



INVESTIGACIONS ENTORN DE L'ANXOVETA (*Engraulis ringens*) al nord de Xile

L'anxoveta (*Engraulis ringens*) és un peix petit que sustenta una de les pesqueries més importants del planeta i que ha evidenciat grans fluctuacions en la seva abundància, les causes de les quals encara no han estat ben enteses. Dins dels factors causals hi ha els que tenen relació amb variacions en la quantitat i qualitat dels ous produïts i tots aquells factors que incideixen en la supervivència dels estadis primerencs (ous i larves). En aquest article es descriuen les investigacions que s'han estat realitzant entorn d'aquests temes en aquest important recurs pesquer de Xile.

Escrit per

Gabriel Claramunt Quiñones

Laboratori de Biologia Pesquera de la Universitat Arturo Prat de Xile

A la vora oriental dels continents, s'ubiquen les zones marítimes més productives del món, principalment per l'efecte positiu de l'aflorament d'aigües profundes cap a la superfície, el que es denomina surgència costera. La surgència és el resultat de l'efecte combinat dels vents que bufen cap a l'equador i de la rotació de la terra, que porta aigües riques en nutrients cap a les capes superficials i que contribueix, d'aquesta manera, a l'increment de la producció de fitoplàncton disponible per al zooplàncton i els peixos. Dins d'aquests sistemes de la vora oriental es troba Xile, el qual és un dels cinc principals països pesquers de l'àmbit mundial, amb aproximadament 5 milions de tones de captures anuals en el període 1999-2006. Les espècies pelàgiques (que viuen a la columna d'aigua) constitueixen prop del 90% de les captures anuals i la pesqueria pelàgica de la zona nord de Xile (18° 21' - 26° 00' S) hi contribueix amb el 45% (Fig. 1), la qual cosa la posiciona com a la segona àrea pesquera més important del país. En aquesta zona, actualment, la pesqueria es basa fonamentalment en un petit peix pelàgic, l'anxoveta (*Engraulis ringens*). L'anxoveta es distribueix al llarg del corrent d'Humboldt des dels 4° S fins als 42° S, un rang latitudinal on hi ha fortes variacions de les condicions ambientals. A Xile es reconeixen dues poblacions: la de més abundància ubicada al nord de Xile (18° - 26° S) i una altra de baixa abundància ubicada al sud de Xile (33° - 42° S).

La importància del reclutament

Aquest és un peix petit (14-15 cm, aproximadament) i de vida curta (3 anys) que presenta un període de fresa principal extensa (de juny a octubre). Atesa la seva alta taxa de creixement i la seva curta vida, la pesqueria depèn fonamentalment dels exemplars que han nascut durant el mateix any i que comencen a ingressar cap a finals d'any (reclutament). L'anxoveta ha evidenciat grans fluctuacions en els nivells de reclutament

—provocades per causes que no estan ben enteses fins al moment—, que en la pesqueria de la zona nord de Xile han provocat anys d'alts nivells de captura, com també d'ostensible baix nivell (Fig. 2). Els factors ambientals adquireixen una gran importància en aquesta zona atès que, a més de la variabilitat estacional natural en el clima marí, la regió del Pacífic sud-oriental presenta canvis interanuals significatius en les condicions atmosfèriques i oceanogràfiques, associats principalment al fenomen del Niño. Aquest fenomen correspon a un cas d'acoblament oceà-atmosfera a la conca del Pacífic tropical, que es presenta amb intervals irregulars de 2 a 7 anys, i que de promig passa un cop cada 3-4 anys. El Niño té conseqüències globals associades a un escalfament de la temperatura superficial del mar, a pluges torrencials i a sequeres a diverses parts del món, a més d'importants canvis en la circulació oceànica de la regió, impactant fortament en les poblacions marines.

Les fluctuacions de l'abundància dels peixos marins esdevenen principalment per variacions en la força amb què ingressen aquests nous exemplars a la població adulta i susceptible de ser explotada, el que s'anomena reclutament, com hem esmentat. La força del reclutament adquireix especial importància en l'anxoveta atès que les captures de l'any depenen fonamentalment d'ell. Per tant, està clar que l'èmfasi en la recerca ha estat orientat cap a la identificació dels factors causals que determinen les seves fluctuacions. Dins d'aquests factors causals es poden esmentar: abundància de femelles, variacions en la quantitat i la qualitat dels ous produïts per les femelles i tots aquells factors que incideixen en la supervivència dels estadis primerencs (ous i larves) fins arribar a un juvenil que s'integra a l'estoc (fracció de la població susceptible de ser explotada).



