



# DIAGNOSTICO DEL CRECIMIENTO INDIVIDUAL DE ANCHOVETA DE CHILE

CHILE

INDIVIDUAL DE ANCHOVETA DE

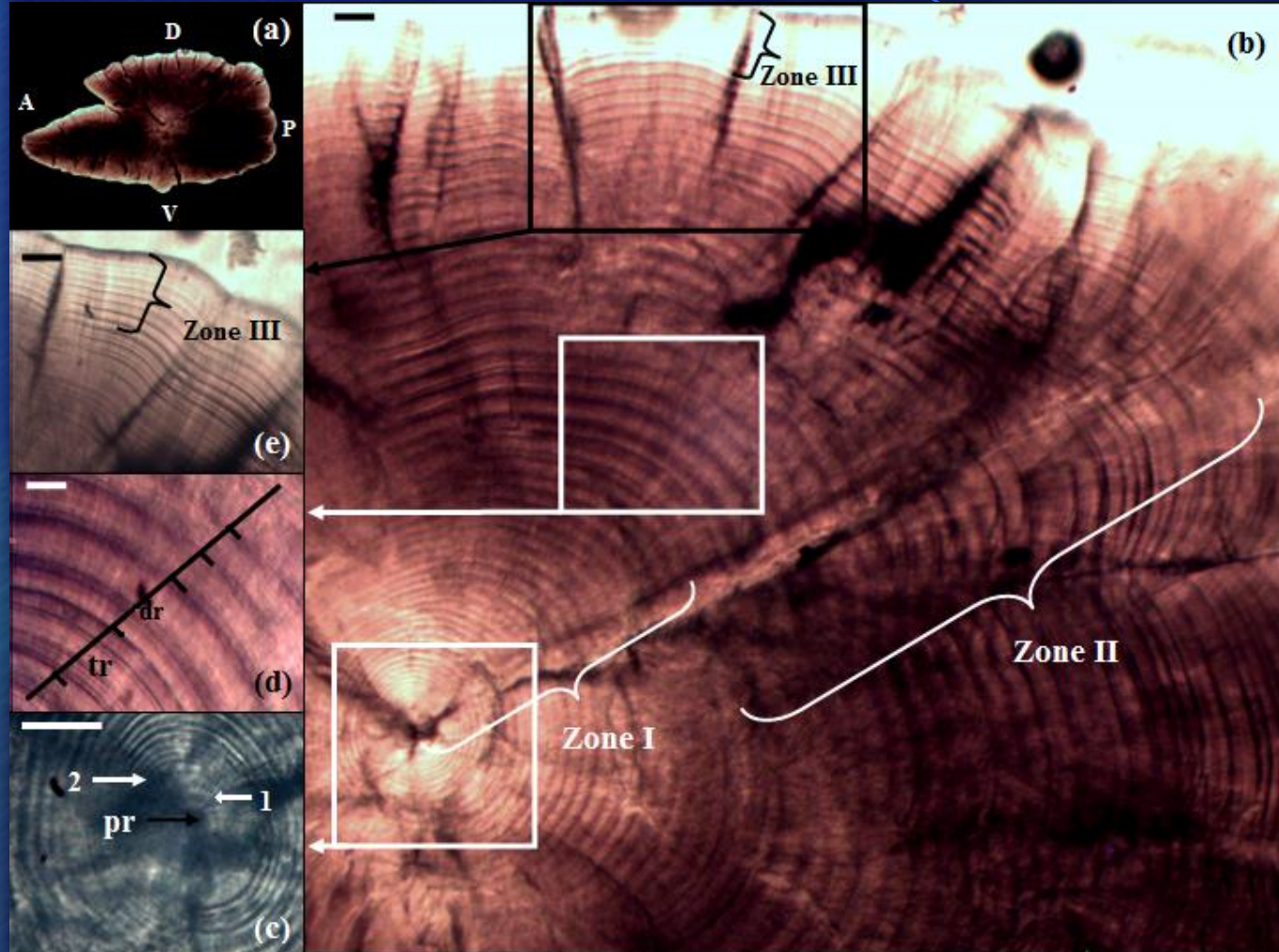
Francisco Cerna

IFOP



# Patterns of formation of microincrements of juveniles *E. ringens* $\leq 12$ cm TL

were very distinctive, showing three microstructural zones (I, II and III)



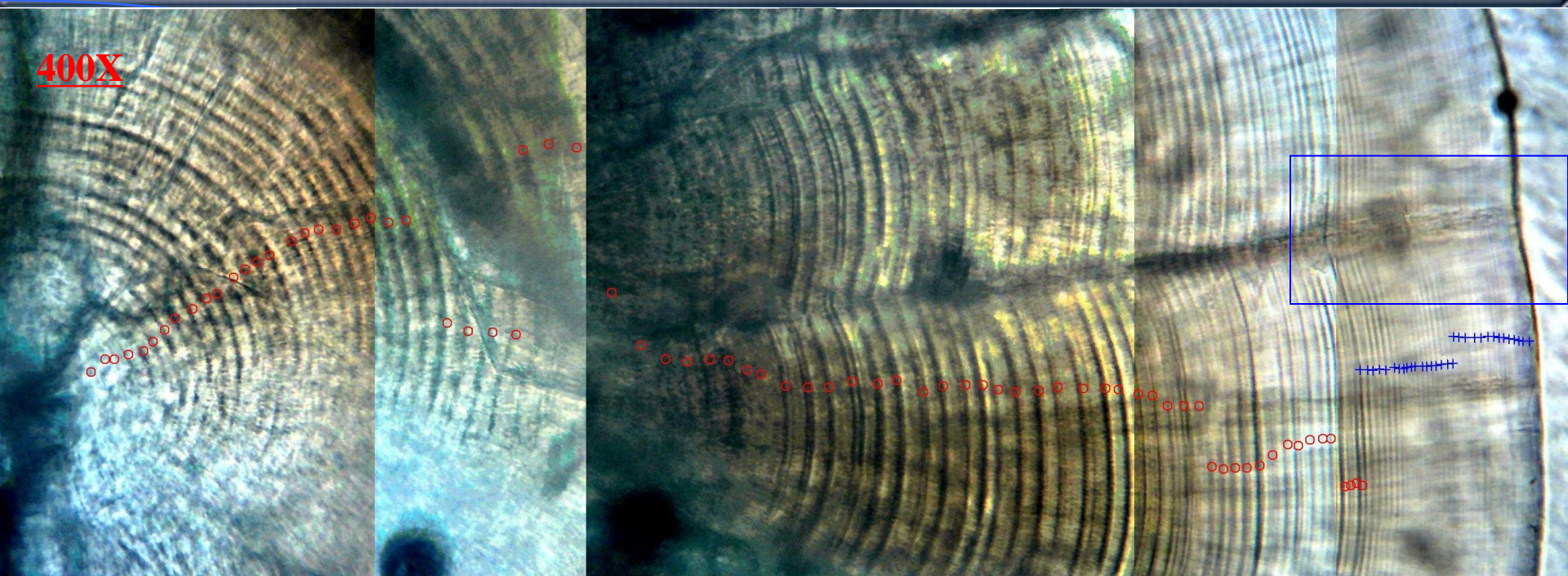
**Zone I** Mean increment width from 4 to 10  $\mu\text{m}$  ( $7.4 \pm 1.6 \mu\text{m}$ ) showing a sequential increase, a regular appearance and almost a complete absence of sub-daily micro-increments.

