

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

E.A.P. DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Relación ASPECTOS REPRODUCTIVOS DE
Vinciguerria Lucetia (Garman, 1899)

TESIS

Para optar el Título Profesional de Biólogo con mención
en Hidrobiología y Pesquería

AUTOR

Ana Cecilia Cure Escalante

ASERORES

Carmen Yamashiro Guinoza

Miguel Angel Perea de la Matta

Lima – Perú

2013

ÍNDICE GENERAL

	Página
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE DE TABLAS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	6
III. MARCO TEÓRICO	
3.1. Clasificación taxonómica	7
3.2. Distribución y hábitat	7
3.3. Características	7
3.2.1. Morfológicas y biológicas	10
3.2.2. Químicas	11
3.2.3. Reproductivas	11
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	
4.1. Material biológico	13
4.2. Métodos	13
4.2.1. Evaluación biométrica y biológica de los peces	13
4.2.2. Procesamiento histológico de las gónadas	14
4.2.3. Caracterización del desarrollo de los gametos	17
4.2.4. Homogeneidad del ovario	17
4.2.5. Escala microscópica de madurez gonadal	18
4.2.6. Escala macroscópica de madurez gonadal	18
4.2.7. Proporción sexual	18
4.2.8. Talla de primera madurez gonadal	19
4.2.9. Índice gonadosomático (IGS) y Factor de condición (FC)	19
V. RESULTADOS	
5.1. Indicadores morfométricos	21
5.2. Morfología del sistema reproductor femenino	21
5.2.1. Morfología macroscópica	21
5.2.2. Morfología microscópica	23
5.3. Morfología del sistema reproductor masculino	24
5.3.1. Morfología macroscópica	24
5.3.2. Morfología microscópica	25

5.4.	Características del desarrollo de los gametos	27
5.4.1.	Desarrollo ovocitario	27
5.4.2.	Folículo post - ovulatorio	32
5.4.3.	Atresia	33
5.4.4.	Características morfométricas de los ovocitos	32
5.4.5.	Desarrollo espermatogénico	35
5.5.	Homogeneidad del ovario	38
5.6.	Escalas de madurez gonadal	39
5.6.1.	Escala microscópica de madurez gonadal	39
5.6.1.1.	Hembras	39
5.6.1.2.	Machos	43
5.6.2.	Escala macroscópica de madurez gonadal	45
5.6.2.1.	Hembras	45
5.6.2.1.	Machos	47
5.7.	Ciclo de madurez gonadal	50
5.8.	Proporción sexual	51
5.8.1.	Proporción sexual por año y crucero	51
5.8.2.	Proporción sexual con relación a la longitud total	52
5.9.	Talla de primera madurez gonadal	56
5.10.	Distribución estacional de los diferentes estadios de madurez gonadal	56
5.11.	Índice gonadosomático (IGS) y Factor de condición (FC)	58
5.11.1.	Índice gonadosomático	58
5.11.2.	Factor de condición	60
5.12.	Relación longitud total - peso total	61
VI.	DISCUSIÓN	62
VII.	CONCLUSIONES	77
VIII.	RECOMENDACIONES	78
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
X.	ANEXOS	86

*A mi madre Rosa, por el amor con el que cada
día me impulsa a alcanzar mis metas,
soñar conmigo y solo estar a mi lado cuando
necesito de sus brazos.*

AGRADECIMIENTOS

A la Blga. Betsy Buitrón por permitir realizar mi tesis en el laboratorio de Biología reproductiva del Instituto del Mar del Perú (IMARPE) y por haber aportado sus observaciones en la revisión de los borradores.

A mi asesora Blga. Carmen Yamashiro por su apoyo desde que era estudiante de pregrado y ahora como egresada.

A mi co – asesor Blgo. Miguel Ángel Perea por haber propuesto el tema de la presente tesis, la revisión de las muestras, la constante preocupación por presentar los avances y el ánimo para terminar la tesis en los momentos que estuve a punto de desistir. Además de brindarme la oportunidad de embarcarme en dos oportunidades en el Bic. José Olaya para la colección de las muestras, por su amistad y consejos.

Al Blgo. Javier Sánchez por las colectas a bordo del Bic. José Olaya durante los cruceros de investigación y por la asesoría para el correcto procesamiento de las muestras, y a los demás integrantes del laboratorio Blga. Cecilia Roque y Blgo. Julio Mori por la constante preocupación por el término del trabajo.

A los integrantes del C. I. A. Von Humbolt en especial al Dr. Enrique Mateo del laboratorio de Patología acuática por permitirme el uso de sus equipos y a los integrantes de dicho laboratorio por brindarme el tiempo de utilizarlos.

A mis amigos Blgos. Noemí Cota y Jacinto Paredes por la compañía durante el tiempo de procesamiento cuando ellos también realizaban sus respectivas tesis.

Al Lic. Juan Pablo Navarro por la compañía en los días que duro el procesamiento de las muestras, por su paciencia y consejos para terminar con este trabajo.

A mi padre Guillermo Cure, a mi abuelita Victoria Gárnica y familia por el aliento a no desistir en este reto que fue realizar mi tesis.

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1: Composición química y análisis de harina de <i>V. lucetia</i> . Fuente: Instituto Tecnológico de la Producción (ITP) (1999).	11
Tabla 2: Relación de cruceros hidro - acústicos por estaciones y años.	19
Tabla 3: Índices morfométricos de <i>V. lucetia</i> entre sexos. Parte superior de la fila: Promedio \pm DS; parte inferior de la fila: rango (R) y número de muestra (NM).	21
Tabla 4: Características de los tipos de ovocitos de <i>V. lucetia</i> . GC: gránulos corticales, GV: gránulos de vitelo, ZR: zona radiata, G: granulosa y T: teca.	27
Tabla 5: Características de los tipos de células espermatogénicas de <i>V. lucetia</i> . Coloración hematoxilina – eosina.	35
Tabla 6: Características de los estadios de la escala macroscópica de madurez gonadal de hembras de <i>V. lucetia</i> . A: orientación anterior, P: orientación posterior y O: orientación del oviducto. Escala 1 cm.	46
Tabla 7: Estadios de madurez gonadal de hembras de <i>V. lucetia</i> . O: ovogonias, OI: ovocito inmaduro, OPV: ovocito pre – vitelogenado, OV: ovocito vitelogenado, OM: ovocito maduro; OH: ovocito hidratado y FPO: folículo post – ovulatorio.	47
Tabla 8: Características de los estadios de la escala macroscópica de madurez gonadal de machos de <i>V. lucetia</i> . A: orientación anterior, P: orientación posterior y DE: orientación del ducto espermático. Escala 1 cm.	48
Tabla 9: Estadios de madurez gonadal de machos de <i>V. lucetia</i> . SP: espermatogonias, SPC: espermatoцитos, SPD: espermátidas, SPZ: espermatozoides, TS: túbulo seminífero, TCC: túbulo de colección común, ZC: zona de crecimiento, ZCL: zona de colección.	49
Tabla 10: Índice gonadosomático (IGS) y Factor de condición (FC) de <i>V. lucetia</i> entre sexos. Parte superior de la fila: Promedio \pm DS; parte inferior de la fila: Rango (R) y número de muestra (NM).	58

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Composición de la zona oceánica (oceanic) y costera (coastal). Fuente: Ñiquén y Peña (2010).	2
Figura 2: Áreas de distribución y corrientes marinas. Zona sombreada de verde: distribución de “anchoveta” y zona sombreada de azul: distribución de “vinciguerría”. Fuente: Ñiquén y Peña (2010).	2
Figura 3: Fotóforos de <i>Vinciguerría lucetia</i> de 73 mm de longitud total. Escala 1 cm.	7
Figura 4: Distribución latitudinal y horizontal promedio de “anchoveta” y “vinciguerría”. Fuente: Ñiquén y Peña (2010).	8
Figura 5: Ejemplo de la distribución de “anchoveta” y “vinciguerría” durante los eventos “El Niño” y “La Niña”. Fuente: Ñiquén y Peña (2010).	9
Figura 6: Distribución horizontal de <i>V. lucetia</i> en la región de la Corriente de Humboldt. El tamaño de los anillos refleja la abundancia de los peces capturados en los arrastres pelágicos. La línea delgada presenta los 200 m de profundidad. Fuente: Cornejo y Koppelman (2006).	10
Figura 7: Distribución vertical de <i>V. lucetia</i> durante el día (day) y la noche (night) frente a Perú Fuente: Cornejo y Koppelman (2006).	10
Figura 8: Zona de captura de <i>Vinciguerría lucetia</i> para el presente estudio	13
Figura 9: Flujograma del procesamiento histológico de infiltración en parafina para observar la escala de madurez gonadal de <i>V. lucetia</i> .	16
Figura 10: Características macroscópicas de los ovarios de <i>V. lucetia</i> . a: ovario en maduración, b: ovario maduro y c: ovario hidratado. Escala 1.0 cm.	22
Figura 11: Partes y localización de los cortes de los ovarios de <i>V. lucetia</i> de 71 mm. A: orientación anterior, P: orientación posterior, O: orientación del oviducto, PA: parte anterior, PM: parte media, PD: parte posterior. Escala 0.5 cm.	22
Figura 12: Zona cortical periférica del ovario (Túnica o pared) de <i>V. lucetia</i> . Tm: tejido muscular, Tc: tejido conectivo. Escala 100 µm. Aumento 600 x.	23
Figura 13: Zona medular central del ovario de <i>V. lucetia</i> de 55 mm. O: ovogonias, Ol: ovocito inmaduro, OPV: o. pre – vitelogenado, OM: o. maduro. Escala 100 µm. Aumento 100 x.	23
Figura 14: Características macroscópicas de los testículos de <i>V. lucetia</i> . a: testículo en maduración y b: testículo maduro, TCC: túbulo de colección común. Escala 1.0 cm.	24

Figura 15:	Partes y localización de los cortes de los testículos de <i>V. lucetia</i> de 68 mm. A: orientación anterior, P: orientación posterior, O: orientación del ducto espermático, PA: parte anterior, PM: parte media, PP: parte posterior. Escala 0.5 cm.	25
Figura 16:	a: ZC: zona de crecimiento, ZCL: zona de colección, TCC: túbulo de colección común de testículos de <i>V. lucetia</i> de 58 mm. b: TCC: túbulo de colección común, TS: Túbulos seminíferos, VS: vaso sanguíneo de testículo de <i>V. lucetia</i> de 49 mm. c: cistos de testículos de <i>V. lucetia</i> de 49 mm. Escala 100 µm. Aumento 200 x.	26
Figura 17:	a: O: ovogonias <i>V. lucetia</i> de 57 mm. Escala 100 µm. Aumento 200 x.	28
Figura 18	a: O: ovogonias, Ol: ovocito inmaduro y N: núcleo de <i>V. lucetia</i> de 55 mm. Escala 100 µm. Aumento 200 x. b: Ol: ovocito inmaduro, N: núcleo y n: red de cromatina de <i>V. lucetia</i> . Escala 100 µm. Aumento 400 x.	28
Figura 19:	a: Ol: ovocito inmaduro, OPV: ovocito pre – vitelogenado, N: núcleo, G: granulosa, ZR: zona radiata, GC: gránulos corticales de <i>V. lucetia</i> de 57 mm. Escala 100 µm. Aumento 200 x. b: OPV: ovocito pre – vitelogenado, N: núcleo y n: gránulos de cromatina de <i>V. lucetia</i> . Escala 100 µm. Aumento 400 x.	29
Figura 20:	Ovocito vitelogenado, N: núcleo, n: gránulos de cromatina, GV: gránulos de vitelo, GC: gránulos corticales, G: granulosa y ZR: zona radiata de <i>V. lucetia</i> . Escala 100 µm. Aumento 400 x.	30
Figura 21:	Ovocito maduro, a: N = núcleo, GC = gránulos corticales, GV = gránulos de vitelo, G: granulosa y ZR: zona radiata de <i>V. lucetia</i> de 55 mm. b: N: núcleo, n: nucleolos de <i>V. lucetia</i> de 62 mm. Escala 100 µm. Aumento 400 x. c: G: granulosa, ZR: zona radiata y T: teca de <i>V. lucetia</i> de 55 mm. Escala 100 µm. Aumento 600 x.	31
Figura 22:	Ovocito hidratado de <i>V. lucetia</i> . Escala 100 µm. Aumento 400 x.	32
Figura 23:	Folículo post – ovulatorio, L: Lumen de <i>V. lucetia</i> . Escala 100 µm. Aumento 400 x.	32
Figura 24:	A: Atresia de <i>V. lucetia</i> . Escala 100 µm. Aumento 400 x.	33
Figura 25:	Diámetro promedio de los diferentes tipos de ovocitos de <i>V. lucetia</i> . a: Diagrama de cajas. b: Comparación con diámetros promedios calculados en 1998. c: Comparación con diámetros de ovocitos y huevo para “anchoveta”, “sardina”, “merluza” y “vinciguerria”. Fuente: Buitrón et al. (1998 b).	34

Figura 26:	Células espermatogénicas de <i>V. lucetia</i> a: SP: espermatogonias, SPC: espermatocitos, SPD: espermatidas y SPZ: espermatozoides de ejemplar de 49 mm. b: SPZ: espermatozoides, TCC: túbulo de colección común, ZC: zona de crecimiento, ZCL: zona de colección de ejemplar de 53 mm. Escala 100 µm. Aumento 600 x.	37
Figura 27:	Presencia en porcentaje de los tipos de ovocitos en cada ovario de <i>V. lucetia</i> . Ol: ovocito inmaduro, OPV: o. pre – vitelogenado, OV: o. vitelogenado, OM: o. maduro, OH: o. hidratado.	38
Figura 28:	Presencia en porcentaje de los tipos de ovocitos en cada parte del ovario de <i>V. lucetia</i> . Ol: ovocito inmaduro, OPV: o. pre – vitelogenado, OV: o. vitelogenado, OM: o. maduro, OH: o. hidratado.	38
Figura 29:	Estadios de madurez gonadal de hembras de <i>V. lucetia</i> . O: ovogonias, Ol: o. inmaduro, OPV: o. pre – vitelogenado, OV: o. vitelogenado, OM: o. maduro, OH: o. hidratado, FPO: folículo post-ovulatorio y A: atresia. Escala 100 µm. Aumento 100 x.	41
Figura 30:	Estadios de madurez gonadal de machos de <i>V. lucetia</i> . SP: espermatogonias, TCC: túbulo de colección común y SPZ: espermatozoides. Escala 100 µm. Aumento 200 x.	44
Figura 31:	Ciclo de maduración gonadal de hembras de <i>V. lucetia</i> .	50
Figura 32:	Ciclo de maduración gonadal de machos de <i>V. lucetia</i> .	51
Figura 33:	Proporción sexual (PS) por año de <i>V. lucetia</i> para los cruceros de verano, invierno y primavera de 1998 al 2011. Hembras (0) y machos (1).	51
Figura 34:	Proporción sexual (PS) por longitudes totales, agrupadas en intervalos de 5 mm, de <i>V. lucetia</i> de los cruceros de verano de los años 2004 y 2011. Hembras (0) y machos (1).	52
Figura 35:	Proporción sexual (PS) por longitudes totales, agrupadas en intervalos de 5 mm, de <i>V. lucetia</i> del crucero de invierno del año 2010. Hembras (0) y machos (1).	53
Figura 36:	Proporción sexual (PS) por longitudes totales, agrupadas en intervalos de 5 mm, de <i>V. lucetia</i> de los cruceros de primavera de los años 2002, 2003, 2010 y 2011. Hembras (0) y machos (1).	54
Figura 37:	Proporción sexual (PS) por longitudes totales, agrupadas en intervalos de 5 mm, de <i>V. lucetia</i> de los cruceros de verano, invierno y primavera de 1998 al 2011. Hembras (0) y machos (1).	55
Figura 38:	Talla de primera madurez gonadal de hembras de <i>V. lucetia</i> .	56

Figura 39: Frecuencia relativa (FR) de los estadios de madurez gonadal de hembras de <i>V. lucetia</i> de los cruceros de verano, invierno y primavera de 1998, 2010 y 2011. Inmaduro (I), en maduración (II), maduro (III), desovante (IV) y recuperación (V).	57
Figura 40: Frecuencia relativa (FR) de los estadios de madurez gonadal de machos de <i>V. lucetia</i> de verano del 2011 e invierno y primavera del 2010. Inmaduro (I), en maduración (II), maduro (III) y expulsante (IV).	57
Figura 41: Índice gonadosomático (IGS) promedio para los estadios de madurez gonadal de hembras de <i>V. lucetia</i> . Las barras indican el error estándar y las letras diferentes las diferencias estadísticas.	58
Figura 42: Índice gonadosomático (IGS) promedio para los estadios de madurez gonadal de machos de <i>V. lucetia</i> . Las barras indican el error estándar y las letras diferentes las diferencias estadísticas.	59
Figura 43: Índice gonadosomático (IGS) promedio para los estadios de madurez gonadal de hembras (0) y machos (1) machos de <i>V. lucetia</i> .	59
Figura 44: Factor de condición (FC) promedio por longitud total de hembras (0) y machos (1) de <i>V. lucetia</i> .	60
Figura 45: Factor de condición (FC) promedio por longitud total de <i>V. lucetia</i> para los años de 1978, 1998 y 2011. Fuente: * Cabrera y Ñiquen (1990).	60
Figura 46: Relación longitud total – peso total de hembras (0) y machos (1) de <i>V. lucetia</i> . a: cada 5 mm y b: cada 1 mm. R^2 = coeficiente de determinación.	61

RESUMEN

En el Perú, los estudios sobre peces mesopelágicos, fueron orientados hacia aspectos de taxonomía, distribución espacial y estimación acústica de la biomasa de *Vinciguerria lucetia* "vinciguerria". Debido a su importancia tanto en el aspecto nutricional, económico como ecológico, la presente tesis pretende aportar una base científica para posteriores investigaciones, estableciendo una escala histológica de madurez gonadal que permita validar una escala macroscópica para facilitar el manejo de la obtención de datos sin tener que recurrir al uso de sofisticada maquinaria que actualmente es requerida para este tipo de investigación. El sistema reproductor de las hembras de *V. lucetia* consta de un par de ovarios, los cuales en su parte anterior están unidos por un solo oviducto y van adoptando una forma tubular en su parte media y posterior, terminando en bordes redondeados. Microscópicamente, los ovarios están conformados por una pared, lamelas y un estroma que los sostiene. El sistema reproductor de los machos consta de un par de testículos, de forma ligeramente laminar, con un túbulo de colección común que se engrosa en estadios maduros, microscópicamente, se diferenciaron una zona de crecimiento (periférica) y una zona de colección (central), en la primera se presentaron los túbulos seminíferos y en la segunda los ductos eferentes. En el desarrollo ovocitario se caracterizó por presentar ovogonias y 5 tipos de ovocitos (inmaduro, pre-vitelogénico, vitelogénico, maduro e hidratado). Además de estructuras como folículos post – ovulatorios y atresia. El desarrollo espermatogénico presentó 4 tipos de células espermatogénicas (espermatogonia, espermatocito, espermatida y espermatozoide). La escala de madurez gonadal para hembras validada microscópicamente consta de 5 estadios (inmaduro, en maduración, maduro, desovante y recuperación) y macroscópicamente de 4 estadios (inmaduro, en maduración, maduro y desovante). Para machos, la escala macroscópica de madurez gonadal validada microscópicamente consta de 4 estadios (inmaduro, en maduración, maduro y expulsante). La proporción sexual de la fracción adulta fue favorable para hembras en el periodo de estudio y la talla de primera madurez gonadal para hembras a considerar es de 52 mm. El IGS promedio mostró un mayor valor para las hembras que para los machos, con un promedio de $5.19 \pm 2.76 \%$ y $4.38 \pm 2.62 \%$ respectivamente. El FC varió para las hembras de 0.20 - 0.87 %, con un promedio de $0.49 \pm 0.09 \%$ y para los machos de 0.28 - 0.87 %, con un promedio de $0.51 \pm 0.09 \%$.

PALABRAS CLAVES: *Vinciguerria lucetia*, tipos de ovocitos, tipos de células espermatogénicas, estadios de madurez gonadal, escala de madurez gonadal.

ABSTRACT

Most studies on mesopelagic fishes off Peru have been primarily devoted to aspects of taxonomy, spatial distribution and the acoustic biomass estimation of *Vinciguerria lucetia*. Due to its nutritional, economic and ecological importance, the aim of this thesis is to provide a scientific basis for later investigations, establishing a histologic scale of gonadal maturation that validate a macroscopic observation in order to manage easier a data set without drawing on sophisticated enginery usually required for this type of research. The reproductive system of *V. lucetia* females comprises a pair of ovaries which are joined by a single oviduct anteriorly and are adopting a tubular form in the middle and posterior, finishing in rounded egdes. Microscopically, ovaries are made up by a thecal layer, lamellae and a stroma that sustain them. The reproductive system of males includes a pair of testes, slightly laminar shape, with a tubule of common collection which thickens in mature stages. Microscopically, a growth (peripheral) and collection (central) area was defined. The first one composed by seminiferous tubules and efferent ducts the second one. The oocyte development was characterized by having oogonias and five types of oocytes (inmature, pre-vitellogenic, vitellogenic, mature and hydrated), in addition of structures such as post-ovulatory follicles and atresia. The spermatogonia development revealed four types of cells (spermatogonium, spermatocyte, spermatid, spermatozoa). Gonadal maturity scale validated by microscopy comprised 5 stages (inmature, maturing, mature, spawning and recovery) y macroscópicamente de 4 stages (inmature, maturing, mature and spawning) for females. In the case of males, this macroscopic observation consists of four stages (inmature, maturing, mature y expulsante). During the study, the sex ratio of the adult fraction was favorable for females and the size of maturity to consider was 52 mm mean values of IGS showed a greater value for females than for males, with an average of 5.19 ± 2.76 % and 4.38 ± 2.62 % respectively. The FC varied from 0.20 - 0.87 %, for females with an average of 0.49 ± 0.09 % and from 0.28 - 0.87 %, for males with an average of 0.51 ± 0.09 %.

KEYWORDS: *Vinciguerria lucetia*, types of oocytes, types of spermatogenic cell, gonadal maturity stages, gonadal maturity scale.

I. INTRODUCCIÓN

Las condiciones oceanográficas de nuestro mar, originan situaciones favorables para la presencia y concentración de ciertos recursos como los peces mesopelágicos, los cuales, constituyen económicamente una alternativa viable a mediano o largo plazo para el desarrollo de una nueva pesquería, frente a la amplia explotación de los peces tradicionales.

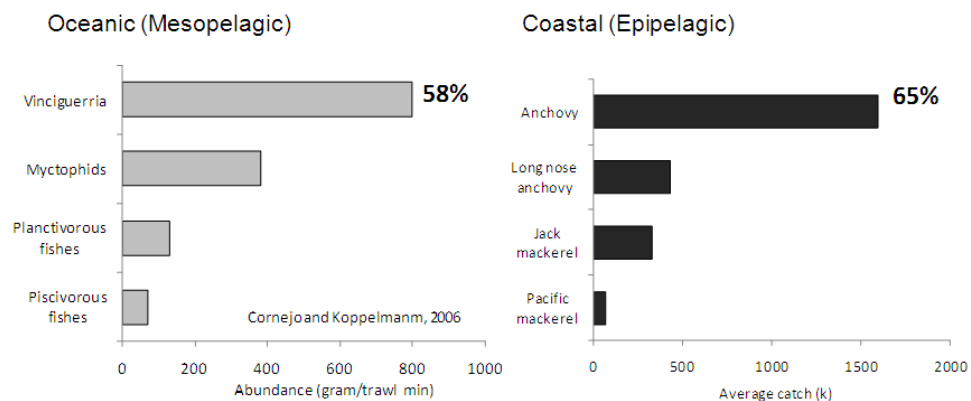
Los peces mesopelágicos son importantes componentes de los sistemas oceánicos del mundo, debido a su particular y abundante distribución (Ahlstrom et al., 1976; Sassa et al., 2002; McClatchie y Dunford, 2003, citados por Cornejo y Koppelman, 2006). Son especies que experimentan migración vertical, durante el día se encuentran en profundidades que van de 200 a 1000m, y durante la noche sobre los 200m o aún a la superficie (Dioses, 2010). Esta migración influye en el comportamiento alimenticio y los patrones de distribución de los peces migrantes y no migrantes de manera directa e indirecta (Konchina, 1981; Benoit - Bird y Au, 2002; Bertrand et al., 2002, citados por Cornejo y Koppelman, 2006).

Las primeras investigaciones sobre distribución espacial de peces mesopelágicos fueron hechas en los Océanos Atlántico y Pacífico Norte y en el Mar Árabe (Cornejo y Koppelman, 2006). En el Perú estos estudios se orientaron a la especie *Vinciguerria lucetia* "vinciguerria", realizándose estudios de taxonomía, distribución espacial y estimación acústica.

Vinciguerria lucetia es uno de los recursos mesopelágicos más abundantes e inexplorados del planeta, y que constituye, según la FAO, el tercer stock en clara alusión a sus niveles importantes de biomasa (ITP, 1999). Se encuentra distribuida en la mayoría de los océanos (Ahlstrom y Caunts, 1958, citados por Cabrera y Ñiquen, 1990), habitando los océanos Índico y Pacífico Este, frente a California y de Panamá a Chile (JDSTA e IMARPE, 2009).

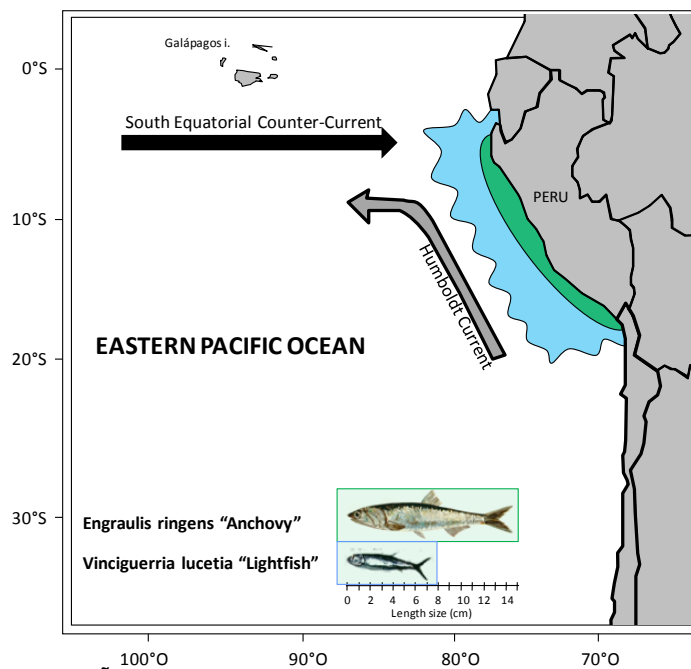
Cornejo y Koppelman (2006) estudiaron la distribución horizontal y vertical de peces adultos mesopelágicos, durante la primavera austral (octubre - noviembre) del 2001 – 03, observando que la comunidad mesopelágica está dominada por la familia Phosichthyidae, al registrarse en la captura total el predominio de la especie *V. lucetia*, con capturas superiores al 50%.

Ñiquen y Peña (2010) con el fin de determinar los cambios en la distribución horizontal y vertical de *Engraulis ringens* “anchoveta” y “vinciguerría” analizaron los resultados de una línea de 300m frente a Pimentel (6° S) durante junio del 2008, distinguiendo claramente que la distribución principal de “vinciguerría” estaba fuera de la plataforma continental, aumentando a medida que se aleja de la costa. Estos resultados mostraron que “anchoveta” es la especie dominante en el sistema costero mientras que “vinciguerría” lo es en el sistema oceánico (Figuras 1 y 2). Ambas muestran características que les han permitido dominar en sus respectivas áreas, pero también existen diferencias biológicas asociadas con el hábitat.



Fuente: Ñiquen y Peña (2010).

Fig. 1: Composición de la zona oceánica (oceanic) y costera (coastal).



Fuente: Ñiquen y Peña (2010).

Fig. 2: Áreas de distribución y corrientes marinas. Zona sombreada de verde: distribución de “anchoveta” y zona sombreada de azul: distribución de “vinciguerría”.

V. lucetia incrementa su abundancia cuando se produce intromisión de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS). Del mismo modo, se confirma que los periodos posteriores a “El Niño”, son favorables para su reproducción (García y Robles, 2000). Durante “El Niño” 1997 - 98 tuvo una abundancia de 11 millones 125 mil toneladas (Castillo et al., 1998) y se presentó en pequeños núcleos aislados alejados de la costa, con una tendencia hacia el oeste, con mayor abundancia en setiembre de 1998. Durante el período 1998 – 99 se registra una biomasa de 4 – 6 millones de toneladas. En agosto y setiembre de 1999, a bordo del Shinkai Maru, se determinó su distribución en áreas alejadas de la costa producto de la expansión de las Aguas Costeras Frías (ACF) (Castillo y Aliaga, 2000). Desde entonces, se aprecia una tendencia creciente en la magnitud de la población (Gutiérrez et al., 2004 b).

El Instituto del Mar del Perú (IMARPE), con la finalidad de determinar las características biológico - pesqueras de “vinciguerría”, realizó pescas experimentales con redes de cerco anchovetero (tamaño de malla 13mm ó ½”) en los años 1997 - 98, las cuales dieron las primeras pautas del rendimiento respecto al arte de pesca (Salazar et al., 2000 a). En el 2003, durante la investigación conjunta entre Japón (JDSTA) y Perú (IMARPE), se llevó a cabo una pesca experimental para evaluar el rendimiento de la red de arrastre semi – pelágica para “vinciguerría” usando dos copos de diferentes características, con el fin de comparar la composición por tamaños y especies de las capturas de ambos copos (Alarcón et al., 2003).

