

Prima segnalazione di uova di dimensione inferiore alla norma nelle covate del cormorano imperiale *Phalacrocorax atriceps* e del cormorano di Magellano *P. magellanicus* nel Golfo San Jorge, Argentina

Gabriel Punta^{1,2}, Anabella Covazzi-Harriague^{3*}

Riassunto - Il presente studio descrive per la prima volta le uova anormalmente piccole del cormorano imperiale (CI) e del cormorano di Magellano (CM) osservati durante le stagioni riproduttive 1990/91, 1992/93, 1993/94, 1994/95 e 1996/97 nelle isole Isabel (45°07'S, 66°30'O) e Galiano (45°06'S, 66°25'O), ubicate nella parte nord del Golfo San Jorge, Argentina. La frequenza di uova anomale nel CI fu 0,2% (n = 995) e il loro volume medio fu significativamente minore rispetto alle uova normali. Le uova piccole erano più sferiche rispetto a quelle di misura normale. Il volume dell'uovo anomalo del CM era di 21,1 cm³. La soglia tra uova normali e anomale è risultata tra 30 e 35 cm³ per CI e tra 24 e 30 cm³ per CM. Il volume dell'uovo anomalo era il 42,1% e 53,4% del volume medio delle altre due uova della covata per CI e CM rispettivamente. Nessuna delle uova anomale di CI osservate si è schiusa ed è verosimile che nessuna delle uova di volume al di sotto della soglia proposta sia destinata a schiudere.

Parole chiave: uova nane, schiusa fallita, cormorano imperiale, cormorano di Magellano, Golfo San Jorge, Argentina.

Abstract - First record of the runt eggs of the Imperial Cormorant *Phalacrocorax atriceps* and the Rock Shag *P. magellanicus* in the San Jorge Gulf, Argentina.

The present study describes for the first time the abnormally small (runt) eggs of the Imperial Cormorant (IC) and Rock Shag (RS) observed during the breeding seasons of 1990/91, 1992/93, 1993/1994, 1994/95 and 1996/97 on the Isabel Island (45°07'S, 66°30'W) and the Galiano Island (45°06'S, 66°25'W), located in the northern San Jorge Gulf, Argentina. The frequency of occurrence of IC runt eggs was 0.2% (n = 995) and their average volume was significantly lower than normal eggs (t = 17.4, P < 0.0001, n = 824). The runt eggs were more spherical than those of normal size (Shape Index: 70.6 vs 64.5 for CI and 74.9 vs 63.9 for RS). The volume of the RS runt egg was 21.1 cm³. The cutoff

between normal and runt eggs is between 30 and 35 cm³ for the IC and between 24 and 30 cm³ for the RS. The volume of the runt egg was 42.1% and 53.4% the average volume of the two remaining eggs of the clutch for CI and RS, respectively. None of the consistently observed IC runt eggs hatched and it seems that none of the eggs showing a volume lower than the proposed cutoff is destined to hatch.

Key words: runt eggs, hatching failure, Imperial Cormorant, Rock Shag, San Jorge Gulf, Argentine.

INTRODUZIONE

Le dimensioni delle uova degli uccelli possono variare entro un intervallo piuttosto ampio, così come le forme e i colori (Romanoff & Romanoff, 1949; Preston, 1953; de la Peña, 2006; Aidala & Hauber, 2010). La dimensione relativa delle uova e delle covate, rapportata con il peso corporeo degli uccelli adulti, varia enormemente e dipende, in grande misura, dall'ecologia e dalla storia evolutiva delle specie (Lack, 1968; Hauber, 2014). Tra i molti effetti di queste interazioni, si osserva che uccelli di massa relativamente più grande tendono a deporre uova comparativamente più piccole rispetto alle specie di massa inferiore (de Juana, 1992). A livello intraspecifico la morfologia, la colorazione, le dimensioni e la composizione interna delle uova fluttuano entro limiti più ristretti (Dorst, 1976; Christians, 2002).

È noto che in molte specie di uccelli vengono occasionalmente prodotte uova significativamente più piccole del normale (Rothstein, 1973; Ricklefs, 1975; Manning & Carter, 1977; Koenig, 1980; Ritchison, 1984; Mallory *et al.*, 2004), benché la loro incidenza sia molto bassa. Ciò suggerisce che la loro produzione sia accidentale e, dato che questo fenomeno si manifesta raramente in tutte le specie, il fenomeno è scarsamente documentato (Koenig, 1980b; Mulvihill, 1987).

Tra gli uccelli marini, le covate in cui sono state osservate uova di dimensioni anomale appartengono a pinguini (Budd, 1961; Zapata, 1967; Cooper, 1986), gabbiani (Preston & Preston, 1953; Barth, 1967), skua (Williams, 1980) e pellicani (Schreiber, 1975). Le segnalazioni per la famiglia Phalacrocoracidae riguardano il cormorano africano *Phalacrocorax africanus* (Cooper, 1969) e il marangone dal ciuffo *P. aristotelis* (Coulson *et al.*, 1969). Comunque, fino ad oggi non sono state descritte per i cormorani sudamericani o antartici.