**Zone II**, extended from approximately the 30 th and 50th days was characterized by the presence wider micro-increments (mean increment width  $18.3 \pm 3.1 \mu\text{m}$ ; range 9-22)

**Zone III** Zone III was characterized by a decrease in microincrements width



400X

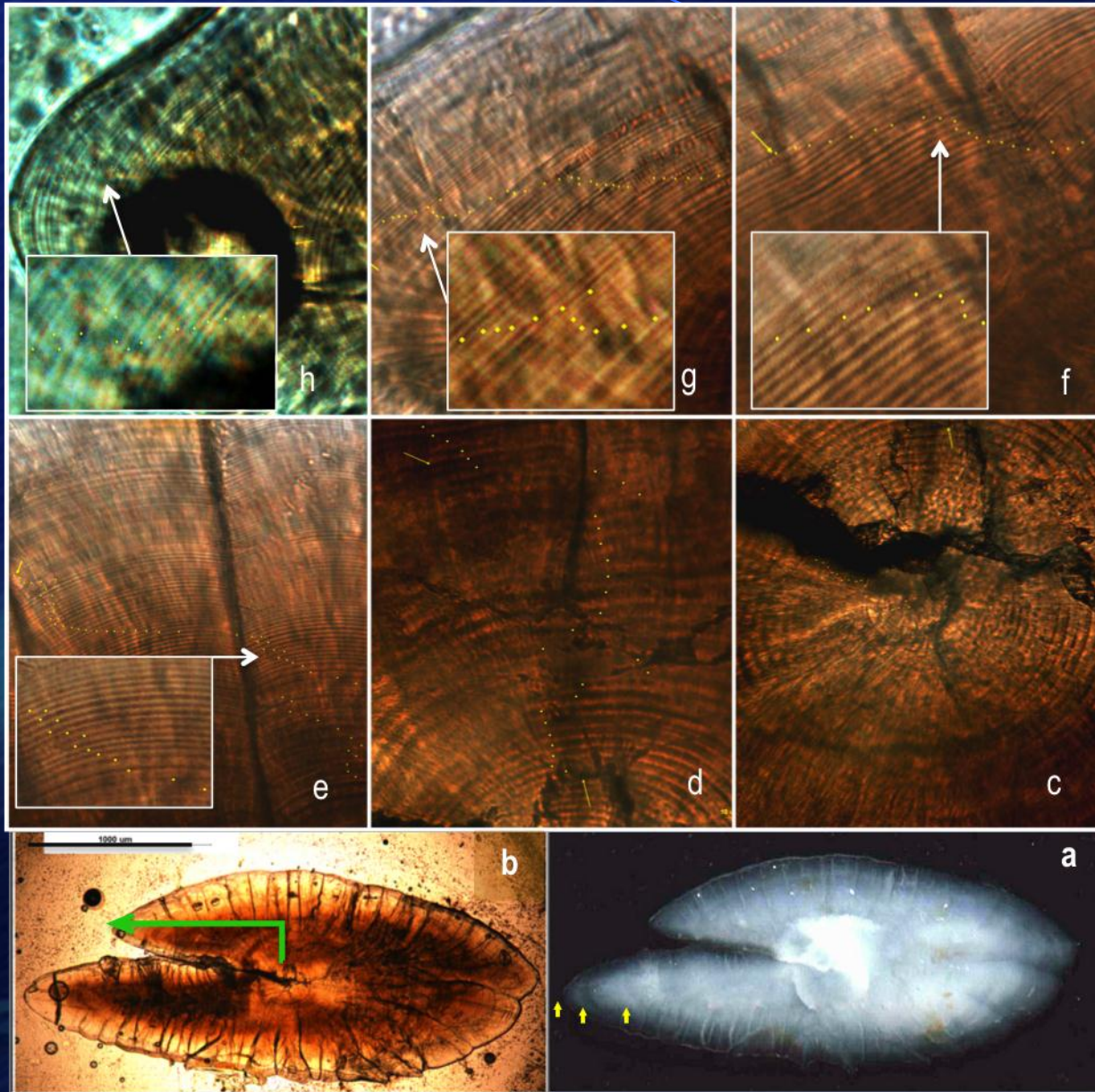


1000X





## Characteristic microstructure of adult anchovy



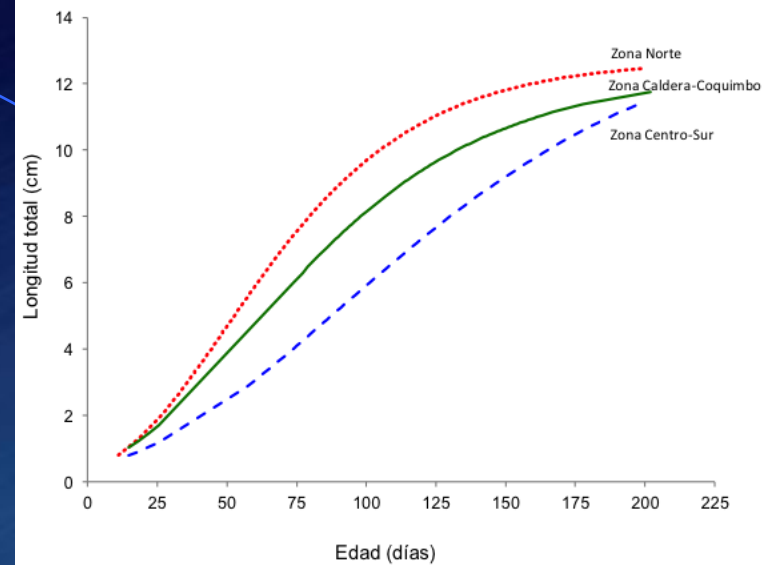
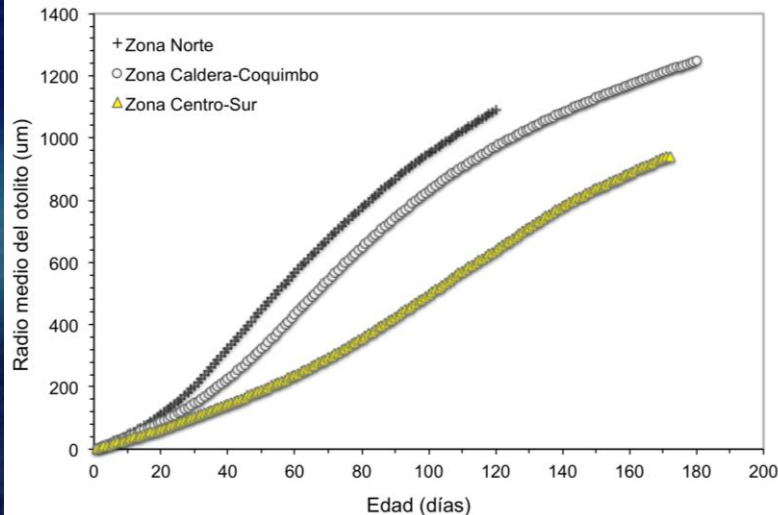
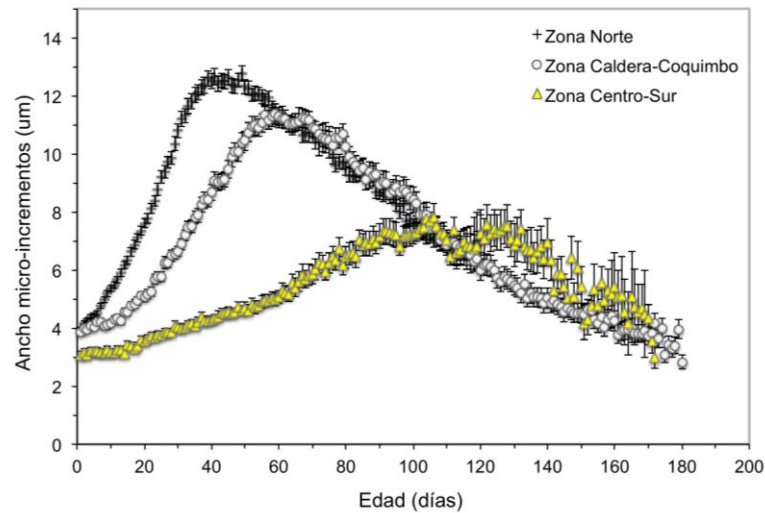
Otolith macro and microstructure peruvian **anchovy** of **13.5 cm** total length and **204 days old**.