En 1999, el IMARPE realizó uno de los primeros intentos para determinar la posibilidad de extracción de esta especie en la “Prospección de recursos potenciales: *Vinciguerría lucetia*”, en la cual establecieron su distribución vertical y estrategias de pesca empleando una red de arrastre de media agua (Salazar et al., 2000 a). En la primavera del 2001 el IMARPE y JDSTA, realizaron una prospección que cubrió la totalidad del dominio marítimo nacional, en la cual se registraron especies que por su naturaleza pelágica o por haber mostrado en épocas recientes una alta abundancia, se la consideran predadores, competidores o presas para los pequeños peces pelágicos como “anchoveta”. En esta investigación “vinciguerría” se ubicó en todo el ámbito de estudio, con máximos valores entre los 11° y 18° S, de 90 a 110mn de la costa (Gutiérrez et al., 2004 a). Tal como se ha observado en otras ocasiones, el extremo sur del litoral es el que presenta la mayor abundancia de la especie, donde la plataforma continental es más estrecha (Gutiérrez et al., 2004 b).

Un primer enfoque sobre la biometría y proporción sexual de esta especie lo realizaron Cabrera y Ñiquen (1990), quienes reportaron una proporción sexual, mayor para las hembras. No existen datos continuos que permitan determinar el ciclo reproductivo de "vinciguerría" y, en consecuencia, conocer en qué época se produce el periodo más importante de desove. Sin embargo, durante 1998, se realizaron dos estudios sobre su condición reproductiva en el mar peruano, en uno de ellos, realizado por Buitrón et al. (1998 b), entre agosto - setiembre, se determinó que tiene reproducción asincrónica con un tipo de desove parcial, es decir, se reproduce por baches o tandas de desove, lo cual podría indicar que desova durante todo el año, se elaboró una escala microscópica de madurez gonadal de cinco estadios para hembras y se estimó la fecundidad. En el segundo estudio, realizado por Perea y Buitrón (1999), entre noviembre - diciembre, se catalogó macroscópicamente el estado de madurez de las gónadas en cuatro estadios, sobre la base de la escala microscópica propuesta por Buitrón et al. (1998 b). Además, analizando macroscópicamente e histológicamente las gónadas, se calcularon las tallas de primera madurez y de primer desove en 5,3cm de longitud total. Ambos estudios concluyeron que a partir de los 5.0cm de longitud total no sólo se da la primera maduración gonadal sino un desove masivo. Otros estudios, como el de Perea et al. (2008 a), entre octubre - diciembre del 2003, determinaron la distribución espacial de cardúmenes desovantes y el estado de madurez gonadal de "vinciguerría", por análisis macroscópicos, de acuerdo a estos resultados y a lo observado por Perea y Buitrón (1999), esta especie parece tener una prolongada estación de desove, pues también se ha registrado un periodo importante de desove entre agosto y setiembre, aunque durante una época post - Niño (Buitrón et al., 1998 b). Esta misma situación, se reporta para setiembre - noviembre del 2002 (Sánchez y Buitrón, 2008) y febrero - marzo del 2004 (Perea et al., 2008 b).

Las características reproductivas varían de una especie a otra, por eso es necesario establecer el desarrollo gonadal para cada especie de pez (Ferreira, 1986, citado por Bazzoli, 2003). El conocimiento de la serie de cambios que ocurren durante el desarrollo de las gónadas, son de gran importancia debido a que dan amplia información acerca de la biología general de una especie (Tresierra et al., 2002). Además la clasificación del desarrollo gonadal en escalas de madurez, es la fuente de información para conocer el ciclo reproductivo de una especie.

Las escalas utilizadas generalmente son las macroscópicas o empíricas, es decir las basadas en la observación directa de características morfológicas externas de las gónadas, tales como: apariencia general, tamaño relativo con la cavidad ventral,

forma, color, textura, presencia o ausencia de capilares sanguíneos y pigmentos, entre otros, así como el color y la visibilidad de las células (Tresierra et al., 2002); sin embargo, este tipo de aproximaciones son consideradas como un procedimiento subjetivo, más aún en el caso de “vinciguerría” que es un desovador parcial (Buitrón et al., 1998 b). En tal sentido, la introducción de técnicas histológicas permite conocer en detalle el desarrollo de las células sexuales (Tresierra et al., 2002), realizando clasificaciones más precisas, a pesar de su mayor costo y tiempo empleado.

V. lucetia es importante en el aspecto ecológico por ser uno de los principales consumidores de zooplancton y forma parte de la dieta alimenticia de especies de importancia comercial como “merluza” (cuando esta abandona la plataforma continental), “jurel”, “caballa” y “calamar gigante”, de tal manera que provee un vínculo entre los depredadores superiores y el zooplancton (Dioses, 2010; Sánchez y Buitrón, 2008; Markaida, 2001). En el aspecto nutricional por el alto nivel de proteína en harina (72% aproximadamente) frente al de “anchoveta” 60 – 72% (Dioses, 2010) y en el económico, por considerarse un recurso potencial para el desarrollo de una nueva pesquería. Por tales motivos, la presente tesis pretende aportar una base científica para posteriores investigaciones, estableciendo una escala histológica de madurez gonadal que permita validar una escala macroscópica para facilitar el manejo de la obtención de datos en cualquier circunstancia (como prospecciones de campo, muestreo a bordo, entre otros), sin tener que recurrir al uso de sofisticada maquinaria que actualmente es requerida para este tipo de investigación. Se han realizado además, algunos otros aspectos reproductivos, los que posteriormente permitirán estimar la magnitud de la población y su potencial reproductivo, como estudios previos para desarrollar una nueva pesquería.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Determinar los principales aspectos reproductivos de *Vinciguerria lucetia*.

2.2. Objetivos específicos

- Validar una escala de madurez gonadal completando los estudios en individuos machos mediante análisis histológicos.
- Estimar las talla de primera madurez gonadal con mediciones al milímetro.
- Determinar la proporción sexual.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica de *V. lucetia* acorde con ITIS (Integrated Taxonomic Information System) es la siguiente:

Reino:	Animalia
Phylum:	Chordata
Clase:	Actinopterygii
Orden:	Stomiiformes
Familia:	Phosichthyidae
Género:	<i>Vinciguerria</i>
Especie:	<i>Vinciguerria lucetia</i> (Garman, 1899)
Nombres comunes:	“vinciguerria”, “pez luminoso”, “pez linterna”, “light fish”

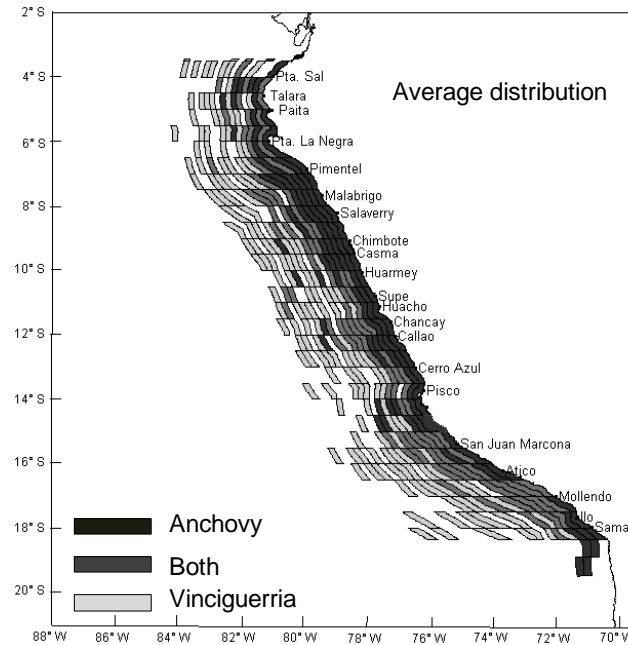


Fig. 3: *Vinciguerria lucetia* de 73 mm de longitud total. Escala 1 cm.

3.2. Distribución y hábitat

Es una especie mesopelágica tropical, propia de aguas oceánicas, que habita en los Océanos Índico y Pacífico Este, frente a California y de Panamá a Chile (JDSTA e IMARPE, 2009). Su presencia está asociada a las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) aguas con salinidad por encima de los 35.1mg/L y temperatura superficial mayor a 17°C (Morón, 2000), asumiendo que la elevada proporción de estas indican condiciones cálidas, por lo que su distribución se considera ligada a la ocurrencia de “El Niño”. También se asocia su presencia con aguas de mezcla de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) y Aguas Costeras Frías (ACF) (García y Robles, 2000).

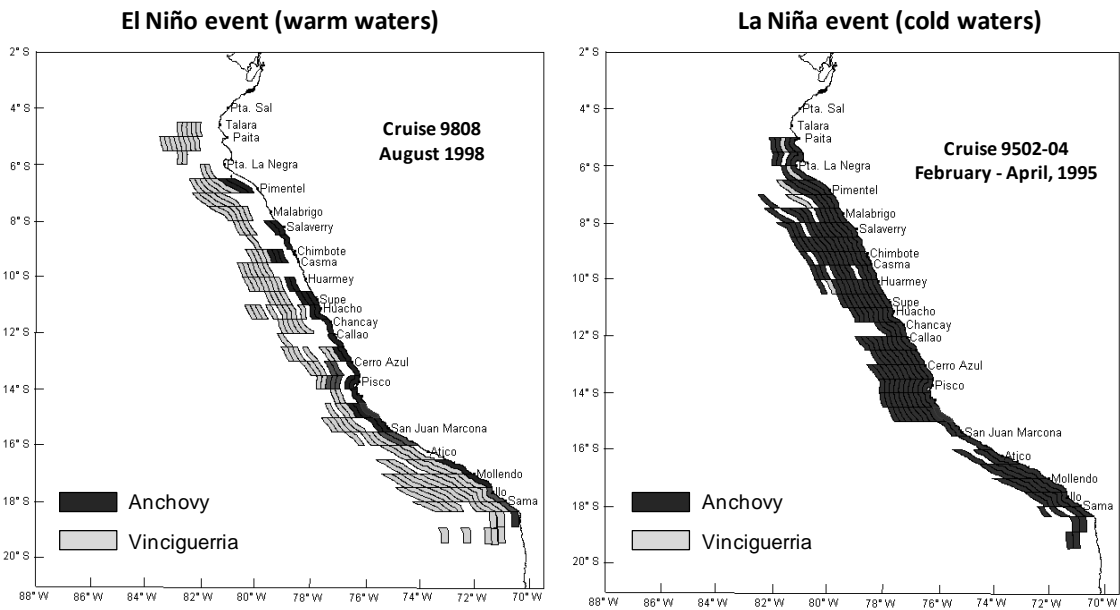
Sobre la base de resultados obtenidos de los cruceros hidro - acústicos, se observó que *V. lucetia* tiene una distribución oceánica, con grandes abundancias en la zona sur (15° - 18° S) fuera de la plataforma continental. Sin embargo, existe una zona donde comparte la misma área con “anchoveta”, principalmente en el límite de la plataforma continental (Ñiquen y Peña, 2010) (Figura 4).



Fuente: Ñiquen y Peña (2010).

Fig. 4: Distribución latitudinal y horizontal promedio de “anchoveta” y “vinciguerría”.

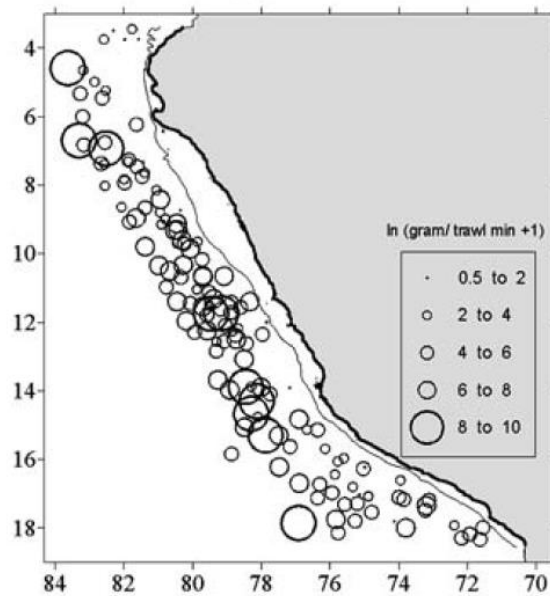
En un evento extremo frío “La Niña”, “vinciguerría” disminuye notablemente su presencia y abundancia, mientras que “anchoveta” extiende su distribución latitudinal y longitudinal. En un evento extremo cálido “El Niño” amplía su distribución hacia regiones más cercanas a la costa, principalmente en la zona sur debido a la escasa extensión de la plataforma continental, mientras que la distribución latitudinal de “anchoveta” se ha aislado hacia el norte o centro sur (Ñiquen y Peña, 2010) (Figura 5).



Fuente: Ñiquen y Peña (2010).

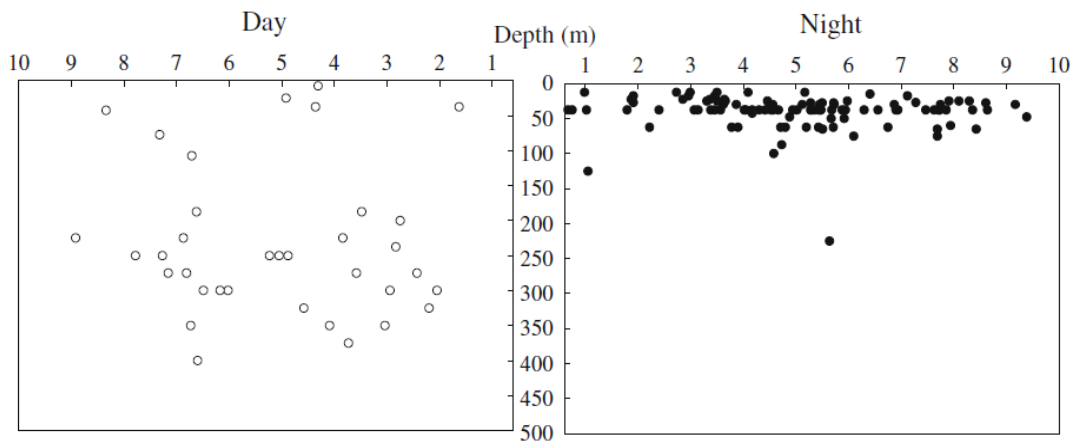
Fig. 5: Ejemplo de la distribución de “anchoveta” y “vinciguerria” durante los eventos “El Niño” y “La Niña”.

Con respecto a la distribución horizontal, se desarrolla amplia y abundantemente en la región de la Corriente de Humboldt (5° - 18° S) (Figura 6). Su distribución vertical tiene diferencias notables entre el día y la noche, debido a su comportamiento nictameral (tiende a profundizarse en función de la luz) (Castillo y Aliaga, 2000), las concentraciones más altas son en horario nocturno, con picos de abundancia en solo los primeros 50m, cuando ascienden a fin de alimentarse, pero se presentan mezcladas con otros recursos pelágicos. Durante el día, se ubica repartida en un amplio rango de profundidad (200 - 400m) y sus capturas son sin mezclas (Cornejo y Koppelman, 2006) (Figura 7).



Fuente: Cornejo y Koppelman (2006).

Fig. 6: Distribución horizontal de *V. lucetia* en la región de la Corriente de Humboldt. El tamaño de los anillos refleja la abundancia de los peces capturados en los arrastres pelágicos. La línea delgada presenta los 200m de profundidad.



Fuente: Cornejo y Koppelman (2006).

Fig. 7: Distribución vertical de *V. lucetia* durante el día (day) y la noche (night) frente a Perú.

3.3. Características

3.3.1. Morfológicas y biológicas

Vinciguerria lucetia tiene un cuerpo moderadamente alargado y comprimido con dos filas ventrolaterales de fotóforos, talla pequeña, que puede alcanzar los 7.5cm de longitud total (LT), aunque se ha registrado hasta 8.0cm de LT (Quiñones y Chipollini, 1998), boca ancha y oblicua, con un par de fotóforos

cerca de la sínfisis de la mandíbula inferior (JDSTA e IMARPE, 2009) (Figura 3). Es una especie de la familia Phosichthyidae y se encuentra formando cardúmenes a lo largo del litoral. Ñiquen y Peña (2010), a través de estudios de otolitos, indican que el parámetro de crecimiento “K” es de 0.7 y un periodo de vida menor a 4 años y que es una especie forrajera al alimentarse de zooplancton.

3.3.2. Químicas

El Instituto Tecnológico de la Producción (ITP) en 1999, analizó la composición química de “vinciguerría”, los valores de agua, grasas, proteínas y cenizas se presentan en la Tabla 1. Esta especie presenta un rendimiento de 18.80 – 20.95% para un producto seco y de 16.50 – 17.84% para un producto cocido seco. La empresa pesquera Grupo de Negocios Paita (GRUNEPA), del puerto de Chancay, realizó pescas experimentales para la obtención de harina de “vinciguerría” en base a una muestra capturada por su embarcación, en octubre de 1998. Los análisis de harina obtenida muestran un alto porcentaje de proteínas que oscilan de 71.9 a 72.9% (Tabla 1). Otro dato importante es que para obtener una tonelada de harina se requiere aproximadamente de 5 a 6.6 toneladas de materia prima (Dioses, 2010).

Tabla 1: Composición química y análisis de harina de *V. lucetia*. Fuente: Instituto Tecnológico de la Producción (ITP) (1999).

Componentes	Composición química	Análisis de harina
	Rango %	
Agua	77.8 - 77.95	9.15 – 9.78
Grasas	2.00 - 2.54	4.74 – 5.32
Proteínas	16.85 - 17.00	71.92 – 72.96
Cenizas	2.45 - 2.88	10.75 – 11.84

3.3.3. Reproductivas

El dimorfismo sexual en *Vinciguerria lucetia* no es marcado. Buitrón et al. (1998 b) determinaron que tiene un desove asincrónico con un tipo de desove parcial, es decir, se produce por baches o tandas de desove, lo cual ha llevado a la conclusión de que se reproduciría durante todo el año. Santander (1987), citado por Ayón (2001 a), señala que el desove de esta especie se produce en

la estación de verano, generalmente dentro de las 40mn de la costa y con las mayores concentraciones en la franja costera.

Buitrón et al. (1998 b) determinaron que la talla de primera madurez y de primer desove es de 5,3cm de longitud total (LT), la fecundidad parcial fue estimada en 309 ovocitos, y la fecundidad relativa se calculó en 365 ovocitos.

Esta especie prefiere áreas de desove y cría en el sistema de la corriente de Humboldt frente a Perú y toma ventaja de la corriente y contracorriente para el transporte de sus huevos y larvas, son típicas áreas de retención larval (cría) que determinan el éxito del reclutamiento (Cornejo y Koppelman, 2006). Los centros de reproducción están localizados en regiones al este de 84° W, decayendo rápidamente hacia el oeste, lo que indica amplios rangos latitudinales de abundancia de huevos y larvas de *V. lucetia* (IMARPE, 2003).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Material biológico

La especie objeto de estudio fue *Vinciguerria lucetia*, en total se utilizaron 2424 ejemplares, los cuales fueron colectados a bordo del BIC. José Olaya Balandra en los cruceros de investigación realizados por el Instituto del Mar del Perú (IMARPE), durante agosto del 2010 y diciembre del 2011 en el mar peruano en el Océano Pacífico Oriental (Figura 8). Para la captura se empleó una red de arrastre de media agua. El arrastre fue realizado de acuerdo a la distribución de las capas dispersoras de sonido observadas con la ecosonda.

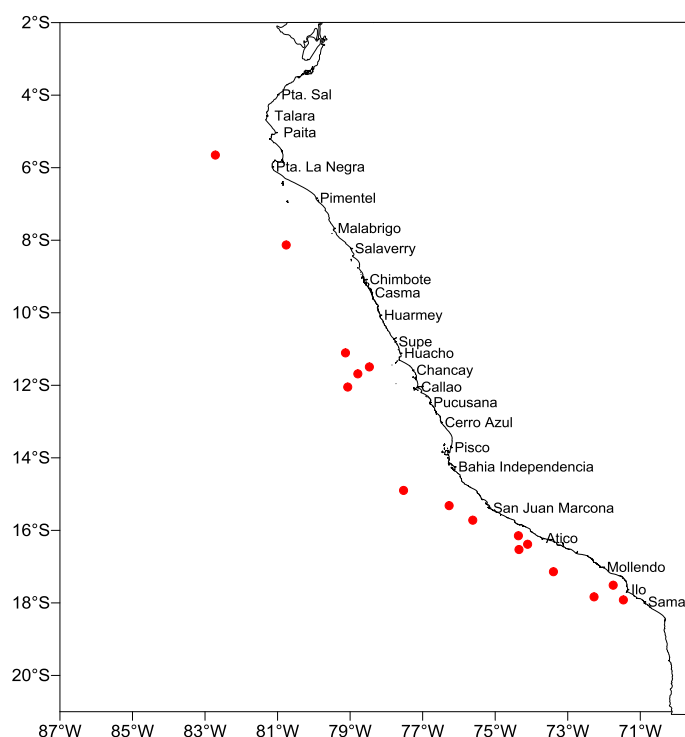


Fig. 8: Zona de captura de *Vinciguerria lucetia* para el presente estudio.

4.2. Métodos

4.2.1. Evaluación biométrica y biológica de los peces

El muestreo se realizó inmediatamente después de la captura de los organismos a bordo del BIC. José Olaya Balandra. Este fue aleatorio y estratificado por tallas, se registró la longitud total al milímetro inferior más cercano con un ictiómetro (de precisión al milímetro) y el peso total, eviscerado y de gónada en gramos con una balanza electrónica (de precisión de 0.01g), en

concordancia con lo establecido en el Manual de Muestreo de la Pesquería Pelágica (Bouchón et al., 2001). Luego los peces fueron disectados para determinar el sexo, se fotografiaron y establecieron las características morfológicas externas de las gónadas, las que fueron colectadas y fijadas con formol bufferado al 10% para su posterior procesamiento histológico.

4.2.2. Procedimiento histológico de las gónadas

Las técnicas histológicas tienen como objetivo validar las escalas de madurez gonadal, así como para observar los cambios estructurales de los ovarios y testículos. Consiste en observar cortes histológicos de gónadas (4 - 7 micras de grosor) al microscopio, previamente tratados, y produce información muy precisa del estado de desarrollo de los gametos, logrando información sobre las características reproductivas de importancia en el monitoreo, evaluación y regulación de las pesquerías (Tresierra et al., 2002).

El procesamiento histológico para desarrollar la escala de madurez gonadal se realizó en el laboratorio de Biología Reproductiva del IMARPE, a través de la técnica de infiltración en parafina descrita por Humason (1979), la cual se detalla brevemente a continuación y se resume en la figura 9:

- **Fijación:** Extraídas las gónadas se colocó en la solución fijadora cubiertas totalmente (volumen muestra / formol bufferado de 1/10).
- **Preparación del tejido:** Se realizó cortes de las gónadas fijadas de aproximadamente ½cm de espesor. Las muestras debidamente rotuladas se colocaron dentro de una rejilla utilizada por el procesador automático de tejidos (marca LEICA TP 1020).
- **Deshidratación:** Se realizó siguiendo secuencias en concentraciones ascendentes de alcohol etílico durante una hora en cada estación que fluctuó de 70 al 100%. La utilización del procesador automático de tejidos permitió la automatización de este procedimiento.
- **Aclaración:** Las muestras fueron aclaradas manualmente, sumergiéndolas en recipientes con xilol. El tiempo en cada uno de ellos, varió según el sexo, tamaño y espesor (en promedio 20 segundos). Este paso es delicado dado el pequeño tamaño de los órganos reproductivos. Si el tiempo no

es el adecuado, no se permite el seccionamiento y posterior observación de las láminas histológicas.

- **Infiltración con parafina:** Se realizó en parafina diluida en dos estaciones de una hora cada una, en el procesador automático de tejidos.
- **Imbibición en parafina:** En la estación de inclusión del dispensador (marca LEICA EG 1150H), se formaron bloques de parafina con el tejido gonadal procesado e incluido. Se dejó solidificar para la formación de los bloques.
- **Seccionamiento:** Se realizaron cortes transversales de 7µm de espesor en los ovarios y testículos, mediante el micrótopo de rotación (marca LEICA RM2125RT). Previamente las muestras de tejido gonadal en los bloques fueron enfriadas para un mejor seccionamiento, en la plancha de enfriamiento rápido (marca LEICA EG 1150C).
- **Estiramiento de las secciones:** Las secciones obtenidas se estiraron en un equipo de flotación de tejidos (marca LEICA HI 1210), seleccionando las mejores para colocarlas en el portaobjetos respectivo. Luego se dejaron secar en la plancha calefactora a una temperatura de 40°C (marca MEDAX).
- **Coloración:** Se realizó utilizando un coloreador automático de tejidos (marca LEICA AUTOSTAINER XL). El colorante de tinción usado fue la hematoxilina – eosina, la cual colorea estructuras con componentes basófilos de color morado (hematoxilina) y estructuras con componentes eosinófilos de color rosado (eosina).
- **Montaje final:** Se realizó usando el medio de montaje entellan y láminas cubreobjetos para su sellado y posterior observación bajo microscopía de luz.

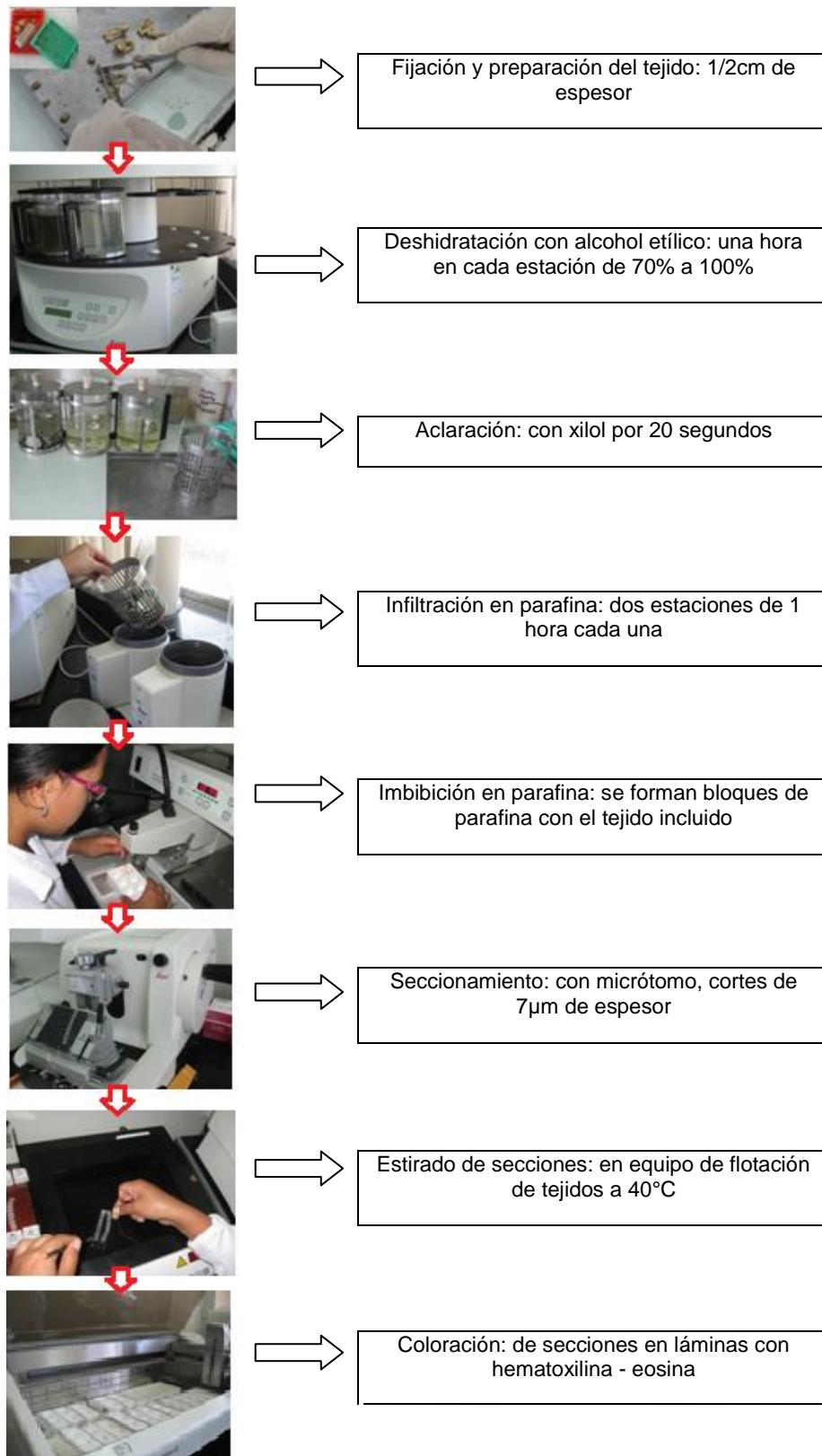


Fig. 9: Flujoograma del procesamiento histológico de infiltración en parafina para observar el estadio de madurez gonadal de *V. lucetia*. Los pasos de deshidratación y aclaración se detallan en el Anexo 1.

4.2.3. Caracterización del desarrollo de los gametos

- **Caracterización de gametos femeninos**

Se identificaron los tipos de ovocitos y estructuras celulares que caracterizan cada estadio de madurez gonadal de acuerdo a la clasificación propuesta por Buitrón et al. (1998 b) para esta especie, la cual está basada en el desarrollo ovocitario y mantiene la terminología usada para *Engraulis mordax* (Hunter y Goldberg, 1980).