¹ Instituto de Investigaciones en Hidrobiología, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud, Gales 48, (U9100CKN) Trelew, Chubut, Argentina.

² Secretaría de Pesca y Acuicultura de la Provincia del Chubut, Av. Libertad 279, (U9103HEC) Rawson, Chubut, Argentina.
E-mail: gabrielpunta@gmail.com

³ Università degli Studi di Genova, DiSTAV, C.so Europa 26, 16132 Genova, Italia.

* Corresponding author: anabella7@hotmail.com

© 2020 Gabriel Punta, Anabella Covazzi-Harriague

Received: 14 maggio 2020

Accepted for publication: 18 luglio 2020

Online publication: 1 February 2021

Nel presente lavoro sono presentati, per la prima volta, i dati morfometrici di uova di dimensione anomala del cormorano imperiale e del cormorano di Magellano. Sono individuati i valori soglia tra uova normali e anomale per entrambe le specie al fine di determinare se la dimensione ha effetto sulla vitalità. Sono inoltre riportati, per entrambe le specie, dati relativi alla composizione interna e allo spessore del guscio delle uova di dimensioni normali e, per il Cormorano imperiale le due variabili sono confrontate con i valori ottenuti per le uova di dimensione inferiore al normale.

AREA DI STUDIO

L'area di studio è ubicata nelle isole Isabel (45°07'S y 66°30'O) e Galiano (45°06'S y 66°25'O) nella Baia Bustamante (Golfo San Jorge, Provincia del Chubut, Argentina). Entrambe sono gruppi di tre isole rocciose di piccole dimensioni (meno di 4 ettari di superficie) dove si riproducono varie specie di uccelli (Punta, 1989). Attualmente queste isole fanno parte del Parque Interjurisdiccional Marino Costero Patagonia Austral.

MATERIALI E METODI

In entrambi i siti i campionamenti sono stati svolti nelle stagioni riproduttive degli anni: 1990/91, 1992/93, 1993/94, 1994/95 e 1996/97, quando sono state misurate le dimensioni delle uova di taglia inferiore al normale del cormorano imperiale e del cormorano di Magellano (Fig. 1). Inoltre, nelle stesse colonie e per entrambe le specie, durante le stagioni riproduttive 1989/90, 1990/91 e 1996/97, sono state misurate tutte le uova della colonia

o, in alternativa, sono stati selezionati in modo casuale campioni di nidi. Per questi campioni, sommati a quelli corrispondenti alle stagioni 1993/94 per il cormorano imperiale e 1994/95 per il cormorano di Magellano, è stata registrata la dimensione della covata in quei nidi dove sono state rinvenute uova nane. Durante la stagione riproduttiva 1991/92 sono solo state contate tutte le uova presenti nell'intera colonia (Tab. 1).

I dettagli sulla dimensione delle uova in queste due colonie per gli stessi periodi nella parte nord del Golfo San Jorge sono riportati in Punta *et al.* (2003a). Le misurazioni delle uova sono state effettuate con calibri Vernier (precisione 0,1 mm). Lo spessore totale del guscio, lo strato calcareo e le membrane sono stati misurati con un micrometro (precisione 0,01 mm). Sono state rilevate quattro misure in parti diverse delle uova normali. Il volume delle uova (espresso in cm³) è stato calcolato seguendo la formula: $V = 0,00051 \times \text{lunghezza} \times \text{larghezza}^2$ (Hoyt, 1979). L'indice di sfericità (IS) dell'uovo è stato stimato con la formula: $IS = \text{larghezza}/\text{lunghezza} \times 100$ (Coulson *et al.*, 1969). Per quantificare il livello di variazione del volume e dell'indice di sfericità è stato utilizzato il coefficiente di variazione ($CV = DS/\text{media} \times 100$).

Tre uova anomale e nove di dimensioni regolari di cormorano imperiale, così come, dodici normali di cormorano di Magellano, deposte entro le 48 ore, sono state analizzate entro le 24 ore dalla raccolta durante la stagione 1996/97 nell'isola Galiano; sono stati stimati i pesi, con una bilancia di laboratorio (precisione 0,01 g), dei gusci (con le membrane adese), tuorlo e albume. Per il cormorano imperiale il confronto della dimensione della covata tra nidi con uova anomale e nidi con uova normali è stato eseguito con il test Kruskal-Wallis (Siegel & Castellan,



Fig. 1 - Cormorano imperiale (sinistra) e cormorano di Magellano (destra) durante la cova nei loro nidi nell'isola Galiano./ Imperial Cormorant (left) and Rock Shag (right) incubating in their nests in the Galiano Island.