**a)** the whole otolith, the yellow arrows indicate the macro-rings hyaline of half year according to current age assignment criteria.

**b)** the whole otolith polished, the black arrow indicates the microstructure's reading axis.

Picture **c** to **h** shows the clear microstructure patterns from primordium to border.

The image **c** to **g** was taken with magnification 400X and **h** with 1000X.



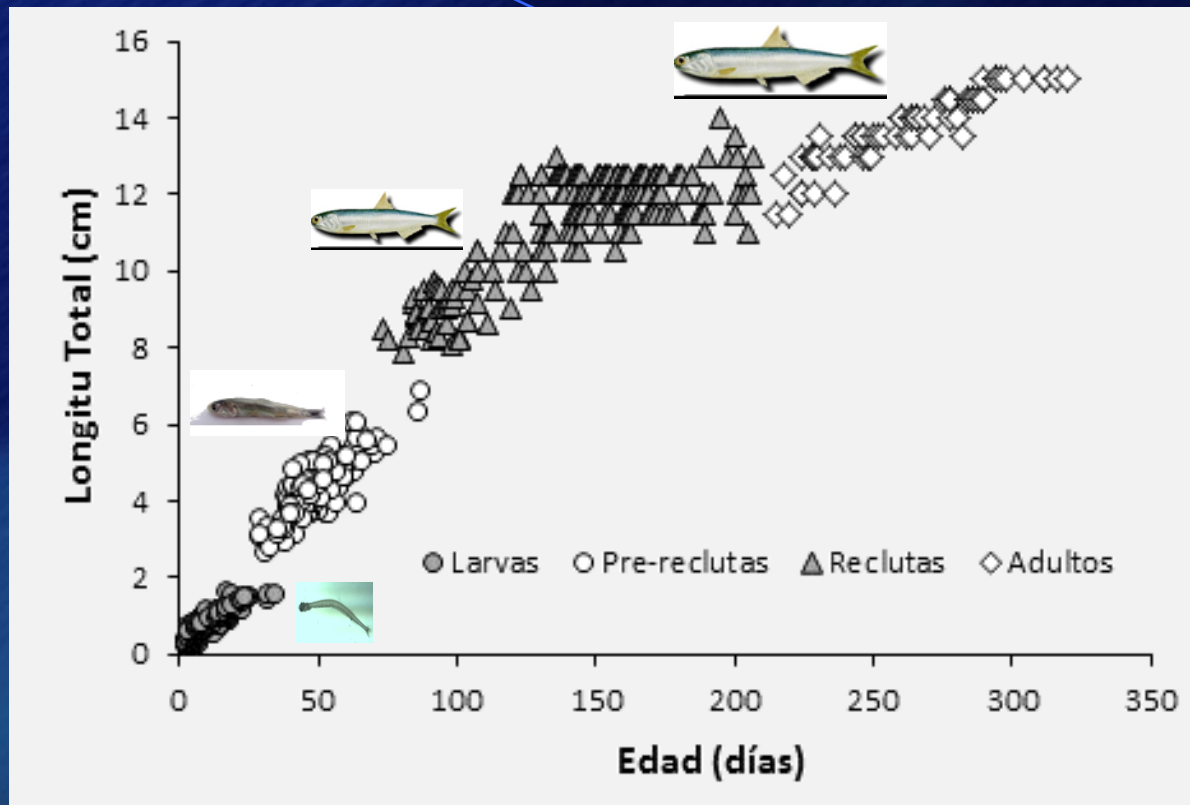
Comparación de las curvas de crecimiento Laird-Gompertz que ajusta la relación longitud-edad entre las tres zonas que constituyen unidades de stock administrativas independientes

Cuadro comparativo de la tasa de crecimiento global (TCG) de anchoveta en las tres principales zonas de captura frente a Chile

Zona estudio	TCG $\pm$ DE	Rango TCG	Referencia
Zona Norte (Arica-Antogasta)	0,85 $\pm$ 0,13	0,50-1,22	Plaza & Cerna 2015
Zona Caldera-Coquimbo	0,74 $\pm$ 0,08	0,50-0,80	Presente estudio
Zona Centro-Sur (Thno-Corral)	0,59 $\pm$ 0,15	0,52-0,72	Cerna & Plaza 2016

Comparación del perfil de grosor y radio de los otolitos a la edad de anchoveta de la zona norte, Caldera-Coquimbo y centro-sur. Los datos corresponden en la ZN al 2009-2010 (Plaza & Cerna 2015), Caldera-Coquimbo al 2007 (Bohn et al 2017) y Centro-sur 2013 (Cerna & Plaza 2015).