Para los ovocitos se consideró las características morfológicas y cromáticas como la forma de la célula, apariencia del citoplasma, posición y apariencia del núcleo y nucléolos, presencia y apariencia de gránulos corticales y de vitelo, además composición y apariencia de las envolturas ovocitarias. La variación de la afinidad cromática de las estructuras también fue considerada. Además, el tamaño, mediante el diámetro promedio de dos ejes perpendiculares de 100 ovocitos de cada tipo (West, 1990). Solo los ovocitos que fueron seccionados a través del núcleo y que no hayan sufrido mayor deformación fueron medidos y fotografiados, utilizando un microscopio óptico NIKON Eclipse con una cámara digital y el programa de imágenes NIS – ELEMENTS de este equipo. No se tomaron medidas de los ovocitos hidratados y con atresia, por las irregularidades que muestran los ovocitos producto del procesamiento histológico o de su natural degeneración en el caso de los atrésicos.

Para la caracterización de las estructuras celulares como los folículos post - ovulatorios (FPO) se consideró la apariencia de la teca, granulosa y lumen folicular, y para la atresia (A) las morfológicas y cromáticas.

- **Caracterización de gametos masculinos**

Se identificaron los tipos de células espermatogénicas según las características morfológicas y cromáticas como la apariencia del núcleo y citoplasma, además de la afinidad por los diferentes colorantes.

4.2.4. Homogeneidad del ovario

Se utilizaron los ovarios de 12 hembras para determinar la variación del desarrollo gonadal entre las partes anterior, media y posterior del ovario

derecho e izquierdo. En total se analizaron 72 láminas histológicas. Para su validación estadística se utilizará la prueba de ji – cuadrado (χ^2).

4.2.5. Escala microscópica de madurez gonadal

En este trabajo se establece una escala microscópica para hembras de acuerdo a la observación de los diferentes tipos de ovocitos, presencia de folículos post - ovulatorio y atresia, apariencia de lamelas, estroma y pared; evaluados en 1 a 4 campos visuales (100x, 200x, 400x y 600x) del corte histológico de los ovarios. Y para machos de acuerdo a la observación de los diferentes tipos de células espermatogénicas, grado de desarrollo y llenura del lumen de los túbulos seminíferos y del túbulo de colección común y características particulares del estroma; evaluados en 1 a 2 campos visuales (200x y 600x) del corte histológico de los testículos.

4.2.6 Escala macroscópica de madurez gonadal

El reconocimiento ordinario de las fases de madurez gonadal se efectúa mediante escalas empíricas, las que han sido elaboradas en base a las características morfológicas externas de las gónadas.

En este trabajo se establece una escala macroscópica, validada microscópicamente, para hembras de acuerdo a la observación de variaciones en los ovarios con referencia al tamaño, coloración, consistencia, grosor de la pared, grado de vascularización superficial y visualización de los ovocitos. Y para machos de acuerdo a la observación de variaciones en los testículos con referencia al tamaño, coloración, consistencia, turgencia, vascularización superficial, grado de desarrollo y llenura del túbulo de colección común.

4.2.7. Proporción sexual (PS)

Se considera la longitud total como base de referencia de los cambios de la proporción sexual. Se obtuvo la PS entre el número de hembras y el total de individuos para cada intervalo de longitudes totales de $\frac{1}{2}$ cm (LT), para los

cruceros de verano, invierno y primavera (Tabla 2), de acuerdo a la siguiente ecuación de Perea et al. (2011):

$$PS = \frac{\sum H}{\sum M + \sum H}$$

Donde: $\sum H$ = Número de hembras por LT, $\sum M$ = Número de machos por LT

Tabla 2: Relación de cruceros hidro - acústicos por estaciones y años.

Año	Verano	Invierno	Primavera
1998		98 08 - 09	98 11-12
2002			02 09-11
2003			03 10-12
2004	04 02-03		
2010		10 08-09	10 11-12
2011	11 02-04		11 10-12

4.2.8. Talla de primera madurez gonadal

La talla de primera madurez es la talla a la cual el 50% de los individuos se encuentran gonadalmente maduros (Tresierra et al., 2002). Para el cálculo de la talla de primera madurez gonadal se realizó la proporción entre hembras inmaduras (ovarios en estadio I) y hembras activas, es decir con actividad madurante (hembras que ya habían iniciado el proceso de vitelogénesis) (estadios II, III, IV y V), para cada longitud total. Los puntos reales fueron ajustados con el Método de ajuste de curva logística a través del programa Curve expert 1.4, según la metodología propuesta para “anchoveta” y “merluza” por Buitrón et al. (2011).

4.2.9. Índice gonadosomático (IGS) y Factor de condición (FC)

El desarrollo gonadal también se evaluó a través del: índice gonadosomático (IGS) y factor de condición (FC), según la metodología propuesta por Buitrón et al. (2011). El IGS se utiliza para poder determinar el estado de madurez de las gónadas. Es el peso de la gónada expresado como porcentaje del peso corporal eviscerado o eviscerado y sin ovario (Saborido y Junquera, 2003 citados por Buitrón et al. 2011). Se utiliza el peso eviscerado del pez, a fin de

evitar variaciones por el efecto del peso del contenido estomacal o por gónadas muy desarrolladas que ocupan casi toda la cavidad del cuerpo cuando están maduras. Fue estimado de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$IGS = \frac{PG}{PE} \times 100$$

Donde: PG = Peso de gónada (g), PE = Peso eviscerado (g)

El FC es un indicador del grado de bienestar o condición biológica que afecta a la especie (Nash et al. 2006 citados por Buitrón et al. 2011). Es calculado de la relación entre el peso de un pez y su longitud total. Fue estimado de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$FC = \frac{(PT - PG)}{LT^3} \times 100$$

Donde: PT = Peso total (g), PG = Peso de gónada (g), LT = Longitud total (mm)

Las variables de los parámetros IGS y FC son presentadas como promedios con su desviación estándar (DS). Los cambios del IGS en los diferentes estadios de madurez gonadal fueron analizados usando el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de comparación múltiple de Tukey.

Cuando fue necesario los datos fueron logaritmizados con el fin de cumplir con la normalidad que requieren los test paramétricos, la cual fue probada por el test de Kolmogorov – Smirnov. Para las pruebas estadísticas se utilizó un nivel de significancia de 0.05 y el programa estadístico *R*.

V. RESULTADOS

5.1. Indicadores morfométricos

Durante el periodo de estudio, la longitud total de los individuos fluctuó de 30 a 77 mm; las hembras tuvieron una longitud total promedio de 53.56 ± 7.84 mm, y los machos de 53.34 ± 7.45 mm. El peso total de los individuos fluctuó de 0.27 a 2.58 g, observándose un promedio de 1.11 ± 0.29 g en las hembras y 1.17 ± 0.30 g en los machos (Tabla 3).

Tabla 3: Índices morfométricos de *V. lucetia* entre sexos. Parte superior de la fila: Promedio \pm DS; parte inferior de la fila: rango (R) y número de muestra (NM).

	Hembras	Machos
Longitud total (mm)	53.56 ± 7.84 R: 30 - 77; NM: 6918	53.34 ± 7.45 R: 33 - 77; NM: 5674
Peso total (g)	1.11 ± 0.29 R: 0.27 - 2.58; NM: 265	1.17 ± 0.30 R: 0.48 - 1.90; NM: 134

5.2. Morfología del sistema reproductor femenino

5.2.1. Morfología macroscópica

El sistema reproductor de las hembras de *V. lucetia* consiste en dos ovarios alargados y tubulares, unidos en la parte anterior por tejido mesentérico a un solo oviducto, el cual se comunica al exterior a través del poro genital, localizado en la parte ventral del cuerpo posterior al ano. Los ovarios están localizados en la cavidad peritoneal, debajo de los riñones y la vejiga natatoria y hacia los lados del sistema digestivo. El tamaño es variable, en los estadios inmaduros estos son pequeños mientras que en los maduros pueden ocupar gran parte de la cavidad visceral del abdomen. El color de los ovarios es blanco y varía desde un aspecto traslúcido en los inmaduros hasta un aspecto lechoso y textura granular en los estadios de mayor madurez (Figura 10 a y b). Antes del desove, estos ovarios alcanzan su máximo tamaño y se hacen más traslúcidos dando la apariencia de sacos cargados de líquido en su interior, ovarios hidratados (Figura 10 c). Para estudiar la estructura interna de éste órgano, se dividió en tres partes: anterior, media y posterior (Figura 11). Las partes media y posterior de los ovarios adoptan una forma tubular, se extienden hacia la región caudal y terminan con puntas redondeadas.



Fig. 10: Características macroscópicas de los ovarios de *V. lucetia*. a: ovario en maduración, b: ovario maduro y c: ovario hidratado. Escala 1.0 cm.

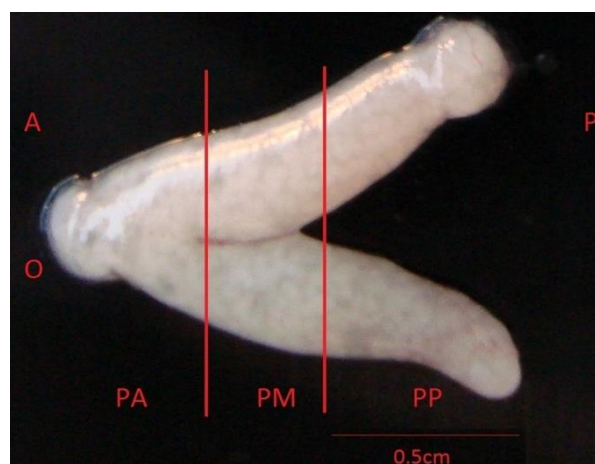


Fig. 11: Partes y localización de los cortes de los ovarios de *V. lucetia* de 71 mm. A: orientación anterior, P: orientación posterior, O: orientación del oviducto, PA: parte anterior, PM: parte media, PP: parte posterior. Escala 0.5 cm.

5.2.2. Morfología microscópica

Haciendo un corte histológico del ovario, se observó dos zonas una *cortical periférica* (túnica albugínea - pared) conformada por tejido conectivo y el tipo de músculo presente va a depender del grado de madurez del ovario (Figura 12). Y otra *medular central*. De esta pared, prolongaciones denominadas lamelas están cubiertas en su superficie por epitelio germinal, creciendo hacia el extremo contrario de la pared, dejando espacios entre ellas (lumen). Las lamelas están sostenidas por el estroma (tejido conectivo vascular, rico en tejido elástico y muscular) que también se proyecta desde la pared del ovario (Tresierra et al., 2002). En el tejido germinal, se encontró ovogonias y ovocitos de diferentes tipos; además de atresia y folículos post – ovulatorios (Figura 13).

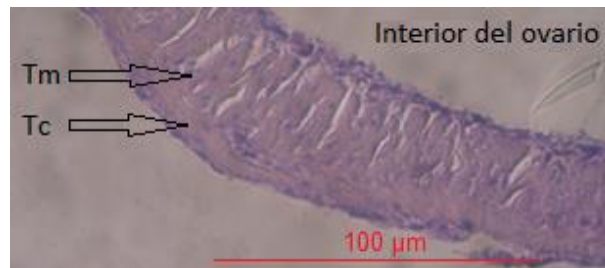


Fig. 12: Zona cortical periférica del ovario (Túnica o pared) de *V. lucetia*. Tm: tejido muscular, Tc: tejido conectivo. Escala 100 µm. Aumento 600 x.



Fig. 13: Zona medular central del ovario de *V. lucetia* de 55 mm. O: ovogonias, OI: ovocito inmaduro, OPV: o. pre – vitelogenado, OM: o. maduro. Escala 100 µm. Aumento 100 x.

5.3. Morfología del sistema reproductor masculino

5.3.1. Morfología macroscópica

En la cavidad peritoneal se localizan los dos testículos, de forma ligeramente laminar, de cada uno emergen ventralmente ductos deferentes fusionándose para formar el ducto espermático, el cual se abre al exterior a través del poro urogenital. Los testículos se ubican en la cavidad visceral debajo de los riñones y la vejiga natatoria.

El tamaño y color es variado, los inmaduros que son más pequeños tienen una tonalidad blanca y son flácidos, los estadios en madurez y maduros son de mayor tamaño y presentan una coloración blanca de aspecto lechoso y el túbulo de colección común perfectamente visible en ambos testículos, se engrosa y se observa más blanco que el testículo por la acumulación de esperma (Figura 14 a y b). Con la finalidad de estudiar la histo – arquitectura de los testículos se dividió en tres partes: anterior, media y posterior y se procedió a realizar cortes histológicos de cada una de estas (Figura 15).

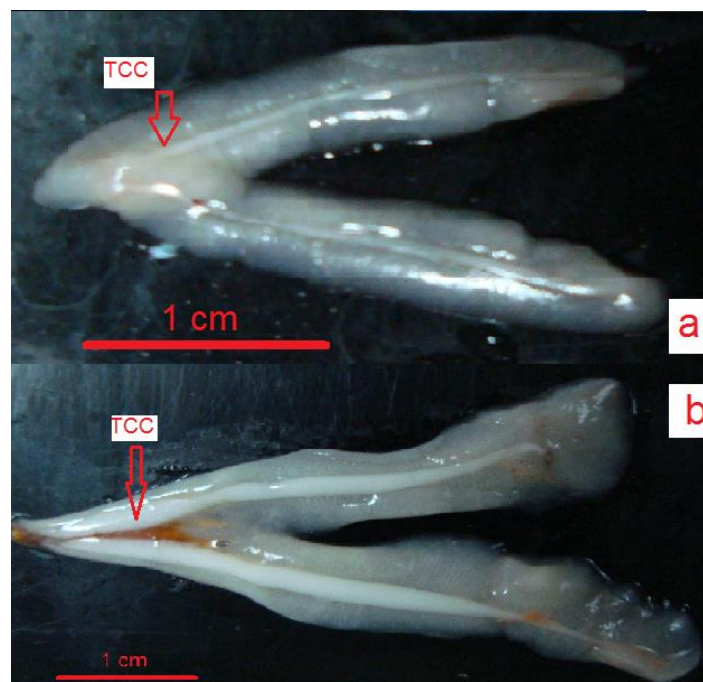


Fig. 14: Características macroscópicas de los testículos de *V. lucetia*. a: testículo en maduración y b: testículo maduro, TCC: túbulo de colección común. Escala 1.0 cm.

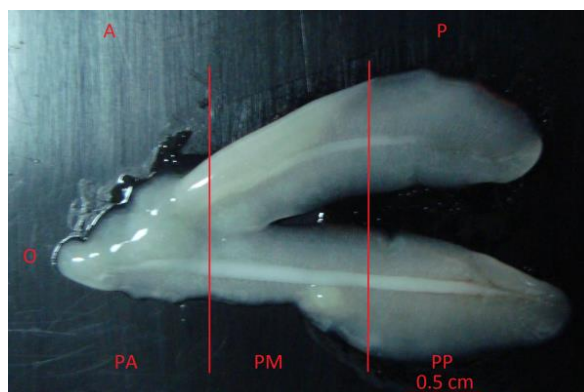


Fig. 15: Partes y localización de los cortes de los testículos de *V. lucetia* de 68 mm. A: orientación anterior, P: orientación posterior, O: orientación del ducto espermático, PA: parte anterior, PM: parte media, PP: parte posterior. Escala 0.5 cm.

5.3.2. Morfología microscópica

A través de estos análisis se observó una delgada pared, conformada por tejido conectivo y fibras musculares lisas cubiertas por mesotelio. Se puede diferenciar dos zonas principales: una cortical periférica denominada zona de crecimiento y otra medular central, denominada zona de colección (Figura 16 a y b). La *zona de crecimiento* presenta los túbulos seminíferos que se proyectan desde la zona de colección y a lo largo de las paredes de estos túbulos están localizados los cistos (agrupaciones de células del mismo tipo) (Figura 16 c). Observamos, que los cistos presentes son sólo de espermatogonias, espermocitos y espermátidas, ya que al convertirse estas últimos en espermatozoides se liberan al lumen de los túbulos. Mientras en la *zona de colección* se observa el sistema de ductos eferentes, donde se colectan y transportan los espermatozoides hacia el ducto deferente y posteriormente, al túbulo de colección común donde salen al exterior. El examen microscópico revela que los túbulos seminíferos y el sistema de ductos están sostenidos por el estroma (tejido conectivo vascular) que se proyecta desde la pared.

La mayoría de los especímenes presentan una masa casi uniforme y alargada de los testículos, en ellos se observan zonas donde se evidencian constricciones dando la apariencia de lóbulos, estas hendiduras se observan mejor en los cortes histológicos (Figura 16 b).

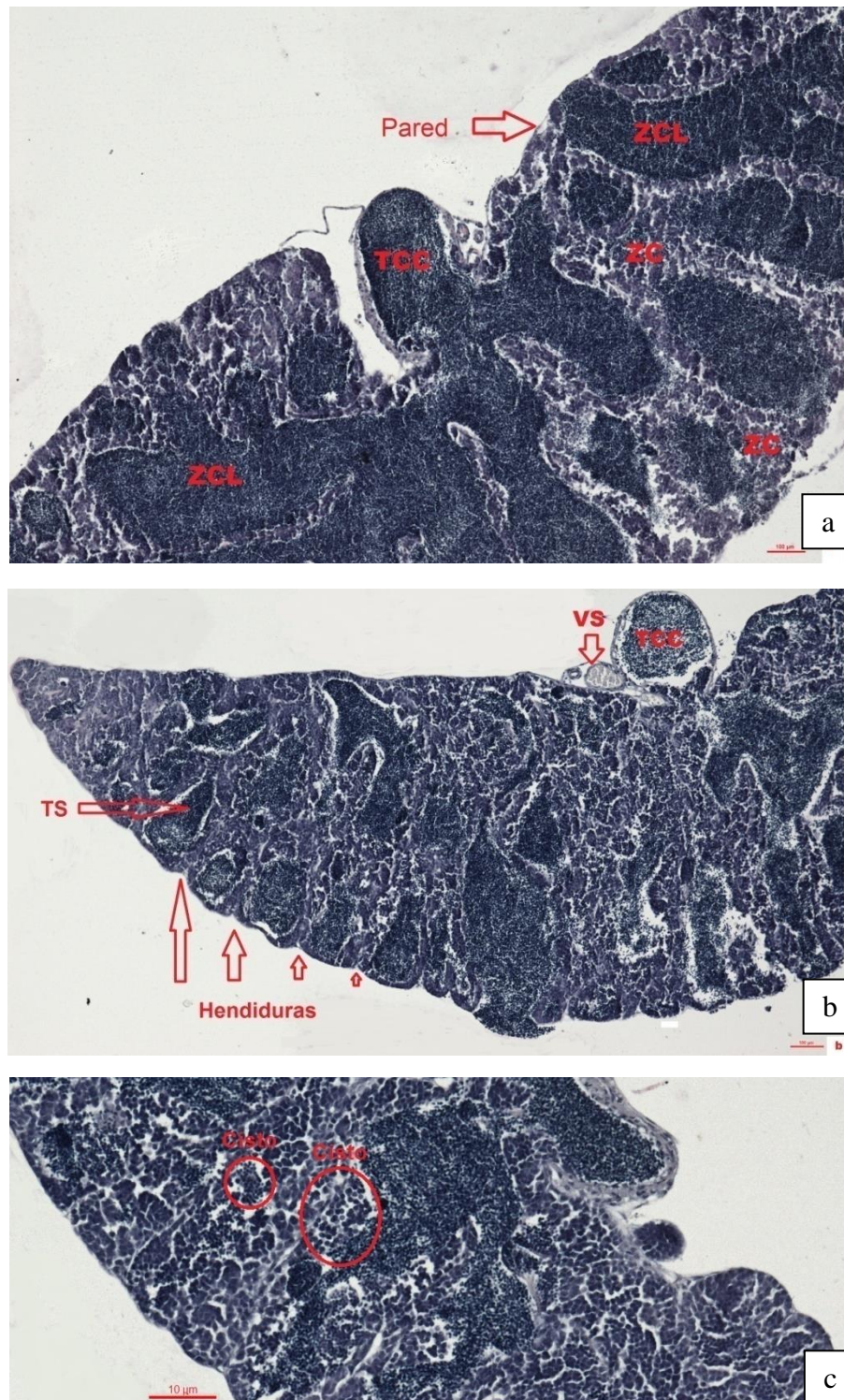


Fig. 16: a: ZC: zona de crecimiento, ZCL: zona de colección, TCC: túbulo de colección común de testículos de *V. lucetia* de 58 mm. b: TCC: túbulo de colección común, TS: Túbulos seminíferos, VS: vaso sanguíneo de testículo de *V. lucetia* de 49 mm. c: cistos de testículos de *V. lucetia* de 49 mm. Escala 100 µm. Aumento 200 x.

5.4. Caracterización del desarrollo de los gametos

5.4.1. Desarrollo ovocitario

En las láminas histológicas de los ovarios se han identificado: ovogonias y varios tipos de ovocitos desarrollados a partir de éstas por el proceso de ovogénesis. Se clasificó a los ovocitos en seis tipos según el desarrollo (Tabla 4).

Tabla 4: Características de los tipos de ovocitos de *V. lucetia*. GC: gránulos corticales, GV: gránulos de vitelo, ZR: zona radiata, G: granulosa y T: teca.

TIPO	TAMAÑO (Promedio \pm DS) (μm)	NÚCLEO	Nucleolos	GC/GV	ZR/G/T
Ovogonia (O)	< 98.04	Ocupa mayor volumen que el citoplasma. Central. Contiene gránulos de cromatina dispersos	-	-	-
Inmaduro (OI)	98.04 \pm 22.08	Ocupa mayor volumen que el citoplasma. Central. Contiene gránulos de cromatina dispersos	-	-	-
Pre - vitelogenado (OPV)	179.57 \pm 53.91	Ocupa menor volumen que el citoplasma. Central. Contiene gránulos de cromatina dispersos	-	GC	ZR/G
Vitelogenado (OV)	261.05 \pm 59.08	Ocupa menor volumen que el citoplasma. Central. Contiene gránulos de cromatina dispersos	-	GC/GV	ZR/G/T
Maduro (OM)	418.13 \pm 76.38	Ocupa menor volumen que el citoplasma. Central	2 ó 3	GC/GV	ZR/G/T
Hidratado (OH)	-	Disuelto	-	GC/GV	-

Ovogonias (O)

Tienen forma esférica, un núcleo que ocupa un mayor volumen que el citoplasma y de afinidad cromática ligeramente basófila y se puede observar gránulos de cromatina dispersos en el nucleoplasma (Figura 17). Se observan agrupados en cistos.

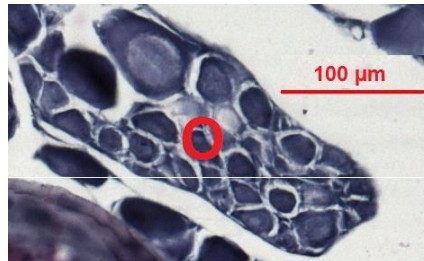


Fig. 17: O: ovogonias de *V. lucetia* de 55 mm. Escala 100 μm. Aumento 200 x.

Ovocito inmaduro (OI)

Los ovocitos inmaduros nacen a partir de pequeños grupos de ovogonias. Son de forma esférica, cuyo promedio en su diámetro mayor es de 98.04 ± 22.08 μm. Tienen un citoplasma con pequeño volumen en relación al núcleo, que es central, y de afinidad cromática fuertemente basófila (altamente afín a la hematoxilina). No son visibles los nucleolos solo una red de cromatina dispersa en el nucleoplasma, el cual es eosinófilo. No se evidencia la zona radiada o la granulosa, mucho menos la teca (Figura 18 a y b).

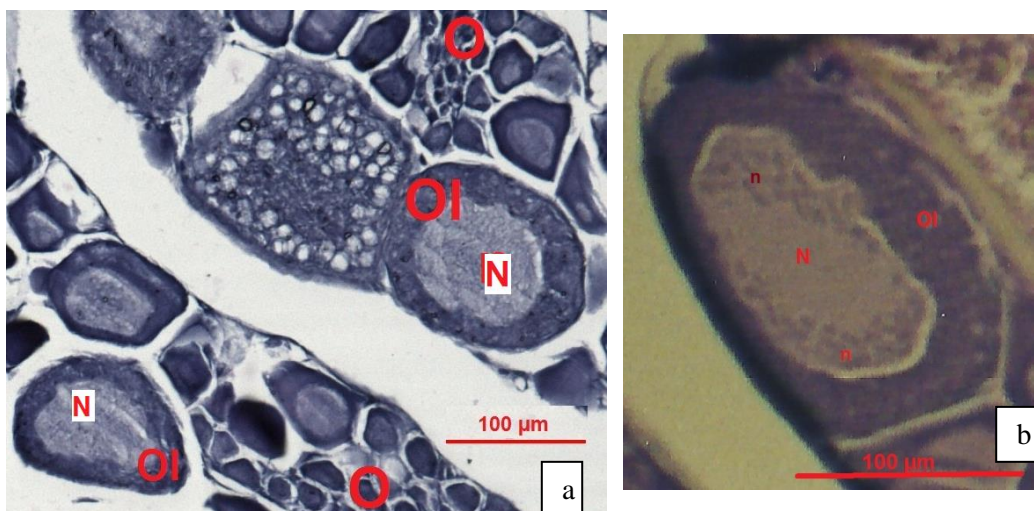


Fig. 18: a: O: ovogonias, OI: ovocito inmaduro y N: núcleo de *V. lucetia* de 55 mm. Escala 100 μm. Aumento 200 x. b: OI: ovocito inmaduro, N: núcleo y n: red de cromatina de *V. lucetia*. Escala 100 μm. Aumento 400 x.

Ovocito pre - vitelogenado (OPV)

De forma esférica, de mayor tamaño que el ovocito inmaduro, cuyo promedio en su diámetro mayor es de $179.57 \pm 53.91 \mu\text{m}$, pero semejante a éste en cuanto a la afinidad cromática basófila del citoplasma, que ocupa un menor volumen que el núcleo, el cual es central y contiene gránulos de cromatina en lugar de nucleolos. La principal característica de este tipo de ovocito es la presencia en el citoplasma de gránulos aparentemente vacíos (vacuolas lipídicas) denominados gránulos corticales, los cuales se incrementan en tamaño y número, y se ubican desde las zonas distales del citoplasma hacia la periferia del núcleo. En cuanto a las envolturas del ovocito, se pueden observar en fases avanzadas del estadio, una delgada membrana de afinidad acidófila (afín a la eosina) sobre la membrana celular, denominada zona radiata y alrededor de ésta, células aisladas de afinidad basófila que formarán la granulosa (Figura 19 a y b).

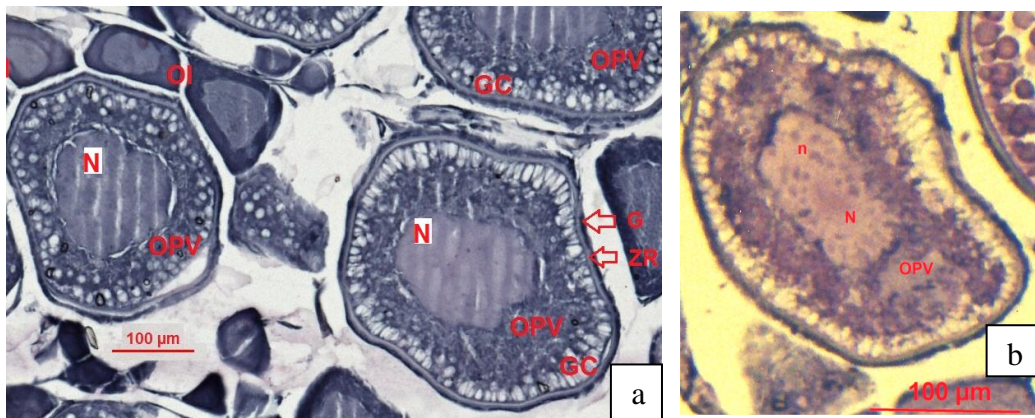


Fig. 19: a: OI: ovocito inmaduro, OPV: ovocito pre – vitelogenado, N: núcleo, G: granulosa, ZR: zona radiata, GC: gránulos corticales de *V. lucetia* de 57 mm. Escala 100 μm . Aumento 200 x. b: OPV: ovocito pre – vitelogenado, N: núcleo y n: gránulos de cromatina de *V. lucetia*. Escala 100 μm . Aumento 400 x.

Ovocito vitelogenado (OV)

Célula esférica de mayor tamaño que el ovocito pre – vitelogenado, cuyo promedio en su diámetro mayor es de $261.05 \pm 59.08 \mu\text{m}$. En este estadio se inicia la vitelogénesis exógena. Los ovocitos se observan con un núcleo central y con gránulos de cromatina en el nucleoplasma. La afinidad cromática del citoplasma basófilo disminuye por la incorporación de los gránulos de vitelo de

afinidad acidófila, que se multiplican e incrementan en tamaño difundiéndose hacia el interior. Los gránulos corticales son más visibles alrededor del núcleo. Se distingue las células de la granulosa, células columnares con grandes espacios intercelulares, y también se observa otra capa de tejido conectivo vascular, denominada teca de afinidad basófila. La zona radiata asume una apariencia estriada (Figura 20).