Figura 1.
Zona nord de Xile (18° - 26° S).

Any	Captures (t)
1992	919.105
1993	1.058.828
1994	1.897.049
1995	1.447.372
1996	815.719
1997	1.318.562
1998	209.742
1999	830.413
2000	1.183.918
2001	650.864
2002	1.246.024
2003	439.284
2004	1.415.723
2005	1.007.970
2006	521.000

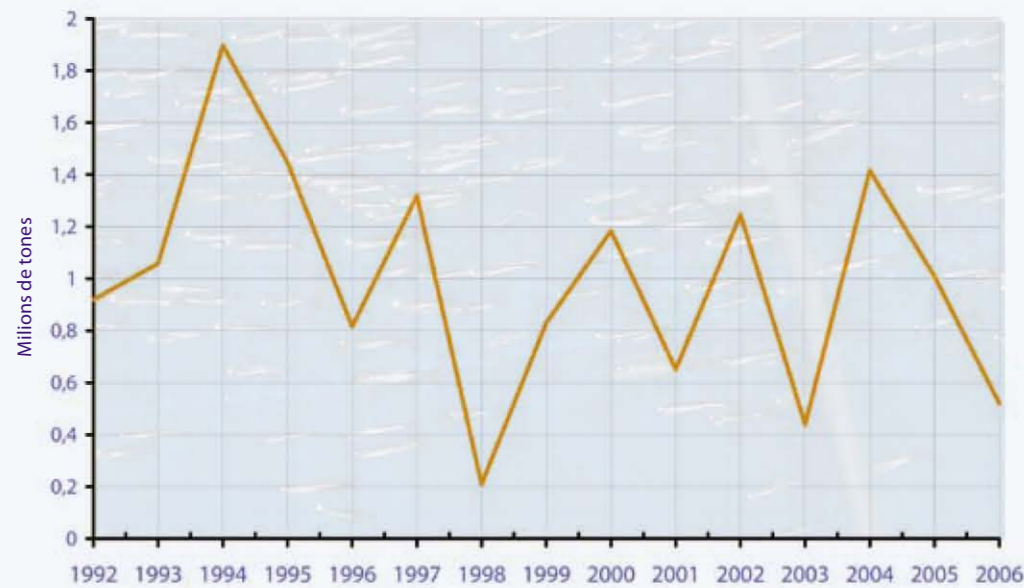


Figura 2. Captures anuals d'anxoveta (milions de tones) a la zona nord de Xile.

Paradigma estoc-recluta

Un primer tema d'investigació és la relació entre l'abundància de l'estoc fresant (adults sexualment madurs) i la seva descendència (reclutament), la qual és fonamental per entendre la variabilitat de les poblacions, atès que defineix la seva capacitat per sustentar-se, quan el nombre de la població es redueix per l'explotació. Nombroses publicacions de la dècada dels 50 van descriure o van implicar hipotètiques relacions entre l'abundància de l'estoc fresant (S) i el consegüent nombre de reclutes (R), que pot ser anomenat el paradigma estoc-recluta. La relació estoc-recluta implica les següents idees: 1) que el nombre anual de reclutes d'un estoc de peixos està positivament relacionat amb la biomassa de l'estoc fresant, com a mínim a nivells baixos; 2) que l'estoc progenitor és una mesura del potencial reproductiu de l'estoc, i 3) que existeixen mecanismes compensatoris (p. e. canibalisme) que redueixen el nombre de reclutes per fresant quan el volum de l'estoc s'incrementa. Aquest tema ha estat àmpliament discutit a través de la història i encara avui no existeix un consens respecte de la seva validesa.

Un factor que sens dubte ajuda a "enfosquir" la relació SR és la substitució de la producció d'ous per la biomassa fresant, atès que la formulació original assumeix que el reclutament depèn de la producció total d'ous de l'estoc; tan-

mateix, a la pràctica, aquesta es va substituir per biomassa fresant, com una solució enfront del desconeixement de la producció total anual d'ous. Si no podem confiar en la mida del volum de l'estoc, no s'hauria d'esperar que es vegi una relació clara estoc-recluta, encara que realment existeixi. És probable que per aquesta raó alguns investigadors mantinguin que no existeix una relació rellevant entre abundància de femelles i reclutament, mentre que d'altres segueixen pensant que és fonamental. Per considerar un índex fidedigne del potencial reproductiu, és necessari considerar aspectes fonamentals de biologia reproductiva.