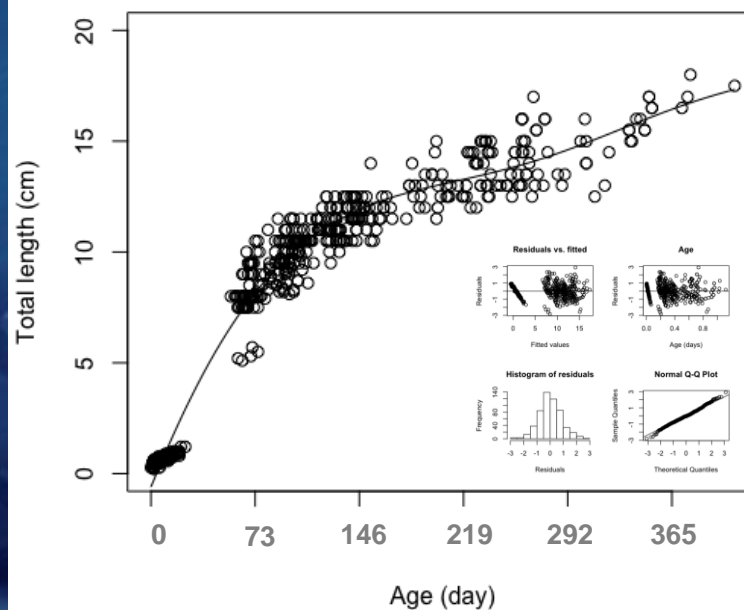
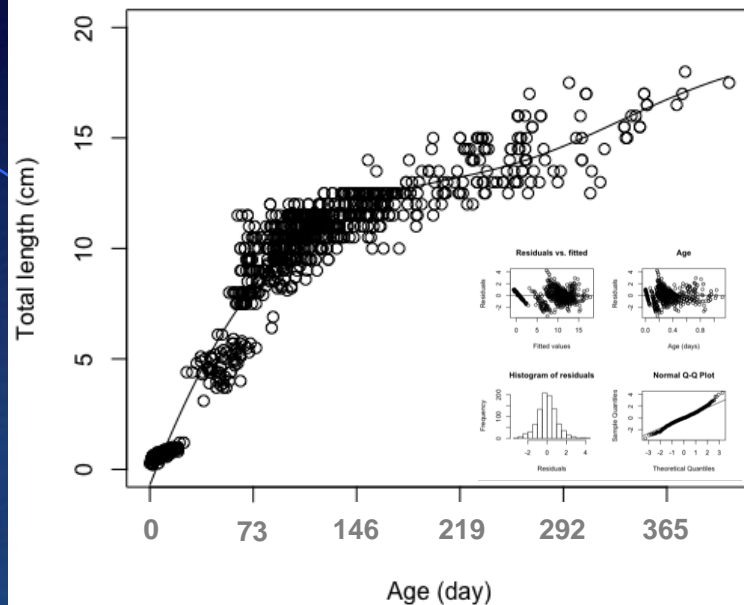
**ZONA NORTE (Arica – Antofagasta)**

Relación longitud-edad al momento de la captura de ejemplares en diferentes estados ontogénicos de la anchoveta *Engraulis ringens*, recolectados entre 2014 y 2015 en la zona norte de Chile.

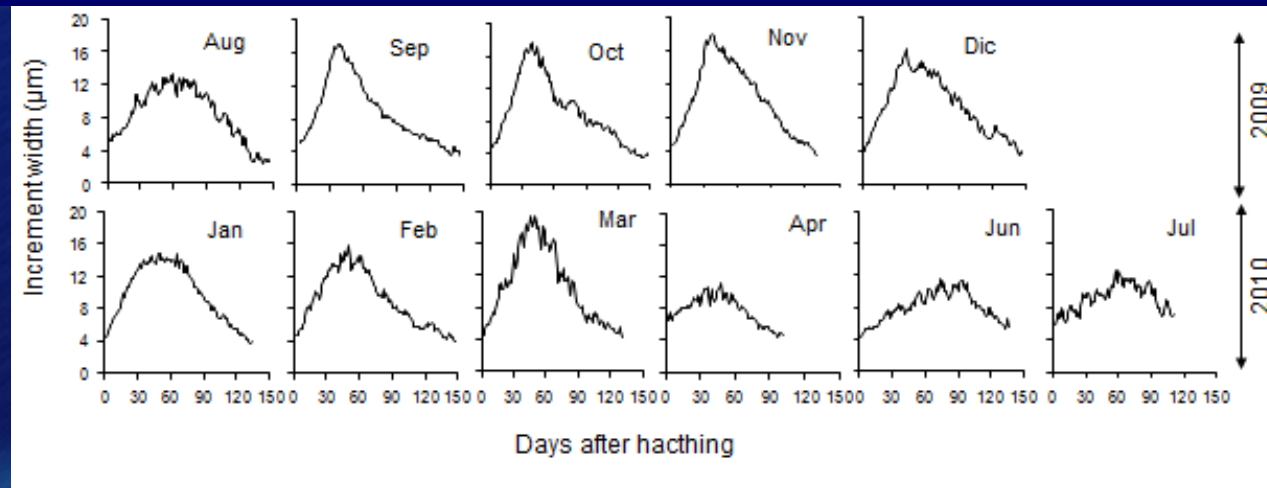
# Ajuste con los datos acumulados en 3 proyectos

vB Estacional

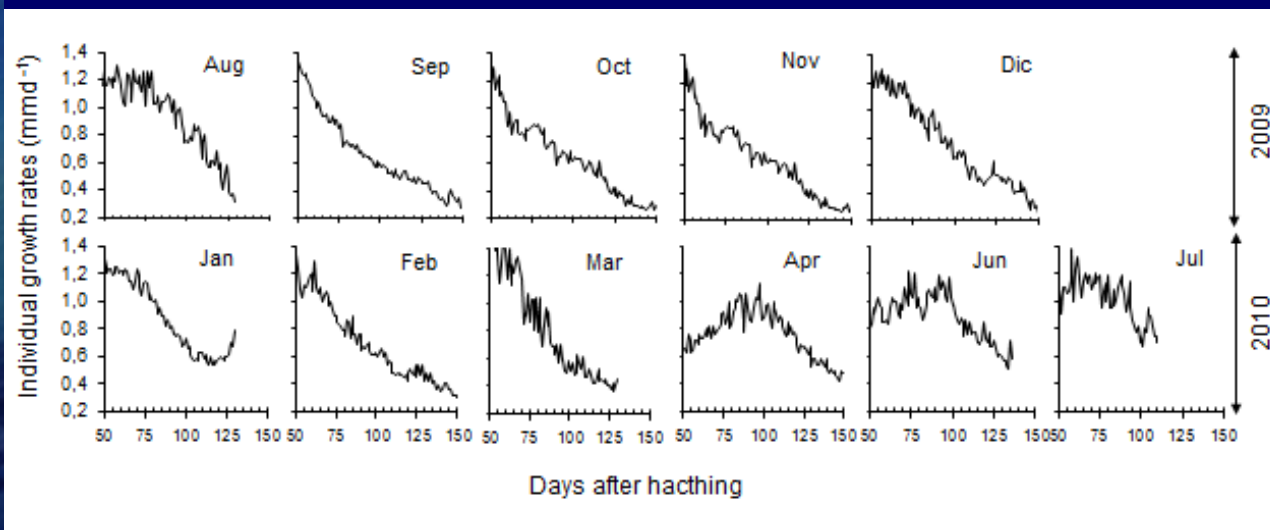
Data	Parameters	SE	Statistical significance			Normality test		
			t	Pvalue	-LogLike	W	P <sub>value</sub>	
Global	L <sub>∞</sub>	20.37	1.000	20.34	2.00E-16	-1319.88 (df=6)	0.988	0.000
	k	1.76	0.1732	10.15	2.00E-16			
	t <sub>0</sub>	0.01	0.0016	7.59	7.51E-14			
	C	0.63	0.051	12.28	2.00E-16			
	t <sub>s</sub>	22.93	4.025	5.70	1.63E-08			
Gobal Otoño - Invierno	L <sub>∞</sub>	19.44	0.87	22.35	2.00E-16	-683.248 (df=6)	0.995	0.080
	k	1.90	0.707	9.93	2.00E-16			
	t <sub>0</sub>	0.01	0.178	7.47	3.17E-13			
	C	0.56	0.078	9.99	2.00E-16			
	t <sub>s</sub>	25.46	5.377	4.73	2.81E-06			