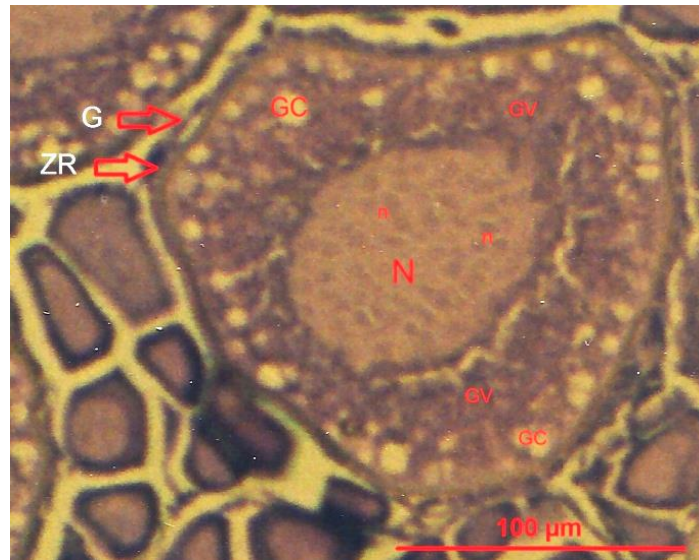


Fig. 20: Ovocito vitelogenado, N: núcleo, n: gránulos de cromatina, GV: gránulos de vitelo, GC: gránulos corticales, G: granulosa y ZR: zona radiata de *V. lucetia*. Escala 100 µm. Aumento 400 x.

Ovocito maduro (OM)

Mantiene su forma esférica, de mayor tamaño que el ovocito vitelogenado, cuyo promedio en su diámetro mayor es de $418.13 \pm 76.38 \mu\text{m}$. Los ovocitos se encuentran en fase activa de vitelogénesis, caracterizada por la multiplicación de los gránulos de vitelo que ya se encuentran totalmente formados, de mayor tamaño que en los ovocitos vitelogenados, ocupan totalmente el citoplasma y son más afines a la eosina que aquellos. Núcleo central y con 2 ó 3 nucleolos. Los gránulos corticales, mayormente visibles alrededor del núcleo, comienzan a unirse. Es evidente la teca, granulosa y zona radiata, ésta última incrementa su grosor. En fases avanzadas hay migración del núcleo hacia el polo animal, por esta razón se denominan ovocito maduro con núcleo migratorio (Figura 21 a, b y c).

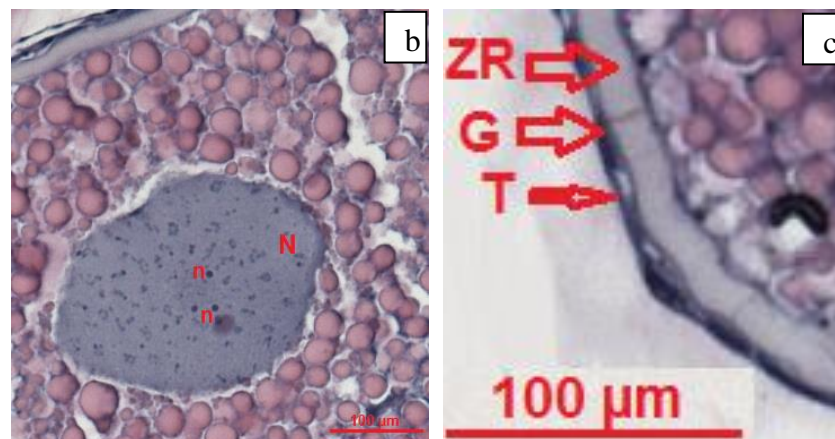
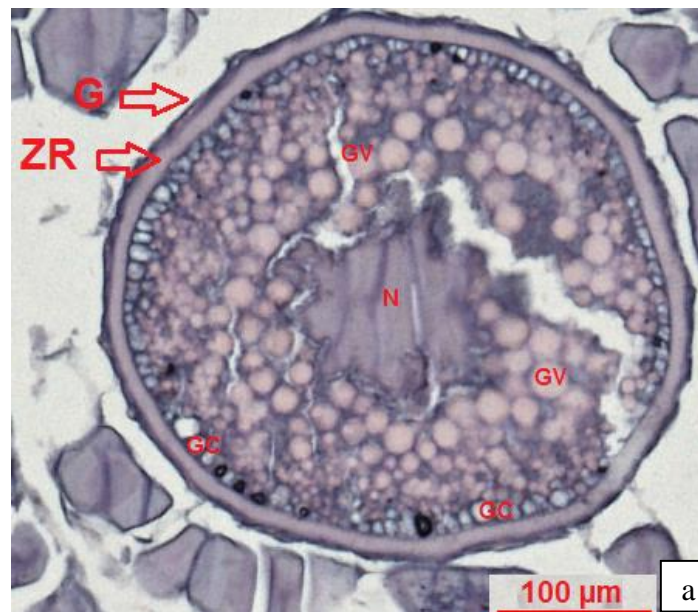


Fig. 21: Ovocito maduro, a: N = núcleo, GC = gránulos corticales, GV = gránulos de vitelo, G: granulosa y ZR: zona radiata de *V. lucetia* de 55 mm. b: N: núcleo, n: nucleolos de *V. lucetia* de 62 mm. Escala 100 µm. Aumento 400 x. c: G: granulosa, ZR: zona radiata y T: teca de *V. lucetia* de 55 mm. Escala 100 µm. Aumento 600 x.

Ovocito hidratado (OH)

De mayores dimensiones que los demás tipos de ovocitos pero no se tomaron medidas por las irregularidades presentadas. Los ovocitos en este estadio se observan como una masa homogénea de afinidad cromática acidófila de forma irregular o colapsada, resultado de la deshidratación por el procesamiento histológico. Durante este estadio ocurre la disolución del núcleo, los gránulos de vitelo comienzan a fusionarse para formar placas de vitelo, los gránulos corticales visibles alrededor del núcleo, se fusionan para formar las gotas de

aceite que persisten hasta la fase de embrión. Los ovocitos incrementan su tamaño por la rápida incorporación de agua en el citoplasma para su posterior ovulación y desove (Figura 22).

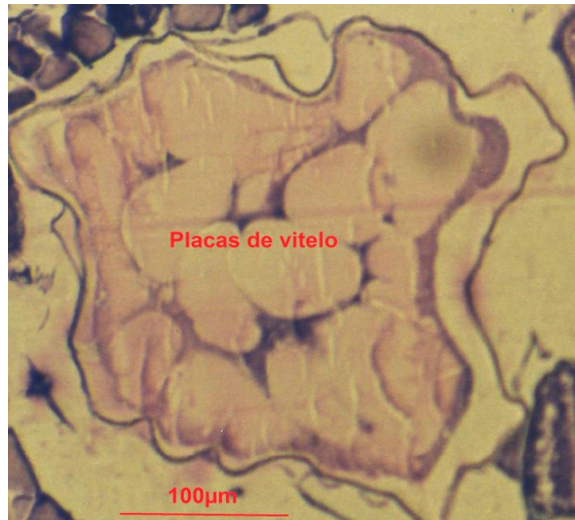


Fig. 22: Ovocito hidratado de *V. lucetia*. Escala 100 μm. Aumento 400 x.

5.4.2. Folículo post – ovulatorio (FPO)

Los folículos post – ovulatorios presentan células foliculares afines a la hematoxilina junto a una pared conformada por la granulosa y teca gruesa que evidencia la ovulación, observándose hasta su reabsorción y tienen una forma irregular con muchos pliegues (Figura 23).



Fig. 23: Folículo post–ovulatorio de *V. lucetia*. L: Lumen Escala 100μm. Aumento 400x.

5.4.3. Atresia (A)

Los ovocitos en atresia son ovocitos en proceso de reabsorción. Presentan una disminución de tamaño, un citoplasma desorganizado, disolución de la membrana nuclear y ruptura de su membrana y de la zona radiata (si está presente), con la consecuente invasión de las células de la granulosa hipertrofiadas que digieren y reabsorben el contenido citoplasmático de afuera hacia adentro; en el caso de los ovocitos vitelogenados, actúan principalmente sobre el vitelo observándose una masa de afinidad cromática eosinófila con vacuolas por efecto de la degradación enzimática (Figura 24). En fases avanzadas de atresia la desintegración celular es evidente, se puede distinguir una delgada teca, vacuolización y espacios intercelulares vacíos.

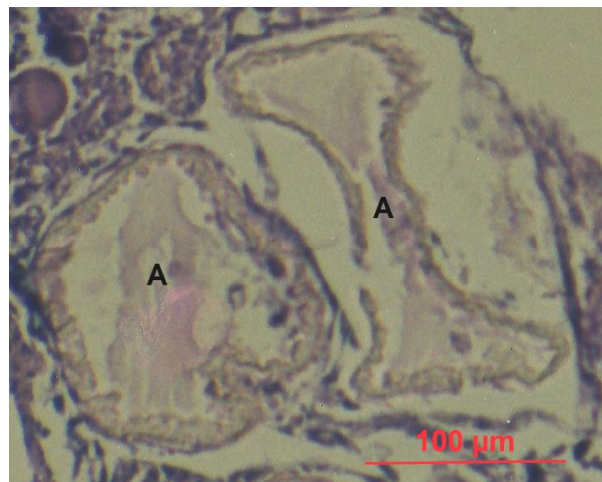


Fig. 24: A: Atresia de *V. lucetia*. Escala 100 μm. Aumento 400 x.

5.4.4 Caracterización morfométrica de los ovocitos

En la figura 25 a y b, se muestra la distribución del diámetro de cada tipo de ovocito durante las diferentes etapas de la ovogénesis. En los ovocitos inmaduros el diámetro promedio fue de: 98 μm, en los pre – vitelogenados: 180 μm, en los vitelogenados: 261 μm y en los maduros: 418 μm. En la fig. 25 b se hace una comparación con los diámetros promedios calculados por Buitrón et al. (1998 b) para esta misma especie, los valores para el año 1998 son ligeramente menores para los ovocitos vitelogenados y maduros. Y en la fig 25 c se compara con los diámetros promedios de “anchoveta”, “sardina” y “merluza”.

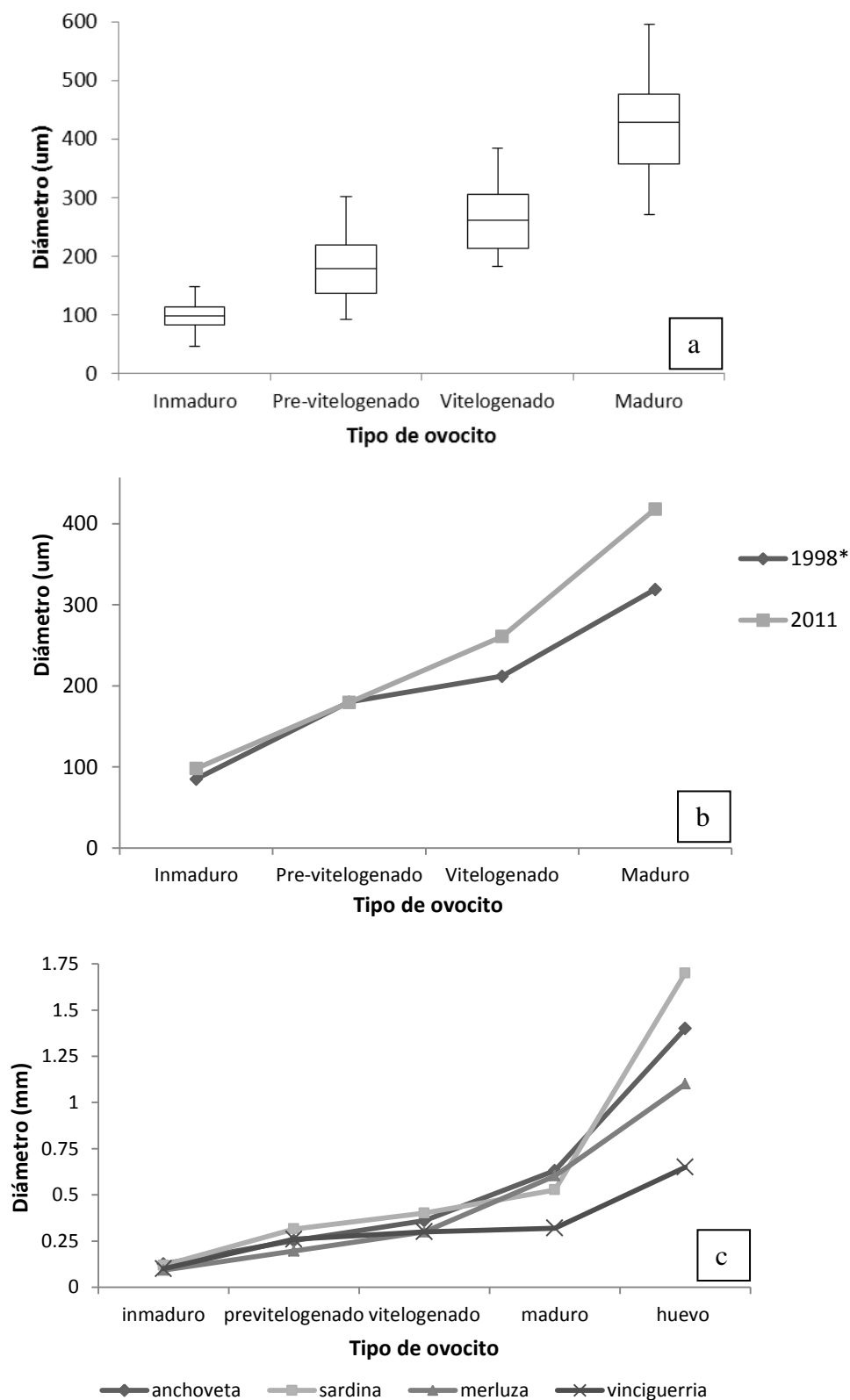


Fig. 25: Diámetro promedio de los diferentes tipos de ovocitos de *V. lucetia*. a: Diagrama de cajas. b: Comparación con diámetros promedios calculados en 1998 *Fuente: Buitrón et al. (1998 b). c: Comparación con diámetros de ovocitos y huevo para “anchoveta”, “sardina”, “merluza” y “vinciguerria”. Fuente: Buitrón et al. (1998 b).

5.4.5. Desarrollo espermatogénico

En las láminas histológicas de los testículos cuatro tipos de células espermatogénicas fueron identificadas: espermatogonias, espermatocitos, espermátidas y espermatozoides. (Tabla 5).

Tabla 5: Características de los tipos de células espermatogénicas de *V. lucetia*.
Coloración hematoxilina – eosina.

TIPO	NÚCLEO	CITOPLASMA (afinidad cromática)	LOCALIZACIÓN
Espermatogonia (SP)	Posición central, ocupa mayor volumen en relación al citoplasma	Levemente basófilo	Periferia de los túbulos seminíferos
Espermatocito (SPC)	Posición central, ocupa mayor volumen en relación al citoplasma y contiene cromatina en forma de grumos	Levemente basófilo	Periferia de los túbulos seminíferos
Espermátida (SPD)	Posición central, ocupa mayor volumen en relación al citoplasma	Levemente basófilo	Periferia de los túbulos seminíferos
Espermatozoide (SPZ)	Conforma la cabeza del espermatozoide	No visible con H - E	Lumen de los túbulos seminíferos y túbulo de colección común

Espermatogonia (SP)

Las espermatogonias son células esféricas que adquieren las mayores dimensiones entre las células espermatogénicas. Presentan un citoplasma reducido en relación al volumen del núcleo, de características basófilas frente a la coloración H – E (hematoxilina – eosina) y con un núcleo central. Suelen ser visibles un nucleolo y gránulos de cromatina. Los cistos con este tipo de células se localizan en la periferia de los túbulos seminíferos (Figura 26 a).

Espermatocito (SPC)

Más pequeñas que las espermatogonias y de forma esférica. Presentan un citoplasma reducido en relación al núcleo, con poca afinidad cromática (ligeramente basófilo) y un gran núcleo central con cromatina visible en forma de grumos. Los cistos con espermatocitos se ubican en la periferia de los túbulos seminíferos (Figura 26 a).

Espermátidas (SPD)

Las espermátidas adquieren menores tamaños que los espermatocitos. Tienen forma esférica, un citoplasma reducido en relación al núcleo y de afinidad ligeramente basófila. Presentan un núcleo perfectamente visible y fuertemente basófilo. Las espermátidas están distribuidas a lo largo de la pared de los túbulos seminíferos. Estas células a través de la espermiogénesis, se transforman en espermatozoides. Las espermátidas son las que se observan con más frecuencia (Figura 26 a).

Espermatozoides (SPZ)

Los espermatozoides poseen dos partes una cabeza y una cola (Nagahama, 1983). La primera está conformada por el núcleo de forma esférica, afinidad cromática fuertemente basófila. La cola no se puede diferenciar con este tipo de coloración. Los espermatozoides se observan en el lumen de los túbulos seminíferos y en el sistema de ductos eferentes de la zona de colección de los testículos (Figura 26 a y b).

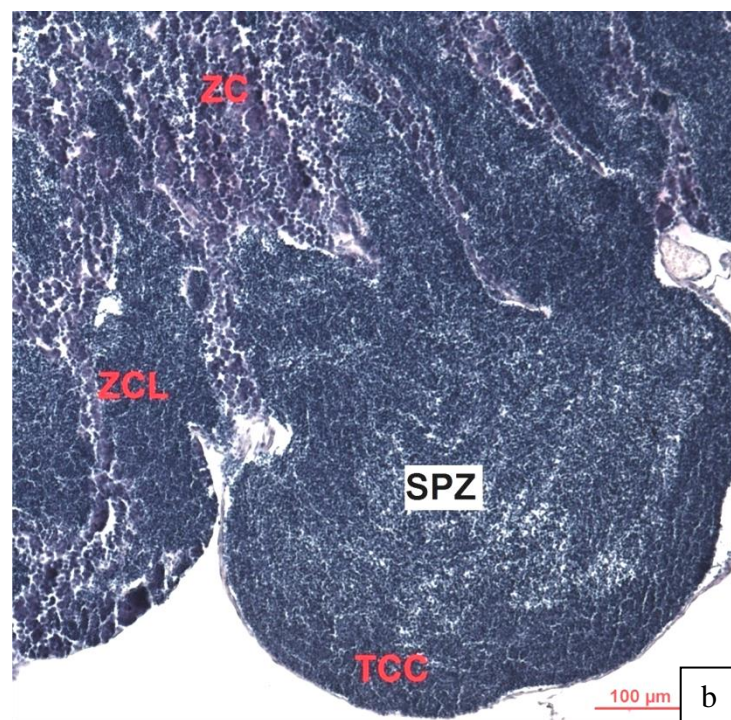
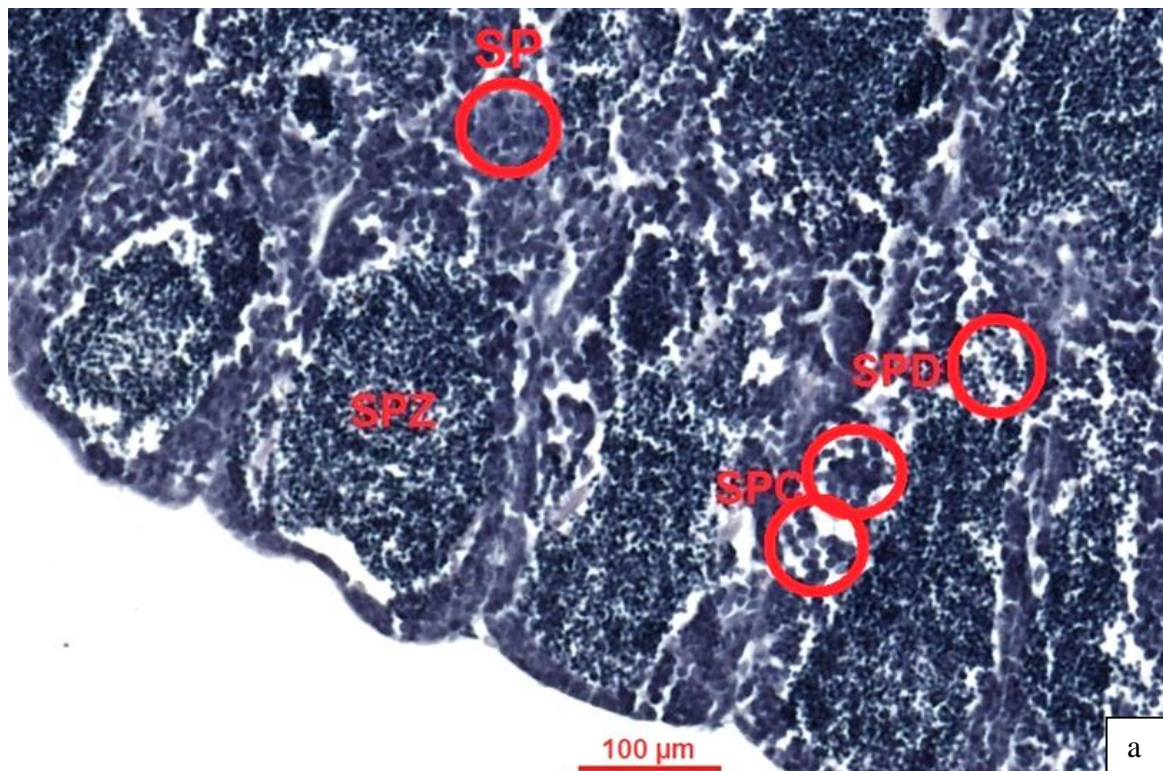


Fig. 26: Células espermatogénicas de *V. lucetia*. a: SP: espermatogonias, SPC: espermatocitos, SPD: espermatíidas y SPZ: espermatozoides de ejemplar de 49 mm. b: SPZ: espermatozoides, TCC: túbulo de colección común, ZC: zona de crecimiento, ZCL: zona de colección de ejemplar de 53 mm. Escala 100 µm. Aumento 600 x.

5.5. Homogeneidad del ovario

Los resultados muestran que no existen diferencias significativas en el desarrollo gonadal entre los ovarios derecho e izquierdo ($p > 0.05$) (Figura 27) y entre las partes anterior, media y posterior del ovario ($p > 0.05$) (Figura 28). Es decir, el estadio microscópico de madurez gonadal se puede determinar a partir del análisis histológico de cualquier parte del ovario derecho o izquierdo. En este trabajo se realizó sólo cortes medios de las gónadas (derecha o izquierda) por contener mayor cantidad de tejido.

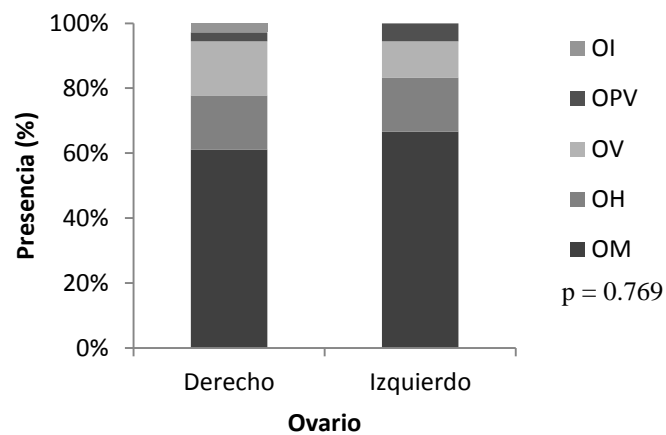


Fig. 27: Presencia en porcentaje de los tipos de ovocitos en cada ovario de *V. lucetia*. OI: ovocito inmaduro, OPV: o. pre – vitelogenado, OV: o. vitelogenado, OM: o. maduro, OH: o. hidratado.

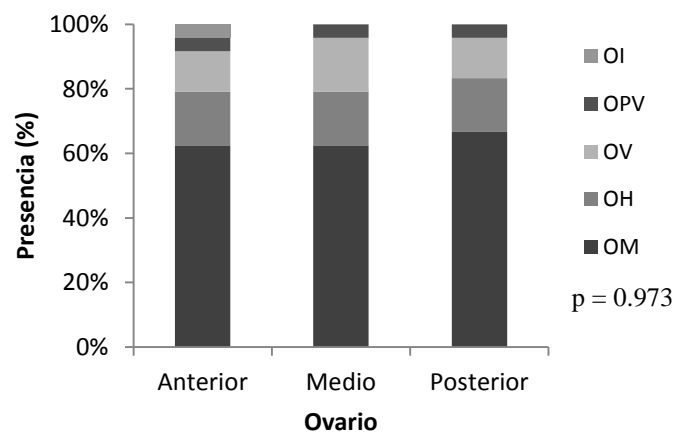


Fig. 28: Presencia en porcentaje de los tipos de ovocitos en cada parte del ovario de *V. lucetia*. OI: ovocito inmaduro, OPV: o. pre – vitelogenado, OV: o. vitelogenado, OM: o. maduro, OH: o. hidratado.

5.6. Escalas de madurez gonadal

5.6.1. Escala microscópica de madurez gonadal

5.6.1.1. Hembras

La caracterización histológica de la gónada en general y de cada tipo de ovocito permitió establecer una escala de madurez gonadal microscópica con cinco estadios de desarrollo: Inmaduro (Estadio I), en maduración (Estadio II), maduro (Estadio III), desovante (Estadio IV) y recuperación (Estadio V). (Tabla 6: Estadios de madurez gonadal de hembras de *V. lucetia*).

Estadio inmaduro (Estadio I)

Es característico en ovarios de peces de tallas anteriores a la de primera madurez. El estroma ocupa pocos espacios, las lamelas son poco identificables debido a que por el reducido espacio los ovocitos ocupan todo el lugar. Las ovogonias, ovocitos inmaduros y pre - vitelogenados, en algunos casos, están presentes cubriendo las lamelas (Figura 29).

Estadio en maduración (Estadio II)

En este estadio comienza la maduración gonadal. La pared aumenta su grosor y el estroma se desarrolla, ocupando mayores espacios. Se puede observar la combinación de ovogonias, ovocitos inmaduros y en mayor proporción, pre – vitelogenados o la combinación de ovogonias, ovocitos inmaduros, pre - vitelogenados y vitelogenados. En ambos casos se puede observar hasta 01 ovocito maduro (Figura 29).

Estadio maduro (Estadio III)

La pared se encuentra estirada por el aumento del volumen del ovario producto de la maduración de los ovocitos. El estroma ocupa mayor volumen. Se encuentran de 02 a más ovocitos maduros, encontrándose también ovocitos inmaduros, pre – vitelogenados y vitelogenados. Además, pueden ser observados ovocitos con núcleo migratorio (Figura 29).

Estadio desovante (Estadio IV)

La pared se muestra delgada. La característica más notable de este estadio es la presencia de ovocitos hidratados y/o folículos post – ovulatorios (Figura 29); además, se observa ovocitos inmaduros, pre – vitelogenados, vitelogenados y maduros.

Estadio en recuperación (Estadio V)

La pared se observa gruesa. Se observan ovocitos en atresia, estos indican la finalización del proceso reproductivo. Se observan además ovocitos inmaduros, pre – vitelogenados, vitelogenados y maduros (Figura 29).

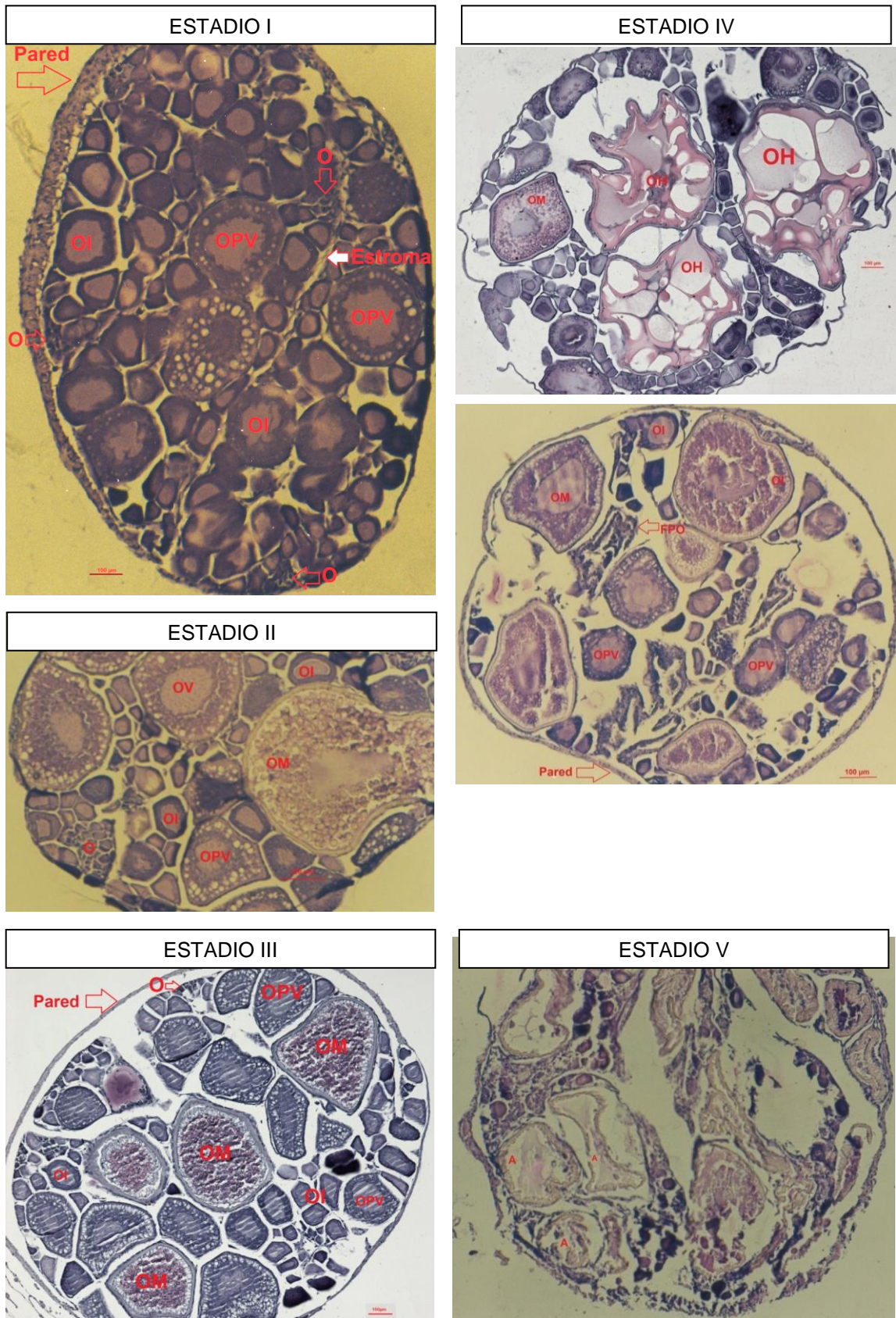


Fig. 29: Estadios de madurez gonadal de hembras de *V. lucetia*. O: ovogonias, OI: o. inmaduro, OPV: o. pre – vitelogenado, OV: o. vitelogenado, OM: o. maduro, OH: o.

hidratado, FPO: folículo post – ovulatorio y A: Atresia. Escala 100 μ m. Aumento 100 x.