1995). Il test-t di Student è stato utilizzato per il confronto tra i volumi delle uova anomale e di quelle normali del cormorano imperiale e tra lo spessore del guscio delle uova normali di cormorano imperiale e cormorano di Magellano (Sokal & Rohlf, 2012). Tutte le analisi statistiche sono state eseguite con il programma InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2010).

RISULTATI

Cormorano imperiale

Sono state registrate in totale sette uova di dimensioni inferiori al normale, due nella colonia dell'isola Isabel e cinque nella colonia dell'isola Galiano (Tab. 1). La frequenza di occorrenza di queste uova è pari a 0,2% (n =

995). Per quanto riguarda le loro dimensioni, esse sono riportate nella Tab. 2.

Il valore medio dell'indice di sfericità è pari a 70,6 (CV = 5,8, n = 6), indicando una maggiore sfericità rispetto a quella stimata per le uova di dimensioni normali (IS = 64,5±3,1, CV = 4,7, n = 817). Le misure dello spessore del guscio di un uovo nano raccolto nel 1993, prese in prossimità del polo acuto, risultano 0,34 e 0,35 mm, entrambe inferiori a quelle ottenute per le uova di misura normale (media = 0,48 mm, DS = 0,05, intervallo = 0,41-0,61 mm, n = 24).

La dimensione della covata nei nidi dove è stato rinvenuto un uovo di dimensioni anomale (2,0±1,2 uova, n = 4) non è significativamente diversa (H = 0,41, P = 0,4612, n = 201) rispetto a quella dei nidi dove non sono state riscontrate uova anomale (2,4±0,9 uova, n = 197).

Tab. 1 - Schema riassuntivo del campionamento delle uova per specie e anno. / Sampling plan of the eggs for each species and year. C) contati / counted. M) misurati / misured.

Specie	Cormorano imperiale / Imperial Cormorant (<i>Phalacrocorax atriceps</i>)						Cormorano di Magellano / Rock Shag (<i>Phalacrocorax magellanicus</i>)					
	Uova normali Regular eggs			Uova piccole Runt eggs			Uova normali Regular eggs			Uova piccole Runt eggs		
Anno Year	C	M	Isola Island	C	M	Isola Island	C	M	Isola Island	C	M	Isola Island
1989	384	384	Isabel	0	0	Isabel						
1990	378	378	Isabel	2	2	Isabel	177	177	Galiano			
1991	233	0	Isabel	0	0	Isabel						
1992				1	1	Galiano						
1993	2			1	1	Galiano						
1994							2	2	Galiano	1	1	Galiano
1996	55	55	Galiano	3	3	Galiano	143	143	Galiano			
Totale Total	1052	817		7	7		322	322		1	1	

Tab. 2 - Dimensioni delle uova normali e piccole del cormorano imperiale. / Regular and runt eggs dimensions of the Imperial Cormorant.

Parametro - Parameter	Uova normali - Regular eggs media±DS (min-max, n) average±SD (min-max, n)	Uova piccole - Runt eggs media±DS (min-max, n) average±SD (min-max, n)
Lunghezza - Length (mm)	61,7±2,9 (53,6-74,0, 817)	45,0±7,9 (38,2-60,5, 7)
Larghezza - Width (mm)	39,8±1,4 (36,0-44,3, 817)	27,4±6,8 (13,0-34,2, 7)
Volume - Volume (cm ³)	49,9±4,9 (38,2-64,1, 817)	17,6±7,4 (5,2-28,9, 7)
Indice di sfericità - Shape index	64,5±3,1 (54,5-75,0, 817)	70,6±4,1 (65,3-77,2, 6)
Peso - Weight (g)	52,7±3,9 (44,0-63,0, 115)	20,5±6,3 (14,6-27,2, 3)

Il volume delle uova normali (media = 49,9±4,9 cm³, CV = 9,8, intervallo = 38,2-64,1 cm³, n = 817) è risultato significativamente maggiore rispetto a quello delle uova anomale (t = 17,4, P <0,0001, n = 824) (Tab. 2). Le uova normali e anomale sono separate da un intervallo tra 30 e 35 cm³ (Fig. 2).

Il volume relativo dell'uovo anomalo dell'anno 1990, è pari al 42,1% del valore medio dei due restanti della covata, molto al di sotto del livello di separazione del 75%. Altre caratteristiche morfologiche di tre uova anomale sono riportate nella Tab. 3. Si osserva che la proporzione percentuale media di tuorlo è simile a quella delle uova normali (Tab. 4).

Nessuna delle uova di dimensioni inferiori al normale si è schiusa durante la stagione 1990/91 e nella colonia dell'isola Galiano durante la stagione 1992/93.

Cormorano di Magellano

L'unico uovo anomalo è stato osservato nella stagione 1994/95 nella colonia dell'isola Galiano. Le dimensioni di questo uovo erano 41,9 mm di lunghezza x 31,4 mm di larghezza, il suo volume 21,1 cm³ e il suo indice di sfericità fu pari a 74,9, risultando più sferico rispetto alle uova di dimensioni normali (IS = 63,9±2,8, CV =

4,5, n = 322). L'uovo anomalo è stato rinvenuto in una covata di tre uova, nella quale le due uova restanti presentavano dimensioni normali (56,6 x 37,3 mm e 56,4 x 36,7 mm).