Els peixos poden tenir una fresa total o fraccionada; és a dir, poden madurar i fresar una sola tanda d'ovòcits (p. e. salmons) o poden tenir diverses freses, que corresponen en aquest cas a fresants múltiples (p. e. anxovetes). Els fresants múltiples, a la vegada, poden presentar una fecunditat determinada o indeterminada; és a dir, en els peixos amb fecunditat determinada, el nombre d'ovòcits que seran fresats durant l'estació reproductiva es fixa quan aquesta comença (p. e. bacallà, *Gadus morhua*), en canvi en el cas dels que presenten fecunditat indeterminada els ovòcits maduren i fresen de manera continuada durant l'estació reproductiva (p. e. anxoveta i la majoria de peixos). Les estimacions de fecundi-

tat anual total es poden realitzar fàcilment amb peixos amb fecunditat determinada, comptabilitzant el nombre d'ovòcits vitel·lins en començar l'estació reproductiva. Tanmateix, en els peixos amb fecunditat indeterminada això no és possible de realitzar de manera simple, perquè s'incorpora un altre element a considerar: el nombre de freses. Per exemple, els treballs realitzats amb l'anxoveta han demostrat que fresen un cop per setmana, aproximadament, durant el període de màxima fresa, i arriben prop de les 20 freses l'any. Per tant, en els peixos amb fresa fraccionada, la mesura de l'abundància de l'estoc fresant en pes o nombre no representa de manera adequada la producció d'ous d'una població (producte de la fecunditat parcial, nombre de freses i abundància), a causa de factors com: canvis en l'estructura de l'edat (o de mida), en la fecunditat parcial, en la reproducció d'exemplars madurs d'edat (o mida) i en el nombre de freses. Per aquestes espècies, no es pot assumir que la mida de l'estoc fresant sigui un bon indicador del potencial reproductiu anual, per la qual cosa s'ha estat investigant entorn de la variabilitat dels paràmetres reproductius que determinen la producció d'ous i dels seus factors causals, de manera que es pugui arribar en el futur a comprendre aquesta relació entre producció total d'ous i reclutament.

Estudiar la biomassa fresant

Un altre tema relacionat amb l'anterior en el qual hem estat implicats durant molt de temps és l'aplicació del mètode de producció diària d'ous, del qual s'estima de manera directa l'abundància de la fracció de peixos capaços de fresar que existeix a l'àrea en el moment de realitzar el creuer d'avaluació (biomassa fresant). Aquesta biomassa fresant s'estima per la relació entre la producció diària d'ous (ous evacuats a mar en un dia per la població total de femelles) i la fecunditat específica diària de la població adulta (ous potencials que poden ser fresats per dia i per tona mètrica). La producció diària d'ous es calcula de les dades de densitat i estat de desenvolupament embrionari dels ous col·lectats durant la campanya. La fecunditat específica diària de la població adulta es determina mitjançant el processament de mostres de peixos obtingudes durant les campanyes de pesca, les quals proporcionen informació respecte de la fecunditat parcial (nombre d'ous potencials que poden ser evacuats per les femelles), del pes promig de les femelles, de la fracció fresant (proporció de les femelles que fresen per dia) i

de la proporció de sexes. Amb aquest objectiu, s'han realitzat campanyes de prospecció anuals per a la col·lecta d'ous i adults (Fig. 3), des de 1995 fins avui. Això ens ha permès disposar d'una base de dades històrica per a l'estudi de les fluctuacions en el potencial reproductiu de les femelles i dels canvis en l'extensió i localització de les àrees de fresa. Tanmateix, la localització dels focus de fresa és una matèria que se segueix investigant, atès que fins al moment no s'ha trobat una explicació per aquests canvis, ja que les dades oceanogràfiques de temperatura i salinitat no presenten una associació clara amb els llocs de posta. Avui es treballa amb d'altres hipòtesis que guarden relació amb els patrons de circulació, disponibilitat i qualitat d'aliment per adults i larves, el camp dels predadors, l'estructura vertical de la columna d'aigua i d'altres.