5.6.1.2. Machos

Los análisis microscópicos de los testículos permitieron describir la histo - arquitectura de estos órganos. Con estas observaciones se describió cuatro estadios de madurez gonadal: inmaduro (Estadio I), en maduración (Estadio II), maduro (Estadio III) y expulsante (Estadio IV). (Tabla 7: Estadios de madurez gonadal de machos de *V. lucetia*).

Estadio inmaduro (Estadio I)

En la zona de crecimiento observamos túbulos seminíferos con cistos de espermatogonias, espermatocitos y espermátidas. En los lúmenes de los túbulos seminíferos no se observan espermatozoides o contienen muy pocos. En el túbulo de colección común hay presencia de espermatozoides pero muy pocos (Figura 30).

Estadio en maduración (Estadio II)

Los túbulos seminíferos contienen cistos en diferentes grados de desarrollo espermatogénico en sus paredes y algunos túbulos tienen espermatozoides en su lumen. El túbulo de colección común muestra un crecimiento de la cantidad de espermatozoides en relación al estadio anterior, pero no está completamente lleno de ellos. La zona de crecimiento alcanza un mayor volumen (Figura 30).

Estadio maduro (Estadio III)

El lumen de cada uno de los túbulos seminíferos se encuentra ocupado totalmente por espermatozoides dándole el aspecto de turgencia. Los cistos agrupados en diferentes grados de desarrollo pueden ser observados en la periferia de cada túbulo aunque en menor proporción al estadio II. El túbulo de colección común está completamente lleno de espermatozoides (Figura 30). La zona de crecimiento se va reduciendo.

Estadio expulsante (Estadio IV)

Algunos lúmenes de los túbulos seminíferos se observan menos turgentes producto de la liberación de los espermatozoides hacia los ductos eferentes. El túbulo de colección común puede contener zonas muy turgentes con espermatozoides o zonas semi – vacías producto de la expulsión (Figura 30). La zona de crecimiento es muy delgada.

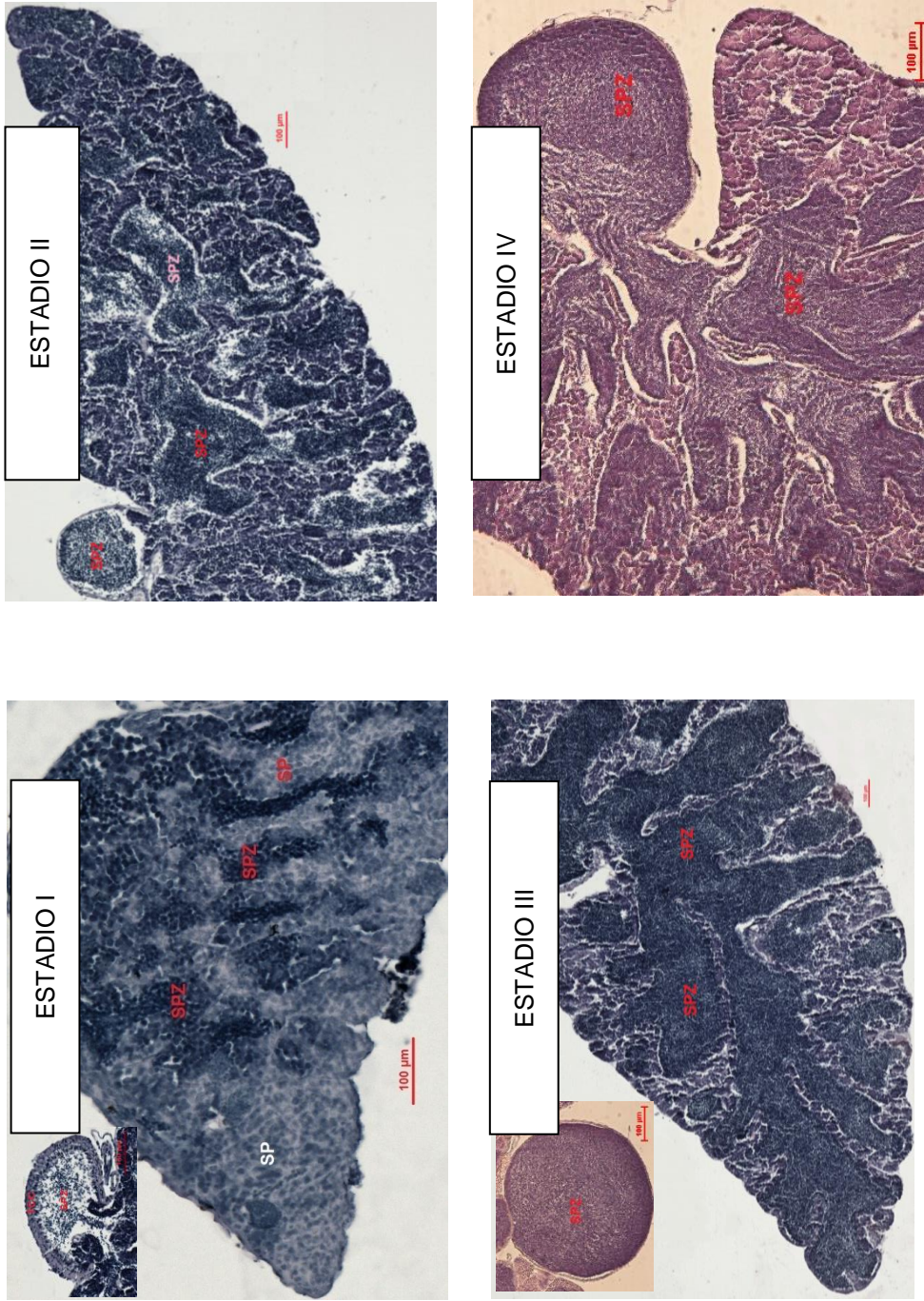


Fig. 30: Estadios de madurez gonadal de machos de *V. lucetia*. SP: espermatogonias, TCC: túbulo de colección común y SPZ: espermatozoides. Escala 100 μm. Aumento 200 x.

5.6.2. Escala macroscópica de madurez gonadal

5.6.2.1. Hembras

Según las características microscópicas de los ovarios y la presencia de los distintos tipos de ovocitos y estructuras tales como los FPO y atresia, se estableció una escala macroscópica con cuatro estadios de madurez gonadal: inmaduro (Estadio I), en maduración (Estadio II), maduro (Estadio III) y desovante (Estadio IV) (Tabla 6). (Tabla 7: Estadios de madurez gonadal de hembras de *V. lucetia*).

Tabla 6: Características de los estadios de la escala macroscópica de madurez gonadal de hembras de *V. lucetia*. A: orientación anterior, P: orientación posterior y O: orientación del oviducto. Escala 1 cm.

<p>Ovario inmaduro (Estadio I):</p> <p>Ovarios pequeños, delgados, transparentes y flácidos. La pared es delgada y no hay presencia de vascularización superficial. No se visualiza ovocitos a simple vista.</p>	
<p>Ovario en maduración (Estadio II):</p> <p>El tamaño del ovario se incrementa con respecto al estadio anterior. Ovarios pequeños, delgados, flácidos y semi-transparentes o translúcidos en algunos sectores por la presencia de ovocitos vitelogenados que se visualizan a simple vista. La pared es delgada y no hay presencia de vascularización superficial.</p>	
<p>Ovario maduro (Estadio III):</p> <p>Ovarios pequeños, pero de mayor tamaño con respecto al estadio anterior, gruesos, consistentes o turgentes, firmes al tocarlos y de color blanco opaco, debido a la presencia de ovocitos maduros que se visualizan a simple vista. La pared es delgada y en algunos casos se puede observar algún vaso sanguíneo superficial (VS).</p>	
<p>Ovario desovante (Estadio IV):</p> <p>Los ovarios alcanzan su máximo tamaño, ocupando gran parte de la cavidad abdominal extendiéndose hasta casi dos tercios del cuerpo. Son grandes, transparentes debido a la presencia de ovocitos hidratados (OH), apariencia similar al estadio II, pero la pared es delgada y bien turgente. Se observan ovocitos translúcidos (ovocitos hidratados) a través de la pared entre los ovocitos opacos (ovocitos maduros). A pequeña presión la pared puede romperse y los ovocitos salir con facilidad.</p>	

Tabla 7: Estadios de madurez gonadal de hembras de *V. lucetia*. O: ovogonias, OI: ovocito inmaduro, OPV: ovocito pre – vitelogenado, OV: ovocito vitelogenado, OM; ovocito maduro; OH: ovocito hidratado y FPO: folículo post – ovulatorio.

Estadio de madurez gonadal	MICROSCÓPICAMENTE	MACROSCÓPICAMENTE
INMADURO (I)	El estroma ocupa pocos espacios, las lamelas son poco identificables debido al reducido espacio. Presenta: O, OI y OPV.	Ovarios pequeños, delgados, transparentes y flácidos. La pared es delgada y no hay presencia de vascularización superficial. No se visualiza ovocitos a simple vista.
EN MADURACIÓN (II)	La pared aumenta su grosor. El estroma ocupa mayores espacios. Presenta: O, OI, OPV, OV y hasta 01 OM.	El tamaño del ovario se incrementa con respecto al estadio anterior. La pared es delgada y no hay presencia de vascularización superficial. Ovarios flácidos y semi – transparentes por la presencia de ovocitos blanquecinos que se visualizan a simple vista.
MADURO (III)	La pared se encuentra estirada por el aumento del volumen del ovario. El estroma ocupa mayor volumen. Presenta: O, OI, OPV OV y 02 ó más OM. Además, pueden ser observados ovocitos con núcleo migratorio.	Los ovarios continúan incrementando su tamaño. Gruesos, firmes al tocarlos y de color blanco opaco, debido a la presencia de ovocitos blanquecinos que se visualizan a simple vista. La pared es delgada y en algunos casos se puede observar algún vaso sanguíneo superficial.
DESOVANTE (IV)	Pared delgada. Presenta: O, OI, OPV, OV, OM, OH y/o FPO.	En este estadio los ovarios alcanzan su máximo tamaño, ocupando gran parte de la cavidad abdominal. Transparentes debido a la presencia de ovocitos hidratados, pero la pared es delgada y bien turgente.
RECUPERACIÓN (V)	La pared se observa gruesa. Presenta: O, OI, OPV, OV, OM y Atresia	No se observó en el estadio macroscópico.

5.6.2.2. Machos

Las características macroscópicas permitieron establecer una escala de madurez de cuatro estadios: inmaduro (Estadio I), en maduración (Estadio II), maduro (Estadio III) y expulsante (Estadio IV) (Tabla 8). (Tabla 9: Estadios de madurez gonadal de machos de *V. lucetia*).

Tabla 8: Características de los estadios de la escala macroscópica de madurez gonadal de machos de *V. lucetia*. A: orientación anterior, P: orientación posterior y DE: orientación del ducto espermático. Escala 1 cm.


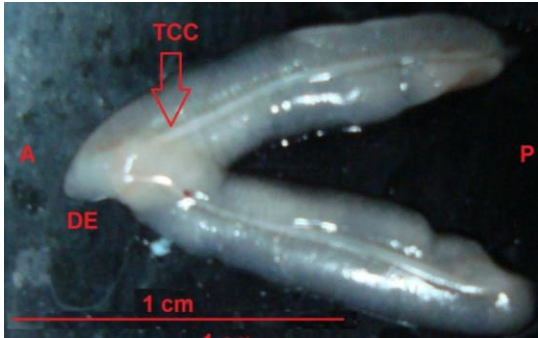
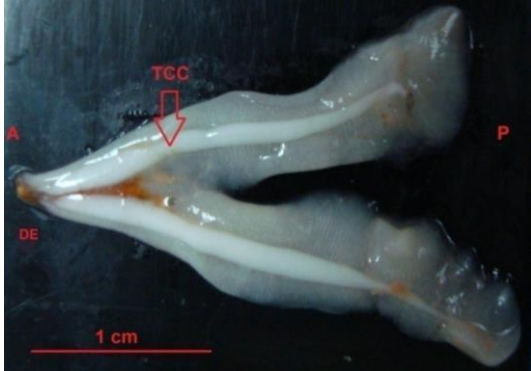
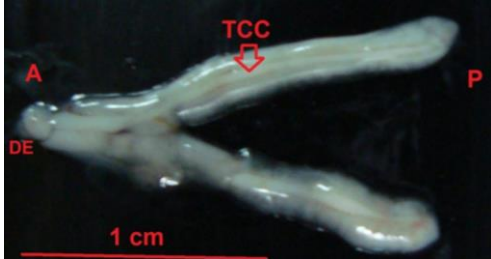
<p>Testículo inmaduro (Estadio I):</p> <p>Testículos pequeños, de color blanco y flácido. No hay presencia de vascularización superficial. El túbulo de colección común se ve como un delgado hilo de color blanco sobre ambos testículos.</p>	
<p>Testículo en maduración (Estadio II)</p> <p>Los testículos adquieren un mayor tamaño en comparación al estadio inmaduro. El color se torna blanco cremoso. Presentan una pequeña turgencia debido al aumento de la cantidad de espermatozoides en la central o zona de colección. El túbulo de colección común (TCC) se engrosa y se observa de color más blanco cremoso que las demás zonas del testículo.</p>	
<p>Testículo maduro (Estadio III)</p> <p>Producto de la madurez los testículos ocupan una gran parte de la cavidad abdominal. La coloración se torna más blanco cremoso y la turgencia se incrementa también debido al aumento en la cantidad de espermatozoides con respecto al estadio anterior. El grosor del túbulo de colección común (TCC) se engrosa aún más en las zonas anterior y media de los testículos.</p>	
<p>Testículo expulsante (Estadio IV)</p> <p>El testículo y túbulo de colección común (TCC) se observan de aspecto flácido y poco turgente producto de la espermiación.</p>	

Tabla 9: Estadios de madurez gonadal de machos de *V. lucetia*. SP: espermatogonias, SPC: espermatocitos, SPD: espermátidas, SPZ: espermatozoides, TS: túbulo seminífero, TCC: túbulo de colección común, ZC: zona de crecimiento, ZCL: zona de colección.

Estadio de madurez gonadal	MICROSCÓPICAMENTE	MACROSCÓPICAMENTE
INMADURO (I)	En la ZC observamos TS con cistos de SP, SPC y SPD. En los lúmenes de los TS no se observan SPZ o contienen muy pocos. En el TCC hay presencia de SPZ pero muy pocos.	Testículos pequeños, de color blanco y flácido. No hay presencia de vascularización superficial. El TCC se ve como un delgado hilo de color blanco sobre ambos testículos.
EN MADURACIÓN (II)	Los TS contienen cistos de SP, SPC y SPD en sus paredes y algunos túbulos tienen SPZ en su lumen. El TCC muestra un crecimiento de la cantidad de SPZ en relación al estadio anterior, pero no está completamente lleno de ellos. La ZC alcanza un mayor volumen.	Los testículos adquieren un mayor tamaño en comparación al estadio inmaduro. El color se torna blanco cremoso. Presentan una pequeña turgencia debido al aumento de la cantidad de SPZ en la ZCL. El TCC se engrosa y se observa de color más blanco cremoso que las demás zonas del testículo.
MADURO (III)	El lumen de cada uno de los TS se encuentra ocupado totalmente por SPZ. Los cistos con SP, SPC y SPD se observan en la periferia de cada túbulo aunque en menor proporción al estadio II. El TCC está completamente lleno de SPZ. La ZC se va reduciendo.	Los testículos ocupan una gran parte de la cavidad abdominal. La coloración se torna más blanco cremoso y la turgencia se incrementa también debido al aumento de SPZ con respecto al estadio anterior. El grosor del TCC se engrosa aún más.
EXPULSANTE (IV)	Algunos lúmenes de los TS se observan menos turgentes producto de la liberación de los SPZ hacia los ductos eferentes. El TCC puede contener zonas muy turgentes con SPZ o zonas semi – vacías producto de la expulsión. La ZC es muy delgada.	El testículo y TCC se observan de aspecto flácido y poco turgente producto de la espermiación.

5.7. Ciclo de madurez gonadal

- Hembras

Los estadios de maduración gonadal para hembras descritos en este trabajo se esquematizan en la Figura 31. Una vez que los peces inmaduros (Estadio I) pasan al estadio en maduración (Estadio II) no retornan al estadio inmaduro, en tal sentido, atraviesan por los estadios maduro (Estadio III) y desove (Estadio IV), hasta llegar a recuperación (Estadio V). Por las características de desovador parcial de la especie es necesario el ciclo interno del estadio desovante (Estadio IV) a en maduración (Estadio II) y viceversa; es decir, que después de un desove, los peces pueden presentar ovocitos en maduración que desovarán en una siguiente camada. El estadio “reposo” o “inactivo” no se evidenció debido al corto tiempo en que se realiza este ciclo.

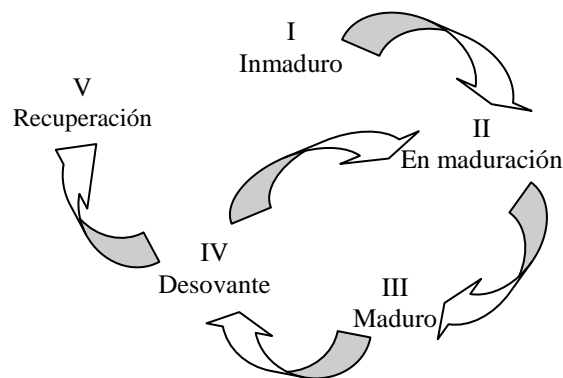


Fig. 31: Ciclo de maduración gonadal de hembras de *Vinciguerria lucetia*.

- Machos

Los estadios de maduración gonadal para machos descritos en este trabajo siguen el ciclo de la figura 32. Una vez que los peces inmaduros (Estadio I) pasan al estadio en maduración (Estadio II) no retornan al estadio inmaduro, en tal sentido, atraviesan por los estadios maduro (Estadio III) y expulsión (Estadio IV) y posteriormente reinician el ciclo en el estadio en maduración. Los machos pueden expulsar espermatozoides varias veces durante una época reproductiva, por tal motivo el ciclo interno del estadio expulsante (Estadio IV) a en maduración (Estadio II) y viceversa; es decir que después de una expulsión, la zona de colección puede presentar más espermatozoides para una siguiente expulsión.

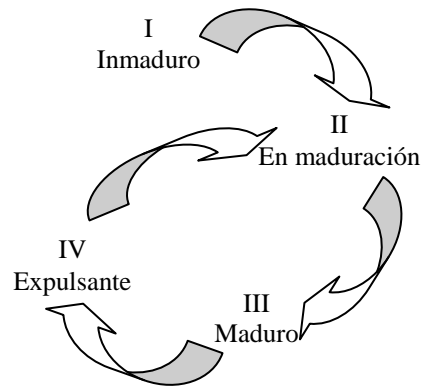


Fig. 32: Ciclo de maduración gonadal de machos de *Vinciguerria lucetia*.

5.8. Proporción sexual

5.8.1. Proporción sexual por año y crucero

Las proporciones sexuales globales por año para los cruceros de verano, invierno y primavera de los años 1998 al 2011, son gráficamente favorables para las hembras, estas fluctuaron de 0.51 a 0.58, siendo significativamente favorable solo para la primavera del 2002 (χ^2 de 43.48). En el verano del 2011, por el contrario, fue favorable para los machos, siendo esta proporción no significativa (χ^2 de 1.12) (Figura 33 y Anexo 2).

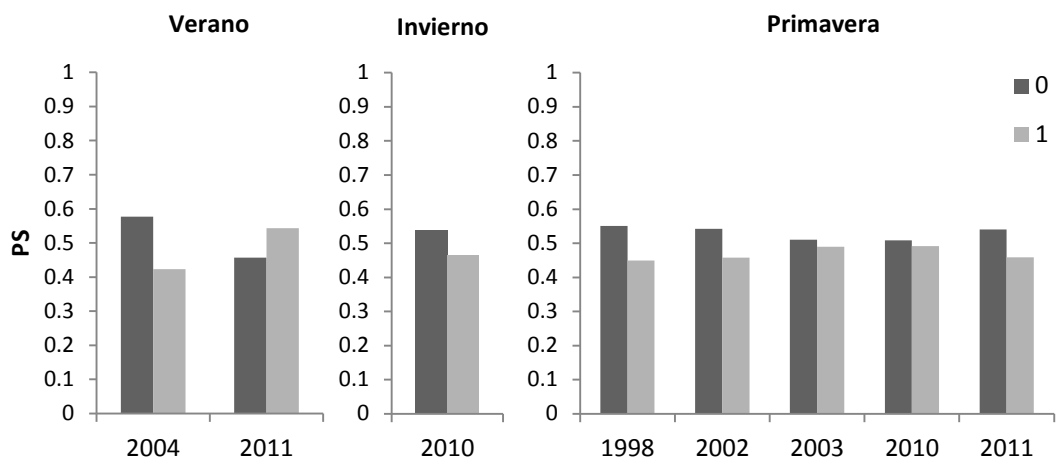


Fig. 33: Proporción sexual (PS) por año de *V. lucetia* para los cruceros de verano, invierno y primavera de 1998 al 2011. Hembras (0) y machos (1).

5.8.2. Proporción sexual con relación a la longitud total

La PS con relación a la longitud total, agrupada en intervalos de 5 mm, calculada con muestras de los cruceros de verano son mostrados gráficamente en la figura 34. La proporción de hembras se incrementa hacia mayores longitudes totales, siendo significativo solo para las tallas 6.0 y 7.0 cm del 2004 (χ^2 de 5.82 y 9.80 respectivamente) (Anexo 3).

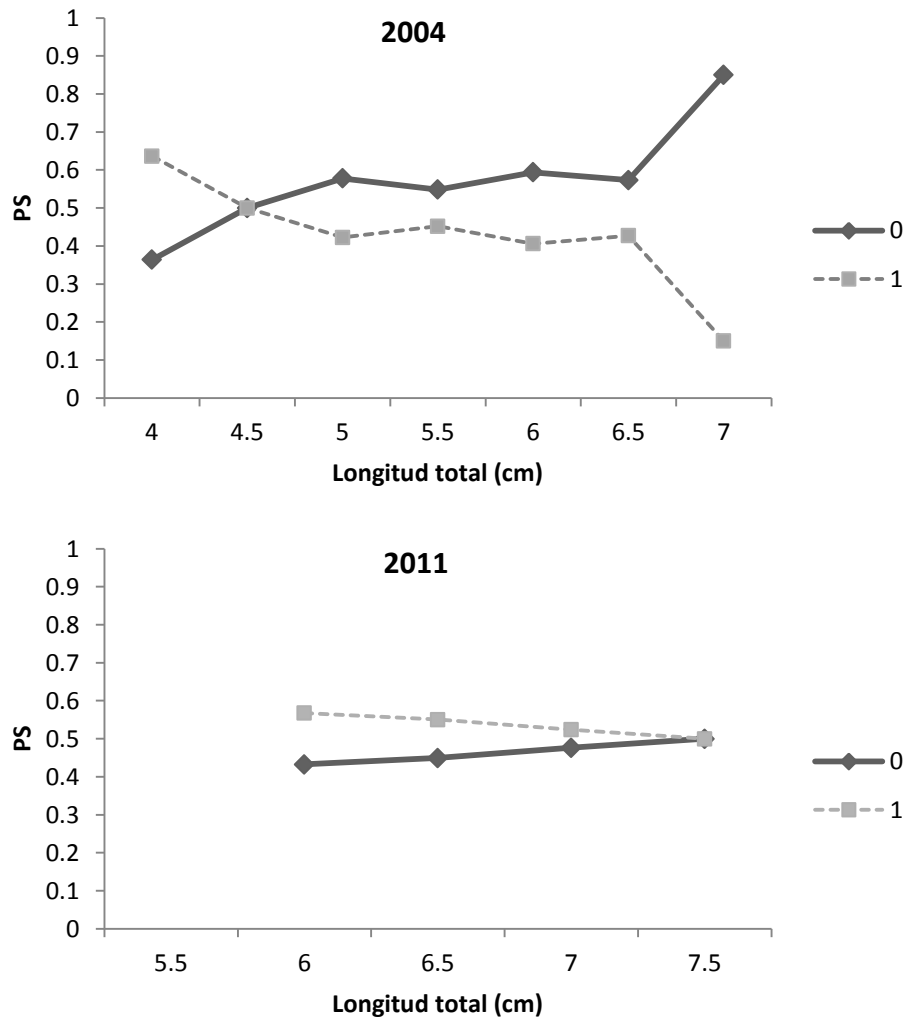


Fig. 34: Proporción sexual (PS) por longitudes totales, agrupadas en intervalos de 5 mm, de *V. lucetia* de los cruceros de verano de los años 2004 y 2011. Hembras (0) y machos (1).

La PS con relación a la longitud total, agrupada en intervalos de 5 mm, calculada del crucero de invierno del 2010, es mostrada gráficamente en la figura 35. La proporción de hembras se incrementa hacia mayores longitudes totales a partir de los 5.0 cm (Anexo 4).

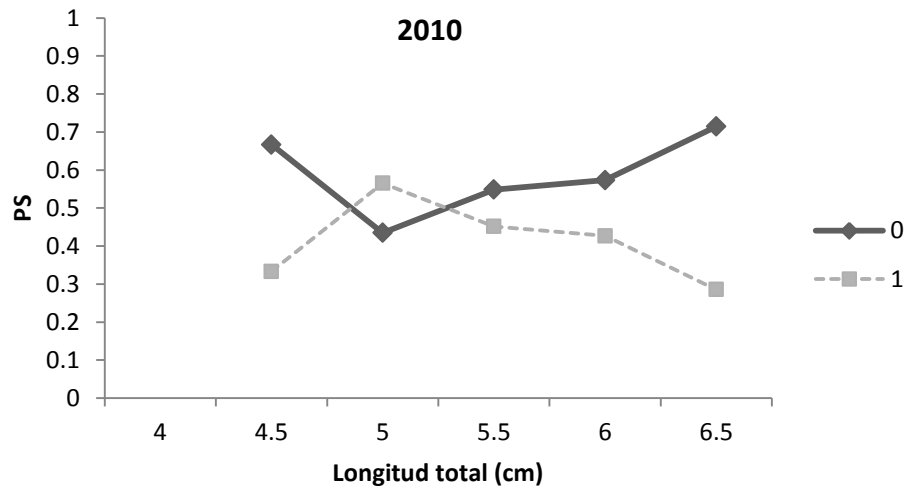


Fig. 35: Proporción sexual (PS) por longitudes totales, agrupadas en intervalos de 5 mm, de *V. lucetia* del crucero de invierno del año 2010. Hembras (0) y machos (1).

La PS con relación a la longitud total, agrupada en intervalos de 5 mm, calculada con muestras de los cruceros de primavera son mostrados gráficamente en la figura 36. Para los años 2002, 2003 y 2011, la proporción de hembras se incrementa hacia mayores longitudes totales, en los años 2002 y 2003 este incremento se evidencia a partir de los 5.5 cm, siendo significativo solo para la talla 6.0 y 6.5 cm (χ^2 de 20.07 y 8.89 respectivamente) para el 2002 y 6.5 cm (χ^2 de 8.61) para el 2003.

Para la primavera del año 2010 la PS no fue favorable para ningún género. (Anexo 5).