Il volume delle uova normali (media = 41,4±3,5 cm³, CV = 8,3, intervallo = 31,4-49,5 cm³, n = 322) e quello dell'uovo nano sono presentati nell'istogramma di frequenze della Fig. 3. La divisione del volume tra uova regolari e al di sotto del normale di questa specie è posizionata nell'intervallo tra 24 e 30 cm³, per cui si suggerisce il limite di 30 cm³ per separare le due tipologie morfologiche.

Il volume relativo dell'uovo più piccolo della covata di tre uova è risultato pari al 53,4% rispetto al volume medio delle due restanti, di gran lunga minore rispetto alla soglia del 75% che individua le uova di dimensioni significativamente inferiori. Lo spessore del guscio delle uova normali (media = 0,41±0,05 mm, intervallo = 0,33-0,51 mm, n = 48) risulta significativamente minore di quello della stessa tipologia di uovo dei cormorani imperiali (t = 6,26, P <0,0001, n = 72). Il peso totale, suddiviso nelle diverse componenti delle dodici uova di misura normale, è presentato nella Tab. 4.

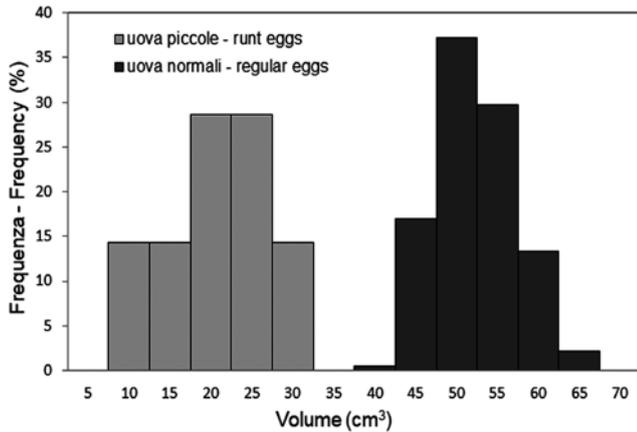


Fig. 2. Distribuzione di frequenza dei volumi in cm³ di uova anomale (n = 7) e normali (n = 817) del cormorano imperiale. / Frequency distribution of the volumes (cm³) of the Imperial Cormorant runt eggs (n = 7) and regular eggs (n = 817).

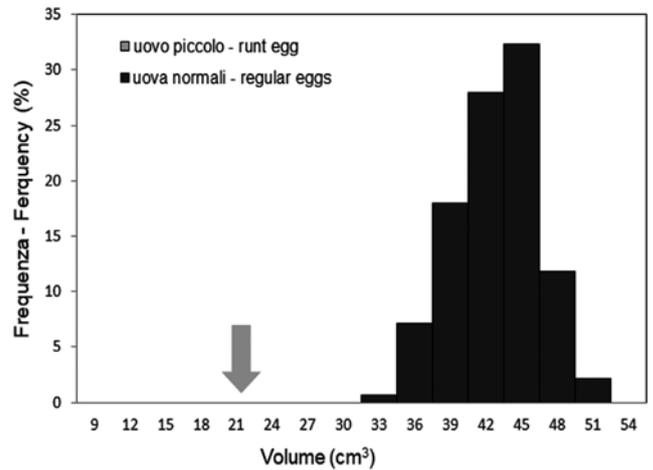


Fig. 3 - Distribuzione di frequenze dei volumi in cm³ delle uova normali (n = 322) e indicazione del volume dell'unico uovo anomalo (freccia) del cormorano di Magellano. / Frequency distribution of the volumes (cm³) of the regular eggs (n = 322) and the volume of the single runt egg (arrow) of the Rock Shag.

Tab. 3 - Peso umido (g) e proporzione delle componenti di 3 uova anomale di cormorano imperiale. / Wet weight (g) and composition of 3 Imperial Cormorant runt eggs.

	Membrana + guscio Membrane + eggshell	%	Tuorlo Yolk	%	Albume Albumen	%	Totale Total
1	4,7	17,4	12,2	45,0	10,2	37,6	27,1
2	4,0	20,2	0,0	0,0	15,6	79,8	19,6
3	3,0	20,5	0,7	4,7	10,9	74,8	14,6
Media Average	3,9	19,3	4,3	16,6	12,3	64,1	20,5

Tab. 4 - Peso umido (g) e proporzione delle componenti delle uova normali di cormorano imperiale (n= 9) e di cormorano di Magellano (n= 12). / Wet weight (g) and composition of regular eggs of the Imperial Cormorant (n= 9) and of the Rock Shag (n= 12).

