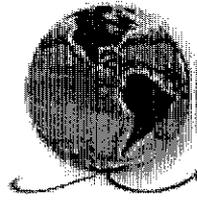


00366



Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología
Universidad Nacional Autónoma de México



**ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN, ABUNDANCIA,
MARCAS DE CRECIMIENTO, ALIMENTACIÓN Y
REPRODUCCIÓN DE: *Scorpaena russula* y *Scorpaena
sonorae* (PISCES: SCORPAENIDAE) DEL PACIFICO
CENTRAL DE MÉXICO.**

TESIS

que para obtener el grado académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

(BIOLOGÍA MARINA)

PRESENTA

Biol. Jesús Lozada García.

Director de Tesis: Dr. Felipe Amezcua Linares

**Comité Tutorial: Dr. Manuel Gallardo Cabello
Dra. Norma Navarrete Salgado**

México D. F. 2002

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*El esfuerzo por lograr el conocimiento,
por su propia naturaleza, nos
empuja al mismo tiempo a la aceptación
de la extrema variedad de la experiencia
y al dominio de la simplicidad de los
principios fundamentales. El acuerdo
final de estos objetivos representa, al
inicio de las investigaciones, un acto
de fe. Sin esta fe, la convicción del valor
independiente del conocimiento no
existiría, coherente e indestructible.*

Albert Einstein

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

DEDICATORIA

Es trabajo es el esfuerzo y desvelos de muchos días durante la maestría, y le agradezco a mi Madre Angelita, por su apoyo y comprensión, al igual que a mi padre Jesús.

A mis hermanas Toña, Mari, Concha, Susana, Emma y Anel por su apoyo y ánimos que siempre me han brindado.

A mis cuñados, y toda mi familia que son la unión de mi vida.

A mis amigos, que algunos estando cerca y otros lejos me han alentado a seguir adelante.

Agradecimientos

Agradezco a todos mis profesores que participaron en mi formación.

Al Doctor Felipe Amezcua Linares, por brindarme la oportunidad de realizar esta etapa de mi vida, por el asesoramiento durante el trabajo, y por compartir sus conocimientos y experiencias.

Agradezco también a los revisores de este trabajo, por sus consejos y sugerencias.

A las Doctoras Marina Sánchez Ramírez y Leticia Verdin T., al Doctor Faustino Zavala, a la Maestra Jaqueline Cañetas Ortega, al Maestro y amigo Pedro Cervantes y Margarito Rubio, por su apoyo incondicional y su confianza que me brindaron.

Al personal de computo, y de otros laboratorios que me brindaron su apoyo.

A mis amigos y compañeros de laboratorio: Rosalina, Mario, Laura, Maribel García, Maribel Badillo, Alfredo, Pedro y Marco Antonio, y a todos los que me faltaron por mencionar. Gracias por estar con migo y apoyarme.

Y a todas aquellas personas que admiro, por su desempeño y disciplina.

Agradezco a Dios por que me a permitido seguir adelante!

¡Gracias!

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| Resumen | 1 |
| Introducción | 2 |
| Objetivos | 4 |
| Antecedentes | 4 |
| Área de estudio | 6 |
| Material y Método | 13 |
| Descripción de las especies | 21 |
| Resultados | 23 |
| Distribución y abundancia | 23 |
| Marcas de crecimiento..... | 32 |
| Estructura de las escamas | 35 |
| Relación peso-longitud | 37 |
| Factor de condición | 40 |
| Alimentación | 42 |
| Reproducción | 51 |
| Índice gonadosomático | 60 |
| Discusión | 62 |
| Conclusiones | 69 |
| Literatura citada | 70 |

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



RESUMEN

Los peces escorpión, son organismos demersales, sedentarios y depredadores, se caracterizan por presentar cabeza grande con espinas. Se analizaron 159 ejemplares de *Scorpaena russula* y 70 de *Scorpaena sonorae*, capturados en el Pacífico central de México, en ocho campañas oceanográficas efectuadas de 1982 a 1998, a bordo del B/O “El Puma”, sobre la plataforma continental de Nayarit, Guerrero, Michoacán y Golfo de California, con red de arrastre camaronera de 25.9 m de largo, y duración de 30 minutos, a una velocidad de 2 a 2.5 nudos y a profundidades de 20, 50 y 100 metros aproximadamente.

No tienen importancia pesquera, sin embargo no dejan de ser valiosos, en cuanto a la diversidad de la ictiofauna que habita en nuestros mares, para ello es importante conocer diferentes aspectos biológicos de las especies.

Se examinó ambiente y se analizaron en promedio nueve escamas por ejemplar para estimar marcas de crecimiento. Se revisaron 95 estómagos de *S. russula* y 19 de *S. sonorae*, para el análisis de su contenido. Se determinó el sexo y su proporción en todos los ejemplares de ambas especies, tallas de primer madurez y la época de reproducción.

S. russula se distribuye desde el Golfo de California hasta Perú, y se encontró desde los 15 a 94 metros de profundidad y *S. sonorae*, se considera endémico de California y se registró desde los 15 a 75 metros, ambas especies son aparentemente similares, sin embargo hay diferencias en sus requerimientos ambientales. Ambas presentan escamas cicloideas y su crecimiento es alométrico; su alimentación esta compuesta principalmente de camarones Caridea, sobre todo de *Alpheidea automate*, Gonodactyloidea del orden de Stomatopoda en *S. russula* y en *S. sonorae*, se identificaron presas Stomatopoda, Natantia y Brachyura.

En *S. russula* y *S. sonorae* la talla de primer madurez fue de 83 y 88 mm de longitud patrón respectivamente en hembras y de 71 mm en machos para *S. russula*; se encontró un mayor porcentaje de hembras maduras en verano para *S. russula* y en primavera, para *S. sonorae*. Para determinar el estado de madurez de las gónadas se utilizaron tres diferentes escalas, una para especies tropicales y dos del género *Sebastes* de aguas templadas. Con observaciones hechas en cortes histológicos, se formulo una escala de madurez aplicable a las especies en estudio. Ambas especies son ovíparas con crecimiento alométrico y una alimentación principalmente de crustáceos del orden Stomatopoda y de la familia Caridea.



INTRODUCCIÓN

México se encuentra entre los países con mayor extensión de costa en el mundo, representando este amplio litoral una longitud de 6,608 Km. para el Pacífico mexicano, su plataforma continental (hasta 200 m de profundidad) corresponde a 153,000 Km² (FAO, 1971). Las plataformas continentales de los océanos son importantes porque son las áreas más productivas (Tait, 1987), en ellas se captura la mayor parte de la producción pesquera mundial tanto de peces como de invertebrados. Una de las mayores necesidades para explotar racionalmente y conservar los recursos pesqueros de México, obteniendo el rendimiento óptimo, es el conocimiento mediante el estudio de las especies que lo integran. El análisis de los sistemas es de vital importancia para una mejor evaluación de los recursos con que cuenta nuestro país, y dentro de los mismos, el conocimiento de sus comunidades en el ámbito taxonómico, biológico y ecológico; con el fin de comprender su función dentro de la dinámica del ecosistema (Aguirre y Yáñez-Arancibia, 1986).

Las características de estos sistemas, facilitan el intercambio de material biológico, originando una gran variedad de micro y macro ambientes, traduciendo a su vez en uno de los biomas más dinámicos, ricos y con una elevada productividad, donde las especies han podido desarrollar adaptaciones fisiológicas y patrones de conducta para contrarrestar los cambios del medio ambiente (Yáñez-Arancibia, 1986). La importancia de estos sistemas, se basa no sólo en su economía, sino que también por su diversidad biológica (Yáñez-Arancibia, 1978).

Dado que la mayor parte de las aguas que bañan el litoral de la República mexicana son tropicales, sus recursos pesqueros son sumamente diversos, sin embargo estas aguas son menos productivas que los mares templados o fríos. Esto se debe a que las aguas tropicales se encuentran habitadas por una gran diversidad de especies, pero ninguna de ellas alcanza, por sí sola, elevados volúmenes de biomasa; por el contrario, las aguas templadas o frías no poseen gran diversidad de especies, pero algunas de ellas alcanzan elevados volúmenes de biomasa, como por ejemplo la anchoveta, el arenque, la merluza, el bacalao, etc. No obstante, existen especies de diversas familias que viven en todo tipo de ambientes marinos, y que constituyen pesquerías masivas (Ruíz, 1993), tal es el caso de algunos scorpaenidos de aguas templadas y frías.



En el Océano Pacífico los scorpaenidos son importantes comercialmente, a lo largo de las costas de Norte-América en el sur de California y el mar de Bering y las costas Asiáticas de Capa Navarin de las islas Karul (Krieger, 1993). Los peces escorpión son sedentarios, se conocen por su coloración críptica y presencia de espinas. Se estiman 350 especies en 70 géneros en el Indo-Pacífico, aunque pocas se encuentran en arrecifes del Pacífico tropical del este, pero numerosas especies se encuentran en la cercanía de aguas templadas, particularmente a lo largo de la costa de California (Allen y Ross, 1994), son capturados con arrastre de fondo en aguas someras desde 10 a 30 metros (Harmelin-Vivien *et al.* 1989), a profundidades de hasta 365 metros (Krieger, 1993), sin embargo se reporta que pueden extenderse hasta los 800 metros de profundidad (Hureau y Litvinenko, 1986).

La mayoría de los peces escorpión se consideran carnívoros, son ovovivíparos y ovíparos (Royce, 1972 y Harmelin-Vivien *et al.* 1989, Love *et al.* 1987) respectivamente. La mayoría se presentan en arrecifes rocosos, a menudo se alojan en hendiduras, y en ciertas áreas se agregan en sustratos arenosos o fangoso (Love *et al.* 1987).

Son importantes porque muchas especies tienen toxinas en las espinas de las aletas y pueden infligir dolorosas heridas (Royce, 1972), aunque también son importantes algunas especies para los acuarios como especies exóticas (Burgues *et al.* 1988). Sin embargo las pesquerías establecidas de éstas especies, se da en aguas templadas y frías. Las principales especies de peces escorpión en pesquerías registradas son del género *Sebastes*: *S. marinus*, *S. mentella* y *S. faciatus* y del género *Scorpaena*: *S. guttata* en California, y *S. porcus*, *S. notata* y *S. scrofa* en el Mediterráneo. Aunque se capturan otras especies con menor frecuencia y por el tamaño relativamente pequeños son menos importantes para las pesquerías comerciales.

En México las principales pesquerías son de sardina, atún, mojarra, tiburón, macarela, mero, sierra, guachinango, entre otras (Secretaría de Pesca, 1992), sin embargo no hay registro de alguna especie de pez escorpión; si bien es cierto que *Scorpaena russula* y *S. sonorae* no revisten interés económico pesquero directo, la importancia que tienen, al igual que otras especies, radica en su ecología y sobre todo merece la atención como parte de los inventarios ictiofaunísticos de nuestro país.

Para estimar la productividad del necton es fundamental conocer diferentes aspectos biológicos de las especies, tales como: crecimiento, abundancia, biomasa; frecuencia de



tallas y madurez sexual. A la vez es imperativo conocer los hábitos alimentarios de las especies ya que estos determinan las relaciones tróficas, e indirectamente, el flujo energético de las comunidades en el ecosistema, Y de la relación depredador - presa, productor - consumidor y otras relaciones ecológicas (Yáñez-Arancibia y Nugent, 1977). Estas características permiten interpretar mejor la dinámica general de los ecosistemas y facilita la aplicación de modelos predictivos para un adecuado uso y administración de las especies que se explotan, y de las viables de explotación, que en última instancia representan un recurso económico potencial para nuestro país.

OBJETIVOS

- Caracterizar la distribución y abundancia de *Scorpaena russula* y *Scorpaena sonorae* en el área de estudio.
- Analizar marcas de crecimiento en escamas.
- Analizar la estructura de las escamas en ambas especies.
- Estimar los parámetros de la relación talla/peso para ambas especies.
- Determinar sus relaciones tróficas por medio del análisis del contenido estomacal.
- Analizar algunos aspectos de su reproducción, como proporción de sexos y estado de madurez gonádica en series de tiempo.

ANTECEDENTES

La familia Scorpaenidae por carecer de importancia comercial ha sido objeto de pocos estudios biológicos, como aquellos realizados para especies con potencial pesquero. Sin embargo se han realizado investigaciones acerca de aspectos alimenticios, edad y crecimiento, reproducción, distribución y abundancia, taxonómicos, contaminación, comportamiento y genéticos entre otros, de varias especies extranjeras y pocas mexicanas.

Trabajos hechos en México son realizados por Cruz (1983) con distribución y abundancia de larvas de la familia de Scorpaenidae en Baja California, durante 1975, Alaniz (1987) donde revisa aspectos poblacionales de *Sebastes miniatus*, *S. rosenbalti* y *S. constellatus*, en isla Guadalupe, Baja California México. Otros trabajos relacionados con distribución y abundancia son los de MacGregor (1986) revisa la abundancia relativa de cuatro especies de *Sebastes* dentro y fuera de California, Krieger (1993) sobre distribución y abundancia de varios scorpaenidos, determinado por un sumergible y por arrastres de fondo, otro trabajo del mismo autor Krieger e Ito (1999), reporta la distribución y abundancia específicamente



tallas y madurez sexual. A la vez es imperativo conocer los hábitos alimentarios de las especies ya que estos determinan las relaciones tróficas, e indirectamente, el flujo energético de las comunidades en el ecosistema, Y de la relación depredador - presa, productor - consumidor y otras relaciones ecológicas (Yáñez-Arancibia y Nugent, 1977).