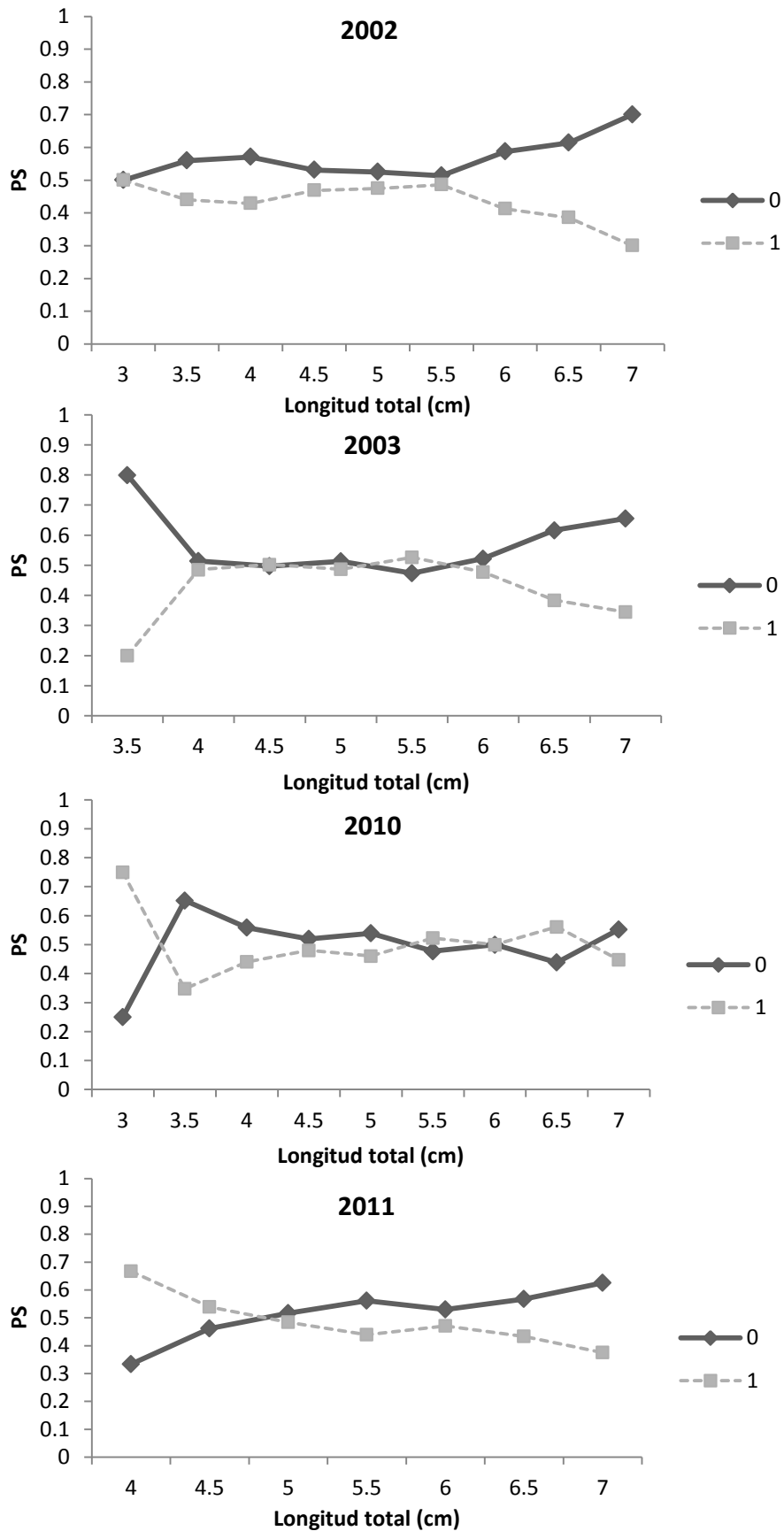


Fig. 36: Proporción sexual (PS) por longitudes totales, agrupadas en intervalos de 5 mm, de *V. lucetia* de los cruceros de primavera de 2002, 2003, 2010 y 2011. Hembras (0) y machos (1).

Con la información obtenida se evidencia la PS a favor de las hembras en las tres estaciones. En verano, fue significativa solo para la talla de 7.0 cm (x^2 de 4.12). En invierno y primavera, se evidencia un incremento de ésta hacia mayores longitudes totales a partir de los 5.0 y 5.5 cm respectivamente, siendo significativa a partir de la talla 6.0 cm en primavera (Figura 37). (Anexo 6).

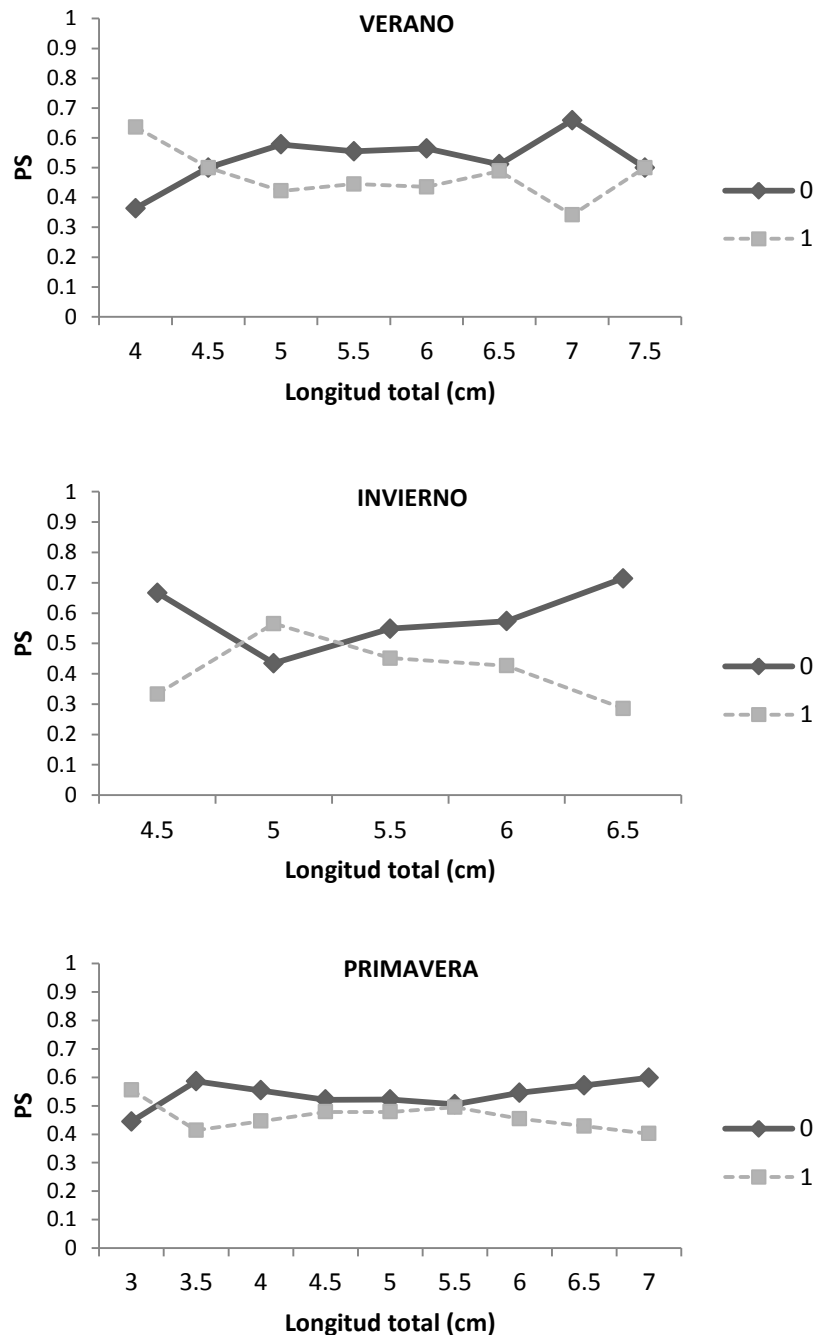


Fig. 37: Proporción sexual (PS) por longitudes totales, agrupadas en intervalos de 5 mm, de *V. lucetia* de los cruceros de verano, invierno y primavera de 1998 al 2011. Hembras (0) y machos (1).

5.9. Talla de primera madurez gonadal

La talla o longitud de primera madurez gonadal para las hembras, es decir la longitud a la cual el 50 % de los peces han madurado por primera vez (L_{50}) fue de 51.9 mm equivalente a 52 mm (Figura 38).

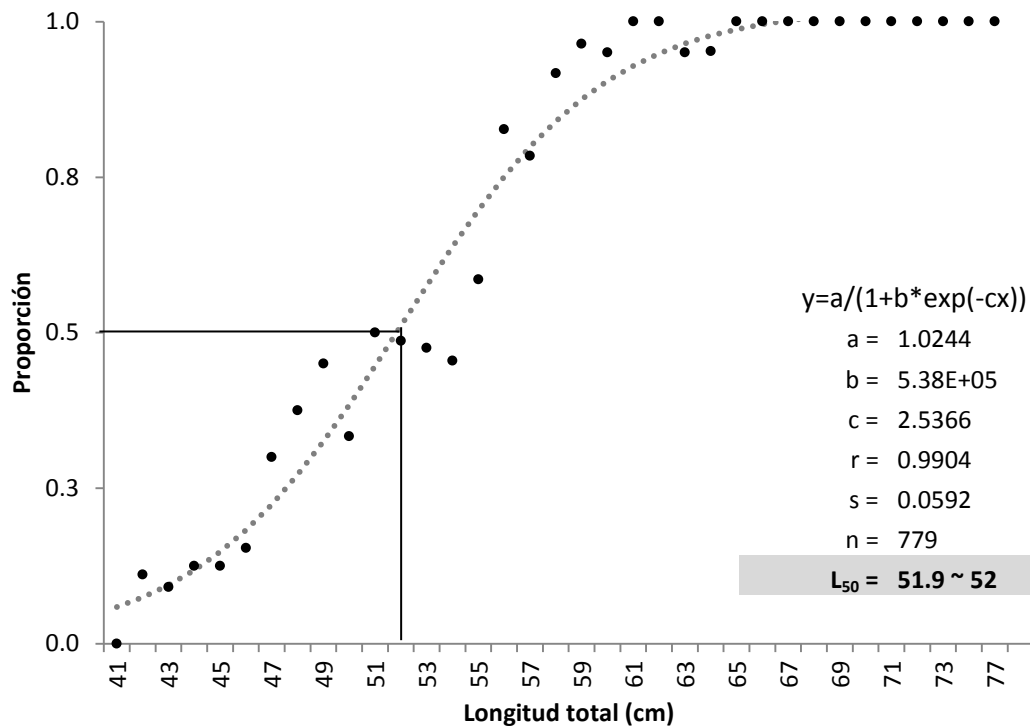


Fig. 38: Talla de primera madurez gonadal de hembras de *Vinciguerria lucetia*.

5.10. Distribución estacional de los estadios de madurez gonadal

- Hembras

Las condiciones reproductivas en hembras, según el análisis del desarrollo ovocitario, muestran gráficamente que el estadio maduro (estadio III) seguido por el desovante (estadio IV) son los que predominan en las estaciones de verano, invierno y primavera de los años 1998, 2010 y 2011 (Figura 39).

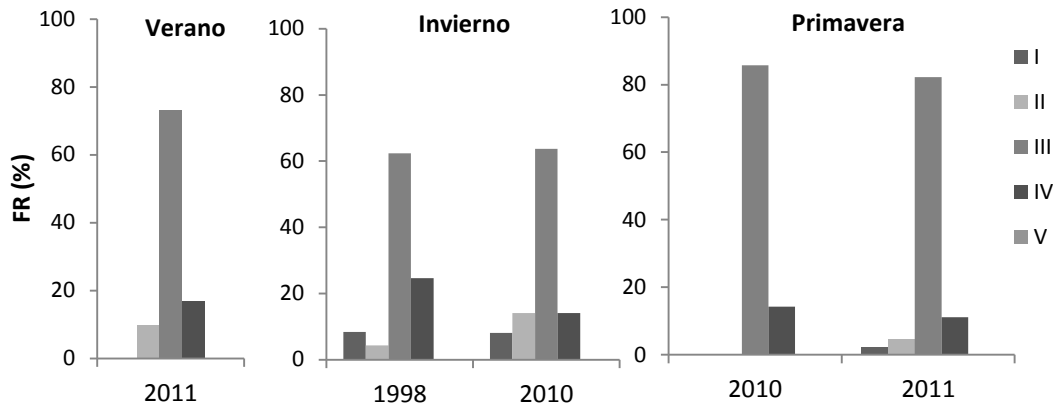


Fig. 39: Frecuencia relativa (FR) de los estadios de madurez gonadal de hembras de *V. lucetia* de los cruceros de verano, invierno y primavera de 1998, 2010 y 2011. Inmaduro (I), en maduración (II), maduro (III), desovante (IV) y recuperación (V).

- Machos

Las condiciones reproductivas en machos, según el análisis del desarrollo espermático, muestran gráficamente que el estadio maduro (estadio III), seguido por el expulsante (estadio IV), es el predominante en verano del 2011 y primavera del 2010. Durante el invierno del 2010 el predominante fue el de en maduración (estadio II) (Figura 40).

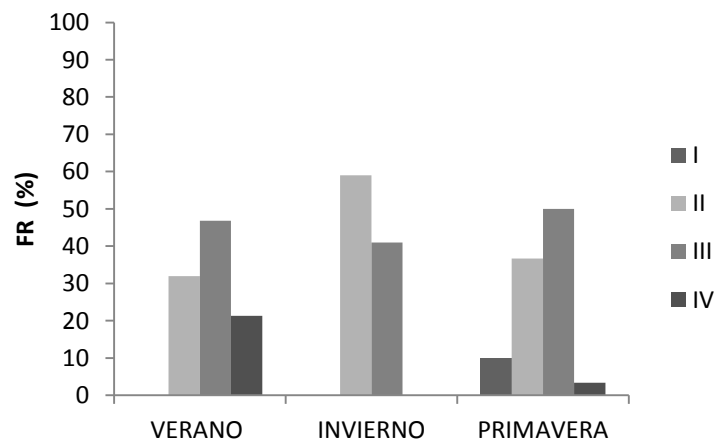


Fig. 40: Frecuencia relativa (FR) de los estadios de madurez gonadal de machos de *V. lucetia* de verano del 2011 e invierno y primavera del 2010. Inmaduro (I), en maduración (II), maduro (III) y expulsante (IV).

5.11. Índice gonadosomático (IGS) y Factor de condición (FC)

5.11.1 Índice gonadosomático (IGS)

El IGS promedio mostró un mayor valor para las hembras que para los machos, con un promedio de 5.19 ± 2.76 % y 4.38 ± 2.62 % respectivamente (Tabla 10).

Tabla 10: Índice gonadosomático (IGS) y Factor de condición (FC) de *V. lucetia* entre sexos. Parte superior de la fila: Promedio \pm DS, parte inferior de la fila: Rango (R) y número de muestra (NM).

	Hembras	Machos
IGS	5.19 ± 2.76 R: 0.39 - 15.60; NM: 222	4.38 ± 2.62 R: 0.86 - 12.69; NM: 97
FC	0.49 ± 0.09 R: 0.20 - 0.87; NM: 126	0.51 ± 0.09 R: 0.28 - 0.87; NM: 98

- Hembras

Los promedios del IGS para los estadios inmaduro (I), en maduración (II), maduro (III), desovante (IV) y recuperación (V) fueron: 0.06 %, 0.5 %, 3.9 %, 10.9 % y 8.0 % respectivamente (Figura 41). Se obtuvo diferencias significativas en el IGS por estadio ($p < 0.05$).

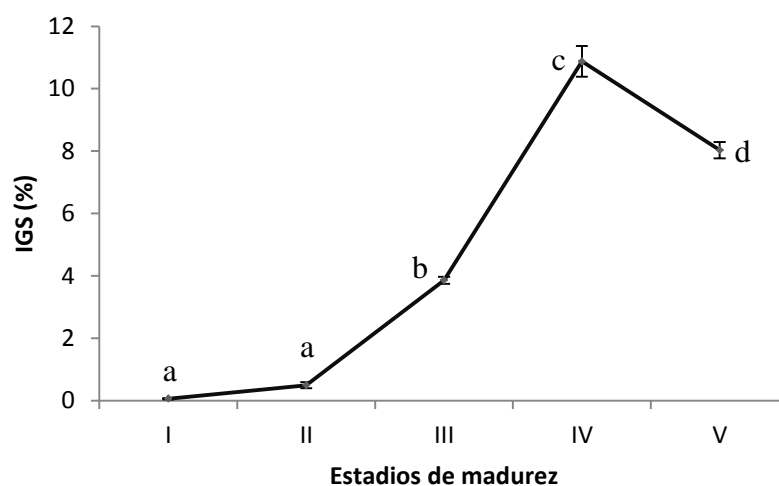


Fig. 41: Índice gonadosomático (IGS) promedio para los estadios de madurez gonadal de hembras de *V. lucetia*. Las barras indican el error estándar y las letras distintas las diferencias estadísticas.

- Machos

Los promedios del IGS para los estadios inmaduro (I), en maduración (II), maduro (III) y expulsante (IV) fueron: 0.09 %, 0.9 %, 3.4 % y 9.5 % respectivamente (Figura 42). Se obtuvo diferencias significativas en el IGS por estadio ($p < 0.05$).

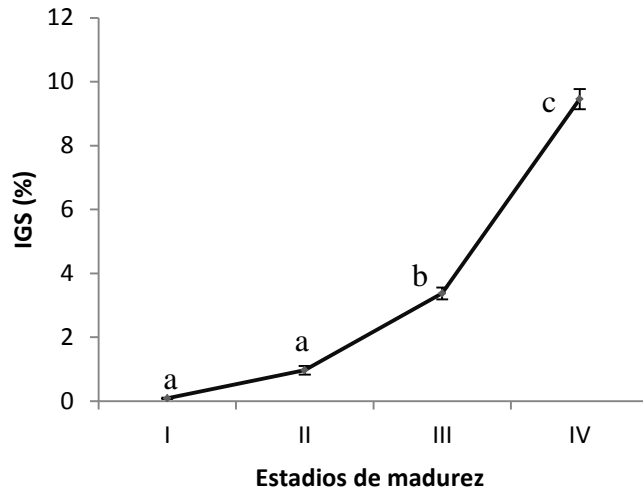


Fig. 42: Índice gonadosomático (IGS) promedio para los estadios de madurez gonadal de machos de *V. lucetia*. Las barras indican el error estándar y las letras distintas las diferencias estadísticas.

En la figura 43 se visualiza los promedios de IGS de hembras y machos para los diferentes estadios de madurez gonadal. Se observan valores similares entre ambos sexos.

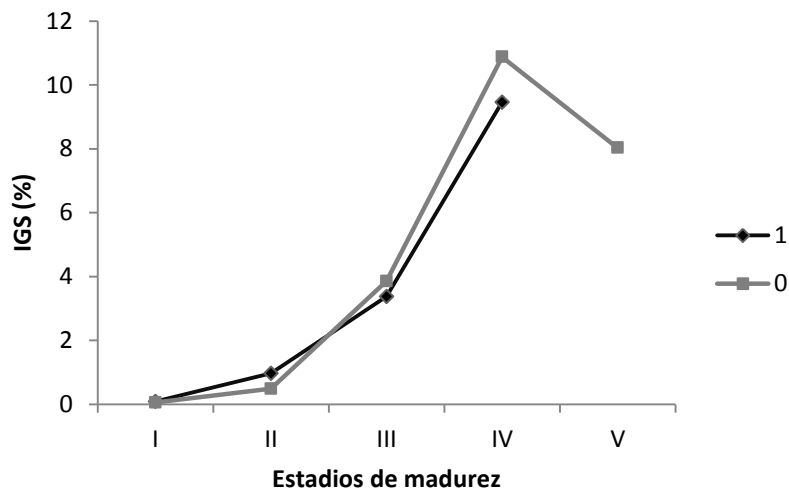


Fig. 43: Índice gonadosomático (IGS) promedio para los estadios de madurez gonadal de hembras (0) y machos (1) machos de *V. lucetia*.

5.11.2. Factor de condición (FC)

El FC varió para las hembras de 0.20 - 0.87 %, con un promedio de 0.49 ± 0.09 % y para los machos de 0.28 - 0.87 %, con un promedio de 0.51 ± 0.09 %. (Tabla 10). Los promedios del FC por longitud total se presentan en la figura 44, se encontró mayores valores para los machos que para las hembras a partir de los 5.0 cm, produciéndose, en ambos, un decrecimiento al incrementarse la longitud total.

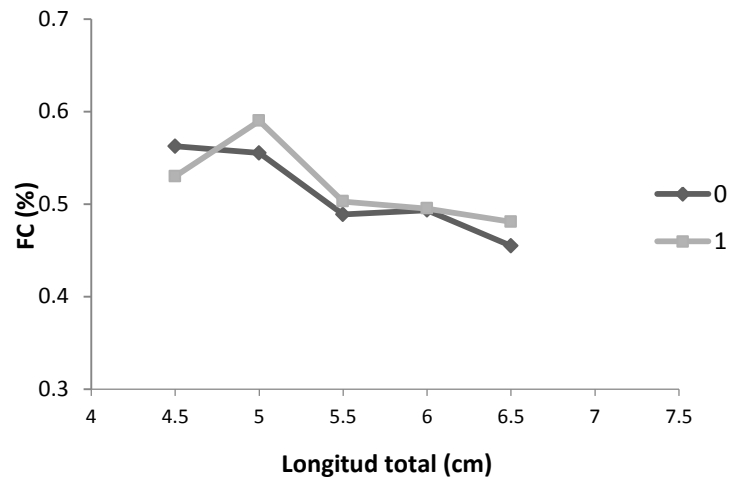


Fig. 44: Factor de condición (FC) promedio por longitud total de hembras (0) y machos (1) de *V. lucetia*.

Se agruparon los datos de hembras y machos de 1998 y 2011, cada 5 mm, para compararlo con valores promedios de FC calculados por Cabrera y Ñiquen (1990) para el año 1978. Se observa que para los 3 años analizados el FC disminuye conforme aumenta la longitud total (Figura 45).

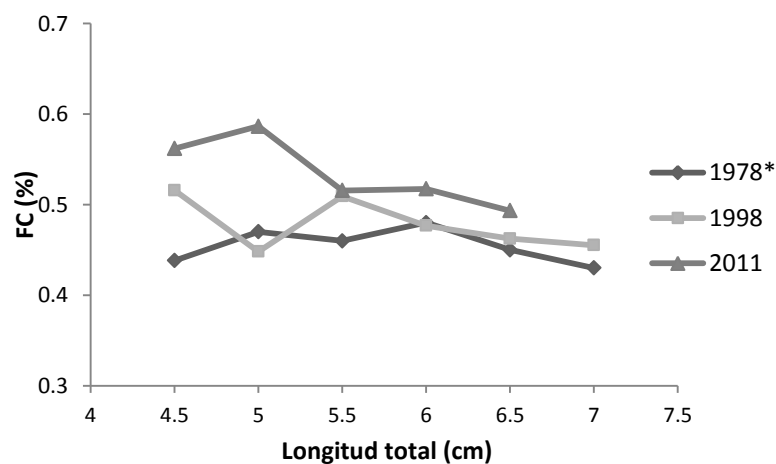


Fig. 45: Factor de condición (FC) promedio por longitud total de *V. lucetia* para los años de 1978, 1998 y 2011. Fuente: * Cabrera y Ñiquen (1990).

5.12. Relación longitud total – peso total

En la figura 46 a y b se muestran las curvas de la relación longitud total – peso total para hembras y machos, cada 5 mm y 1 mm respectivamente. Se observa un crecimiento similar entre ambos sexos pero ligeramente mayor para los machos por cada longitud total. La relación entre las dos variables, para ambos sexos, fue alta, lo cual fue más evidente en el valor del coeficiente de determinación cada 5 mm (R^2 para hembras = 0.948 y machos = 0.9955) que cada 1 mm (R^2 para hembras = 0.8715 y machos = 0.9315).

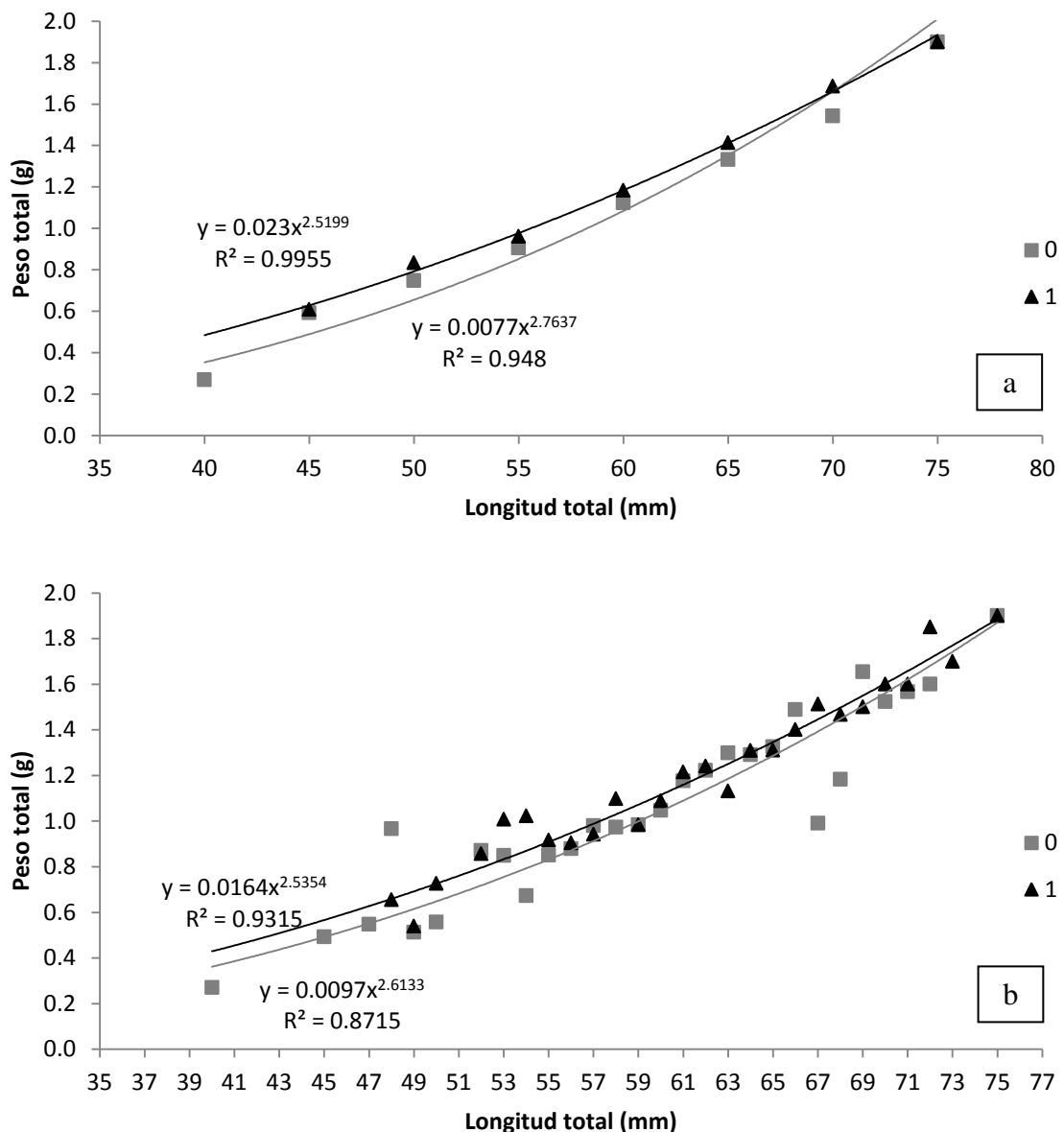


Fig. 46: Relación longitud total (LT) – peso total de hembras (0) y machos (1) de *V. lucetia*. a: cada 5 mm de LT y b: cada 1 mm de LT. R^2 = coeficiente de determinación.

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Índices morfométricos

Mead et al. (1964), citados por Buitrón et al. (1998 b), mencionaron que los peces que habitan en aguas profundas poseen especializaciones en la morfología y fisiología de sus cuerpos como son: la producción y recepción de sonidos, la bioluminiscencia y desarrollo en la estructura olfatoria. Además, indican que la escasez de luz solar y consecuente pérdida de producción orgánica autotrófica conduciría a una restricción de la disponibilidad de alimento y, por lo tanto, a la disminución del peso total de estos individuos, así como una reducción de sus requerimientos energéticos, caracterizándose por tener esqueletos pobremente osificados, suaves, débil musculatura y órganos reducidos. En *Vinciguerria lucetia*, pez que habita profundidades de hasta 400 m según Cornejo y Koppelman, (2006), puede apreciarse esta adaptación encontrándose fotóforos a lo largo del cuerpo (órganos bioluminiscentes) y el reducido tamaño y peso total registrado durante la presente investigación (hasta 77 mm y 2.58 g). Esta longitud total máxima es la misma registrada por Quiñones y Chipollini, (1998) para *V. lucetia* en las costas de Perú.

Lo registrado en este trabajo, muestra que tanto hembras como machos tienen valores promedio muy próximos en longitud total (53.6 y 53.3 mm respectivamente) y en peso total (1.11 y 1.17 respectivamente), esto verifica que no existe dimorfismo sexual respecto al crecimiento, tal como lo había documentado Buitrón et al. (1998 b). Clark, (1983) indica que *Vinciguerria nimbaria* (especie que llega a medir hasta 56 mm según Menon et al. (1996)), tampoco presenta dimorfismo sexual, independientemente de la latitud y profundidad; pero esta condición si se presenta en algunos mictóficos como *Benthoserna suborbitale*, *Hygophum proximum* y *H. reinhardtii* quienes presentan diferencias sexuales con respecto al tamaño y estructuras luminosas dimórficas que se convierten en totalmente diferenciadas al acercarse a la madurez, en donde por ejemplo solo las hembras alcanzan tallas mayores.

Sin embargo, por ser una especie con intensa migración vertical entre el día y la noche, las características del arte de pesca no permitieron obtener especímenes que se encontraban a mayor profundidad y constitúan, probablemente, la mayor parte del cardumen, lo que puede producir sesgos y llevar a malas interpretaciones.

Morfología del sistema reproductor

Morfología macroscópica de las gónadas

Los ovarios de *V. lucetia* en la parte media y posterior adoptan una forma tubular y terminan en puntas redondeadas. Los testículos son de forma ligeramente laminar, el túbulo de colección común, que corre a través de ambos testículos, tiene una forma particular comparada con otros peces teleósteos, se observa claramente con color blanco intenso respecto al color del testículo, el grado de llenura de esta estructura es clave para determinar los estadios de madurez macroscópicos.