Parametro / Parameter	Cormorano imperiale / Imperial Cormorant media±DS (min-max, CV) (%) average±SD (min-max, CV) (%)	Cormorano di Magellano / Rock Shag media±DS (min-max, CV) (%) average±SD (min-max, CV) (%)
Membrana + guscio/ Membrane + eggshell	7,1±1,2 (5,2-8,3, 16,5) (13,3)	6,0±0,6 (5,2-7,3, 10,5) (13,1)
Tuorlo/Yolk	9,2±1,2 (7,8-11,2, 13,9) (17,3)	7,5±0,8 (5,9-8,6, 10,8) (16,1)
Albume/Albumen	37,5±6,9 (30,4-46,4, 18,5) (69,4)	33,0±2,5 (29,5-37,2, 7,7) (70,8)
Totale/Total	53,8±8,7 (44,4-65,9, 16,2) (100)	46,5±2,5 (43,0-51,1, 5,3) (100)

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Uova di dimensioni inferiori al normale non sono state descritte precedentemente per i cormorani imperiali né per quelli di Magellano, essendo disponibile solamente una breve menzione per la prima specie (Punta *et al.*, 2003b). La bassa frequenza di occorrenza calcolata per il cormorano imperiale coincide con quella riportata per una grande varietà di specie (Koenig, 1980b), ed è analoga a quella riportata per *P. neglectus* (0,174%, Cooper, 1987). Il ritrovamento di un solo uovo anomalo per il cormorano di Magellano nel centinaio di nidi osservati, che rappresentano quasi la totalità delle colonie riproduttive della provincia di Chubut (Punta & Saravia, 1993), suggerisce che l'incidenza di uova anomale in questa specie sia decisamente bassa.

Williams (1980) rilevò per lo Skua antartico dell'isola Marion un'uguale proporzione di uova di misure eccezionali, sia grandi che piccole, in un campione di poco più di cento uova. Tuttavia, è la dimensione anomala minore quella più frequente tra le i cormorani imperiali e di Magellano, come è stato anche segnalato per altre specie di uccelli (Mulvihill, 1987). Infatti, durante il presente studio sono state analizzate in dettaglio più di 1100 uova, senza osservare altre anomalie quali, ad esempio, uova di dimensioni superiori al normale o deformi con protuberanze.

Le uova anomale per via delle piccole dimensioni sono più sferiche di quelle, usualmente più elongate, di misura normale dei cormorani in generale (Johnsgard, 1993). Per il cormorano imperiale in particolare, Malacalza (1984) riporta valori medi pari a 60,7 x 40,8 mm (n = 26) per le uova della colonia di Punta Tombo, mentre Malacalza & Navas (1996) riportano 61,9 x 40,5 mm, 61,0 x 39,8 mm e 60,6 x 39,5 mm (n = 18) come dimensioni medie di uova A, B e C (primo, secondo e terzo della covata, rispettivamente) in covate da tre uova della colonia di Punta León. Secondo l'indice di sfericità calcolato a partire di questi valori (67,2, 65,4, 65,2 e 65,2, rispettivamente), queste uova risultano meno sferiche rispetto a quelle di dimensioni inferiori al normale presentate in questo studio. Analoghi risultati sono riportati per le uova di cormorano di Magellano in altre colonie (Libenson 1997; Malacalza 1995).

I coefficienti di variazione dell'indice di sfericità, calcolato per le uova normali di entrambe le specie, risultano entro l'intervallo calcolato per i loro congeneri e per altri uccelli marini (Warham, 1990), sulle coste argentine in generale e nella Bahía Bustamante in particolare: *P. gaimardi* (CV = 2,5), *P. bougainvillii* (CV = 6,9) (de la Peña, 2013) e *P. brasiliensis* (CV = 6,0) (Punta G., dati non pubblicati). Per il cormorano imperiale il coefficiente di variazione delle uova anomale è molto più elevato di quello corrispondente alle uova normali.

Il volume delle uova nane del cormorano imperiale, nel presente studio, risulta molto più piccolo di quello delle uova di misura normale. I valori soglia riscontrati per il cormorano imperiale e per quello di Magellano (minori di 35 cm³ e minori di 30 cm³ rispettivamente) sono in accordo con il criterio di Rothstein (1973) per la differenziazione delle uova nane dalle uova di misura normale. Questo autore stabilisce che la separazione tra entrambi i tipi di uova può essere stabilita in ogni punto di discontinuità dell'istogramma di frequenza. Un altro metodo per determinare il livello di separazione tra uova anomale e uova di misura normale nelle covate con più di un uovo consiste nel confronto del volume del uovo anomalo con il volume medio delle restanti uova della covata, se risulta minore del 75% si tratta di un uovo anomalo (Koenig, 1980a). Nel nostro studio sia per il cormorano imperiale che per quello di Magellano, le uova anomale hanno un volume molto inferiore al 75% del volume medio delle restanti uova della covata.