Estas características permiten interpretar mejor la dinámica general de los ecosistemas y facilita la aplicación de modelos predictivos para un adecuado uso y administración de las especies que se explotan, y de las viables de explotación, que en última instancia representan un recurso económico potencial para nuestro país.

OBJETIVOS

- Caracterizar la distribución y abundancia de *Scorpaena russula* y *Scorpaena sonorae* en el área de estudio.
- Analizar marcas de crecimiento en escamas.
- Analizar la estructura de las escamas en ambas especies.
- Estimar los parámetros de la relación talla/peso para ambas especies.
- Determinar sus relaciones tróficas por medio del análisis del contenido estomacal.
- Analizar algunos aspectos de su reproducción, como proporción de sexos y estado de madurez gonádica en series de tiempo.

ANTECEDENTES

La familia Scorpaenidae por carecer de importancia comercial ha sido objeto de pocos estudios biológicos, como aquellos realizados para especies con potencial pesquero. Sin embargo se han realizado investigaciones acerca de aspectos alimenticios, edad y crecimiento, reproducción, distribución y abundancia, taxonómicos, contaminación, comportamiento y genéticos entre otros, de varias especies extranjeras y pocas mexicanas.

Trabajos hechos en México son realizados por Cruz (1983) con distribución y abundancia de larvas de la familia de Scorpaenidae en Baja California, durante 1975, Alaniz (1987) donde revisa aspectos poblacionales de *Sebastes miniatus*, *S. rosenbalti* y *S. constellatus*, en isla Guadalupe, Baja California México. Otros trabajos relacionados con distribución y abundancia son los de MacGregor (1986) revisa la abundancia relativa de cuatro especies de *Sebastes* dentro y fuera de California, Krieger (1993) sobre distribución y abundancia de varios scorpaenidos, determinado por un sumergible y por arrastres de fondo, otro trabajo del mismo autor Krieger e Ito (1999), reporta la distribución y abundancia específicamente



tallas y madurez sexual. A la vez es imperativo conocer los hábitos alimentarios de las especies ya que estos determinan las relaciones tróficas, e indirectamente, el flujo energético de las comunidades en el ecosistema, Y de la relación depredador - presa, productor - consumidor y otras relaciones ecológicas (Yáñez-Arancibia y Nugent, 1977).

Estas características permiten interpretar mejor la dinámica general de los ecosistemas y facilita la aplicación de modelos predictivos para un adecuado uso y administración de las especies que se explotan, y de las viables de explotación, que en última instancia representan un recurso económico potencial para nuestro país.

OBJETIVOS

- Caracterizar la distribución y abundancia de *Scorpaena russula* y *Scorpaena sonorae* en el área de estudio.
- Analizar marcas de crecimiento en escamas.
- Analizar la estructura de las escamas en ambas especies.
- Estimar los parámetros de la relación talla/peso para ambas especies.
- Determinar sus relaciones tróficas por medio del análisis del contenido estomacal.
- Analizar algunos aspectos de su reproducción, como proporción de sexos y estado de madurez gonádica en series de tiempo.

ANTECEDENTES

La familia Scorpaenidae por carecer de importancia comercial ha sido objeto de pocos estudios biológicos, como aquellos realizados para especies con potencial pesquero. Sin embargo se han realizado investigaciones acerca de aspectos alimenticios, edad y crecimiento, reproducción, distribución y abundancia, taxonómicos, contaminación, comportamiento y genéticos entre otros, de varias especies extranjeras y pocas mexicanas.

Trabajos hechos en México son realizados por Cruz (1983) con distribución y abundancia de larvas de la familia de Scorpaenidae en Baja California, durante 1975, Alaniz (1987) donde revisa aspectos poblacionales de *Sebastes miniatus*, *S. rosenbalti* y *S. constellatus*, en isla Guadalupe, Baja California México. Otros trabajos relacionados con distribución y abundancia son los de MacGregor (1986) revisa la abundancia relativa de cuatro especies de *Sebastes* dentro y fuera de California, Krieger (1993) sobre distribución y abundancia de varios scorpaenidos, determinado por un sumergible y por arrastres de fondo, otro trabajo del mismo autor Krieger e Ito (1999), reporta la distribución y abundancia específicamente



de *Sebastes borealis* y *Sebastes aleutianus* determinado por sumergible y Pashkov *et al.* (1999), revisa distribución e índice de población de *Scorpaena porcus* bajo contaminación antropogénica.

En cuanto a alimentación, trabajos realizados en varias especies del género *Sebastes* están los de Prince (1975), Pequeño (1984), Brodeur y Pearcy (1984), Singer (1985), Konchina (1986), Reilly *et al.* (1992) y Lee *et al.* (2000). También se han hecho estudios en el género *Scorpaena*, tal es el caso de los trabajos como el de Harmelin-Vivien *et al.* (1989), realizado en el Mediterráneo con *Scorpaena porcus*, *Scorpaena scrofa* y *Scorpaena notata*, Bradai (1990), realizado con *Scorpaena porcus* y *Scorpaena scrofa* y Pallaoro y Jardas (1991), realizado con *S. porcus*, ambos trabajos coinciden en la misma alimentación en el caso de *S. porcus*.

Los trabajos realizados con aspectos de edad y crecimiento corresponden a Kelly y Wolf (1959) y Kestelle *et al.* (2000) en el caso del género de *Sebastes*, aunque también están trabajos hechos en el género *Scorpaena*, tales son los casos de Yakovleva y Shulman (1977), que investigó la relación entre el crecimiento y la acumulación de grasa, Castiglia y Mouroux (1979), y Bradai y Bouain (1988), trabajando con *Scorpaena porcus* y en el caso del trabajo de Bradai y Bouain (1988), es con *S. porcus* y *S. scrofa*, y Huddleston y Barker (1978), trabaja con otolitos y otros restos de pez en Santa Bárbara-Ventura en California. Aspectos generales sobre la relación con la longitud de las escamas para conocer la longitud del individuo, están los trabajos de Ricker (1992), Fukuwaka y Kaeriyama (1997), Person *et al.* (1999), Horppila y Nyberg (1999), Johal *et al.* (2001) y Morita (2001).

En aspectos reproductivos del género *Sebastes*: Westheim (1975), Gunderson *et al.* (1980), Guillemont *et al.* (1985), Echeverría (1987), Lee *et al.* (1996) y Beckmann *et al.* (1997); pero también se han realizado con el género *Scorpaena*, como los de Bradai (1991) que lo realizó con *S. porcus* y *S. scrofa*, Lee *et al.* (1997) llevado a cabo con *S. miostoma*; pero también se reportan estudios de otros géneros, como los de *Sebastolobus macrochir*, realizado por Koya *et al.* (1995), y en *Sebastiscus marmoratus* llevado a cabo por Fujita y Kohda (1996).

También en aspecto de comportamiento, como los hechos por Larson (1980a y 1980b) sobre comportamiento territorial y la influencia de territorialidad en adultos del género *Sebastes* respectivamente, y selección del hábitat y segregación batimétrica, también de Larson (1980c).

Algunos trabajos sobre pesquería son: Love *et al.* (1987) sobre la pesquería de *Scorpaena guttata* al sur de California, Love *et al.* (1990) aspectos de vida de 19 especies de *Sebastes* del sur de California, Gunderson (1997) biología poblacional de percas (*Sebastes alutus*) del Océano Pacífico y su pesquería, y Love y Jonson (1998) realiza un estudio de aspectos de vida de *Sebastes rastrelliger* y *Sebastes auriculatus* al sur de California.

Gran parte de los trabajos son revisiones y reconocimientos, como por ejemplo las revisiones de peces roca de California realizado por Phillips (1957), la revisión sistemática de peces escorpión del Atlántico llevado a cabo por Eschmeyer (1969), nuevas especies y reconocimientos en las islas Hawai realizado por Eschmeyer y Randall (1975), reconocimiento de la ictiofauna europea en el Mediterráneo occidental realizado por Allue



et al. (1981), Rocha (1998) técnica para la identificación de especies de estadio temprano en peces roca; pero también hay trabajos de géneros y especies más específicos, tal es el caso para *Sebastes*, donde Chen (1975) incluye tres nuevas especies de éste género en el Golfo de California, nuevas especies para el Pacífico de México y California realizado por Lea y Fitch (1979), así como la descripción de *Sebastes marinus* y *S. mentella* por quimiometría del perfil de ácido graso llevado a cabo por Joensen y Grahl-Nielsen (2000); también los hay para el género *Scorpaena*, como las notas de éste género del Atlántico sur y Golfos de las costas de Estados Unidos con sus descripciones, realizado por Gunter (1948), los peces escorpión del Atlántico oeste que describen cuatro especies realizado por Eschmeyer (1965b), peces escorpión (*Scorpaena brasiliensis*) en aguas brasileñas de Peixoto y Cannella (1980), descripción de *Scorpaena maderensis* único espécimen Adriático realizado por Ahnelt (1983); también hay nuevos reconocimientos del género *Pontinus* del Océano Atlántico, realizado por Eschmeyer (1965a). Se pueden encontrar referencias de índole taxonómica en trabajos de Meek e Hildebrand (1925), Secretaría de Industria y Comercio (1976), Castro (1978) y Nelson (1994).

Torres (1991), hace una corta descripción de algunos peces de México, entre ellos de la familia de los *Scorpaenidae*, y Amezcua (1996) realiza una sinopsis de las dos especies (*Scorpaena russula* y *Scorpaena sonorae*), sin embargo los estudios específicos sobre biología y ecología de estas especies en México son escasos.

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra localizada en la costa occidental mexicana, la que fue dividida en tres zonas; la primera hacia el norte en la costa occidental del Golfo de California Sur frente a la bahía de San Nicolás entre los 26°57' de latitud norte y los 111°51' de longitud oeste, ésta zona es de origen volcánico; geográficamente, se ubica dentro de la región subtropical, por lo que se presentan marcadas fluctuaciones en el clima (García, 1981). Durante el invierno y parte de la primavera los vientos dominantes son del noroeste, los que ocasionan bajas temperaturas en la parte norte, produciendo heladas. La temperatura media anual de las costas del Golfo de California es de 24°C, presenta un exceso de evaporación sobre la precipitación y un clima desértico caliente, con inviernos secos y una estación lluviosa en verano. La segunda zona es la que comprende la costa sur de Sinaloa entre 22°46' latitud norte y 106° 20' de longitud oeste hasta la región de San Blas, Nayarit, frente a la bahía de Matanchen. Esta zona se caracteriza por tener una plataforma amplia con una pendiente leve y fondos suaves de origen terrígeno y litoral. Se presenta una importante actividad pesquera principalmente de la flota camaronesa. El litoral se caracteriza por la presencia de importantes sistemas lagunares y estuarios, como el de Huizache-Caimanero, Laguna Grande, Teacapan-Agua Brava y Mexcaltitlan, entre otras de menor importancia; así como cantidad de canales de mareas (esteros), marismas y pantanos en constante cambio, asociados a los grandes sistemas, y que en su conjunto cubren una gran extensión (Amezcua, 1996). El clima de esta área es tropical subhúmedo, del tipo Aw (García, 1981), con precipitaciones en verano. La temperatura promedio anual es de 25° C y la precipitación promedio es de 850 mm en Mazatlán, Sinaloa; y de 1660 mm en San Blas, Nayarit. Las lluvias ocurren principalmente en verano e inicio de otoño,



et al. (1981), Rocha (1998) técnica para la identificación de especies de estadio temprano en peces roca; pero también hay trabajos de géneros y especies más específicos, tal es el caso para *Sebastes*, donde Chen (1975) incluye tres nuevas especies de éste género en el Golfo de California, nuevas especies para el Pacífico de México y California realizado por Lea y Fitch (1979), así como la descripción de *Sebastes marinus* y *S. mentella* por quimiometría del perfil de ácido graso llevado a cabo por Joensen y Grahl-Nielsen (2000); también los hay para el género *Scorpaena*, como las notas de éste género del Atlántico sur y Golfos de las costas de Estados Unidos con sus descripciones, realizado por Gunter (1948), los peces escorpión del Atlántico oeste que describen cuatro especies realizado por Eschmeyer (1965b), peces escorpión (*Scorpaena brasiliensis*) en aguas brasileñas de Peixoto y Cannella (1980), descripción de *Scorpaena maderensis* único espécimen Adriático realizado por Ahnelt (1983); también hay nuevos reconocimientos del género *Pontinus* del Océano Atlántico, realizado por Eschmeyer (1965a). Se pueden encontrar referencias de índole taxonómica en trabajos de Meek e Hildebrand (1925), Secretaría de Industria y Comercio (1976), Castro (1978) y Nelson (1994).

Torres (1991), hace una corta descripción de algunos peces de México, entre ellos de la familia de los *Scorpaenidae*, y Amezcua (1996) realiza una sinopsis de las dos especies (*Scorpaena russula* y *Scorpaena sonorae*), sin embargo los estudios específicos sobre biología y ecología de estas especies en México son escasos.