Mean Increment width profiles by monthly hatched cohorts of juvenile *Engraulis ringens*, collected in northern of Chile from October 2009 to November 2010.



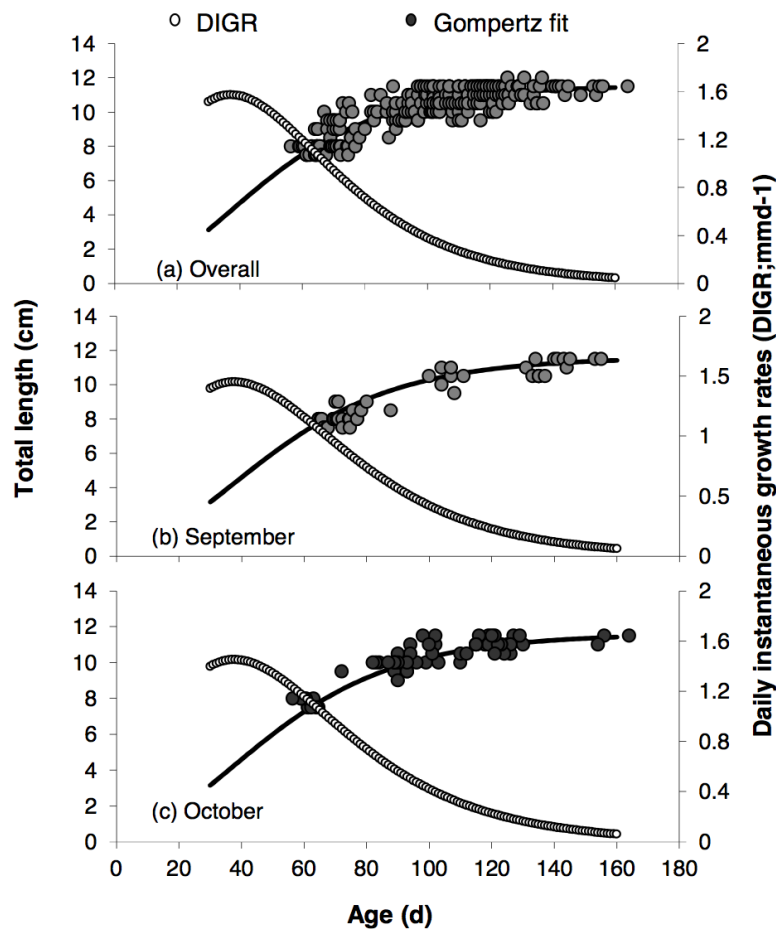
Mean profiles of individual growth rates by monthly hatched cohorts of juvenile *Engraulis ringens*, collected in northern of Chile from October 2009 to November 2010.





Parámetros de crecimiento derivados del modelo Laird Gompertz para el ajuste de la relación edad-longitud retro-calculada de anchoveta *E. ringens*, por estado ontogenético y cohortes estacionales de anchoveta de la zona norte. Se indica la longitud (LT a  $X_0$ ) y la tasa de crecimiento al punto de inflexión (TCDI a  $X_0$ ), además del coeficiente de determinación ( $r^2$ ).

Estado ontogenético	Cohorte	$L_\infty$	$\alpha$	$X_0$	LT a $X_0$	TCDI a $X_0$	$r^2$
Larvas	Otoño 2014	1,79	0,08	6,85	0,66	0,50	0,98
	Invierno 2014	1,29	0,11	4,33	0,47	0,53	0,99
Reclutas	Invierno 2014	11,64	0,03	44,27	4,28	1,30	0,99
	Primavera 2014	11,80	0,03	44,23	4,34	1,30	0,99
	Verano 2015	9,34	0,04	38,68	3,44	1,32	0,99
	Invierno 2015	12,48	0,02	53,64	4,59	0,98	0,99
Pre-Reclutas	Primavera 2015	5,45	0,05	21,83	2,00	1,08	0,99



Laird-Gompertz model fitted to the age-length relationship of juvenile *Engraulis ringens*, collected in northern of Chile from October 2009 to November 2010.

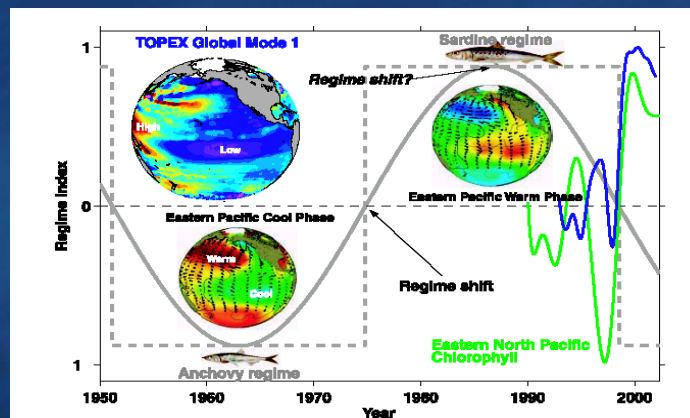
Model parameters are shown in Table 1.