Morfología microscópica de los ovarios

En los ovarios de *V. lucetia* se identifican dos zonas: una cortical periférica (túnica albugínea - pared) y otra medular central (epitelio germinal). Corresponde a la condición cystoaria, en donde el lumen (espacio entre el epitelio germinal) tiene continuidad con el oviducto directamente hacia el exterior (Tresierra et al. 2002); además, se observó que el lumen se extiende hasta la parte posterior de los ovarios, indicándonos que ovocitos ovulados pueden desprenderse hacia el lumen inclusive desde la parte más distal de la gónada (posterior) hasta llegar al poro genital para ser desovados.

Desarrollo ovocitario (DO)

El desarrollo ovocitario es semejante al de otros peces óseos con las diferencias propias de *V. lucetia* tales como el menor tamaño y forma de los ovocitos y pared del ovario. De acuerdo al análisis histológico de ovarios, se observa que *V. lucetia* presenta un DO de tipo asincrónico ya que presentó ovocitos en todas las etapas de desarrollo en un mismo momento, condición ya citada por Buitrón et al. (1998 b) quienes además indicaron que tiene un tipo de desove parcial, al igual que la mayoría de peces de aguas templadas.

En este trabajo a través de la observación de los cambios a nivel del núcleo, citoplasma y membranas que rodean al ovocito, se caracterizaron 6 tipos: ovogonia, inmaduro, pre – vitelogénico, vitelogénico, maduro e hidratado. Estas categorías, pero con características distintas también se han reportado para *Engraulis ringens* “anchoveta”, *Merluccius gayi peruanus* “merluza” entre otros.

En otros teleósteos, las diferentes clasificaciones del DO, se basan en los criterios y metodología utilizados y no a las diferencias morfo - funcionales en el proceso de la gametogénesis, la cual parece tener un desenvolvimiento semejante entre los teleósteos (Flores y Hirt, 1998/1999; Bazzoli, 2003).

En los ovocitos pre - vitelogenados la visualización de los gránulos corticales es la característica distintiva en estas células. Según la literatura, hay tres tipos de materiales que se acumulan en los ovocitos: vesículas corticales o vesículas de vitelo (Bazzoli y Rizzo, 1990), gotas de aceite (vesículas de grasa, vacuolas o glóbulos, gotas de grasa y lípidos) (West, 1990) y gránulos o glóbulos de vitelo (Nagahama, 1983). En los teleósteos, particularmente en especies marinas las gotas de aceite comienzan a acumularse en el citoplasma, casi al mismo tiempo que las vesículas corticales que son precursores de los alveolos corticales. El contenido de estas dos estructuras son disueltos durante la deshidratación con los alcoholes y aparecen vacíos en la coloración con hematoxilina - eosina (West, 1990). En este trabajo se denomina a las gotas de aceite y vesículas corticales en general como gránulos corticales distinguiéndolas por su ubicación en la periferia del núcleo (gotas de aceite) o en la periferia interna del ovocito (vesículas corticales), sin embargo, la diferenciación precisa es a través de otro tipo de coloraciones.

Otro de los eventos más importantes en la maduración de los ovocitos, es la formación y acumulación de gránulos de vitelo situación que se presenta a partir de los ovocitos vitelogénicos (Vazzoler, 1996), caracterizados por la coloración rosada (afinidad cromática eosinófila) de su citoplasma. Además, según Bazzoli y Rizzo (1990) el vitelo es parcialmente sintetizado en el citoplasma del ovocito por varias organelas (vitelogénesis endógena) y el resto es sintetizado fuera del ovario (vitelogénesis exógena), transportado luego por la circulación e incluida en el ovocito por micropinocitosis. Según esta información es necesario un estudio más detallado para observar la ruta de síntesis del vitelo en los ovocitos de *V. lucetia*.

Los estadios finales de maduración de los ovocitos son a menudo difíciles de observar en el material histológico por el encogimiento y distorsión de éstas células durante el proceso; además, los ovocitos ovulados pueden perderse del lumen ovárico durante la preparación inicial del tejido (West, 1990). Los folículos post - ovulatorios (FPO) son remanentes de ovocitos vitelogenados ovulados, constituidos de paredes de células de la granulosa y teca, además de un lumen (Drummond et al. 2000 citados por Bazzoli, 2003). Los nuevos folículos post - ovulatorios, cerca al periodo de desove, son

fácilmente identificables pero se degeneran rápidamente, según la temperatura (West, 1990). En *V. lucetia* la velocidad en que los folículos se degeneran no es conocida, por lo tanto los FPO no pudieron ser clasificados en función de los días como en *E. ringens* (Hunter y Macewicz, 1985) ni en fases de reabsorción como en *Paralichthys adspersus* (Cota, N., 2012). En este trabajo, las características observadas de los FPO son similares a otras especies de peces (Hunter y Macewicz, 1985), el parentesco morfológico de los FPO es consecuencia de pequeñas diferencias en las estructuras de los ovocitos. Además, no se pudo clasificar las diferentes etapas de atresia, en α y β descritas por Hunter y Macewicz (1985), sin embargo estas clasificaciones no han sido objeto de estudio del presente trabajo.

Un método utilizado para medir a los ovocitos es el diámetro promedio de dos ejes perpendiculares (West, 1990). Sin embargo, es importante tomar en cuenta que la preservación de los ovarios causa cambios en el tamaño de los ovocitos al igual que el procesamiento histológico. Además para evitar no tomar el diámetro más largo, que podría inducir error en la medición de los ovocitos, se considera apropiado medir aquellos ovocitos seccionados a través del núcleo (West, 1990). Todas estas consideraciones limitan el valor de la caracterización morfométrica de los ovocitos en las secciones histológicas, por lo que es recomendable realizar las mediciones de ovocitos frescos en trabajos futuros.

El diámetro del huevo presentado en este trabajo según DGIO – área de producción secundaria (Buitrón et al., 1998 b) es de 650 μm y para *V. nimbaria* coincidentemente también se presentó este mismo tamaño del huevo 650 μm sea cual sea la época del año (Stequert et al., 2003). Menon et al. (1996) por su parte indican que el tamaño del huevo maduro para el sureste de la India para *V. nimbaria* tiene en promedio 700 μm .

Según Mead et al. (1964) citado por Buitrón et al. (1998 b), se esperaría que los peces de profundidad tiendan a una de dos alternativas con respecto al tamaño de sus huevos: la primera correspondería a la producción de un gran número de huevos de tamaño pequeño, cuyo desarrollo se produciría en aguas superficiales; y la segunda con un menor número de huevos que se desarrollarían en las profundidades. Con respecto a la caracterización morfométrica de los ovocitos, considerando los tamaños promedio de los distintos tipos de ovocitos y huevo observados en este trabajo y por Buitrón et al. (1998 b), en comparación con peces pelágicos y demersales de importancia comercial como “anchoveta”, *Sardinops sagax sagax* “sardina” y “merluza” donde se comprueba que a partir del inicio de la madurez ovocitaria (ovocitos

vitelogenados) éstos registran tamaños significativamente menores a los de las otras especies. Así mismo, Guzmán et al. (1998) citado por Buitrón et al. (1998 b), dieron a conocer la gran abundancia de huevos en la zona superficial (hasta 50 m). Todo este conocimiento nos indicaría que *V. lucetia* se encuentra en el primer caso.

Morfología microscópica de testículos

Los testículos de *V. lucetia* son de tipo tubular, compuesto de numerosos túbulos observado en la mayoría de los teleósteos. También, se identificó en los testículos dos zonas: zona de crecimiento y zona de colección, la primera presenta los túbulos seminíferos y la segunda, el sistema de ductos eferentes fusionándose para formar el túbulo de colección común que desemboca independientemente en la papila urogenital.

Desarrollo espermatogénico (DE)

Durante el periodo de estudio se observaron en los testículos de *V. lucetia* todos los tipos de células espermatogénicas, presentando variaciones en su proporción y ubicación. Las espermatogonias se observaron a lo largo de los túbulos seminíferos, este tipo de distribución corresponde al irrestricto (Grier, 1981 citado por Billard et al., 1982).

En *V. lucetia*, como en la mayoría de los teleósteos (Grier, 1981 y Lo Nostro et al., 2003 citados por García – López et al., 2005), a lo largo de las paredes de los túbulos seminíferos se observó los cistos del mismo tipo de células espermatogénicas. Según Mattei et al. (1993) citados por García – López et al., 2005 este tipo de espermatogénesis corresponde al cístico, el cual se aplica a la mayoría de los teleósteos.

En este estudio se caracterizaron 4 tipos de células espermatogénicas: espermatogonia, espermatocito, espermátida y espermatozoide. La descripción del desarrollo espermatogénico es similar al descrito en otros teleósteos al igual que la terminología, evitando las confusiones presentadas en el desarrollo ovocitario (West, 1990).

Homogeneidad del ovario

La inexistencia de diferencias significativas entre los ovarios derecho e izquierdo y entre las partes anterior, media y posterior de cada uno de ellos, nos indican el homogéneo desarrollo gonadal del ovario. Se decidió realizar los cortes para el procesamiento histológico de la parte media, ya que presenta una mayor cantidad de tejido y por lo tanto permite una mejor observación. Comparaciones similares han sido realizadas para *Paralichthys adspersus* (Cota, N., 2012).

Escalas de madurez gonadal

La determinación de las fases de madurez de las gónadas sirve para describir los ciclos reproductivos de los peces, sobre todo en peces cuyo DO es de tipo asincrónico, donde los ovarios contienen ovocitos en diferentes estadios de desarrollo, una larga estación de desove y desovan varias veces dentro de una misma estación de desove. Esto se ha observado en *V. lucetia* así como en “anchoveta”, “sardina”, *Cynoscion analis* “cachema”, entre otras.

Las gónadas de *V. lucetia* mostraron cambios en el tamaño y aspecto durante su maduración. Nagahama (1983) asocia estos cambios a que la mayoría de los teleósteos son reproductores cíclicos y las gónadas varían mucho en su apariencia en diferentes momentos del ciclo. Pero en *V. lucetia* estos cambios no se manifiestan en las variaciones cromáticas producto de la maduración gonadal, siendo esta una de las características propias de esta especie que a diferencia de otras, es una marcada desventaja. La falta de coloración de los ovarios durante el proceso de maduración hace más difícil la catalogación macroscópica teniendo que observar otras características como turgencia, translucidez o tamaño de los ovocitos. No se conocen las razones que producen la falta de color en las gónadas, pero es probable que su causa sea una distinta composición química del vitelo producto de la dieta (Buitrón et al. 1998 b). Esto sumado al pequeño tamaño de las gónadas y de los ovocitos, dificultaría la catalogación macroscópica de rutina.

En este trabajo la clasificación de los ovarios fue realizada sobre la base de la presencia del tipo de ovocito más avanzado en el ovario. Dada la baja fecundidad parcial (365 ovocitos por gramo de peso corporal) y pequeño tamaño de las gónadas de este recurso, para diferenciar entre los individuos en maduración y maduros, se adoptaron criterios de discriminación utilizándose el número relativo de cada tipo de

ovocito, de esta manera, 01 ovocito maduro no se consideró suficiente para catalogar a un ovario como maduro sino a partir de 02 ovocitos maduros, en comparación a otras especies como “anchoveta”.

La escala de madurez gonadal descrita sobre la base del DO consta de 5 estadios, conforme a lo descrito por Buitrón et al. (1998 b), quienes adaptan la escala macroscópica de Johansen (1924) para esta especie, los estadios son: inmaduro, en maduración, maduro, desovante y recuperación. A partir de las observaciones macroscópicas se pudo establecer una escala de maduración gonadal dividida en 4 estadios. Es importante mencionar que el estadio en recuperación sólo se observó en los estadios microscópicos.

En el caso de los machos, al igual que las hembras, se establecieron 4 estadios de madurez testicular macroscópica: inmaduro, en maduración, maduro y expulsante. La clasificación en estadios de madurez gonadal de los testículos es más difícil que en las hembras debido a que macroscópicamente no presentan muchas diferencias visuales durante su desarrollo por eso el grado de llenura del túbulo de colección común es clave para determinar el estadio de madurez testicular macroscópica. Sin embargo, las observaciones histológicas son una herramienta importante utilizada para distinguir los estadios (Rijnsdorp, 1989 citado por Cota, N., 2012). La maduración testicular es un proceso continuo, en este trabajo se ha podido identificar diferentes grados de llenura de los túbulos seminíferos y túbulo de colección común, lo que permitió tener criterios para clasificar en diferentes grados de maduración testicular a nivel microscópico. Cabe mencionar que, en la literatura no se muestra una descripción morfológica de la gónada en esta especie.

La importancia de *Vinciguerria lucetia* tanto en el aspecto ecológico, nutricional y potencial para el desarrollo de la pesquería, con llevan y motivan para el estudio de los aspectos biológicos como la determinación de una escala de madurez gonadal basada en las características específicas de esta especie. Lo recomendable en estos casos sería aplicar siempre los estudios histológicos, a pesar de ser una metodología costosa y que involucra gran cantidad de tiempo, es el método más apropiado y preciso para identificar los estadios de madurez gonadal, frecuencia de desove, además de ser un método para conocer el periodo reproductivo y una talla de primera madurez con mayor precisión (Hunter y Macewicz, 1985; West, 1990). Sin embargo, cuando no sea posible utilizar las observaciones histológicas, el presente trabajo

propone una escala macroscópica validada microscópicamente, práctica que puede ser aplicada en prospecciones de campo, como muestreos a bordo, entre otros.

Ciclo de madurez gonadal

Hay diferencias no solamente en el tiempo de primer desove, sino también en el intervalo de tiempo que transcurre a través de desoves sucesivos. El ciclo reproductivo está relacionado con factores intrínsecos (la maduración de las células germinales, desoves sucesivos, régimen alimentario, genética y fisiología de la especie) y factores extrínsecos (fotoperiodicidad, temperatura, corrientes, presencia del sexo opuesto y, en algunos peces las mareas y el estado de la luna).

En hembras de *V. lucetia* ocurren desoves sucesivos en un mismo periodo por lo que se le considera un desovador parcial, pero en este ciclo de madurez gonadal, el estadio “reposo” no se presenta debido al rápido paso de un desove al siguiente. Es muy probable por esta característica descrita asociada a su corta historia de vida, que los individuos no registren el estadio de “reposo” gonádico o también denominado inactividad. Otros ejemplos de escalas utilizadas en especies de la familia Paralichthyidae (Macchi y Díaz, 1999; Takeno et al., 1999; Fabré et al., 2001; Dias et al. 2005, citados por Cota, N., 2012)) presentan diferencias en la ausencia del estadio recuperación y/o inactivo, que lo agrupan en algunos casos como inmaduro, la división del estadio desovante en desove y post – desove y del estadio maduro en diferentes grados de maduración (temprano, intermedio y avanzado).

Creemos importante que, dada las características y diferencias de los estadios descritos, la ausencia del estadio en reposo es perfectamente aplicable a una especie con historia de vida tan corta como *V. lucetia*.

Esta misma situación se da en los machos, quienes después de expulsar los espermatozoides pasan nuevamente al estadio en maduración sin registrar previamente por los estadios de post – expulsante e inactivo como si de da en otras especies; esto debido a la continua espermiación, producto de una espermatogénesis intensa y continua que realizan, característica que forma parte de una estrategia reproductiva que le permite asegurar una exitosa fecundación (Perea, A.; Con. Pers.).

Proporción sexual

Si bien, la proporción sexual tiende a ser equilibrada, es decir, de 1:1 entre hembras y machos, esta puede variar de año en año dentro de una misma población e inclusive puede experimentar cambios con el período reproductivo y con los grupos de tallas (Franco, 1992 citado por Castillo, J., 2012). Con la información de los cruceros de investigación de IMARPE, para *V. lucetia*, se obtuvo las proporciones sexuales las que registraron un mayor porcentaje de individuos hembras en comparación de los machos (54.9 % y 45.1 % respectivamente). Esta mayor predominancia de hembras ha sido igualmente descrita por Castillo, J. (2012) para *E. ringens* y otras especies de engraulidos tales como *E. mordax* y *E. encrasicolus*. Y además en *Sardinella aurita* “sardina” igualmente existe una mayor proporción de hembras que machos.

La proporción sexual global por lo general enmascara a la proporción sexual por talla (Samamé, L., 1971). Por tal motivo, al analizar estos resultados, se encontró que la proporción sexual con relación a la longitud total obtenida de los cruceros de verano, invierno y primavera, analizados de manera global, para *V. lucetia*, mostró que la proporción entre hembras y machos fue similar para los individuos de 3.0 a 5.0 cm (1:1), sin embargo, a partir de 5.5 cm hay un incremento notorio de la proporción de hembras. En este sentido, Jordán, R., (1959) mencionó que en tallas mayores hay cada vez una menor proporción de machos, lo que podría indicar que éstos se hacen menos accesibles a la pesquería o están sometidas a una mortalidad natural más intensa que las hembras. De acuerdo a Samamé, L., (1971), si uno de los sexos predomina en cierto rango de talla puede suponer una mortalidad diferencial. En el verano del 2011, por el contrario, la proporción sexual fue favorable para los machos pero en la proporción sexual por tallas, este mismo año, presenta un incremento a favor de las hembras a partir de los 6.0 cm de longitud total.

Por lo tanto la mayor proporción de hembras puede deberse a factores fisiológicos durante el desove (Jordán, R., 1959), esto se debiera a una diferencia en el comportamiento reproductivo de machos en relación a las hembras, expresado en una mortalidad natural diferencial más baja para las hembras a partir de 5.5 cm, o que los machos se hacen menos capturables que las hembras. Este concepto está sustentado en tasas de crecimiento similares encontradas para ambos sexos, considerando que los estudios de edad realizados en esta especie con otolitos provenientes del seguimiento de la pesquería pelágica, demuestran que no habría diferencia en los crecimientos por sexos (Goycochea, C; Con. Pers.).

Por otro lado, Gallardo, M., (1983) citado por Castillo, J., (2012), indica que en *Engraulis mordax*, los machos maduran a una edad más temprana que las hembras, por lo que éstos deben emplear una cantidad mayor de energía en la producción de los productos sexuales a más temprana edad, mientras que las hembras emplean la mayor parte de su energía en crecimiento; por tal motivo, este mayor desgaste de energía en los machos estaría relacionado con una mayor mortalidad. Así, la explicación más adecuada a la menor proporción de machos en tallas mayores de *V. lucetia*, tendría motivos fisiológicos, debido a la continua espermiación, dando como resultado que los machos son menos longevos que las hembras. Esta característica formaría parte de una estrategia reproductiva que involucra la formación del huevo y la sobrevivencia de la especie (Perea, A.; Con. Pers.). En *E. ringens* también se registra este resultado, independientemente de la latitud y profundidad, a partir de 15.5 cm se presenta un notorio aumento de la proporción de hembras hacia mayores tallas (Castillo, J., 2012).

Clark (1983) menciona que la proporción sexual en *V. nimbaria*, es de 1:1 entre hembras y machos, además indica que mictófidios como *Hygophum reinhardti*, *Lampanyctus steinbecki*, *Lampanyctus nige* y *Bolinichthys longipes* presentan una disminución en el número de machos con el aumento de tamaño pasada la talla de madurez gonadal, esta misma situación se evidencia en *V. lucetia* en donde a partir de los 50 mm (la talla de primera madurez para hembras es de 52 mm), se presenta un mayor porcentaje de individuos hembras. Este autor indica que esto debe ser el resultado de un crecimiento más lento y mayor mortalidad en machos que en hembras. Los machos adultos podrían sufrir mayores tasas de mortalidad, tal vez porque pueden reproducirse con más frecuencia que lo hacen las hembras y están expuestos a la depredación en el proceso, aunque no descarta la posibilidad de que los machos tengan un crecimiento más lento.

Para “merluza” se evidencia una mayor proporción de machos en las zonas más someras (zonas más oxigenadas y de mayor temperatura) la cual disminuye hacia las zonas más profundas, de acuerdo a los resultados obtenidos, la proporción sexual, en general, está mayormente sesgada hacia las hembras, tanto en verano como en otoño, lo cual ha sido mencionado por Ballón (2006) citado por Buitrón et al., 2009. Sin embargo, la proporción de machos tiene un rango de oscilación temporal y geográfica. Se ha comprobado que la proporción de machos se incrementa con la actividad reproductiva, de manera de maximizar la fertilización de los ovocitos desovados, como

ya ha sido observado en otras especies de “merluzas” (Buitrón et al., 2009) y otros peces como *Vinciguerria nimbaria* (Stequert et al, 2003).

Talla de primera madurez gonadal

Los peces son sexualmente maduros, cuando las gónadas salen de su latencia y empiezan a desarrollarse, lo cual es evidente con la aparición de diferentes fases de desarrollo de los ovocitos y espermatocitos así como con el desarrollo morfológico de las gónadas. Usualmente, el inicio de la madurez gonadal está condicionado al tamaño particular o edad que debe ser alcanzado por el pez. En general, especies de pequeño tamaño y corta vida alcanzan la madurez a edades más jóvenes que las especies de mayor tamaño.

En este trabajo se observó una longitud de primera madurez de 52 mm para hembras. Talla aproximada a la estimada por Perea y Buitrón, (1999) para el invierno de 1998, utilizando análisis microscópicos, que fue de 53 mm, bajo condiciones post – niño donde el recurso aún encontraba condiciones ambientales favorables para su reproducción tales como temperatura, salinidad y disponibilidad de alimento. El presente estudio estima una talla de primera madurez en condiciones que podríamos denominar como “normales”. También se estimó la talla de primera madurez gonadal para la primavera de 1998 pero a través de observaciones macroscópicas, donde se reportó en 56 mm. Estas diferencias se deben a los distintos años y momentos reproductivos los que tienen una influencia en el cálculo. Durante el invierno de 1998 y de acuerdo a los resultados obtenidos, la intensidad de desove fue mayor a la encontrada durante la primavera del 2011. Debido a que la dinámica reproductiva de esta especie es intensa, creemos que la talla de primera madurez a tomar en cuenta para futuras evaluaciones o planes de manejo del recurso corresponde a 52 mm, ya que se ha determinado en un periodo de condiciones ambientales estables para el mar peruano. No se realizó este análisis en los machos por el menor número de individuos de tallas menores a 50 mm; sin embargo es razonable pensar que la longitud de primera madurez es menor en los machos que en las hembras.

Stequert et al. (2003) mencionan que las hembras de *V. nimbaria* estaban maduras cuando llegaron a 31 mm de longitud estándar (56 mm de longitud total), para el periodo que comprende entre noviembre de 1994 y febrero de 1998 en el este del Océano Atlántico. Además menciona, que una vez que las hembras estaban maduras, el desove fue continuo durante todo el año. Por su parte Menon et al. (1996) indica

que la talla de primera madurez de *V. nimbaria* es a los 30 mm de longitud total, talla calculada para el sureste de la India. En algunos mictófidios como *Lampanyctus niger* y un miembro de la familia Gonostomatidae: *Gonostoma atlanticum*, ambos sexos maduran en la misma talla, pero las hembras predominaron en números y en peso en los peces maduros (Clark, 1983).

Es razonable considerar que la longitud de primera madurez es menor en machos en comparación con las hembras, ya que como habíamos indicado estos están sometidos a una mortalidad natural más intensa por comenzar su actividad reproductiva antes que las hembras y asegurando de esa manera la fertilización.

Distribución estacional de los estadios de madurez gonadal

Los cambios en el ciclo reproductivo de las especies siempre están relacionados o influenciados por cambios en el ambiente (Agostini y Bakun 2002, Basilone et al., 2006, Brochier et al., 2010 citados por Castillo, J., 2012). En este sentido, Buitrón y Perea (2000) mostraron que el ambiente influye sobre el proceso de maduración y desove de la “anchoveta”.

Según el análisis microscópico se ha determinado que para el invierno de 1998, invierno - primavera del 2010 y verano y primavera del 2011, *V. lucetia* se encontraba desovando. Para el invierno del 1998 se registró la presencia de aguas de alta salinidad en áreas cercanas al litoral además el estudio del ictioplancton según Guzmán et al. (1998) citado por Buitrón et al. 1998 b, quienes mencionan la presencia de una amplia distribución y gran abundancia de huevos y larvas de esta especie, lo que indica que este proceso debió haberse iniciado con anterioridad al crucero. Se comprueba lo que indicó Bouchón et al. (1998) citados por Buitrón et al. 1998 b, *V. lucetia*, que esta especie desova todo el año, ya que en todas las estaciones evaluadas se presenta reproductivamente activa. Sin embargo, sigue siendo necesario hacer estudios de por lo menos un año de duración en una o varias zonas determinadas para conocer la época de mayor intensidad de desove de esta especie, ya que no se ha podido determinar la condición reproductiva en la estación de otoño, pero, con los resultados presentados, puede indicarse que la mayor actividad reproductiva está vinculada a las estaciones más cálidas del año (primavera y verano).

En la primavera de 1998 (Perea y Buitrón, 1999), 2002, 2003 (Perea et al., 2008 a y b) y verano 2004 (Sánchez y Buitrón, 2008) dieron a conocer el estado reproductivo de

hembras en 4 estadios macroscópicos: inmaduro, madurante, desovante y desovado, esta escala propuesta por la Unidad de biología reproductiva sirvió de base para la elaboración de la escala propuesta en este trabajo. Para la primavera de 1998 y 2003, se registraron condiciones físicas del mar frente a la costa peruana cálidas en toda el área evaluada con intromisión de ASS. En ambas, los autores indican que *V. lucetia*, se hallaba en un periodo activo de reproducción y lo refuerzan por la presencia de huevos y larvas en el ictioplancton (IMARPE, 2003). Para la primavera del 2002, se registró un ambiente cálido en toda el área evaluada con un fuerte ingreso de aguas oceánicas y desplazamiento de aguas ecuatoriales hacia el sur. Indican, que *V. lucetia*, se encontró reproductivamente activa en toda el área evaluada, lo cual guarda relación con la presencia de huevos y larvas en el ictioplancton analizado (IMARPE, 2002). La presencia de individuos desovados y de larvas en el ictioplancton, nos indica que este proceso debió haberse iniciado con anterioridad a esta evaluación. Esta misma situación se registra para el verano del 2004 con el objeto de estudiar a los adultos, se analizaron solo ejemplares a partir de 5.0 cm. A diferencia de “anchoveta”, esta especie si se encontró reproductivamente activa, lo cual muestra que tiene un periodo de actividad desovante prolongada, la alta actividad reproductiva guardó relación con la presencia de huevos de esta especie (IMARPE, 2004).

Esta misma situación la reporta Stequert et al. (2003) para *V. nimbaria*, quien indica que después que las hembras estaban maduras (a los 31 mm de longitud estándar (LS)), se presenta un desove continuo durante todo el año (periodo 1994 – 1998). Cocco, (1838) indicó que *V. attenuata* (45 mm de LS máxima) tiene un desove pico, en la primavera a principios de verano para el Mar Mediterráneo. Menon et al. (1996) mencionaron que *V. nimbara*, el sur oeste de la India, desova una sola vez en la temporada de desove según el método usado de la frecuencia del diámetro de los ovocitos.

Los desoves múltiples, producidos durante el año, también son verificables para especies como “anchoveta”, “sardina”, “merluza” entre otros. “Anchoveta” y “sardina” llegan a desovar continuamente registrando dos periodos importantes de desove al año, y se produce cada vez que hay mayor oferta de alimento o se trata de una adaptación tropical dentro de un ciclo de producción, ciclo que es de gran amplitud y variabilidad (Buitrón et al. 2009).

Evaluación de Índice gonadosomático (IGS) y Factor de condición (FC)

En las hembras el valor del índice gonadosomático (IGS) promedio fue de 5.19 ± 2.76 % para hembras y 4.38 ± 2.62 % para machos, valores ligeramente altos comparados con hembras de *E. ringens*, aproximadamente de 4.5 % (Perea, A. Con. Pers.), debido a que las gónadas maduras de *V. lucetia* ocupan mayor espacio relativo en comparación a la cavidad abdominal del cuerpo que “anchoveta”.

Los menores valores del IGS promedios observados en los machos (4.38 ± 2.62 % frente a 5.19 ± 2.76 % para hembras) se interpretan con los menores pesos presentados por los testículos en relación a los ovarios.

El IGS es un buen indicador del desarrollo gonadal y maduración de los ovarios y testículos; sin embargo, tiene poca resolución para mostrar los procesos involucrados en la dinámica de este órgano (Dias et al., 2005), es por ello que, para estudios reproductivos, tiene que ser utilizado como un complemento del uso de las escalas de madurez gonadal o mediciones de ovocitos en el tiempo. Tanto en hembras como en machos de “vinciguerra”, la comparación del IGS entre los estadios de madurez gonadal I (inmaduro) y II (en maduración) muestra la homogeneidad del desarrollo, mostrando que el IGS no es un buen indicador para diferenciar estadios tempranos de desarrollo gonadal. Además, los valores de IGS entre hembras y machos son similares por cada estadio de madurez gonadal, por lo que tampoco muestra este índice diferencias entre sexos.

Con el fin de conocer el grado de bienestar o condición biológica del pez, algunos autores (Dias et al., 2005) han considerado al factor de condición (FC) como un parámetro interesante, viendo que el óptimo es el intervalo que comprende las longitudes de 4.5 y 5.0 cm y a partir de esta talla decrece conforme aumenta la longitud total indicando que en tallas mayores los individuos de *V. lucetia* emplean una mayor cantidad de energía en el proceso reproductivo que en el crecimiento.