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra localizada en la costa occidental mexicana, la que fue dividida en tres zonas; la primera hacia el norte en la costa occidental del Golfo de California Sur frente a la bahía de San Nicolás entre los 26°57' de latitud norte y los 111°51' de longitud oeste, ésta zona es de origen volcánico; geográficamente, se ubica dentro de la región subtropical, por lo que se presentan marcadas fluctuaciones en el clima (García, 1981). Durante el invierno y parte de la primavera los vientos dominantes son del noroeste, los que ocasionan bajas temperaturas en la parte norte, produciendo heladas. La temperatura media anual de las costas del Golfo de California es de 24°C, presenta un exceso de evaporación sobre la precipitación y un clima desértico caliente, con inviernos secos y una estación lluviosa en verano. La segunda zona es la que comprende la costa sur de Sinaloa entre 22°46' latitud norte y 106° 20' de longitud oeste hasta la región de San Blas, Nayarit, frente a la bahía de Matanchen. Esta zona se caracteriza por tener una plataforma amplia con una pendiente leve y fondos suaves de origen terrígeno y litoral. Se presenta una importante actividad pesquera principalmente de la flota camaronesa. El litoral se caracteriza por la presencia de importantes sistemas lagunares y estuarios, como el de Huizache-Caimanero, Laguna Grande, Teacapan-Agua Brava y Mexcaltitlan, entre otras de menor importancia; así como cantidad de canales de mareas (esteros), marismas y pantanos en constante cambio, asociados a los grandes sistemas, y que en su conjunto cubren una gran extensión (Amezcua, 1996). El clima de esta área es tropical subhúmedo, del tipo Aw (García, 1981), con precipitaciones en verano. La temperatura promedio anual es de 25° C y la precipitación promedio es de 850 mm en Mazatlán, Sinaloa; y de 1660 mm en San Blas, Nayarit. Las lluvias ocurren principalmente en verano e inicio de otoño,



frecuentemente acompañadas de tormentas tropicales. Los vientos predominantes en invierno proceden del noroeste, mientras que en verano del sureste.

La tercera zona que comprende las costas de Michoacán y Guerrero, desde la desembocadura del río Coahuayana entre los 18° 40' de latitud norte y 103° 48' de longitud oeste hasta punta Maldonado en los límites con Oaxaca. Esta zona se caracteriza por presentar una estrecha y escarpada plataforma continental de fondos regularmente rocosos y cuyos flancos descienden abruptamente. En general los sedimentos son gruesos cerca de



Figura 1 Zona de estudio en el Pacífico mexicano.

la costa, arenas con algunos manchones de gravas, cantos redondos y peñascos desgastados, mientras que en partes profundas es común encontrar arenas finas, limos y arcillas (Amezcuca, 1996).

En esta zona existe poca actividad pesquera, y particularmente no se trabaja con redes de arrastre por la topografía del fondo. En la costa de Guerrero, existen abundantes lagunas que cubren grandes extensiones aproximadamente 189.5 Km²; mientras que en Michoacán, la costa es mucho más escarpada y prácticamente no existen sistemas lagunares.

En la vertiente hay una considerable cantidad de ríos que desembocan a los sistemas lagunares o directamente. Estos son de norte a sur desde la costa Michoacana; Coahuayana, Ostula, Coalcoman, Nexpan, Balsas, Iztapa, San Jerónimo, Coyuquilla, San Luis, Tecpan, Atoyac, Coyuca, La Sabana, Papagayo y Ometepec; el resto son menores y solo descargan volúmenes considerables durante la temporada de lluvias.

El clima de esta área es tropical subhúmedo, Aw (García, 1981), con precipitaciones en verano. La temperatura media anual es de 27.5° C y la precipitación media anual es de 117 mm. Los vientos predominantes son del sureste en la primavera y verano, y del noroeste en otoño e invierno. Son frecuentes tormentas tropicales los que influyen directamente en la



dinámica costera. Las corrientes litorales dominantes se dirigen al noroeste en primavera y verano y al sureste en invierno.

En la figura 1 se muestra en forma general la zona de muestreo y en las figuras 2, 3, 4 y 5 la localización de las estaciones de muestreo correspondientes a cada zona. La escala de las figuras 2 a 5 es 1:5 000 000, cada cuadro negro o blanco mide 50 kilómetros.

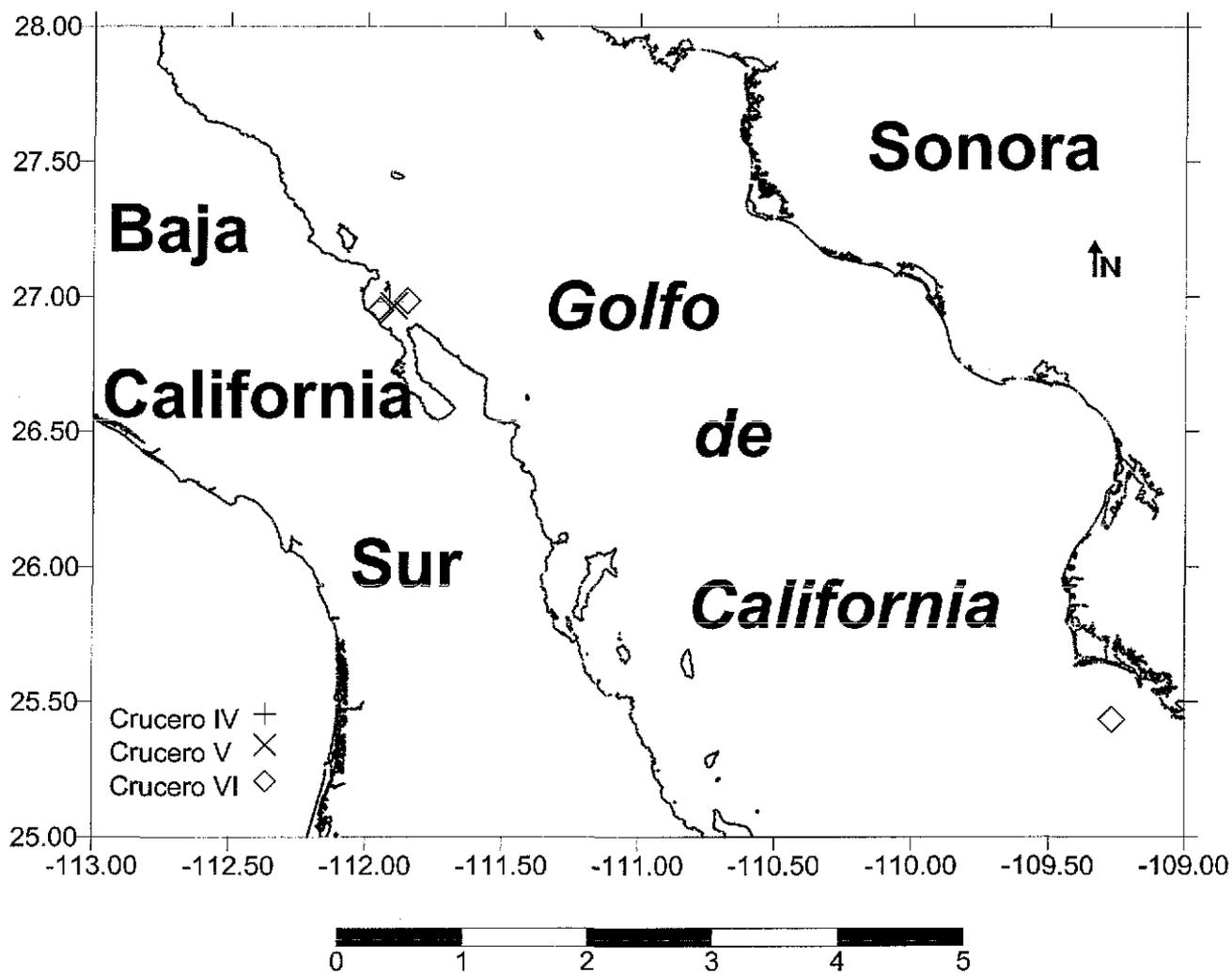


Figura 2. Localización de estaciones en el Golfo de California.

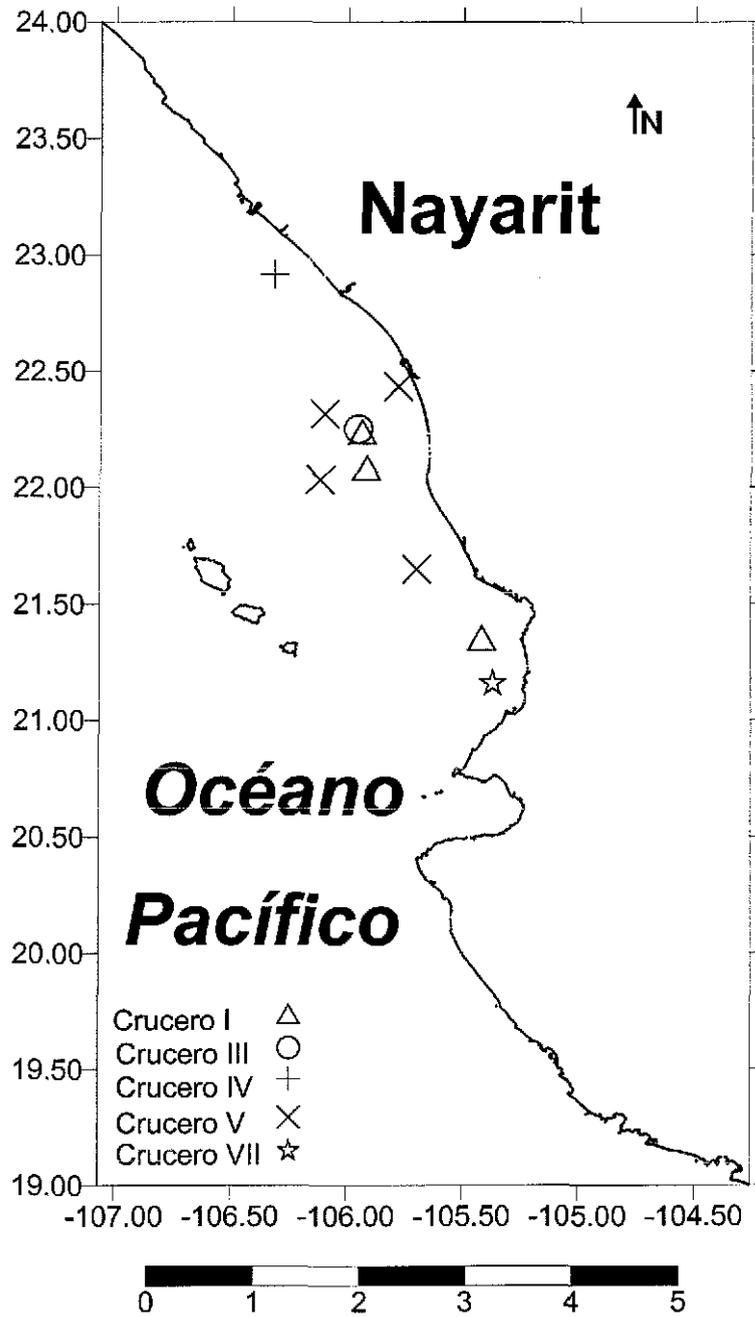


Figura 3. Localización de estaciones en Nayarit.

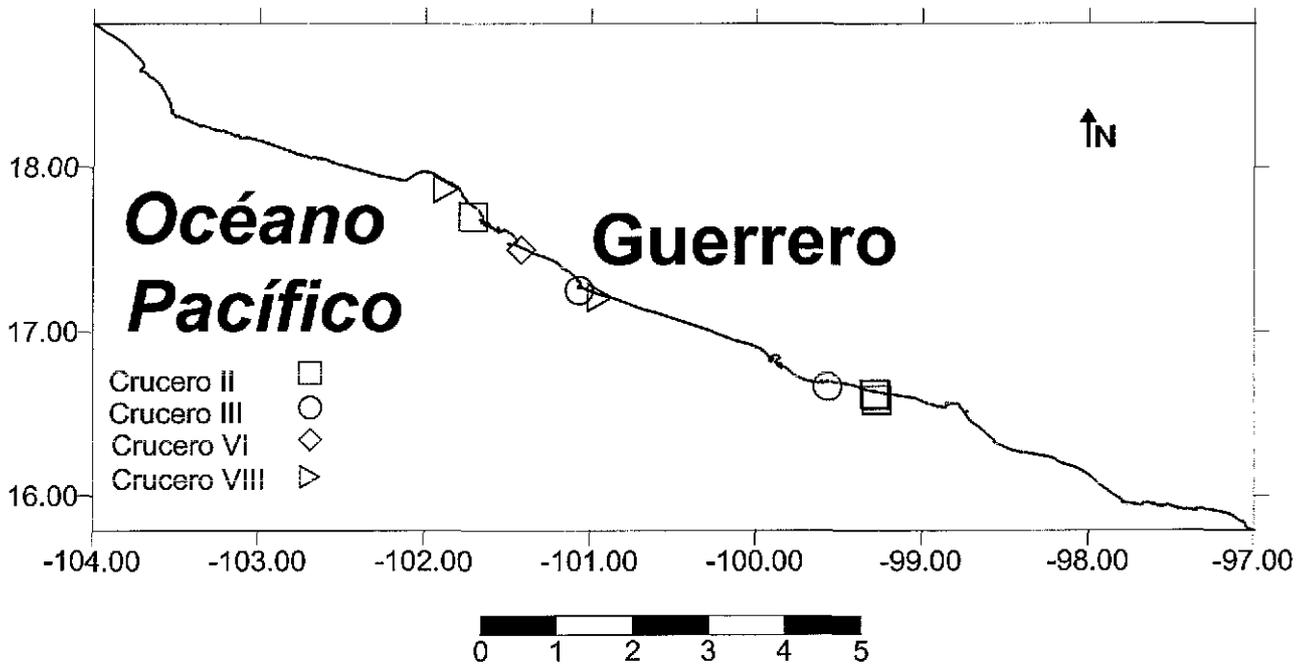
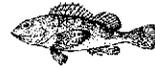


Figura 4. Localización de estaciones en Guerrero.