Le uova anomale di cormorano imperiale raccolte per analizzare i loro componenti non erano vitali. Un uovo non presentava tuorlo, il secondo ne aveva solo una traccia e nel terzo all'elevata proporzione di tuorlo corrispondeva una quantità di albume molto modesta. Tuttavia, il volume medio di tuorlo era confrontabile con quella delle uova normali, intorno al 17%, molto simile ai ritrovamenti di Dorst (1976) per i cormorani in generale. La mancanza di vitalità nelle uova nane è confermata dal fallimento della schiusa, come riportato da Budd (1961), Cooper (1969) e Cooper (1986) per altri uccelli marini. Frequentemente le uova di dimensioni inferiori al normale mancano di tuorlo, che se è presente è molto piccolo,

o di membrane embrionali e per questo motivo la loro schiusa è impossibile.

Le proporzioni dei componenti delle uova normali per il cormorano imperiale sono simili a quelle riportate da Williams & Burger (1979) per il cormorano imperiale dell'isola Marion, e quella del tuorlo risulta ancora più vicina a quella ottenuta da Shaw (1985) per il cormorano imperiale delle isole Orcadas. I valori medi dei componenti per *P. magellanicus* sono simili a quelli indicati per il cormorano ripario *P. neglectus* (Cooper, 1987), il quale produce uova con un peso medio quasi identico. I valori medi delle componenti delle uova dei cormorani imperiale e di Magellano rientrano nell'intervallo citato per varie specie di cormorani in particolare e di quello riportato per altri pelecaniformi che coprono le uova con uno strato calcareo in generale (Williams *et al.*, 1982).

Lo spessore dei gusci delle uova normali di *P. atriceps* e *P. magellanicus* è analogo a quello riportato da Berry (1976) per il cormorano del Capo (intervallo = 0,40-0,45 mm) e con quello registrato per il cormorano neotropicale (intervallo = 0,39-0,49 mm) (Punta G., dati non pubblicati). Tuttavia, è più elevato di quello riportato da Tyler (1969) per sei specie di cormorani (intervallo = 0,28-0,44 mm). Questa differenza potrebbe essere dovuta al fatto che in questo studio è stato considerato lo spessore come somma delle misure di tutti gli strati del guscio, incluso quello corrispondente alle membrane che può rappresentare una porzione significativa dello spessore totale (Solomon, 1991). Sebbene il numero di campioni sia modesto, i gusci delle uova anomale di cormorano imperiale sembrerebbero essere più sottili di quelli delle uova normali. Simile risultato è stato osservato da Schreiber (1975) in un'altra specie di pelecaniforme. Questa caratteristica sarebbe auspicabile, in quanto una forma più sferica consente di produrre una minore quantità di guscio per contenere il medesimo volume delle altre componenti interne (de Juana, 1992).

Nelle specie nidifughe una dimensione maggiore delle uova si associa, generalmente, ad un maggiore contenuto di tuorlo (Ricklefs *et al.*, 1978), rispetto alle specie nidicole (Nelson, 1978; Ricklefs & Montevecchi, 1979), come i cormorani. La proporzione media di tuorlo nelle uova normali di entrambe le nostre specie di studio rientra nell'intervallo (15 al 20%), riportato per altre specie nidicole (Romanoff & Romanoff, 1949). Peraltro, si è visto che in alcune specie di uccelli marini, l'incremento di albume ha migliorato la sopravvivenza degli embrioni (Nisbet, 1978) e, in generale, le uova più grandi hanno prodotto schiuse più vitali delle uova più piccole della stessa specie o popolazione (Parsons, 1970). Le uova di piccole dimensioni osservate per il cormorano imperiale mostrano anomalie nella loro composizione interna e per entrambe le specie le uova nane risultano significativamente più piccole delle normali. Per questo si potrebbe concludere che le uova dei cormorani imperiale e di Magellano il cui volume si trovi al di sotto dei valori limiti proposti in questo studio non saranno vitali senza eccezioni.

Nella sua revisione sul fenomeno delle uova nane Crick (1995) indica varie cause per la produzione delle stesse. Nel nostro studio, l'occorrenza di uova piccole potrebbe essere dovuta a una disfunzione del sistema ri-

produttivo dell'uccello che deporre l'uovo come riportato da Romanoff & Romanoff (1949). Questa supposizione potrebbe essere supportata da condizioni oceanografiche estreme che avrebbero potuto modificare la disponibilità alimentare o altre condizioni ecologiche durante il periodo di studio com'è stato segnalato per altri periodi e in altre colonie (Punta, 2016).

Ringraziamenti

GP vuole ringraziare profondamente sua moglie Andrea Gallo, che l'ha accompagnato e sostenuto lungo quindici anni di studi sui cormorani, sia nel lavoro di campo che di laboratorio o semplicemente comprendendo le sue assenze. Questo lavoro è anche un omaggio ai suoi antenati piemontesi di San Giuliano Vecchio. Un ringraziamento va a J. Saravia, S. Sollazzo e G. Herrera per il loro prezioso aiuto durante il lavoro di campo. Infine gli autori ringraziano Cristina Mistic per la correzione dell'italiano e un referee anonimo che ha suggerito delle modifiche che hanno migliorato il lavoro.