Cohort	$L_{\infty}$	$\alpha$	$X_0$	TL at $X_0$	DIGR at $X_0$	$r^2$
Global	11.55	0.04	37.18	4.25	1.57	0.74
September	12.11	0.02	29.49	4.46	0.98	0.88
October	11.60	0.03	33.75	4.27	1.45	0.87

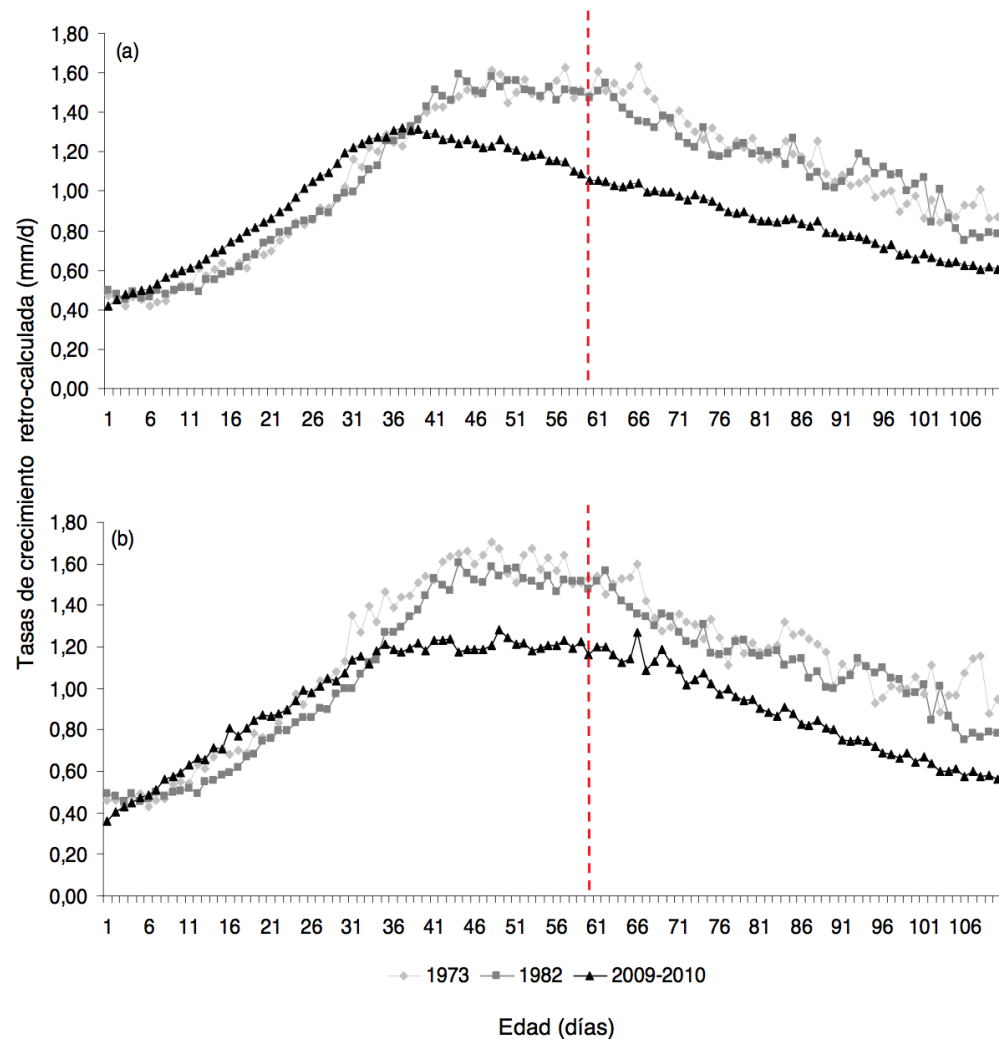


¿ La anchoveta presentó un nivel de crecimiento normal durante el evento El NIÑO ?

Comparación interanual  
1973 ; 1982 (NIÑO) vs 2009-2010 (NEUTRO)



## Comparación interanual 1973 ; 1982 (NIÑO) vs 2009-2010 (NEUTRO)



**Figura 51.** (a) Tasa de crecimiento retro-calculada media anual de los micro-incrementos por evento. (b) Tasa de crecimiento retro-calculada media anual temporada de verano para cada evento. La línea vertical (roja) muestra el punto de corte del análisis de medidas repetidas.



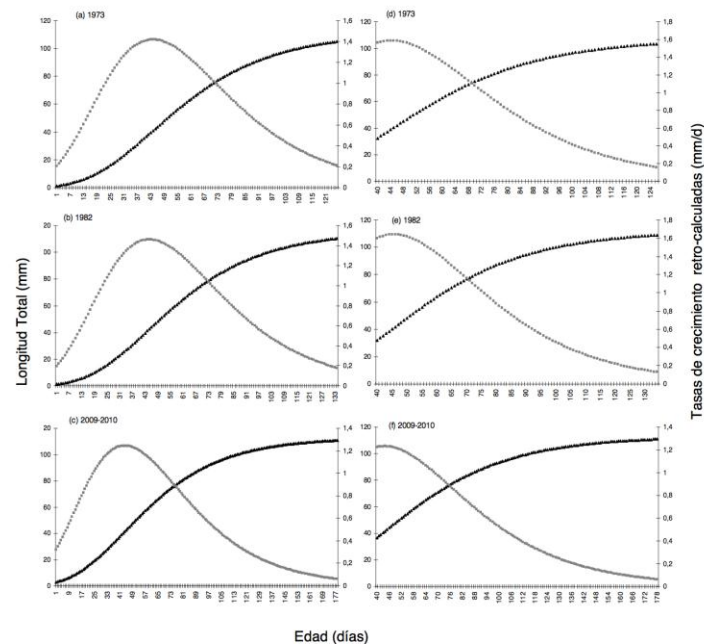
## Comparación interanual 1973 ; 1982 (NIÑO) vs 2009-2010 (NEUTRO)

**Tabla 20.** Parámetros derivados de ajustes de un modelo Gompertz para cada evento analizado.  $L_{\infty}$ : longitud asintótica; a: tasa instantánea de crecimiento al punto de inflexión;  $X_0$ : Edad al punto de inflexión;  $Lt a X_0$ : Longitud total al punto de Inflexión; TCA: Tasa de crecimiento absoluta la punto de inflexión.

Período	Ajuste	$L_{\infty}$	a	$X_0$	$Lt a X_0$	TCA <sub>pl</sub>
1973	a	111,20	0,03	43,98	40,91	1,42
	b	107,51	0,04	44,41	39,55	1,59
1982	a	115,83	0,03	45,09	42,61	1,46
	b	112,27	0,04	45,70	41,30	1,64
2009-2010	a	112,78	0,03	44,14	41,49	1,24
	b	112,99	0,03	43,95	41,57	1,23