Si bé no es té una explicació pels canvis en la localització dels llocs de posta, fins al moment, sí que s'ha trobat una explicació pels canvis en la seva extensió (àrea coberta): l'anxoveta exhibeix un ús densiddependent de l'espai per la posta dels ous; és a dir, quan l'abundància és alta, la fresa es produeix en grans àrees, contràriament al que succeeix quan l'abundància és baixa. Això s'explica perquè és un peix que forma bancs densos, on enfront de situacions de baixa abundància redueixen la seva àrea de distribució.

Diferències en ambients contrastants

Un altre aspecte important d'investigació és l'estudi del potencial reproductiu en ambients contrastants, tan estacionalment com latitudinalment. Aquestes variacions poden ser causades per diversos factors, com la disponibilitat d'aliment, l'estructura de la mida de la població de femelles, la temperatura i l'abundància de la població. Per exemple, la quantitat d'ous evacuats per una femella en una fresa (fecunditat parcial) varia amb la mida de la femella i, a més, en la mateixa femella varia estacionalment i segons els anys. Les variables que controlen aquests canvis són l'estat fisiològic de la femella i la mida de l'ou. Un aspecte important a considerar, i que ha adquirit importància en els darrers anys, és l'estudi de les variacions de la qualitat de l'ou fresat, que s'ha demostrat que pateix importants variacions i que té conseqüències en la probabilitat de supervivència de la larva. Així, una mesura simple és la grandària de l'ou, la qual determina la quantitat de vitel·l (aliment per a l'embrió), la mida de la larva en el moment de l'eclosió i la seva taxa de crei-

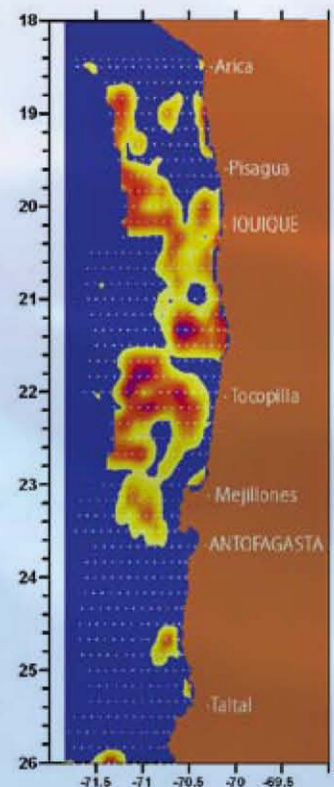


Figura 3. Distribució d'ous d'anxoveta, any 2005. Els punts blancs representen la localització de les estacions de mostreig. Els colors indiquen densitat.



DESENVOLUPAMENT DE L'ANXOVETA

1. Ous d'anxoveta en l'estadi de desenvolupament III-IV (d'un total de XI estadis) (Augment 8X).
2. Ous d'anxoveta en l'estadi de desenvolupament VII (d'un total de XI estadis) (Augment 20X).
3. Ous d'anxoveta en l'estadi de desenvolupament VIII (d'un total de XI estadis) (Augment 20X).
4. Larves d'anxoveta recent descloses. S'observa el sac vitel·lí del qual s'alimenta la larva (Augment 20X).
5. Larves d'anxoveta en estat de preflexió i en l'etapa de començar a alimentar-se (Augment 20X).

xement, i conseqüentment la probabilitat de supervivència de la larva. És així que s'ha sabut que la mida i la composició bioquímica de l'ou de l'anxoveta canvien durant l'estació reproductiva, i que els ous són més grans i amb més contingut de lípids durant l'hivern que durant la primavera, la qual cosa seria una estratègia per maximitzar la supervivència dels estadis primerencs. Aquesta variació no s'explica per la mida de les femelles, perquè s'ha determinat que aquesta mida no té relació amb el volum dels ous fresats. Per tant, hauria d'existir un senyal ambiental que provoca aquests canvis en tota la població de femelles.