GP ha partecipato a tutte le fasi del lavoro. ACH ha partecipato a tutte le fasi del lavoro eccetto le attività di campo e l'idea iniziale del lavoro.

BIBLIOGRAFIA

- Aidala Z. & Hauber M. E., 2010 – Avian egg coloration and visual ecology. *Nature Education Knowledge*, 3: 53.
- Barth E. K., 1967 – Egg dimensions and laying dates of *Larus marinus*, *L. argentatus*, *L. fuscus*, and *L. canus*. *Meddelelser fra det Zoologiske Museum*, Oslo, 81: 5-34.
- Berry H. H., 1976 – Physiological and behavioural ecology of the Cape Cormorant *Phalacrocorax capensis*. *Madoqua*, 9: 5-55.
- Budd G. M., 1961 – A dwarf egg of the Emperor Penguin. *Emu*, 61: 203-204.
- Christians J. K., 2002 – Avian egg size: variation within species and inflexibility within individuals. *Biological reviews*, 77: 1-26.
- Cooper J., 1969 – Egg size of the Reed Cormorant. *Ostrich*, 40: 215.
- Cooper J., 1986 – Runt eggs of the Jackass Penguin *Spheniscus demersus*. *Cormorant*, 13: 112-117.
- Cooper J., 1987 – Biology of the Bank Cormorant, Part 5: clutch size, eggs and incubation. *Ostrich*, 58: 1-8.
- Coulson J. C., Potts G. R. & Horobin J., 1969 – Variation in the eggs of the Shag (*Phalacrocorax aristotelis*). *Auk*, 86: 232-245.
- Crick H. Q. P., 1995 – The strange case of the Whistling Oofoo. What are runt eggs? *British Birds*, 88: 169-180.
- de la Peña M. R., 2006 – Guía de fotos de huevos, nidos y pichones de aves argentinas. *Editorial Literature of Latin America (LOLA)*, Buenos Aires.
- de la Peña M. R., 2013 – Nidos y reproducción de aves argentinas. Serie naturaleza, conservación y sociedad N° 8. *Ediciones biológicas*, Santa Fe.