a: ajuste desde el día 1

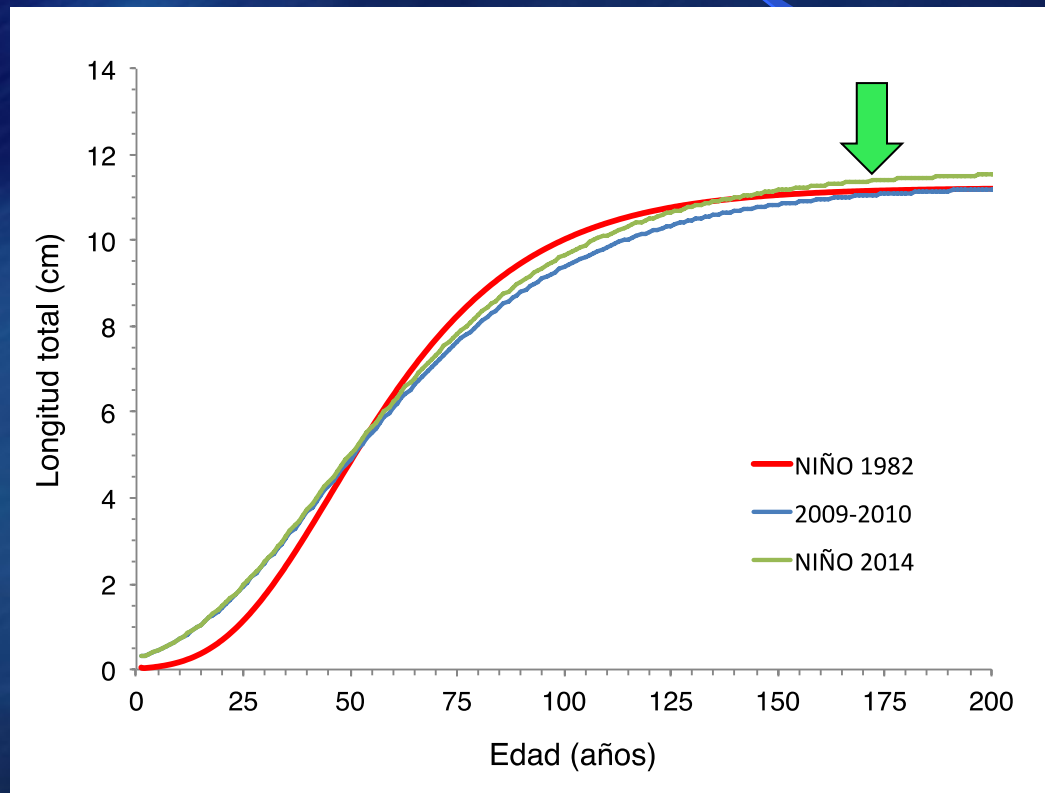
b: ajuste desde el día 40



**Figura 49.** Relación talla-edad, de anchoveta del norte de Chile mediante ajuste de un modelo Laird-Gompertz (—) realizado por evento niño 1973 - 1982 y evento niña 2009-2010 ajustando tasa instantánea de crecimiento diario (---). (a, b, c) corresponde al ajuste anual global promedio de la longitud total (mm) derivada del retro-cálculo desde la edad 1. (d, e, f) corresponde al ajuste anual promedio de la longitud total (mm) derivada del retro-cálculo desde el día 40. Los parámetros derivados del ajuste iterativo se muestran en la **Tabla 20**.

# ¿Existe juvenilización en la madures de la anchoveta?

## Curvas de crecimiento anchoveta juvenil



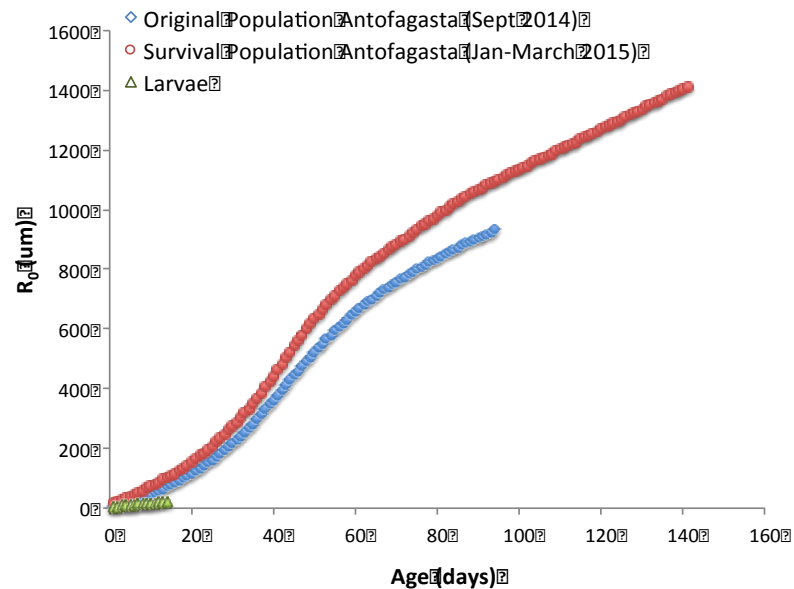
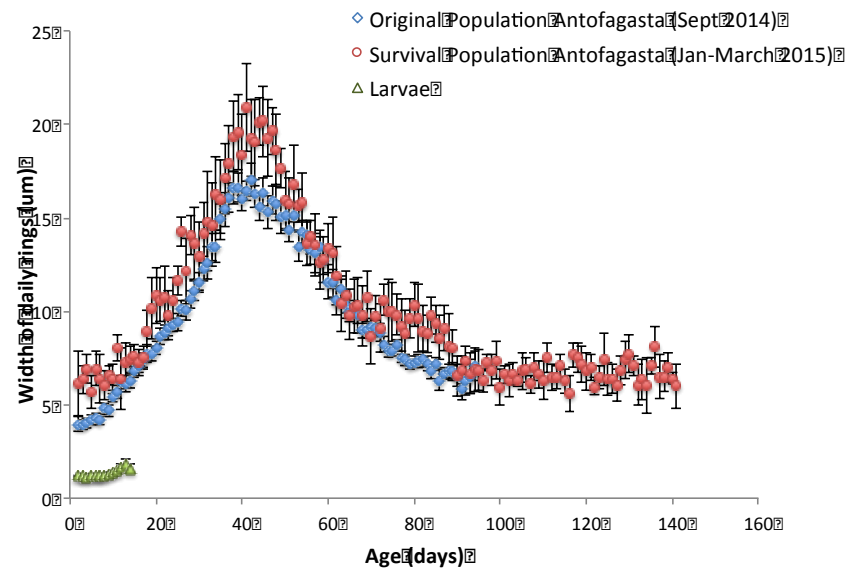


¿A qué obedece el incremento de la frecuencia de los reclutamientos desde el 2013 a la fecha?