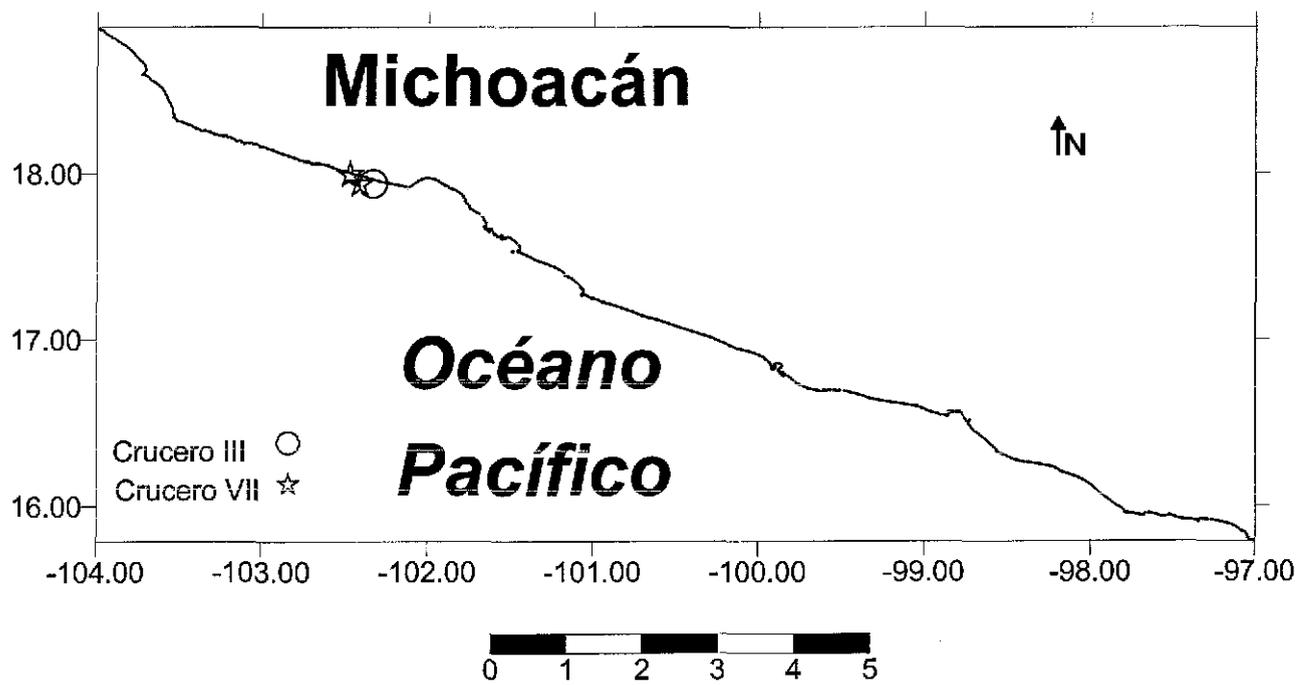


Figura 5. Localización de estaciones en Michoacán.



Material y Método

Los ejemplares proceden de 8 campañas oceanográficas efectuadas a bordo del B/O “El Puma”, dentro de la plataforma continental del Golfo de California Sur, de la zona sur de Sinaloa, Nayarit, Michoacán y Guerrero; entre 1982 y 1998 (Figuras 2,3,4, 5 y Tabla 1).

Tabla 1. Lista de cruceros en los que se obtuvo el material de estudio.

| Crucero | Estado | Clave de estado | Total de estaciones | Fecha | Latitud mínima | Latitud máxima | Longitud mínima | Longitud máxima |
|---------|---------------------|-----------------|---------------------|----------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| I | Nayarit | A | 3 | 7-17/02/82 | 21°19'00" | 22°28'30" | 105°10'12" | 106°14'48" |
| II | Guerrero | B | 4 | 15-23/04/82 | 16°11'48" | 17°57'30" | 98°38'00" | 102°06'12" |
| III | Nayarit | A | 1 | 13-19/01/83 | 21°17'00" | 22°27'12" | 105°19'00" | 106°12'12" |
| III | Guerrero | B | 2 | 13-19/01/83 | 16°33'05" | 17°49'09" | 99°03'06" | 101°48'00" |
| III | Michoacán | C | 1 | 13-19/01/83 | 17°54'24" | 18°40'12" | 102°13'00" | 103°46'12" |
| IV | Nayarit | A | 1 | 22-18/06/83 | 21°17'00" | 23°00'00" | 105°08'00" | 106°58'00" |
| IV | Baja California Sur | Cal | 1 | 22/05/83 al 18/06/83 | 24°15'00" | 26°49'00" | 108°10'00" | 111°55'00" |
| V | Nayarit | A | 5 | 22-5/10/84 | 21°16'00" | 23°01'00" | 105°15'00" | 106°25'00" |
| V | Baja California Sur | Cal | 1 | 22/09/ al 05/10/84 | | 26°58'03" | | 111°54'06" |
| VI | Guerrero | B | 1 | 13-29/09/85 | 16°13'00" | 17°52'00" | 98°40'00" | 101°53'00" |
| VI | Baja California Sur | Cal | 3 | 13-29/09/85 | 25°26'08" | 26°59'00" | 109°16'02" | 111°51'08" |
| VII | Nayarit | A | 1 | 10-16/08/89 | 21°08'31" | 23°00'55" | 105°16'24" | 106°22'58" |
| VII | Michoacán | C | 2 | 10-16/08/89 | 17°53'38" | 18°32'10" | 102°24'46" | 103°40'45" |
| VIII | Guerrero | B | 2 | 17-22/04/98 | | | | |

Las capturas fueron realizadas con red de arrastre camaronesa de 25.9 m de largo, paño con luz de malla de 4.5 cm en las alas y 3.9 cm en el copo, tablas de 2.74 m de largo y abertura de trabajo de 12.6 m la que se operó con un malacate de 8 toneladas de fuerza. Los lances se efectuaron entre las 4 y las 24 horas en fondos blandos localizados con ecosonda, y con duración sistemática de 30 minutos de arrastre efectivo, a una velocidad de 2 a 2.5 nudos. Los transectos se ubicaron perpendiculares a la línea de costa e integradas por tres estaciones cada uno, que corresponden a los estratos de 20, 50 y 100 metros aproximadamente.

A los peces se les practicó una incisión, además de inyectarles en el interior de las vísceras formol al 10 % y se encuentra preservado en alcohol etílico al 70 % y depositado en la colección Ictiológica del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, con número de catálogo ICMYL153.01-.07, para *Scorpaena russula* y ICMYL137.01-03, para *Scorpaena sonorae*.

Para la obtención de datos biológicos, se usó el microscopio estereoscópico y se determinaron las especies con la ayuda de literatura básica como la de Secretaría de Industria y Comercio, 1976 y FAO, 1995; las mediciones de longitud se hicieron con un ictiómetro de 50 cm y las de peso, en una balanza granataria con una precisión de 0.1 g.



DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA

Para los cálculos de la distribución y abundancia, se calculo el área de barrido de acuerdo a la formula 1 (Ramos, 1995), y como en todas las estaciones la velocidad promedio del barco fue de 2.5 nudos, el tiempo fue constante de 30 minutos y la abertura de la boca de la red fue de (12.6 m) para todos los muestreos, por lo tanto el área de barrido es de 14569 m² para cada estación.

$$Ab = (F)(V)(T) \text{ -----1}$$

Donde Ab = área de barrido

F = diámetro de la boca de la red

V = velocidad del barco

T = tiempo de arrastre efectivo

La distribución de las dos especies se baso en las coordenadas geográficas (latitud y longitud) y la profundidad, de acuerdo a los datos registrados en cada estación. De la misma manera se registro el numero de organismos, pesos, tallas, biomasa de las dos especies, tanto latitudinal como de profundidad, así como la captura por unidad de área de barrido para cada estado, además de la distribución y biomasa por estación climática.

AMBIENTE

Para describir el ambiente se utilizaron los parámetros obtenidos durante las campañas. Durante los cruceros se tomaron muestras de agua por medio de botellas Nansen equipadas con termómetros reversibles, se registró la temperatura; la salinidad mediante un salinómetro de inducción marca Beckman, el oxígeno disuelto por el método de Winkler y sedimentos con una draga Smith McIntire (Amezcu, 1996).

MARCAS DE CRECIMIENTO

Una técnica en la interpretación de las marcas anuales en las partes duras de los peces (escamas), siendo este método el más usado para la determinación de la edad. Las escamas son las más usadas que los otolitos, espinas y radios, y estructuras óseas tales como vértebras, hueso dentario y opérculo siguiendo en ese orden. El método más frecuente usado para la determinación de la edad es la interpretación o conteo de las zonas o marcas de crecimiento, las cuales aparecen en las partes duras. El buen éxito con este método depende sobre el reconocimiento de los cambios en la tasa de crecimiento o metabolismo durante ciertos períodos (Gómez, 1994), ya que los cambios son reflejados como capas en las partes duras, las cuales son causadas principalmente por los cambios estacionales en alimentación, temperatura y desove.

En ecosistemas tropicales, la época de crecimiento de los peces es continua, los ciclos de vida son cortos y la época de reproducción no es muy marcada en la mayoría de las especies; por lo que la periodicidad de las marcas en las partes duras es difícil de discernir y aún más de atribuir a algún factor.



Los métodos directos para determinar la edad están relacionados con la observación directa de las discontinuidades del crecimiento en estructuras esqueléticas, como producto de cambios en el metabolismo de los individuos y su correlación en el tiempo en que ocurrieron (Ehrhardt, 1981).

El conteo de marcas de crecimiento, las cuales aparecen en las partes duras de los peces, estas se forman una vez al año y son denominados anillos anuales o annuli. Se manifiestan durante períodos alternados de rápido y lento crecimiento y reflejan las influencias ambientales e internas.

Se extrajo un número fijo de 9 escamas por ejemplar (Gómez, 1994), con ayuda de un microscopio estereoscópico se seleccionaron las escamas que no fueran regeneradas; se tomaron por debajo de la aleta pectoral y hasta la línea lateral; se frotaron con la yema de los dedos en agua y detergente y con un pincel; se lavaron con agua corriente, se montaron entre dos porta objetos y se etiquetaron; una vez realizado lo anterior las escamas fueron examinadas a través de un proyector de diapositivas y se realizaron las lecturas de las marcas de crecimiento para cada escama.

Se tomaron fotografías de las escamas con la ayuda del microscopio electrónico, para el análisis de la estructura macro y microscópicamente de las escamas de ambas especies. Se realizaron las mediciones de ancho y largo de las escamas, así como el conteo de radios de las mismas escamas, con el fin de observar la relación existente entre el crecimiento de la escama y la talla del pez (Gómez, 1994).

RELACIÓN TALLA/PESO

Para la relación talla/peso, la ecuación de dicha relación proporciona gran información biológica de la especie, tales como reproducción, alimentación, acumulación de energía y otros que en última instancia reflejan las condiciones ecológicas.

Esta relación es expresada matemáticamente (Sparre, 1995) como una función potencial del peso (g) contra la longitud (mm) según la ecuación:

$$P = aL^k \text{-----}2$$

Donde P = peso en gramos

L = longitud en milímetros

"a" y "k" = son los coeficientes a determinar.

La transformación logarítmica a un modelo lineal, queda de la siguiente manera:

$$\text{Log}_e P = \text{log}_e a + k \text{log}_e L \text{-----}3$$

Donde P = peso (g),

L = longitud (mm),

a = ordenada al origen,

k = pendiente y

Log_e = logaritmo natural.

Este tipo de relación condensa una gran información biológica como el crecimiento alométrico, cambios alimenticios y madurez gonádica, que afectan en conjunto al estado fisiológico del pez (Ricker, 1975).



FACTOR DE CONDICIÓN

La condición del pez es un reflejo de su estado fisiológico, resultado de las actividades biológicas de la especie. Para estudiar la condición del pez, se calculo el factor de condición simple (K) o también llamado índice ponderal (IP) (Rodríguez, 1992).

De acuerdo a la siguiente formula:

$$K = W/L^3 \quad \text{ó} \quad IP = W/L^3 \text{-----}4$$

Donde K = factor de condición

IP = índice Ponderal

W = peso eviscerado en gramos

L = longitud en mm.