- de Juana E., 1992 – Class Aves (Birds). In: Handbook of the birds of the world, Volume 1: Ostrich to ducks. del Hoyo J., Elliot A. & Sargatal J. (eds.). *Lynx Edicions*, Barcelona: 35-73.
- Di Rienzo J. A., Casanoves F., Balzarini M. G., González L., Tablada M. & Robledo C. W., 2010 – InfoStat. Grupo infostat; FCA, *Universidad Nacional de Córdoba*. Argentina. <<http://www.infostat.com.ar/>> (downloaded on 27th December 2015).
- Dorst J., 1976 – La vida de las aves (Tomo II). *Destino*, Barcelona.
- Hauber M. E., 2014 – The book of eggs. A life-size guide to the eggs of six hundred of the world's bird species. *University Chicago Press*, Chicago.
- Hoyt D. F., 1979 – Practical methods of estimating volume and fresh weight of bird eggs. *Auk*, 96: 73-77.
- Johnsgard P. A., 1993 – Cormorants, darters and pelicans of the world. *Smithsonian Institution Press*, Washington D.C.
- Koenig W. D., 1980a – The determination of runt eggs in birds. *The Wilson Bulletin*, 92: 103-107.
- Koenig W. D., 1980b – The incidence of runt eggs in woodpeckers. *The Wilson Bulletin*, 92: 169-176.
- Lack D., 1968 – Ecological adaptations for breeding in birds. *Methuen Publishing Ltd*, London.
- Libenson L., 1997 – Aspectos de la biología reproductiva de *Phalacrocorax magellanicus* y *P. albiventer* en el puerto de Comodoro Rivadavia (Chubut: Argentina). *Neotrópica*, 43: 73-77.
- Malacalza V. E., 1984 – Biología reproductiva de *Phalacrocorax albiventer*. I. Nidificación en Punta Tombo. *Centro Nacional Patagónico*, Contribución N° 98: 1-13.
- Malacalza V. E., 1995 – Aportes al conocimiento de la biología reproductiva de *Phalacrocorax magellanicus* (Aves: Phalacrocoracidae). *Neotrópica*, 41: 27-30.
- Malacalza V. E. & Navas J. R., 1996 – Biología y ecología reproductiva de *Phalacrocorax albiventer* (Aves: Phalacrocoracidae) en Punta León, Chubut, Argentina. *Ornitología Neotropical*, 7: 53-61.
- Mallory M. L., Kiff L., Clark R. G., Bowman T., Blums P., Mednis A. & Alisaukas R. T., 2004 – The occurrence of runt eggs in waterfowl clutches. *Journal Field Ornithology*, 75: 209-217.
- Manning T. H. & Carter B., 1977 – Incidence of runt eggs in the Canada Goose and Semipalmated Sandpiper. *The Wilson Bulletin*, 89: 469.
- Mulvihill R. S., 1987 – Runt eggs: a discovery, a synopsis, and a proposal for future study. *North American Bird Bander*, 12: 94-96.
- Nelson J. B., 1978 – The Sulidae: Gannets and Boobies. *Oxford University Press*, Oxford.
- Nisbet I. C. T., 1978 – Dependence of fledging success on egg-size, parental performance and egg composition in common and roseate terns, *Sterna hirundo* and *S. dougalli*. *Ibis*, 120: 207-215.
- Parsons J., 1970 – Relationship between egg-size and post-hatching chick mortality in the Herring gull (*Larus argentatus*). *Nature*, London, 228: 1221-1222.
- Preston F. W., 1953 – The shape of birds' eggs. *Auk*, 70: 160-182.
- Preston F. W. & Preston E. J., 1953 – Variation of the shapes of birds' eggs within the clutch. *Annals of the Carnegie Museum*, 33: 129-139.
- Punta G., 1989 – Guaneras de la Provincia del Chubut. Potencialidad productiva y fundamentos para su manejo racional. *Dirección de Impresiones Oficiales*, Rawson.
- Punta G. & Saravia J., 1993 – Distribución, abundancia y aspectos de la biología reproductiva del Cormorán Cuello Negro *Phalacrocorax magellanicus* en la Provincia del Chubut, Argentina. *Hornero*, 13: 295-298.
- Punta G., Yorio P., Saravia J. & García Borboroglu P., 2003a – Breeding habitat requirements of Imperial Cormorants (*Phalacrocorax atriceps*) and Rock Shags (*P. magellanicus*) in central Patagonia, Argentina. *Waterbirds*, 26: 176-183.
- Punta G., Yorio P., Herrera G. & Saravia J., 2003b – Biología Reproductiva de los Cormoranes Imperial (*Phalacrocorax atriceps*) y Cuello Negro (*P. magellanicus*) en el Golfo San Jorge, Chubut, Argentina. *Hornero*, 18: 103-111.
- Punta G., 2016 – Primera medición de las superficies y estimación poblacional de las colonias de Cormorán Imperial *Phalacrocorax atriceps* de Isla Chata, Provincia de Santa Cruz, Argentina (Aves: Phalacrocoracidae). *Naturalia Patagónica*, 9: 85-91.
- Ricklefs R. E., 1975 – Dwarf eggs laid by a starling. *Bird Banding*, 46: 169.
- Ricklefs R. E., Hahn D. C. & Montevecchi W. A., 1978 – The relationship between egg size and chick size in the Laughing gull and Japanese quail. *Auk*, 95: 135-144.
- Ricklefs R. E. & Montevecchi W. A., 1979 – Size, organic composition and energy content of North Atlantic gannet *Morus bassanus* eggs. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 64A: 161-165.
- Ritchison G., 1984 – Runt egg in the cardinal. *Kentucky Warbler*, 604: 63.
- Romanoff A. L. & Romanoff A. J., 1949 – The avian egg. *John Wiley and Sons*, New York.
- Rothstein S. I., 1973 – The occurrence of unusually small eggs in three species of songbirds. *The Wilson Bulletin*, 85: 340-342.
- Schreiber R. W., 1975 – Unusually small egg of the Brown Pelican. *Florida Field Naturalist*, 3: 20.
- Shaw P., 1985 – Brood reduction in the Blue-eyed Shag *Phalacrocorax atriceps*. *Ibis*, 127: 476-494.
- Siegel S. & Castellan N. J., 1995 – Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta. *Editorial Trillas*, México D.F.
- Sokal R. R. & Rohlf F. J., 2012 – Biometry. The principles and practice of statistics in biological research. *W. H. Freeman & Company*, New York.
- Solomon S. E., 1991 – Egg and eggshell quality. *Wolfe*, London.
- Tyler C., 1969 – A study of the egg shells of the Gaviiformes, Procellariiformes, Podicipitiformes and Pelecaniformes. *Journal of Zoology*, London, 158: 395-412.

- Warham J., 1990 – The Petrels. Their ecology and breeding systems. *Academic Press*, London.
- Williams A. J., 1980 – Variation in weight of eggs and its effect on the breeding biology of the Great Skua. *Emu*, 80: 198-202.
- Williams A. J. & Burger A. E., 1979 – Aspects of the breeding biology of the Imperial Cormorant, *Phalacrocorax atriceps* at Marion Island. *Gerfaut*, 69: 407-423.
- Williams A. J., Siegfried W. R. & Cooper J., 1982 – Egg composition and hatching precocity in seabirds. *Ibis*, 124: 456-470.
- Zapata A. R. P., 1967 – Observaciones sobre aves de Puerto Deseado Provincia de Santa Cruz. *Hornero*, 10: 351-378.