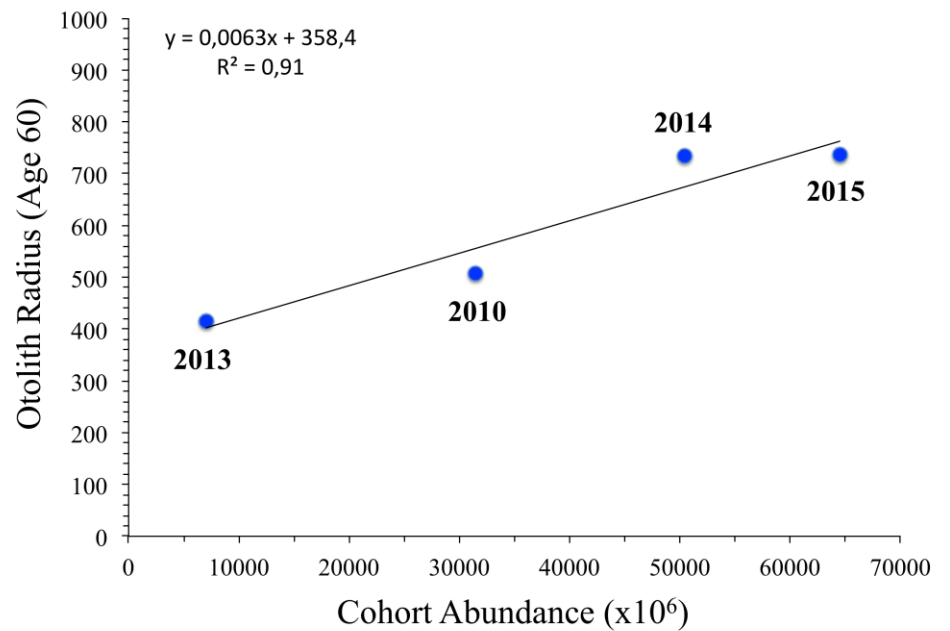
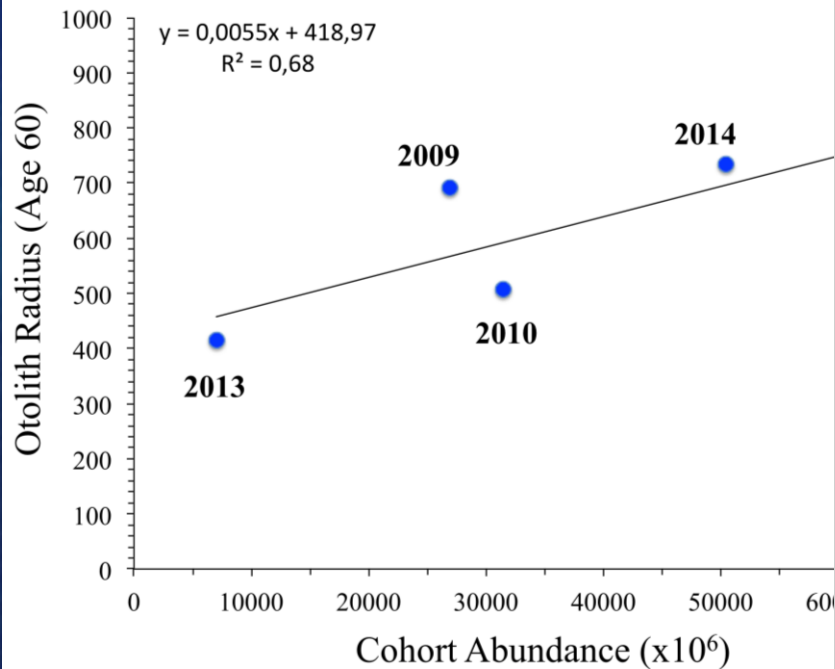
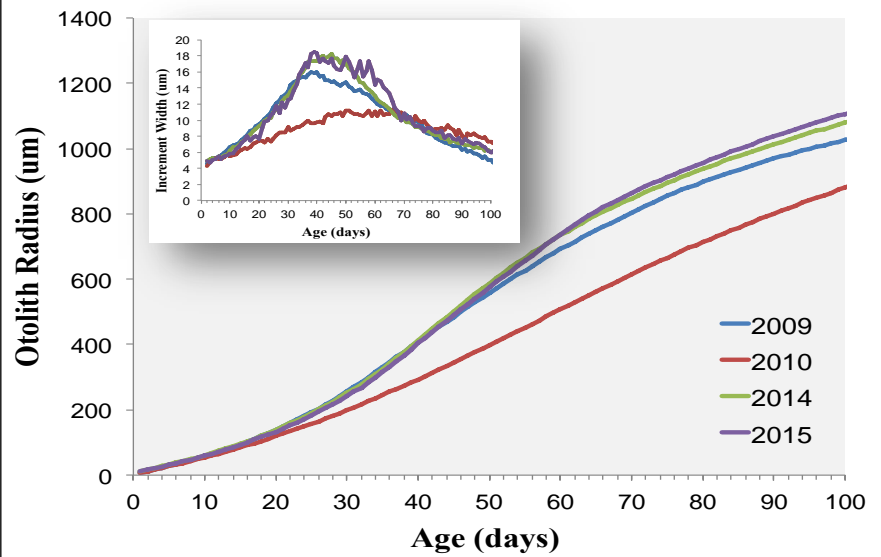
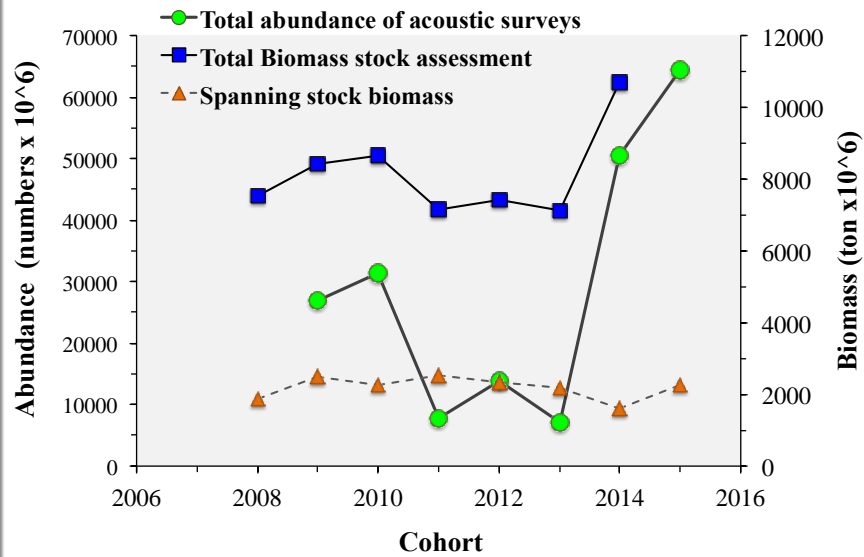
## **RELACIÓN CRECIMIENTO - SOBREVIVENCIA**



# Prueba preliminar Relación Crecimiento- Sobrevivencia







**Los siguientes cuatro conclusiones principales fueron reportados en el presente estudio:**

- (i) La existencia de zonas de crecimiento distintivas, claras en la microestructura del otolito sagitta de juvenil y adulto de anchoveta.
- (ii) La existencia de un rápido crecimiento durante la etapa juvenil que se traduce en una edad de reclutamiento temprana.
- (iii) El crecimiento rápido ha permitido estimar que el reclutamiento de cada año (desove del año anterior) determina la abundancia del recurso del año en curso.
- (iv) Altas tasas de crecimiento son favorecidas por el aumento de la temperatura, en años “NIÑO”, cohortes primavera-verano y Zona Norte vs Caldera-Coquimbo y Zona Centro-sur.
- (v) La hipótesis crecimiento-sobrevivencia parece cumplirse para la anchoveta de la zona norte



# Gracias