Ricker (1958) propone utilizar L^b en lugar de L^3 donde "b" es la pendiente de la regresión peso-longitud. Medina (1980) le agrega por 100, quedando la fórmula como sigue:

$$K = (W/L^b) 100 \text{-----}5$$

ALIMENTACIÓN

Para el análisis de alimentación y hábitos alimenticios fueron examinados 158 ejemplares de *Scorpaena russula*, y 55 ejemplares de *Scorpaena sonorae*; se extrajo el estómago, para esto se corto desde el inicio del esófago hasta el final del intestino (Chiappa-Carrara y Gallardo-Cabello, 1993), el estómago se peso en una balanza analítica marca Sauter hasta una precisión mínima de 0.0001 gramos, se abrió el estómago por la mitad y se vació el contenido en una caja Petri, separando las presas de acuerdo a los grupos que pertenecen y con ayuda de literatura para este fin Brusca (1980), Rodríguez (1980), Hendrickx y Salgado (1991), Hendrickx y Estrada (1996), Hendrickx (1997), Kim y Lawrence (1988), Voss *et al.* (1998) y Young (1972), para el análisis cuantitativo de las presas, se descartaron los intestinos de los organismos con el objeto de reducir el error debido a las diferentes tasas de digestión del alimento (Hyslop, 1980), para la determinación de las presas del espectro trófico sobre la base del contenido estomacal, se utilizo el método gravimétrico (peso seco), numérico y frecuencia de ocurrencia, de acuerdo a Hyslop (1980), así como el índice de importancia relativa de Pinkas *et al.* (1971). El índice de importancia relativa, consiste en una interpretación de los tres métodos anteriores y pueden aportar una mejor evaluación de la preferencia alimenticia y sus relaciones tróficas. Este método es útil para interpretar la importancia relativa de algún alimento específico, constituido por elementos de tamaño homogéneo. El cálculo del índice (IRI) se realiza por la suma del porcentaje numérico y el porcentaje gravimétrico, multiplicados por el valor porcentual de la frecuencia, de acuerdo a la siguiente formula:

$$IRI = F(N+G) \text{-----}6$$

Donde IRI = índice de importancia relativa

F = porcentaje de frecuencia

N = porcentaje numérico



G = porcentaje gravimétrico

Para el análisis de frecuencia se obtiene del porcentaje de estómagos en el cual uno o más grupos pueden estar presentes.

$$F = (ne/Ne)100 \quad \text{-----}7$$

Donde F = porcentaje de frecuencia de un tipo de alimento
 ne = número de estómagos con un tipo de alimento
 Ne = total de estómagos llenos y analizados

El análisis numérico, es número de elementos de un tipo de alimento particular de todos los estómagos en que es encontrado y es expresado como un porcentaje de la suma de los elementos de todos los grupos tróficos, para estimar la abundancia relativa de aquella presa en la alimentación.

$$N = (nee/Nee)100 \quad \text{-----}8$$

Donde N = porcentaje numérico de un grupo trófico
 nee = suma de los elementos de un grupo en todos los estómagos
 Nee = suma de los elementos de todos los grupos tróficos en todos los estómagos

En el análisis gravimétrico, los resultados son expresados como el porcentaje del peso total del contenido estomacal de todos los estómagos analizados para cada grupo taxonómico.

$$G = (pe/Pe)100 \quad \text{-----}9$$

Donde G = peso en porcentaje de un grupo trófico en especial
 pe = suma del peso total de una presa en particular en todos los estómagos
 Pe = suma del peso total del contenido estomacal de todos los estómagos

El grado de llenado de los estómagos se realizó de acuerdo a Chiappa-Carrara y Gallardo-Cabello (1993), y las escalas empleadas fueron las siguientes (abreviando capacidad):

| | | |
|-----|-------------|---|
| I | Lleno | $\frac{3}{4} \leq \text{cap. Total}$ |
| II | Medio Lleno | $\frac{1}{2} < \text{cap. Total} < \frac{3}{4}$ |
| III | Medio vacío | $\frac{1}{4} < \text{cap. Total} < \frac{1}{2}$ |
| IV | Vacío | $\text{cap. Total} \leq \frac{1}{4}$ |

Para el análisis del grado de digestión del contenido estomacal, se aplicó el criterio de Carranza (1969) y que considera cuatro fases:

Fase 1. Material recién ingerido, la digestión aun no se inicia, los organismos se pueden identificar.

Fase 2. El proceso de digestión se ha iniciado pero no esta muy avanzado y el contenido puede ser estudiado fácilmente.

Fase 3. Digestión bastante avanzada pero aun se pueden reconocer los organismos aunque muchas de las estructuras han desaparecido.



Fase 4. Contenido estomacal muy digerido, irreconocible.

El índice de cantidad de alimento ingerido o índice de llenado, empleado por Pallaoro y Jardas (1991), expresan el peso del alimento en el estómago del pez con la formula:

$$Ica = (PCE/PT)100 \text{ -----}10$$

Donde Ica = índice de cantidad de alimento ingerido

PCE = peso del contenido estomacal

PT = peso total del pez

También se aplico el índice de diversidad de Shannon-Wiener en el contenido estomacal de las dos especies, tanto por estación climática como en general durante todo el estudio.

El índice de diversidad (ID) de Shannon-Wiener sirve como medida de la proporción relativa y numero de especies ocurrentes en una comunidad o "guild"; la diversidad de especies determina el incremento de cómo las especies están incluidas y como los individuos de cada especie están distribuidos uniformemente en toda la unidad del recurso. La formula del índice de diversidad fue de acuerdo a Krebs, 1985, y es la siguiente.

$$H = - \sum_{i=1}^S (p_i)(\log_2 p_i) \text{ -----}11$$

Donde H = índice de diversidad

p_i = proporción del total de la muestra que corresponde a la especie i

S = número de especies

\log_2 = logaritmo en base dos.

REPRODUCCIÓN

Para la parte de reproducción se utilizaron 159 individuos de *Scorpaena russula* y 70 individuos de *S. sonorae*. En general para muchos peces, no existen caracteres sexuales externos evidentes; por lo tanto es necesario proceder a una disección para reconocer el sexo. Una vez hecha la disección se extrajo el par de gónadas de cada ejemplar y de ambas especies, tomando en cuenta el tamaño y porcentaje que ocupaba en la cavidad abdominal, así como su color y forma. En las hembras maduras las gónadas son de gran tamaño y de forma de saco presentando una luz central. En los machos las gónadas son compactas. Una vez tomadas las observaciones se sometieron 38 individuos de *S. russula* y 18 individuos de *S. sonorae* a la técnica histológica de rutina (Estrada *et al.* 1982), modificada con alcohol amílico (Verdín *et al.* 1995). La técnica de tinción fue de Hematoxilina-Eosina para ovarios y testículo; y las laminillas fueron observadas al microscopio óptico marca Nikon para la descripción histológica. Las microfotografías fueron tomadas con un fotomicroscopio Labophot -2 Nikon PFK.

El estado de madurez gonádica, se determinó con la ayuda de la escala de Hilge (1977), para especies tropicales (tabla 2), con la escala de Gunderson *et al.* (1980), (tabla 3) aplicada a peces Scorpaenidos del genero *Sebastes*, y la escala de Echeverría (1987), que describe el desarrollo reproductivo a nivel celular y morfología externa de ovarios y testículos de las especies de *Sebastes* (tabla 4), integrando las escalas mencionadas y las observaciones hechas a las especies de estudio se formulo una nueva escala para determinar de madurez sexual y aplicársela a *Scorpaena russula* y *Scorpaena sonorae* (tabla 35).



La evaluación gonádica es usada como indicadora del estado fisiológico, de las características fenotípicas y/o caracterizar la fase reproductora, que al igual que cualquier otro organismo, están influenciados por el medio ambiente, la calidad y disponibilidad del alimento, etcétera (Rodríguez, 1992).

La época de reproducción se estimó como aquella donde se obtuvo el mayor porcentaje de hembras maduras (fase III) (Chavance *et al.* 1984), con respecto al total de hembras capturadas.

Para la talla de primer madurez, se tomo la talla a la que el 50 % de las hembras están maduras en plena época de reproducción.

La proporción sexual definida como la relación que existe entre el número de machos y de hembras en una población, se calculo por medio de la relación M:H (Chavance *et al.* 1984).

Tabla 2. Escala de madurez gonádica de Hilge (1977).

| Fase | Etapas de Madurez | Estado de desarrollo de los Ovocitos | Estado de desarrollo de las gónadas | Criterio para la etapa de madurez |
|------|-------------------|--|--|---|
| I | Juvenil | Ovogénesis desde la ovogonia a ovocito primario con folículo y zona radiada externa. | No desarrollada, definición de la gónada hasta el borde genital. | Gónadas de todas las etapas de desarrollo, células germinales transparentes |
| II | Madurando | Vitelogénesis | Elongación del ovario. | Ovocitos opacos |
| III | Maduros | Ovulación, diferenciación del plasma. | | Huevos maduros transparentes |
| IV | Desovados | Desarrollo de una nueva generación de ovocitos con vacuolas. | Floja, ovario encogido, regeneración. | Presencia de huevos residuales. |

Tabla 3. Escala de maduración gonádica del pez piedra del género *Sebastes* de Gunderson (1980).

| Hembras | |
|------------------------------------|---|
| Inmaduras | Ovario pequeño y traslucido o pequeño y amarillo. |
| Madurando | Ovario duro, huevos amarillentos y opacos. |
| Yema y clara (huevos fertilizados) | Ovario no duro, huevos amarillentos y traslúcidos. |
| Maduras (con embrión o larva) | Ovario no duro, huevos traslúcidos con punto negro o larvas visibles. |
| Gastada | Ovario grande y flácido con un rojizo púrpura o un color gris oscuro. |
| Sexualmente inactiva | Ovario duro, gris o rosa, algunos con manchas negras. |
| Machos | |
| Inmaduro | Testículos como cintas, traslúcidos. |
| Maduros | Testículos grandes y abultados, algo redondeados en sección transversal, blancos. |
| Copulación | La sección de los testículos frescos, produce flujo libre de esperma. Se puede ver la leche aplicándole presión en el cuerpo. Testículos divididos dentro de una capa interna ligera de color, con esperma y una capa externa más transparente vacía. |
| Sexualmente inactivo | Testículos como cinta, triangular en sección transversal, oscuro. La sección del testículo fresco no tiene flujo libre de esperma. |



Tabla 4. Escala del desarrollo reproductivo a nivel celular y morfología externa de ovarios y testículos de especies de *Sebastes* de Echeverría, 1987.

| Estado de la gónada | Morfología celular | Morfología externa |
|---------------------|---|--|
| Hembras | | |
| 1. Inmadura | Nido oogonial con oocitos < 0.14 mm. Pared ovárica (PO) 0.1 mm de grosor. | Pequeños y translúcidos color rosado. (PO) delgada |
| 2. Primer madurez | Oocitos < 0.2 mm no hay evidencias de reabsorción. | Huevos visibles color rosa. No hay pigmentación negra, (PO) delgada. |
| 3. Vitelogénesis | Oocitos maduros 0.2-0.5 mm de diámetro dentro del folículo. (PO) 0.3-0.4 mm de grosor. | Huevos amarillos a blancos, opacos como racimos de uva. (PO) gruesa. |
| 4. Fertilizado | Oocitos 0.9 mm desintegración de la yema, ovulación, fertilización. | Huevos claros y grandes, libres en la cavidad ovárica, pero envueltos en una red capilar. |
| 5. Vista de larvas | Desarrollo de larva dentro del corión con ojos pigmentados de negro y amarillo. | Grandes, suaves color gris, ovarios fácilmente fracturados y están llenos con huevos y fluido |
| 6. Desove | Oocitos 0.08-0.64 mm de diámetro. Reabsorción, oocitos atresicos y larvas residuales. (PO) 0.5-1 mm de grosor. | Flácidos, color púrpura a rojizo o grisáceo para larvas residuales. (PO) gruesa y dura. |
| 7. En reposo | Reabsorción y reorganización. Proliferación de nidos oogoniales. (PO) de 0.5-0.9 mm de grosor. | Firme, color gris a rosa. Diminutos puntos negros indican residuos de larvas (PO) gruesa, dura y sin huevos. |
| Machos | | |
| 1. Inmaduro | Células germinales, espermátogonia primaria y secundaria. | Pequeños como hilos, transparentes a blancos en la periferia. |
| 2. Primer madurez | Cistos de espermatozoides en todo el testículo. Ningún esperma residual en tubos o ductos. | Pequeños como cintas de color blanco. Ninguna evidencia de esperma en ductos centrales (translúcidos). |
| 3. Espermatogénesis | Cistos de espermatozoides grandes en todo el testículo con espermatozoo en el lumen. | De color blanco lácteo e hinchado, esperma en todo el testículo a lo largo de la sección transversal. |
| 4. Desove | Esperma en los ductos y lleno el lumen con espermatozoides. Acaba la espermatogénesis en la periferia. | Grandes, suaves y de color blanco. Flujo de esperma libre cuando se presiona. Centro del testículo blanco, la periferia translúcida. |
| 5. Reciente desove | Abundancia de células germinales en la periferia. Reabsorción de células espermáticas en los límites tubulares. | El centro es blanco en sección transversal con la periferia oscura y firme. |
| 6. En reposo | Reorganización de testículos. Hileras de células germinales en tubulos espermátogónicos. | Firme, compacto y vagamente triangular. Color oscuro gris / castaño. |



Descripción de las especies (Nelson, 1994).

Phylum: Chordata

Subphylum: Vertebrata

Superclase: Gnathostomata

Grado: Teleostomi

Clase: Actinopterygii

Subclase: Neopterygii

División: Teleosti

Subdivisión: Euteleostei

Superorden: Acanthopterygii

Series: Percomorpha

Orden: Scorpaeniformes

Familia: Scorpaenidae

Genero: *Scorpaena* Linnaeus, 1758.

: *Scorpaena russula* Jordan y Bollman, 1889.

: *Scorpaena sonorae* Jenkins y Everman, 1888.

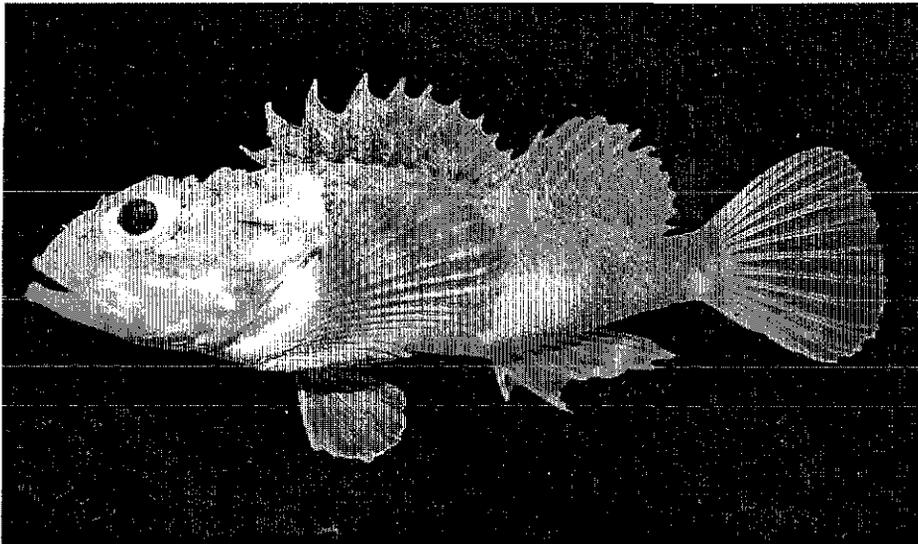


Figura 6. *Scorpaena russula*

Scorpaena russula Jordan y Bollman, 1889 fue descrita por primera vez originalmente en las costas del Pacífico de Colombia *Proc. U.S. Nat. Mus.* XII, 1889, 165. Pacific coast of Colombia. Nombre común: Pez escorpión rojo.