Aprofitant la llarga costa xilena i que conté dues poblacions d'anxoveta, juntament amb investigadors de la Universitat de Concepción del sud de Xile, s'han realitzat mostreigs simultanis d'ous i adults a les dues poblacions per estudiar l'efecte sobre certs paràmetres d'ambients contrastants. En efectuar comparacions amb la població d'anxoveta ubicada en el sud de Xile (30° - 40° S), s'observa que els ous es van engrandint cap a aquesta zona i presenten un contingut de lípids més elevat. La mida dels ous del sud explica que les femelles presentin menor fecunditat que les del nord. Per entendre aquests canvis latitudinals s'ha de considerar l'ambient en què es desenvolupen aquestes dues poblacions. Una alta turbulència de les aigües, la baixa temperatura i baixa disponibilitat d'aliment són les típiques condicions de l'ambient en començar l'hivern en la regió sud de Xile. Contràriament, la baixa turbulència, les temperatures altes i una bona disponibilitat d'aliment és la característica de la zona nord. Per la qual cosa es podria afirmar que uns ous grans i un alt contingut de lípids sembla que és el mecanisme que facilita la supervivència dels estadis primerencs en condicions ambientals més adverses.

Aquests són els temes en què hem estat implicats entorn d'aquest important recurs pesquer xilè i alguns dels resultats que hem obtingut; tanmateix, ens falta molt per investigar i comprendre. La naturalesa complexa de l'estudi de les fluctuacions en el reclutament és alguna cosa més que solsament una qüestió de les deficiències estadístiques de les dades i/o els models utilitzats. Hem d'avançar en el coneixement dels contextos de processos biològics, ecològics i ambientals fonamentals, que determinen el creixement, la reproducció i la mortalitat. Per la qual cosa es necessita un enfocament multidisciplinari en què hi treballin coordinadament especialistes de diferents disciplines de les ciències del mar (oceanografia física, oceanografia química, oceanografia biològica, reproducció, estadis primerencs, etc.).

Referències

- Claramunt, G.; Herrera, G.; Pizarro, P. (1994). Producción potencial anual de huevos por tallas de *Sardinops sagax* (Jenyns, 1842) del norte de Chile. *Revista de Biología Marina*, Universidad de Valparaíso, 29(2): 211-233.
- Claramunt, G. i Roa, R. (2001). An indirect approach of estimating spawning fraction as applied to *Sardinops sagax* from northern Chile. *Scientia Marina*, 65(2): 87-94.
- Claramunt, G.; Roa R.; Cubillos, L. (2003). Estimating daily spawning fraction using the gonadosomatic index: application to three stocks of small pelagic fish from Chile. A: Kjesbu, O., Hunter, J.R., Witthames, P.R. (Eds.). Report of the working group on Modern approaches to assess maturity and fecundity of warm- and cold-water fish and squids. *Fisken og havet*, Bergen, Norway, 12: 43-49.
- Claramunt G. [et al.] (2007). Is the spawning frequency dependent on female size? Empirical evidence in *Sardinops sagax* and *Engraulis ringens* off northern Chile. *Fisheries Research*, 85: 248-257.
- Hunter, J.R. i Leong, R. (1981). The spawning energetics of female anchovy, *Engraulis mordax*. *Fishery Bulletin*, 79(2): 215-230.
- Llanos-Rivera, A. i Castro, L.R. (2004). Latitudinal and seasonal egg-size variation of the anchovy (*Engraulis ringens*) off the Chilean coast. *Fishery Bulletin*, 102: 207-212.

Gabriel Claramunt Quifones



Llicenciat en Biologia Marina (1982) i *magíster* en Ciències, Menció pesqueries (1999) per la Universitat de Concepción (Xile). Actualment és candidat a doctor per la Universitat de Bremen (Alemanya). Des de 1986 és catedràtic de la Universitat Arturo Prat, Iquique, Xile, i està a càrrec del Laboratori de Biologia Pesquera. Les seves investigacions han estat orientades principalment cap a aspectes del potencial reproductiu dels peixos pelàgics petits (i. e. sardines, anxovetes) i la seva aplicació en models de dinàmica poblacional, tema sobre el qual té diverses publicacions en revistes especialitzades. Des de 1995 és responsable de l'estimació de la biomassa fresant pel mètode de producció d'ous d'anxoveta a la zona nord de Xile, tema sobre el qual ha organitzat i participat en tallers i congressos internacionals. Actualment està dedicat a l'estudi de temàtiques entorn de les variacions de la qualitat de l'ou i l'hàbitat de fresa de peixos pelàgics. És membre del directori de la Sociedad Chilena de Ciencias del Mar des de l'any 2001.