Se observa un crecimiento similar entre ambos sexos de *V. lucetia* analizados, pero ligeramente mayor para los machos por cada longitud total, a pesar de no presentar dimorfismo sexual respecto al crecimiento presentado por esta especie (Buitrón et al., 1998 b). Esto se confirma con los mayores valores del FC para los machos que para las hembras (0.51 ± 0.09 % y 0.49 ± 0.09 % respectivamente) que se explicaría por el crecimiento más rápido de los machos y la madurez gonadal a una menor talla que las

hembras. Los valores de b registrados ($2.5 < b < 3.5$) indican un crecimiento isométrico según Froese, (2006). Esto también se evidenció con estimaciones hechas para esta especie por: Castillo et al. (1999 b) $b = 2.8612$; Castillo et al. (1999 f) $b = 3.2576$; Peraltilla y Gonzales (2000) $b = 3.1378$; Castillo y Gutiérrez (2000 b) $b = 3.1378$; Castillo y Gutiérrez (2001) $b = 3.1178$, Castillo, R. (2004 a) $b = 2.6397$ y que confirman el crecimiento isométrico.

Froese, (2006) destaca que sólo cuando todas las estimaciones de la longitud – peso disponibles son consideradas de toda un área y estaciones tendrá sentido hablar de un crecimiento isométrico versus alométrico de la especie en su conjunto, basado en la medida de b ; por lo tanto, el valor de b solo es válido para esta situación de estudio.

VII. CONCLUSIONES

- Se comprobó que *V. lucetia* pertenece al grupo de los desovadores parciales.
- No existe dimorfismo sexual respecto al crecimiento, tanto hembras como machos tienen valores promedio muy próximos en longitud total.
- Un individuo hembra se considera maduro cuando presenta 02 o más ovocitos maduros en los cortes histológicos de los ovarios.
- El grado de llenura del túbulo de colección común es clave para determinar el estadio de madurez testicular macroscópico.
- La escala de madurez gonadal para hembras validada microscópicamente propuesta, consta de 5 estadios: inmaduro, en maduración, maduro, desovante y recuperación; y macroscópicamente de 4 estadios: inmaduro, en maduración, maduro y desovante.
- La escala macroscópica de madurez gonadal para machos validada microscópicamente propuesta, consta de 4 estadios: inmaduro, en maduración, maduro y expulsante.
- Se determinó que la proporción sexual de la fracción adulta fue favorable para hembras en el periodo de estudio.
- La talla de primera madurez gonadal para hembras a considerar es de 52 mm.
- La mayor actividad reproductiva está relacionada a las estaciones más cálidas del año (primavera y verano).

VIII. RECOMENDACIONES

- Ampliar los estudios en *V. lucetia* sobre otros aspectos reproductivos como frecuencia, área y hora de desove, fecundidad parcial y relativa, y biomasa desovante, los cuales darán resultados más exactos a partir de la escala de madurez gonadal validada microscópica y macroscópicamente.
- Sería necesario hacer estudios de por lo menos un año de duración para conocer la época de mayor intensidad de reproducción de esta especie, acompañado de un seguimiento del IGS, evolución del diámetro de los ovocitos y análisis histológico del ovario “vinciguerría”.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALARCÓN, J.; SALAZAR, C.; GANOZA, F.; CHACÓN, G.; CALDERÓN, J.; TAKAHISA, M.; EIJI, O. Y MASATSUGU, Y. 2003. Efectos del incremento del tamaño de malla del copo de la red semi pelágica en la captura *Vinciguerria lucetia*. Página Web – IMARPE.

AYÓN, P. 2001 a. El ictiplancton en el mar peruano durante el verano del 2000. Inf. Inst. Mar Perú – Callao. 159: 73 – 84 pp.

BAZZOLI, N. 2003. Parâmetros reprodutivos de peixes de interesse comercial na região de Pirapora. En H. P. GODINHO Y A. L. GODINHO (edit.). Aguas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais. SOGRAFE. 291 – 306 pp.

BAZZOLI, N. Y RIZZO, E. 1990. A comparative cytological and cytochemical study of the oogenesis in ten Brazilian fish species. European archives of biology. Vol. 101: 399 – 410 pp.

BILLARD, R.; FOSTIER, A.; WEIL, C. Y BRETON, B. 1982. Endocrine control of spermatogenesis in teleost fish. Canadian Journal of fisheries and aquatin sciences. Vol. 39. N° 1: 65 – 79 pp.

BOUCHON, M.; ÑIQUEN, M.; MORI, J.; ECHEVARRÍA, A. Y CAHUÍN, S. 2001. Manual de muestreo de la pesquería pelágica. Inf. Prog. Inst. Mar Perú – Callao. 157: 38 p.

BUITRÓN, B.; MECKLENBURG, E. Y PEREA, A. 1998 b. Condición reproductiva y fecundidad de *Vinciguerria lucetia pacifici* durante el Crucero BIC Humboldt 9808-09. Callao, 1998. Inf. Inst. Mar Perú – Callao. 141: 34 - 42 pp.

BUITRÓN, B.; BARRIGA, E.; PALACIOS., Y J., ESPINOZA, C. 2009. Variabilidad de la proporción sexual de la merluza peruana en relación a su comportamiento reproductivo frente al Perú. Páginas 350 – 352. Actas I Simposio Iberoamericano de Ecología Reproductiva, Reclutamiento y Pesquerías. Vigo, España. Noviembre 2009. 400 pp.

BUITRÓN, B.; PEREA, A.; MORI, J.; SÁNCHEZ, J, Y ROQUE, C. 2011. Protocolo para estudios sobre el proceso reproductivo de peces pelágicos y demersales. Inf. Inst. Mar Perú – Callao. 38(4): 373 - 383 pp.

CABRERA, W. Y ÑIQUEN, M. 1990. Biometría y proporción sexual de *Vinciguerria lucetia pacifici*. Rev. Ciencias UNMSM. 75 (1): 30 – 38 pp.

CASTILLO. J. 2012. Determinación de la proporción sexual y su relación con la hora pico de desove de la “anchoveta” *Engraulis ringens* (Jenyns, 1842) durante el periodo 2000 – 2009 en la región norte – centro del Perú. Tesis de pre – grado UNMSM.

CASTILLO, R.; GUTIÉRREZ, M.; PERALTILLA, S. Y HERRERA, N. 1998. Biomasa de recursos pesqueros a finales del invierno 1998. Crucero BIC Humboldt y BIC José Olaya Balandra 9808 - 09, de Paita a Tacna. Inf. Inst. Mar Perú – Callao. 141: 136 - 155 pp.

CASTILLO, R.; GUTIÉRREZ, M.; PERALTILLA, S. Y HERRERA, N. 1999 b. Biomasa de los principales recursos pesqueros durante el verano de 1999. Crucero BIC José Olaya Balandra 9902 - 03, de Tumbes a Tacna. Inf. Inst. Mar Perú – Callao. 147: 31 - 45 pp.

CASTILLO, R.; GUTIÉRREZ, M.; Y PERALTILLA, S. 1999 f. Biomasa de los principales recursos pesqueros a finales de otoño de 1999. Crucero BIC José Olaya Balandra y BIC Humboldt 9906, de Paita a Punta Infiernillos. Inf. Inst. Mar Perú – Callao. 149: 19 - 34 pp.

CASTILLO, R. Y ALIAGA, A. 2000. Distribución de los recursos pelágicos del 25 al 27 octubre 1999. Crucero BIC José Olaya Balandra 9910. Inf. Inst. Mar Perú – Callao. 156: 7 p.

CASTILLO, R. Y GUTIÉRREZ, M. 2000 b. Biomasa de las especies pelágicas de mayor abundancia en primavera 1999. Crucero BIC José Olaya Balandra y SNP-2 9911-12, de Punta Aguja a Punta Caballas. Inf. Inst. Mar Perú – Callao. 157: 7 – 22 pp.

CASTILLO, P. Y GUTIÉRREZ, M. 2001. Biomasa de las once especies pesqueras más abundantes en el mar peruano durante el verano 2000. Inf. Inst. Mar Perú – Callao. 159: 23 – 37 pp.

CASTILLO, R.; GUTIÉRREZ, M. Y HERRERA, N. 2004 a. Biomasa de siete especies pelágicas abundantes en el mar peruano durante el verano austral. Inf. Inst. Mar Perú – Callao. 31 (1): 29 – 36 pp.

CLARKE, T. 1983. Sex Ratios and Sexual Differences in Size Among Mesopelagic Fishes from the Central Pacific Ocean. Marine Biology. 73: 203 - 209 pp.

CORNEJO, R. Y KOPPELMANN, R. 2006. Distribution patterns of mesopelagic fishes with special reference to *Vinciguerria lucetia* Garman 1899 (Phosichthyidae: Pisces) in the Humboldt Current Region off Peru. Marine Biology 149: 1519 – 1537 pp.

COTA, N. 2012. Escala de madurez gonadal del lenguado *Paralichthys adspersus* (Steindachner, 1867). Tesis de pregrado UNMSM.

DIAS, J.; FIADI, C.; SILBIGER, H. Y SOARES, L. 2005. Reproductive and population dynamics of the Bay whiff *Citharichthys spilopterus* Gunther, 1862 (Pleuronectiformes: Paralichthyidae) in the Mamanguá Inlet, Rio de Janeiro, Brazil. Naotropical Incthyology. Vol. 3: 411 – 419 pp.

DIOSES, T. 2004. El recurso “vinciguerria” en el Perú. Revista Pesca. Noviembre – Diciembre. 4 – 7 pp.

FLORES, S. Y HIRT, L. 1998 / 1999. Biología reproductiva de las hembras de *Hemiodus orthonops* (Eigemann y Kenedy, 1909) (Pisces, Hemiodidae). Boletim do Instituto de Pesca. Vol. 25: 111 – 120 pp.

FROESE, R. 2006. Cube law, condition factor and weight – length relationships: history, meta-analysis and recommendations. Journal of applied ichthyology. Vol. 22: 241 – 253 pp.

GARCÍA – LOPEZ, A.; MARTINEZ – RODRIGUEZ, G. Y SARASQUETE, C. Male reproductive system in Senegaleses sole *Solea senegalensis* (Kaup): Anatomy, histology and histochemistry. Histology and histopathology. Vol. 29: 1179 – 1189 pp.

GARCÍA, W. Y ROBLES, C. 2000. Temperatura y salinidad del mar peruano durante la prospección del recurso *Vinciguerria lucetia*. BIC José Olaya Balandra 9910. Inf. Inst. Mar Perú – Callao. 156: 6 p.

GUTIÉRREZ, M.; PERALTILLA, S.; CASTILLO, R.; GANOZA, F.; ALIAGA, A.; HERRERA, N.; GAVIOLA, G. Y CALDERON, J. 2004 a. Abundancia acústica de los recursos marinos peruanos evaluados en la primavera 2001. Inf. Inst. Mar Perú – Callao. 32(2): 155 - 166 pp.

GUTIÉRREZ, M.; CASTILLO, R.; GANOZA, F.; HERRERA, N.; PERALTILLA, S. Y ALIAGA, A. 2004 b. Análisis de la distribución y abundancia de algunos recursos pelágicos peruanos acústicamente evaluados en la primavera 2001. Inf. Inst. Mar Perú – Callao. 32(2): 167 - 180 pp.

HUMASON, G. 1979. Animal tissue techniques. 4th ed. Ed. W. H. Freeman Co. San Francisco. 661 pp.

HUNTER, J. Y GOLDBERG, S. 1980. Spawning incidence and bath fecundity in northern anchovy *Engraulis mordax*. Fish. Bull. U. S. 77: 641 – 652 pp

HUNTER, J. Y MACEWICZ, B. 1985. Measurement of spawning frequency in multiple spawning fish in R. Lasker (ed.), An Egg Production Method for Estimating Spawning Biomass of Pelagic Fish: Application to the Northern Anchovy (*Engraulis mordax*) NOAA Technical Report NMFS. 36: 79 - 94 pp.

IMARPE. 2003. Crucero de Evaluación de Recursos Pesqueros 0310 – 12, convenio IMARPE - JDSTA. Informe de Campo. 35 pp.

INTEGRATED TAXONOMIC INFORMATION SYSTEM (IT IS). *Vinciguerria lucetia* (Garman, 1899). Disponible en web:

www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=182865

ITP. 1999. Alternativas tecnológicas para recursos pesqueros no explotados. Rev. Focus Año 2. N°1: 38 pp.

JAPAN DEEP SEA TRAWLERS ASSOCIATION (JDSTA) E IMARPE. 2009. Libro de peces de aguas profundas del Perú. 123 pp.

JORDAN, R. 1959. Observaciones sobre la Biología de la anchoveta (*Engraulis ringens*) de la zona pesquera de Huacho. Boletín de la Compañía Administradora del Guano. Vol. 35.

MARKAIDA, U. (2001). Biología del calamar gigante *Dosidicus gigas* Orbigny, 1835 (Cephalopoda: Ommastrephidae) en el golfo de California, México. Tesis doctoral. Centro de investigación científica y de educación superior de Ensenada. Ensenada, Baja California, México. 426 pp.

MENON, N.; PILLAI, N.; REGHU, R. Y BALACHANDRAN, K. 1996. Distribution and abundance of the genus *Vinciguerria* (Gonostomatidae) in the DSL of Indian EEZ with a note on the biology of *Vinciguerria nimbaria*. In: Proceedings of the Second Workshop on Scientific Results of FORV Sagar Sampada, edited by V.K. Pillai, S.A.H. Abidi, V. Ravindran, K. K. Balachandran & V.V. Agadi, (Department of Ocean Development, New Delhi). 271 - 284 pp.

MORÓN, O. 2000. Características del ambiente marino frente a la costa peruana. Bol. Inst. Mar Perú 19: 179 – 204 pp.

NAGAHAMA, Y. 1983. The functional morphology of teleost gonads. En W. S. HOAR, D. J. RANDALL, y E. M. DONALDSON (edit.) Fish physiology. Academic Press. Vol. 9, part A: 223 – 275 pp.

ÑIQUEN, M. Y PEÑA, C. 2010. Response of dominant species in coastal and oceanic regions in Peru. International symposium Climate change effects on fish and fisheries: forecasting impacts assessing. Apr. 26 – 29. Senday - Japan.

PERALTILLA, S. Y GONZALES, A. 2000. Distribución y biomasa de anchoveta y vinciguerria durante el invierno de 1999. Crucero BIC José Olaya Balandra 9908-09. Inf. Inst. Mar Perú – Callao. 154: 52 - 58 pp.

PEREA, A. Y BUITRÓN, B. 1999. Condición reproductiva de *Engraulis ringens* y *Vinciguerria lucetia pacifici* en el mar peruano durante la primavera 1998. Inf. Inst. Mar Perú – Callao. 146: 60 – 65 pp.

PEREA, A. Y BUITRÓN, B. 2004 b. Aplicación del método de congelación de ovario para estimar la distribución espacial de cardúmenes desovantes de anchoveta. Inf. Inst. Mar Perú – Callao. 32(2): 123 – 126 pp.

PEREA, A.; ROQUE, C. Y BUITRÓN, B. 2008 a. Distribución espacial de cardúmenes desovantes y estado de madurez gonadal de anchoveta y vinciguerría durante la primavera 2003. Inf. Inst. Mar Perú – Callao. 35(4): 279 - 283 pp.

PEREA, A.; SÁNCHEZ, J. Y ROQUE, C. 2008 b. Aspectos reproductivos de anchoveta peruana y vinciguerría en el verano 2004. Inf. Inst. Mar Perú – Callao. 35(4): 285 – 288 pp.

PEREA, A.; PEÑA, C.; OLIVEROS - RAMOS, R.; BUOTRÓN, B. Y MORI, J. 2011. Producción potencial de huevos, reclutamiento y veda reproductiva de la anchoveta peruana (*Engraulis ringens*): Implicaciones en el manejo pesquero. Ciencias Marinas. 37(4B): 585 – 601pp.

QUIÑONES, J. Y CHIPOLLINI, A. 1998. Aspectos biológico pesqueros de los recursos pelágicos durante el Crucero BIC José Olaya Balandra 9808 - 09 entre Los Palos (Tacna) y Callao. Inf. Inst. Mar Perú – Callao.156:167 – 175 pp.

SAMAMÉ, L. 1971. Observaciones de la madurez sexual y desove de la cachema *Cynoscion analis* (Jenyns) de Paita. Instituto del Mar del Perú. Serie de Informes Especiales N° 81.

SALAZAR, C.; CHACON, G. Y VARGAS, R. 2000 a. Distribución vinciguerría, estrategias de pesca y comportamiento de la red de arrastre pelágica tipo 124/1800. Inf. Inst. Mar Perú – Callao. 156: 10 pp.

SÁNCHEZ, J. Y BUITRÓN, B. 2008. Condición reproductiva de la anchoveta peruana y la vinciguerría en la primavera 2002. Inf. Inst. Mar Perú – Callao. 35 (4): 269 – 272 pp.

STEUERT, B.; MENARD, F. Y MARCHAL, E. 2003. Reproductive biology of *Vinciguerría nimbaria* in the equatorial waters of the eastern Atlantic Ocean. Journal of Fish Biology. 62: 1116 – 1136.

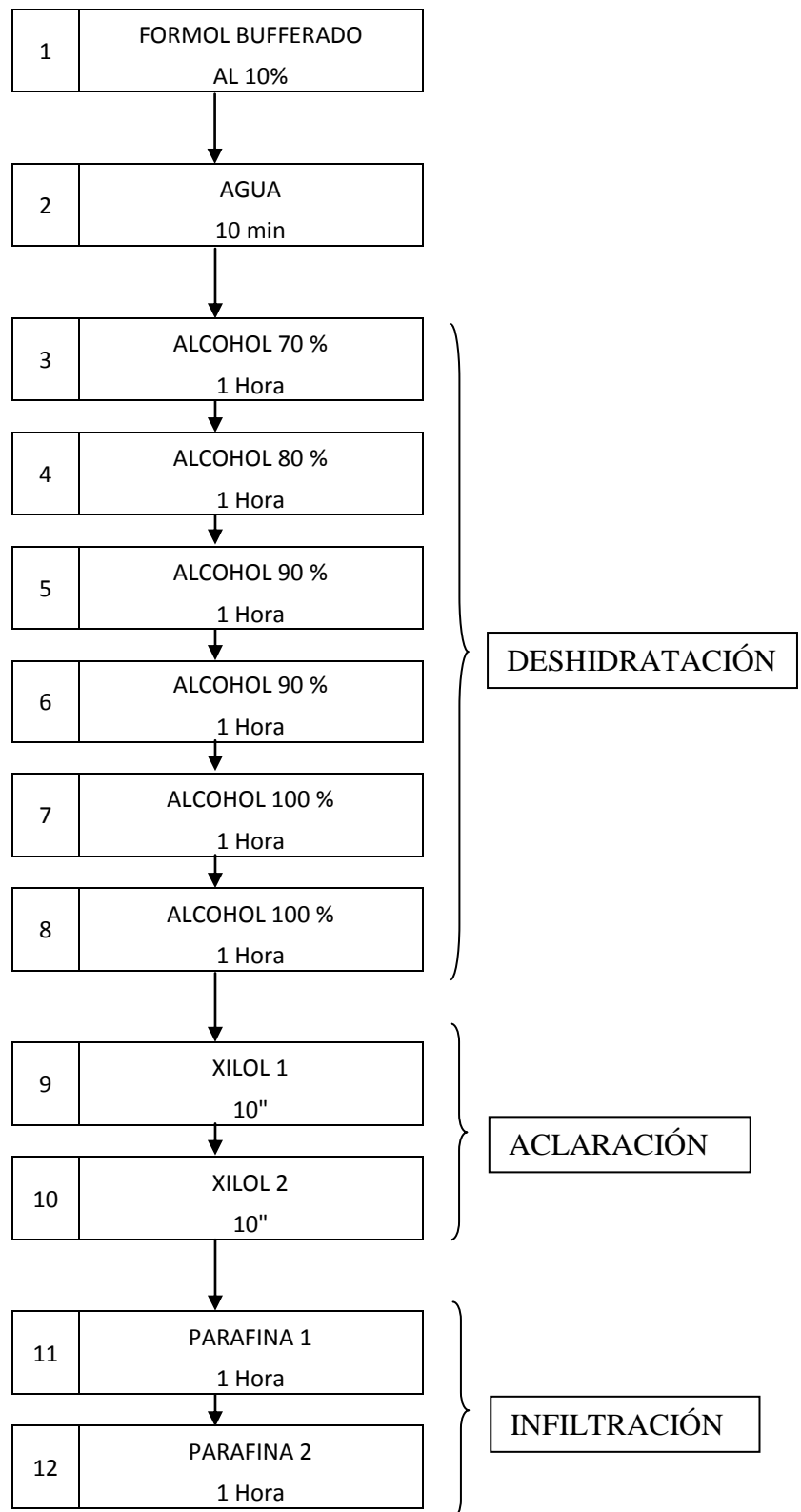
TRESIERRA, A.; CULQUICHICON, Z. Y VENEROS, B. 2002. Biología reproductiva en peces. 2nd. Ed. Perú, Ed. Nuevo Norte. 285 p.

VAZZOLER, A. E. A. M. 1996. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Maringá: EDUEM.

WEST, G. 1990. Methods of assessing ovarian development in fishes: a review. Marine and freshwater research. Vol. 41, N° 2. 199 – 222 pp.

X. ANEXOS

ANEXO 1



Flujograma de estaciones del procesador automático de tejidos para el procesamiento histológico de las gónadas de *V. lucetia*.

ANEXO 2

Resultados de la proporción sexual por año de *V. lucetia* para los cruceros de verano, invierno y primavera de 1998 al 2011. n = número de individuos, H = hembras, M = machos, $X^2 = ji - cuadrado$.

	Año	n	H	M	x^2
VERANO	2004	534	0.58	0.42	12.59
	2011	151	0.46	0.54	1.12
INVIERNO	2010	298	0.54	0.46	1.62
PRIMAVERA	1998	216	0.55	0.45	2.24
	2002	5982	0.54	0.46	43.48
	2003	2957	0.51	0.49	1.26
	2010	1241	0.51	0.49	0.36
	2011	734	0.54	0.46	4.90

ANEXO 3

Resultados de la proporción sexual por longitudes totales (LT), agrupadas en intervalos de 5 mm, de *V. lucetia* para los cruceros de verano del 2004 y 2011. n = número de individuos, H = hembras, M = machos, $X^2 = ji - cuadrado$.

LT (cm)	2004				2011			
	n	H	M	x^2	n	H	M	x^2
4	11	0.36	0.64	0.82				
4.5	24	0.50	0.50	0.00				
5	90	0.58	0.42	2.18				
5.5	135	0.55	0.45	1.25				
6	165	0.59	0.41	5.82	37	0.43	0.57	0.68
6.5	89	0.57	0.43	1.90	89	0.45	0.55	0.91
7	20	0.85	0.15	9.80	21	0.48	0.52	0.05
7.5					2	0.50	0.50	0.00

ANEXO 4

Resultados de la proporción sexual por longitudes totales (LT), agrupadas en intervalos de 5 mm, de *V. lucetia* para el crucero de invierno del 2010. n = número de individuos, H = hembras, M = machos, $X^2 = ji - cuadrado$.

LT (cm)	2010			
	n	H	M	x^2
4.5	15	0.67	0.33	1.67
5	92	0.43	0.57	1.57
5.5	93	0.55	0.45	0.87
6	82	0.57	0.43	1.76
6.5	14	0.71	0.29	2.57

ANEXO 5

Resultados de la proporción sexual por longitudes totales (LT), agrupadas en intervalos de 5 mm, de *V. lucetia* para los cruceros de primavera de los años 1998, 2002, 2003, 2010 y 2011.

n = número de individuos, H = hembras, M = machos, X^2 = ji – cuadrado.

LT (cm)	PRIMAVERA																			
	1998				2002				2003				2010				2011			
	n	H	M	x^2	n	H	M	x^2	n	H	M	x^2	n	H	M	x^2	n	H	M	x^2
3					4	0.50	0.50	0.00					4	0.25	0.75	1.00				
3.5	10	0.60	0.40	0.40	159	0.56	0.44	2.27	10	0.80	0.20	3.60	23	0.65	0.35	2.13				
4	8	0.25	0.75	2.00	1058	0.57	0.43	21.27	383	0.51	0.49	0.32	93	0.56	0.44	1.30	3	0.33	0.67	0.33
4.5	30	0.63	0.37	2.13	1246	0.53	0.47	4.88	583	0.50	0.50	0.02	152	0.52	0.48	0.24	26	0.46	0.54	0.15
5	31	0.42	0.58	0.81	1404	0.52	0.48	3.49	682	0.51	0.49	0.48	278	0.54	0.46	1.74	124	0.52	0.48	0.13
5.5	32	0.69	0.31	4.50	1271	0.51	0.49	0.96	686	0.47	0.53	1.89	331	0.48	0.52	0.68	237	0.56	0.44	3.55
6	40	0.45	0.55	0.40	659	0.59	0.41	20.07	425	0.52	0.48	0.85	224	0.50	0.50	0.00	238	0.53	0.47	0.82
6.5	35	0.54	0.46	0.26	171	0.61	0.39	8.89	159	0.62	0.38	8.61	98	0.44	0.56	1.47	97	0.57	0.43	1.74
7	22	0.55	0.45	0.18	10	0.70	0.30	1.60	29	0.66	0.34	2.79	38	0.55	0.45	0.42	8	0.63	0.38	0.50

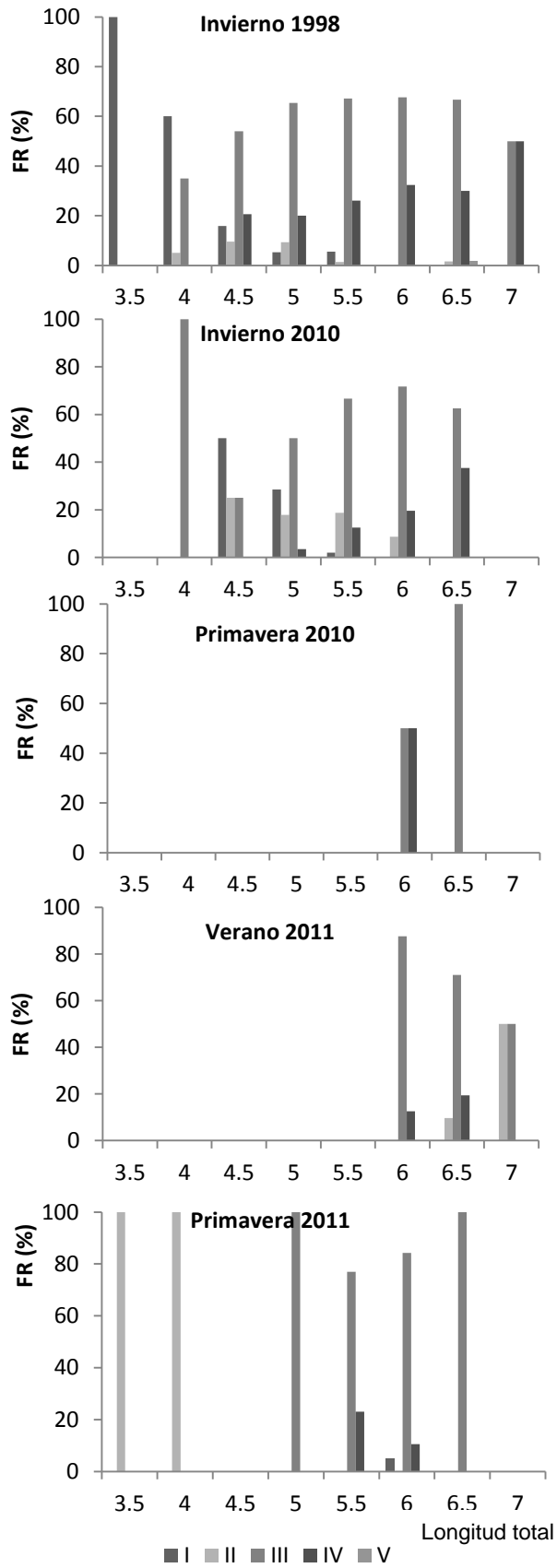
ANEXO 6

Resultados de la proporción sexual por longitudes totales (LT), agrupadas en intervalos de 5 mm, de *V. lucetia* para los cruceros de verano, invierno y primavera de 1998 al 2011.

n = número de individuos, H = hembras, M = machos, X^2 = ji – cuadrado.

LT (cm)	VERANO				INVIERNO				PRIMAVERA			
	n	H	M	x^2	n	H	M	x^2	n	H	M	x^2
3									9	0.44	0.56	0.11
3.5									203	0.59	0.41	6.03
4	11	0.36	0.64	0.82	2	1.00	0.00	2.00	1545	0.55	0.45	18.05
4.5	24	0.50	0.50	0.00	15	0.67	0.33	1.67	2037	0.52	0.48	3.72
5	90	0.58	0.42	2.18	92	0.43	0.57	1.57	2519	0.52	0.48	4.72
5.5	137	0.55	0.45	1.64	93	0.55	0.45	0.87	2557	0.50	0.50	0.24
6	202	0.56	0.44	3.35	82	0.57	0.43	1.76	1586	0.55	0.45	13.07
6.5	178	0.51	0.49	0.09	14	0.71	0.29	2.57	560	0.57	0.43	11.43
7	41	0.66	0.34	4.12					107	0.60	0.40	4.12
7.5	2	0.50	0.50	0.00					7	1.00	0.00	7.00

ANEXO 7



Frecuencia relativa (FR) de los estadios de madurez gonadal de hembras de *V. lucetia* por tallas de 1998, 2010 y 2011. Inmaduro (I), en maduración (II), maduro (III), desovante (IV) y recuperación (V).