Descripción: cuerpo robusto; profundidad de 3 a 4; cabeza de 2.1 a 2.6; ojo, de 3.2 a 4.6; espacio interorbital no muy delgado, cóncavo, de 8.3 a 10.2; foseta occipital poco aparente, sólo como una depresión cuadrada, espinas preorbitales prominentes y dirigidas hacia delante, quilla suborbital bien marcada, con tres espinas, dos posteriores y una bajo la pupila; espina supraocular menos fuerte que la postocular y la frontal; preopérculo con cuatro espinas, la más grande con una pequeñita por debajo; hocico de 4.4 a 5.8; boca grande, el maxilar, de 2 a 2.7; espinas nasales cortas; branquiespinas cortas y gruesas de cinco a seis bien desarrolladas; escamas pequeñas cicloides, de 44 a 46 en una serie longitudinal; sin tentáculos ni prolongaciones membranosas en el cuerpo. Aletas dorsales



de la misma altura; anal similar; caudal truncada; las ventrales llegan al ano; pectorales largas, de 1.4 a 1.6 en la cabeza; rayos inferiores y superiores simples, los seis siguientes ramificados. D XII,9-10; A III, 5; pectoral 21.

Color: mitad superior del cuerpo y cabeza cafés, porción inferior blanca con rojo intenso, sobre todo en la cabeza y una mancha por debajo del ojo. Aleta dorsal del mismo color, parte blanda roja, con una mancha negra; caudal con dos bandas verticales oscuras, anal, ventrales y pectorales rojas con los extremos negros.

Tallas reportadas: máxima de 120 mm de longitud total en Guaymas. En este trabajo se encontró tallas de hasta 142 mm de longitud total.

Su distribución geográfica: desde el Golfo de California hasta el norte de Perú.

Biología y hábitos: Frecuente en fondos blandos de arena y fango, especialmente en áreas someras como bahías, ensenadas, bocas de lagunas costeras y desembocadura de ríos; donde ingresa posiblemente para protegerse y alimentarse de invertebrados bénticos y pequeños peces.



Figura 7. *Scorpaena sonorae*

Scorpaena sonorae: Jenkins y Everman, 1888. Nombre común: Pez escorpión de sonora.

Descripción:

Cuerpo oblongo, débilmente comprimido, profundidad, de 3.1 a 3.5; perfil arqueado por delante del origen de la aleta dorsal; cabeza grande, de 2.2 a 2.5; ojo de 3 a 3.4; interorbital delgado, de 1 a 1.3; foseta occipital imperceptible, apenas visible; espinas preorbitales y supraoculares pequeñas, postoculares aparentes, frontales y parietales pequeñas; quilla suborbital con tres pequeñas espinas, casi alineadas con la mayor espina del preopérculo, y otra menor pero aparente por debajo de ésta; opérculo con dos fuertes quillas. Hocico, de 4.7 a 6.6; boca grande y oblicua, el maxilar triangular, llega al margen posterior de la pupila, de 2.5 a 2.7; escamas cicloides de 43 a 46 en una serie, sin tentáculos ni prolongaciones; aleta dorsal espinosa más baja que la blanda; ésta es similar a la anal; caudal casi redonda; ventrales cortas; pectorales grandes, de 1.2 a 1.5 en la cabeza. D XII,10; A III,5.

Color: dorso oscuro y pálido el vientre, costado superior de la cabeza y cuerpo rojizo, con algunas partes más oscuras; dorsal espinosa con una serie de manchas en las membranas y sobre las espinas, parte radiosa con una mancha negra más grande que la pupila y caudal con partes ligeramente oscuras sobre los radios; aletas pares y anal pálidas, la aleta pectoral con dos barras oscuras y la axila pálida.

Tallas reportadas: máxima de 180 mm.



Distribución geográfica: del Golfo de California (isla Santa Margarita y Bahía Concepción), San Felipe, Guaymas hasta el sur de Sinaloa.

Biología y hábitos: se localiza sobre fondos blandos, generalmente en arenas, a poca profundidad. Se alimenta de pequeños invertebrados del bentos.

RESULTADOS

DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA

En todos los cruceros el área de barrido aproximado es de 14,569 m², con duración de 30 minutos para cada una de las estaciones.

La distribución latitudinal de *Scorpaena russula*, en el estado de Nayarit, se observa un grupo de estaciones, entre los 21° y 22°4' de latitud norte y 106° a 106°50' de longitud (figura 3 y 9); un segundo grupo de estaciones entre los 16°20' y 17°40' de latitud norte y entre 101° y 102°50' de longitud, correspondientes a Michoacán y Guerrero (figuras 4, 5 y 9); no obstante el mayor número de ejemplares corresponde a Michoacán y Guerrero con 35 y 24 ejemplares capturados respectivamente. Sin embargo en biomasa, Guerrero registró la mayor cantidad (figura 9) con un poco más de 0.8 kilogramos. Es preciso aclarar que aunque *S. russula* se registra por literatura en el Golfo de California hasta el norte de Perú, se registró un ejemplar durante los cruceros, en el Golfo de California.

En cuanto a profundidad, en las capturas se establecieron tres niveles aproximados de 20, 50 y 100 metros; *S. russula* se encontró distribuida en los tres niveles, desde los 15 metros que fue la estación más somera, hasta casi los 100 metros, sin embargo su mayor abundancia se registró a los 44 y 74 metros de profundidad (figura 8).

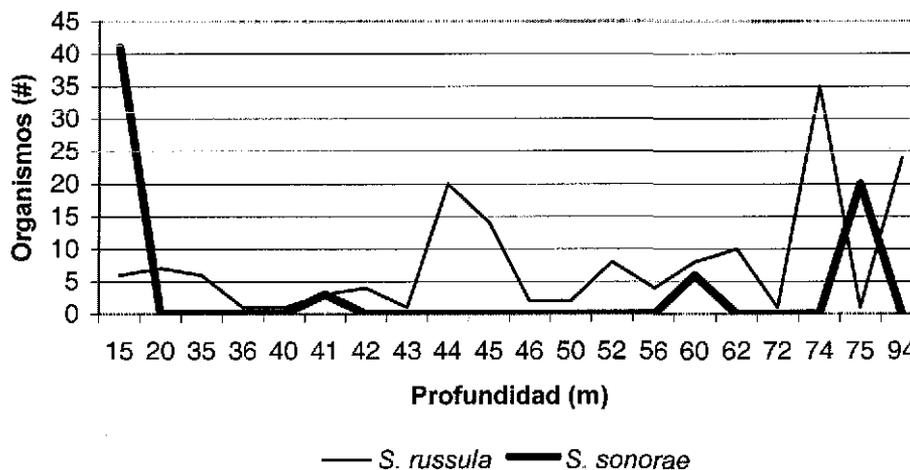


Figura 8. Distribución batimétrica de ambas especies.

La distribución de *S. sonorae*, es restringida para California. De acuerdo a la figura 2. las capturas realizadas durante los cruceros, se registró *S. sonorae* en un área determinada, cercano a los 27 grados de latitud norte y casi los 112 grados de longitud, en la figura 2 se observan las estaciones donde fueron capturados y la estación que se encuentra separada de las otras estaciones, corresponde al ejemplar de *S. russula* capturado dentro del Golfo de California.



Distribución geográfica: del Golfo de California (isla Santa Margarita y Bahía Concepción), San Felipe, Guaymas hasta el sur de Sinaloa.

Biología y hábitos: se localiza sobre fondos blandos, generalmente en arenas, a poca profundidad. Se alimenta de pequeños invertebrados del bentos.

RESULTADOS

DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA

En todos los cruceros el área de barrido aproximado es de 14,569 m², con duración de 30 minutos para cada una de las estaciones.

La distribución latitudinal de *Scorpaena russula*, en el estado de Nayarit, se observa un grupo de estaciones, entre los 21° y 22°4' de latitud norte y 106° a 106°50' de longitud (figura 3 y 9); un segundo grupo de estaciones entre los 16°20' y 17°40' de latitud norte y entre 101° y 102°50' de longitud, correspondientes a Michoacán y Guerrero (figuras 4, 5 y 9); no obstante el mayor número de ejemplares corresponde a Michoacán y Guerrero con 35 y 24 ejemplares capturados respectivamente. Sin embargo en biomasa, Guerrero registró la mayor cantidad (figura 9) con un poco más de 0.8 kilogramos. Es preciso aclarar que aunque *S. russula* se registra por literatura en el Golfo de California hasta el norte de Perú, se registró un ejemplar durante los cruceros, en el Golfo de California.

En cuanto a profundidad, en las capturas se establecieron tres niveles aproximados de 20, 50 y 100 metros; *S. russula* se encontró distribuida en los tres niveles, desde los 15 metros que fue la estación más somera, hasta casi los 100 metros, sin embargo su mayor abundancia se registró a los 44 y 74 metros de profundidad (figura 8).

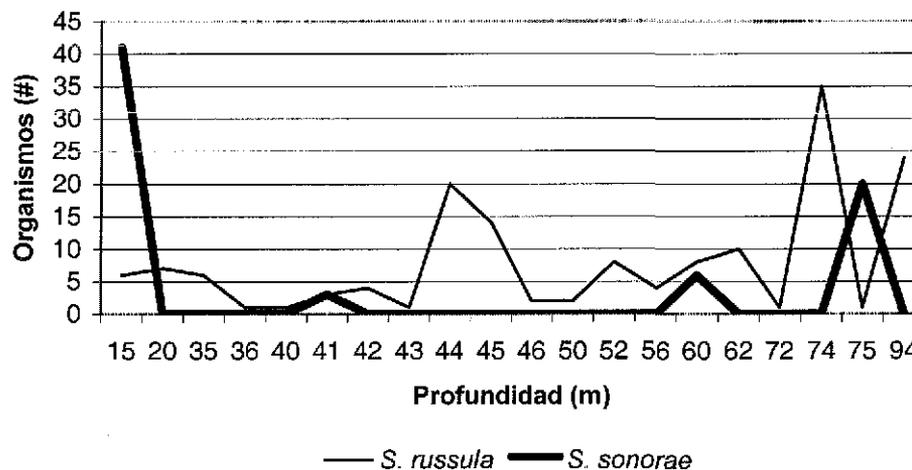


Figura 8. Distribución batimétrica de ambas especies.

La distribución de *S. sonorae*, es restringida para California. De acuerdo a la figura 2. las capturas realizadas durante los cruceros, se registró *S. sonorae* en un área determinada, cercano a los 27 grados de latitud norte y casi los 112 grados de longitud, en la figura 2 se observan las estaciones donde fueron capturados y la estación que se encuentra separada de las otras estaciones, corresponde al ejemplar de *S. russula* capturado dentro del Golfo de California.



Con respecto a la profundidad, *S. sonorae* se registró desde los 15 metros hasta los 75 metros de profundidad, sin embargo el mayor número de ejemplares se registró a los 15 y 75 metros de profundidad con 41 y 20 ejemplares respectivamente (figura 8).

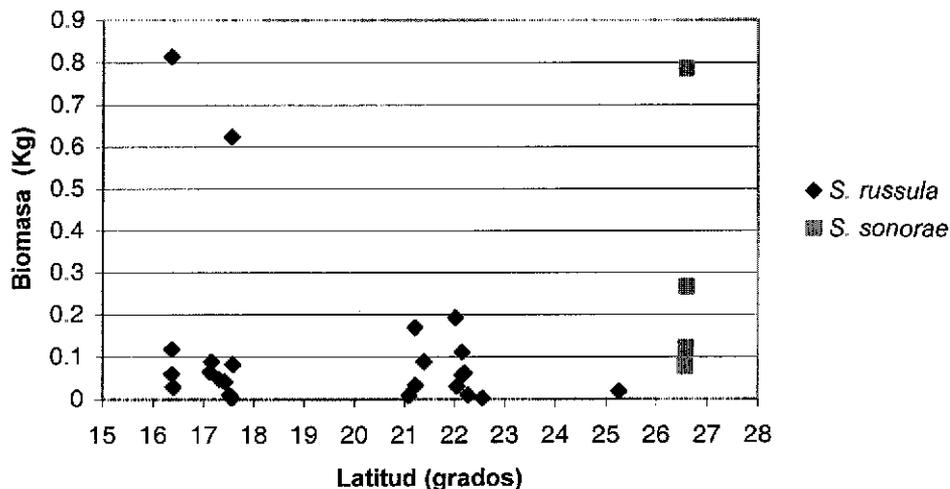


Figura 9. Distribución de biomasa en forma latitudinal para ambas especies de Scorpaenidos.

Aunque *S. sonorae* se registró en cuatro estaciones, solo en una alcanza hasta 41 ejemplares, así mismo tiene registrada en la misma estación la mayor biomasa que corresponde cerca de 0.8 kilogramos (figura 9).

