 148) Werner, O.S. 1931. The chromosomes of the domestic turkey. *Biol. Bull.* 61: 157-164.
- 149) Williams, R.M. e Benirschke, R.J. 1976. The chromosomes of four species of Falconiformes. *Experientia* 32: 310-311.
- 150) Yamashina, Y. 1943. Studies on the sterility in hybrid birds. IV. Cytological researches on hybrids in the family Phasianidae. *J. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ. Ser. VI Zool.* 8: 307-386.

## APPENDICE II

Sinonimie. Nella compilazione delle tavole cromosomiche (Appendice I) abbiamo riportato il dato utilizzando la denominazione specifica usata dall'autore stesso del lavoro dal quale il dato è stato tratto, salvo casi di nomi palesemente errati o desueti. Si è dunque resa necessaria questa seconda appendice ove nella prima colonna sono indicati i sinonimi, conseguenti a più recenti revisioni, e nella seconda il nome sotto il quale il dato cariologico è riferito.

## PELECANIFORMES

Per	<i>Haliastur niger</i> <i>Haliastur pygmaeus</i>	vedi <i>Phalacrocorax niger</i> <i>Phalacrocorax pygmaeus</i>
-----	---	--

## CICONIIFORMES

<i>Ardeola ibis</i> <i>Bostrychia hagedash</i> <i>Carphibis spinicollis</i> <i>Ciconia boyciana</i> <i>Ciconia maguari</i> <i>Ephippiorhynchus asiaticus</i>	<i>Bubulcus ibis</i> <i>Hagedashia hagedash</i> <i>Threskiornis spinicollis</i> <i>Ciconia ciconia</i> <i>Euxenura maguari</i> <i>Xenorhynchus asiaticus</i>
---	---

## ANSERIFORMES

<i>Anas boschas</i> <i>Anser indicus</i> <i>Aythya clangula</i> <i>Cygnopsis cygnoid</i> <i>Dendronessa galericulata</i> <i>Spatula clypeata</i>	<i>Anas platyrhynchos</i> <i>Eulabeia indica</i> <i>Bucephala clangula</i> <i>Anser cygnoides</i> <i>Aix galericulata</i> <i>Anas clypeata</i>
---	---

## FALCONIFORMES

<i>Cerchneis tinnunculus</i> <i>Sarcophaga calvus</i>	<i>Falco tinnunculus</i> <i>Sarcogyps calvus</i>
--	---

## GALLIFORMES

<i>Gennaeus nycthemerus</i> <i>Gennaeus swinhoii</i> <i>Hierophasis swinhoii</i> <i>Mitu mitu</i> <i>Nycthemerus argentatus</i> <i>Phasianus nycthemerus</i> <i>Phasianus pictus</i> <i>Phasianus swinhoii</i>	<i>Lophura nycthemera</i> <i>Lophura swinhoii</i> <i>Lophura swinhoii</i> <i>Crax mitu</i> <i>Lophura nycthemera</i> <i>Lophura nycthemera</i> <i>Chrysolophus pictus</i> <i>Lophura swinhoii</i>
---	--

## CHARADRIIFORMES

<i>Sternula albifrons</i>	<i>Sterna albifrons</i>
---------------------------	-------------------------

## COLUMBIFORMES

<i>Columbigallina minuta</i> <i>Columbigallina passerina</i> <i>Columbigallina talpacoti</i> <i>Sphenurus sieboldii</i> <i>Streptopelia decaocto</i> <i>Zenaidura macroura</i>	<i>Columbina minuta</i> <i>Columbina passerina</i> <i>Columbina talpacoti</i> <i>Treron sieboldii</i> <i>Streptopelia risoria</i> <i>Zenaida macroura</i>
---	--

## CUCULIFORMES

*Gallirex porphyreolophus**Tauraco porphyreolophus*

## STRIGIFORMES

*Bubo blakistoni**Ketupa blakistoni*

## CORACIFORMES

*Dacelo novaeguineae**Dacela gigas*

## PICIFORMES

*Dendrocopus major**Picoides major**Dendrocopus minor**Picoides minor*

## PASSERIFORMES

*Amandava amandava**Sporaeginthus amandava**Amandava amandava**Estrilda amandava**Acanthis flammea**Carduelis flammea**Ammodramus humeralis**Myorphiza humeralis**Ammodramus sandwichensis**Passerculus sandwichensis**Carduelis chloris**Chloris chloris**Coloeus monedula**Corvus monedula**Erithacus calliope**Calliope calliope**Erithacus pectoralis**Calliope pectoralis**Erithacus svecicus**Cyanosylvia svecica**Lanius collurio**Lanius phoenicuroides**Linota cannabina**Acanthis cannabina**Luscinia calliope**Erithacus calliope**Montifringilla davidiana**Pyrgilauda davidiana**Neochmia ruficauda**Bathilda ruficauda**Rhodopechys githaginea**Bucanetes githagineus**Rhodopechys mongolica**Bucanetes mongolicus**Turdus ericetorum**Turdus philomelos**Turdus iliacus**Turdus musicus**Turdus sibiricus**Zoothera sibir*


---

 Ricevuto 1 dicembre 1985