Se separó también la distribución de acuerdo a tallas, para *S. russula* se capturaron más ejemplares, representadas desde la talla más chica, hasta las más grandes (45 hasta 142 mm de longitud total) a profundidades a partir de los 41 a 70 metros de profundidad, sin embargo, es la que más estaciones de muestreo registró (tabla 5).

S. sonorae, se localizó en los tres niveles de profundidad, pero solo se registraron a partir de tallas desde los 76 hasta los 144 milímetros de longitud total; aunque son pocas las estaciones de muestreo, en los tres niveles de profundidad, dos de ellas presentaron registros altos de individuos, una con 20 y otra con 41 individuos (tabla 5).

La distribución de la biomasa con respecto a la profundidad, en *S. russula* se registró el mayor porcentaje de biomasa a profundidades de 94 metros (figura 10); mientras que para *S. sonorae* registró mayor porcentaje de biomasa en aguas someras a los 15 metros de profundidad, notablemente en la figura 10 se observa que más del 50% en biomasa se localizó a los 15 metros de *S. sonorae*.



Tabla 5. Distribución batimétrica por tallas y por cantidad de estaciones.

| <i>Scorpaena russula</i> | | | |
|--------------------------|----------------|----------------|-------------------------------|
| Profundidad (m) | Estaciones (#) | Individuos (#) | Intervalo de tallas L.T. (mm) |
| 15 – 40 | 7 | 21 | 64 – 150 |
| 41 – 70 | 13 | 76 | 45 – 142 |
| 71 – 100 | 4 | 61 | 55 – 139 |
| <i>Scorpaena sonorae</i> | | | |
| 15 – 40 | 1 | 41 | 76 – 144 |
| 41 – 70 | 2 | 9 | 91 – 141 |
| 71 – 100 | 1 | 20 | 86 – 133 |

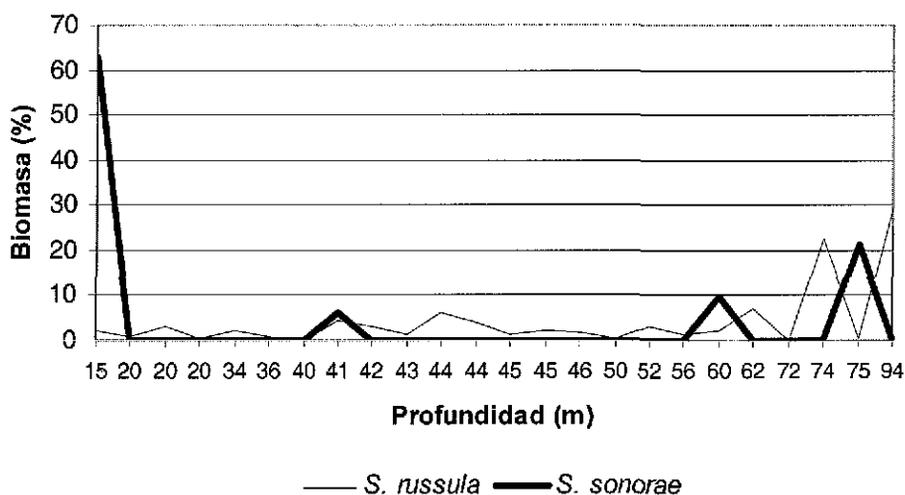


Figura 10. Distribución porcentual de la biomasa para ambas especies.

También se estimó distribución y abundancia de ambas especies para cada estación climática, de acuerdo a la cantidad de cruceros, así como su talla mínima y máxima. La cantidad de ejemplares no varía mucho en primavera, verano e invierno para *S. russula*, e igualmente tiene representadas casi las mismas tallas; primavera presentó la mayor biomasa, aunque también es la estación climática que más cantidad de estaciones de muestreo presentó, a diferencia de verano que es el segundo valor más alto y tan solo con una estación de muestreo. Esto nos da una idea de que en verano la abundancia es mayor que en las otras estaciones climáticas, encontrándose todas las tallas durante todo el año (tabla 6).

En primavera *Scorpaena sonorae* presentó mayor biomasa, así como el valor más alto de ejemplares (tabla 6), en tan solo una estación de muestreo, el cual registró 41 ejemplares, y solo se capturaron tallas medianas y grandes. Para esta especie, se registró en primavera y otoño; en verano e invierno no se capturó.



Tabla 6. Distribución y abundancia de ambas especies para cada estación climática.

| Estación Climática | Especie <i>S.russula</i> | Frecuencia (%) | Biomasa (Kg.) | Cruceros (#) | Talla mín. (mm) | Talla máx. (mm) |
|--------------------------|--------------------------|----------------|---------------|--------------|-----------------|-----------------|
| Primavera | 42 | 26.41 | 1.1093 | 3 | 55 | 142 |
| Verano | 42 | 26.41 | 0.7148 | 1 | 54 | 139 |
| Otoño | 34 | 21.38 | 0.452 | 2 | 45 | 131 |
| Invierno | 41 | 25.78 | 0.49 | 2 | 64 | 105 |
| <i>S. sonorae</i> | | | | | | |
| Primavera | 41 | 58.57 | 0.786 | 1 | 76 | 144 |
| Otoño | 29 | 41.42 | 0.463 | 2 | 86 | 141 |

El área de barrido vario en cada zona, y dependió de la cantidad de estaciones que se muestreo en cada entidad; los datos se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 7. Área de barrido pertenecientes a cada estado en que se muestreo.

| Zona | Estaciones (#) | Área de barrido (m ²) | Ejemplares (#) |
|---------------------|----------------|-----------------------------------|----------------|
| Nayarit | 11 | 160 259 | 68 |
| Guerrero | 10 | 145 690 | 50 |
| Michoacán | 3 | 43 707 | 40 |
| Baja California Sur | 5 | 72 845 | 70 + 1* |

*Pertenece a *S. russula* capturado en la zona del Golfo de California.

Tabla 8. Promedios e intervalos de los datos ambientales para el área de estudio.

| Promedios | Temperatura (°C) | Profundidad (m) | Salinidad (‰) | Oxígeno (ml/l) |
|------------|------------------|-----------------|---------------|----------------|
| B. C. S. | 26.32 | 35.4 | 24.22 | 3.17 |
| Nayarit | 22.21 | 52.6 | 34.6 | 2.52 |
| Guerrero | 23.16 | 56 | 34.44 | 2.26 |
| Michoacán | 27.22 | 59.9 | 34.26 | 3.13 |
| Intervalos | Temperatura (°C) | Profundidad (m) | Salinidad (‰) | Oxígeno (ml/l) |
| B. C. S. | 24.2 - 30.4 | 11 - 102 | 10.6 - 35.3 | 1 - 4.9 |
| Nayarit | 13.9 - 30.25 | 13 - 148 | 33.71 - 35.56 | 0.13 - 5.85 |
| Guerrero | 13.96 - 29.5 | 10 - 112 | 33.43 - 35.48 | 0 - 5.04 |
| Michoacán | 21.3 - 29.3 | 16 - 107 | 33.45 - 35.47 | 0.92 - 5.1 |

Se utilizaron los datos ambientales registrados en el área de estudio (tabla 8).

También se dan los valores ambientales durante los cruceros, con sus mínimos y máximos para ambas especies, de acuerdo a la tabla 9, así como los datos específicos de cada estación de muestreo (tabla 10 y 11) para cada crucero.

Tabla 9. Valores ambientales de los cruceros con mínimos y máximos en ambas especies.

| | Temperatura (°C) | Estado | Salinidad (‰) | Estado | Oxígeno (ml/l) | Estado |
|-------------------|------------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|
| <i>S. russula</i> | 14.8 | Guerrero | 33.4 | Guerrero | 0.29 | Guerrero |
| | 29.8 | Nayarit | 35.1 | Nayarit | 4.6 | Guerrero |
| <i>S. sonorae</i> | 24.2 | G. California | 32.2 | G. California | 1.3 | G. California |
| | 25.2 | G. California | 35.3 | G. California | 4.9 | G. California |

Tabla 10. Registro de los datos ambientales en los diferentes cruceros para *Scorpaena russula*.

| Estaciones | Crucero | Latitud norte | Longitud oeste | Fecha d/m/a | Hora hrs. | Profundidad m | Temperatura °C | Salinidad ‰ | Oxígeno ml/l | Sedimento |
|------------|---------|------------------|-------------------|----------------|--------------|------------------|-------------------|----------------|-----------------|----------------|
| II-A1 | 1 | 21°21'36" | 105°25'18" | 09/02/82 | 17:17 | 44 | 18.9 | 34.37 | 0.78 | arena |
| VIII-A3 | 1 | 22°05'18" | 105°55'18" | 08/02/82 | 10:46 | 45 | 19.1 | 34.31 | 3.3 | limo-arcilloso |
| XI-A4 | 1 | 22°14'42" | 105°56'42" | 07/02/82 | 14:25 | 45 | 17.3 | 34.39 | 1.2 | limo-arcilloso |
| XI-A4 | 3 | 22°15'12" | 105°57'42" | 07/01/83 | 16:01 | 44 | 23.1 | 34.1 | 3.3 | limo-arcilloso |
| II-A1 | 4 | 22°55'00" | 106°19'00" | 26/05/83 | 07:43 | 72 | 16.9 | 35.1 | 1.9 | limo-arcilloso |
| VII-A3 | 5 | 22°26'00" | 105°47'00" | 04/10/84 | 16:00 | 20 | 29.7 | 34.19 | 2.4 | arena-limoso |
| IX-A3 | 5 | 22°19'00" | 106°06'00" | 05/10/84 | 09:15 | 60 | 22 | 34.42 | 1.8 | arena |
| XII-A14 | 5 | 22°02'00" | 106°07'00" | 04/10/84 | 11:50 | 62 | 22.1 | 34.37 | 2.1 | arena-limoso |
| XIV-A5 | 5 | 21°39'00" | 105°42'00" | 03/10/84 | 15:35 | 52 | 26.5 | 34.53 | 2.2 | arena-limoso |
| XIX-A5 | 5 | 21°22'00" | 105°27'00" | 03/10/84 | 07:20 | 56 | 19.5 | 34.54 | 1.1 | limo-arcilloso |
| II-A1 | 7 | 21°09'47" | 105°21'08" | 14/08/89 | 03:00 | 50 | | | | arcilloso |
| IV-B2 | 2 | 16°37'18" | 99°17'12" | 16/04/82 | 09:09 | 15 | 24.3 | 34.4 | 3.2 | arena |
| V-B2 | 2 | 16°36'54" | 99°16'36" | 16/04/82 | 13:20 | 41 | 24.4 | 34.32 | 2.92 | arena |
| VI-B2 | 2 | 16°35'12" | 99°16'12" | 16/04/82 | 17:01 | 94 | 14.7 | 34.86 | 0.29 | limo-arenoso |
| XXVI-B9 | 2 | 17°42'00" | 101°42'36" | 22/04/82 | 18:55 | 43 | 20.8 | 34.51 | 1.36 | arena-limoso |
| I-B3 | 3 | 17°15'07" | 101°04'05" | 13/01/83 | 06:57 | 20 | 27.5 | 33.52 | 3.22 | arena |
| VII-B5 | 3 | 27°59'27" | 99°34'00" | 16/01/83 | 19:07 | 20 | 27.8 | 33.43 | 3.4 | limo-arenoso |
| II-B2 | 6 | 17°30'00" | 101°25'00" | 16/09/85 | 20:30 | 46 | 26.7 | 35.01 | 4.6 | |
| II-B5 | 8 | 17°52'05" | 101°52'35" | 21/04/98 | 02:29 | 75 | | | | |
| I-B3 | 8 | 17°12'59" | 100°56'50" | 20/04/98 | 05:26 | 35 | 24.22 | 34.3 | 1.52 | |
| X-C4 | 3 | 17°56'18" | 102°20'00" | 12/01/83 | 10:46 | 40 | 28 | | | |
| II-C2 | 7 | 17°59'32" | 102°28'18" | 12/08/89 | 10:55 | 42 | | | | |
| II-C3 | 7 | 17°55'56" | 102°24'46" | 12/08/89 | 12:43 | 74 | | | | |
| Cal 02 | 6 | 25°26'08" | 109°16'02" | 26/09/85 | 07:34 | 36 | | | | |

Correspondencias: A corresponde a la zona de Nayarit.

B corresponde a la zona de Guerrero

C corresponde a la zona de Michoacán

Cal corresponde a la zona del Golfo de California



Tabla 11. Registro de los datos ambientales en los diferentes cruceros para *Scorpaena sonorae*

| Estaciones | Crucero | Latitud norte | Longitud oeste | Fecha d/m/a | Hora hrs. | Profundidad m | Temperatura °C | Salinidad ‰ | Oxígeno ml/l |
|------------|---------|------------------|-------------------|----------------|--------------|------------------|-------------------|----------------|-----------------|
| Cal-03 | 4 | 26°59'00" | 111°55'08" | 29/05/83 | 17:47 | 15 | 25.2 | 35.3 | 4.9 |
| Cal-03 | 5 | 26°58'03" | 111°54'06" | 22/09/84 | 08:01 | 60 | 24.2 | 32.2 | 1.3 |
| Cal-08 | 6 | 26°57'04" | 111°57'08" | 28/09/85 | 09:46 | 41 | | | |
| Cal-09 | 6 | 26°59'00" | 111°51'08" | 29/09/85 | 12:33 | 75 | | | |

Correspondencia: Cal corresponde al Golfo de California



Para *Scorpaena russula* la temperatura más baja se registró en Guerrero durante la primavera con 14.8 °C y su máximo fue de 29.7 °C en el estado de Nayarit durante otoño, para la salinidad el valor mínimo fue de 33.4 ‰ en Guerrero, mientras que el máximo fue de 35.1 ‰ en Nayarit, aunque ambos estados tienen numerosos sistemas lagunares, el valor de Guerrero se registró en invierno, cuando las lluvias disminuyen y estos sistemas lagunares aportan muy poca agua al mar, mientras que para los valores registrados en Nayarit fueron tomados a mediados de primavera, para el oxígeno, el valor mínimo fue de 0.29 en primavera, durante el segundo crucero y el máximo fue de 4.6 en otoño y durante el sexto crucero, ambos valores se registraron en Guerrero.

Para *Scorpaena sonorae* la temperatura más baja fue de 24.2 °C y la más alta fue de 25.2 °C, aunque esta zona presenta marcadas fluctuaciones en el clima, la diferencia es tan solo de un grado de temperatura, el valor más bajo se registró a los 60 metros de profundidad y el valor más alto a los 15 metros, donde las capas superficiales son más cálidas que las profundas; la salinidad más baja fue de 32.2 ‰, mientras que la más alta fue 35.3 ‰, el valor más bajo corresponde a otoño, y la más alta a primavera, en esta última estación climática el calor en el ambiente es más fuerte que en otoño, lo cual se explica la alta salinidad; y el oxígeno tuvo su valor más bajo de 1.3 ml/l a los 60 metros de profundidad y el más alto de 4.9 a los 15 metros.

A los datos ambientales registrados en los muestreos (tablas 10 y 11) se les aplicó un estadístico descriptivo, además (prueba de homogeneidad de varianzas, t de Student y gráficos de cajas y alambres) para conocer si existían diferencias en los parámetros ambientales de las dos especies (tabla 12). Y efectivamente sí se encontraron diferencias en estos parámetros ambientales de ambas especies.

En las pruebas estadísticas, la prueba de Fisher, se rechaza H_0 en todos los parámetros y resultan las varianzas desiguales, lo cual se le aplica la prueba de t de Student para varianzas desiguales, en la cual también se rechaza H_0 . De igual forma se presenta en las figuras 11 a 14.

Tabla 12. Datos estadísticos de los parámetros ambientales.

| Estadístico | <i>Scorpaena russula</i> | | | |
|------------------|--------------------------|---------------------|------------------|-------------------|
| | Profundidad (m) | Temperatura (°C) | Salinidad (‰) | Oxígeno (ml/l) |
| Media | 47.12 | 22.81 | 34.34 | 2.33 |
| Varianza | 368.89 | 18.50 | 0.17 | 1.30 |
| D.S. | 19.20 | 4.30 | 0.42 | 1.14 |
| C.V. | 40.75 | 18.85 | 1.23 | 48.99 |
| N | 24 | 19 | 19 | 19 |
| Estadístico | <i>Scorpaena sonorae</i> | | | |
| | Profundidad (m) | Temperatura (°C) | Salinidad (‰) | Oxígeno (ml/l) |
| Media | 47.75 | 24.7 | 33.75 | 3.1 |
| Varianza | 670.25 | 0.5 | 4.80 | 6.48 |
| D.S. | 25.88 | 0.70 | 2.19 | 2.54 |
| C.V. | 54.21 | 2.86 | 6.49 | 82.11 |
| N | 4 | 2 | 2 | 2 |
| Prueba de Fisher | 0.34 | 0.25 | 0.0001 | 0.07 |
| Prueba de t | 0.95 | 0.55 | 0.23 | 0.42 |

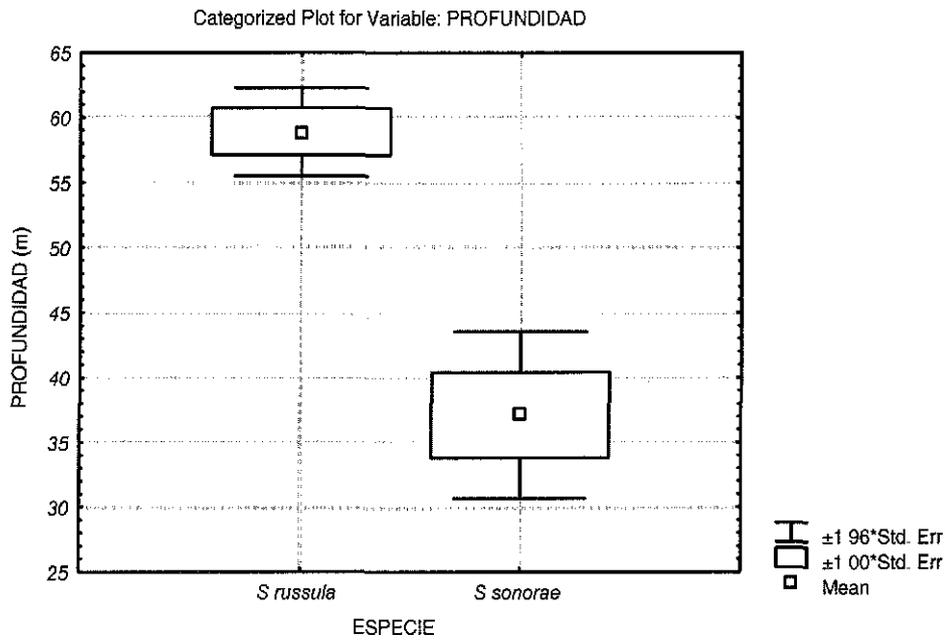


Figura 11. Comportamiento del parámetro de profundidad para ambas especies.

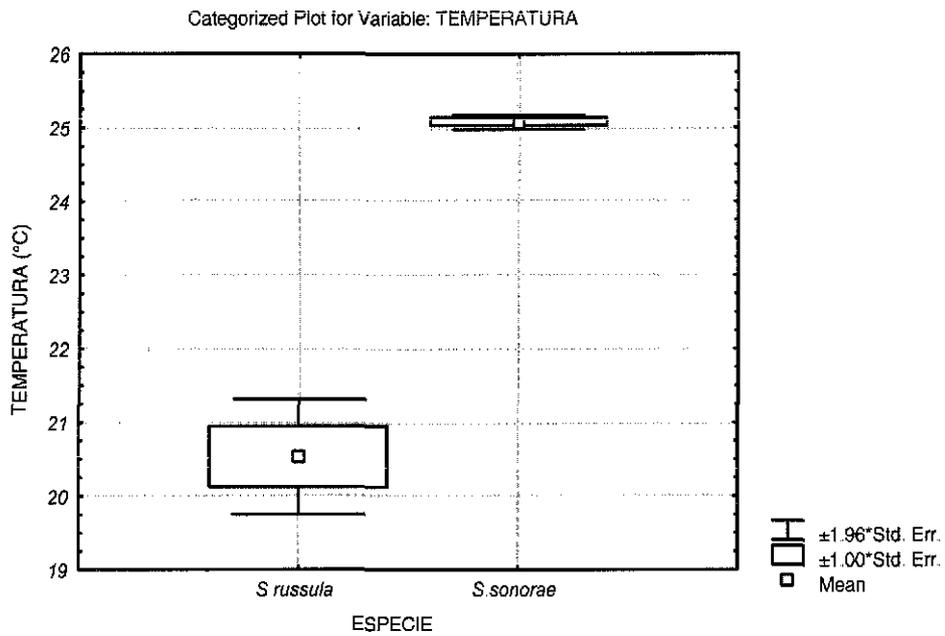


Figura 12. Comportamiento del parámetro temperatura de ambas especies.

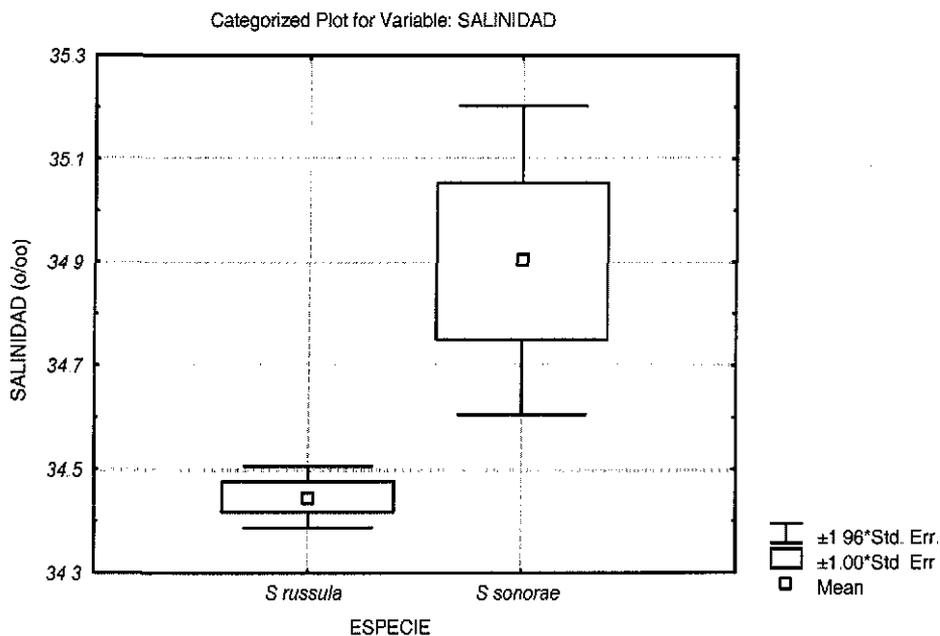


Figura 13. Comportamiento del parámetro salinidad de ambas especies.

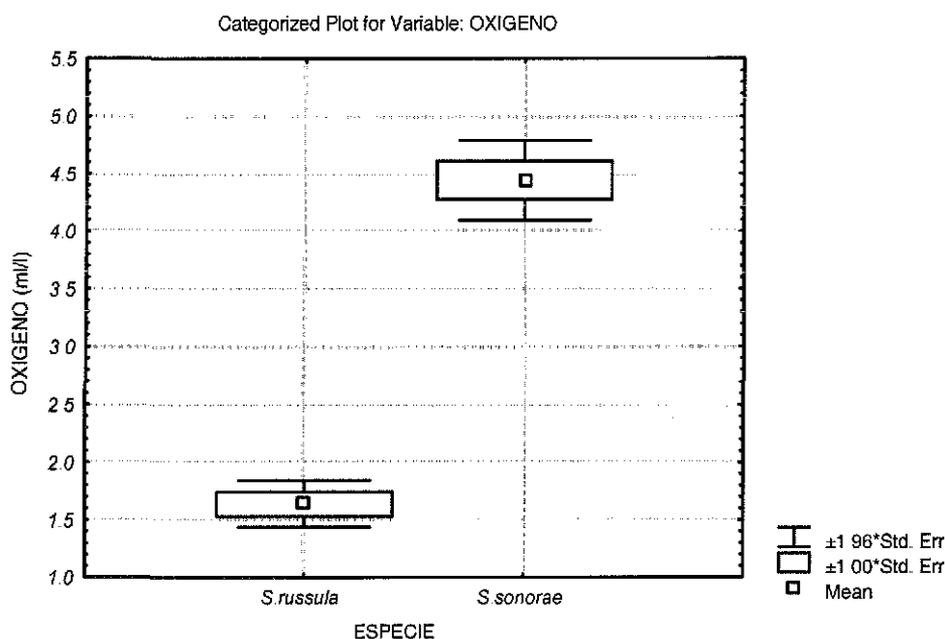


Figura 14. Comportamiento del parámetro oxígeno para ambas especies.

Para el parámetro de profundidad, en *S. russula* tiene mayor intervalo de profundidad y la desviación estándar es menor que la de *S. sonoreae*, al igual que su varianza; para la temperatura de igual forma es mayor el intervalo de los valores en *S. russula* que en *S. sonoreae* aunque la desviación estándar es menor en ésta última especie, en la salinidad el intervalo de éste parámetro es mayor en *S. sonoreae*, pero también tiene una mayor valor de



desviación estándar y de varianza que *S. russula*; por último el parámetro de oxígeno tiene mayor intervalo *S. russula* y menor valor de desviación estándar que *S. sonorae*.

MARCAS DE CRECIMIENTO

Las tallas registradas de *Scorpaena russula* en los diferentes cruceros se muestran en la tabla 13, y los de *S. sonorae* en la tabla 14.

Ambas especies presentan escamas cicloideas, siendo las de *S. sonorae* ligeramente mayores que las de *S. russula*, Las escamas son casi redondas y con radios evidentes, variando la cantidad de éstas con la longitud del pez.

Tabla 13. Intervalos de talla (longitud total) de *Scorpaena russula* en los diferentes cruceros que se muestreo.

| Intervalo de talla (mm) | Atlas 1 Invierno 1982 | Atlas 2 Primavera 1982 | Atlas 3 Invierno 1983 | Capecal 1 Primavera 1983 | Capecal 2 Otoño 1983 | Propez 1 Otoño 1985 | Propez 3 Verano 1989 | Propez 4 Primavera 1998 | Total |
|-------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------|
| 45 - 48 | - | - | - | - | 1 | - | - | - | 1 |
| 48 - 51 | - | - | - | - | - | - | - | - | 0 |
| 51 - 54 | - | - | - | - | - | - | 1 | - | 1 |
| 54 - 57 | - | - | - | 1 | 1 | - | - | - | 2 |
| 57 - 60 | - | - | - | - | 2 | - | - | - | 2 |
| 60 - 63 | - | 1 | - | - | 1 | - | - | - | 2 |
| 63 - 66 | 2 | - | 1 | - | 2 | - | 1 | - | 6 |
| 66 - 69 | 1 | - | 1 | - | 1 | - | - | - | 3 |
| 69 - 72 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | 3 |
| 72 - 75 | 5 | - | - | - | 1 | - | - | - | 6 |
| 75 - 78 | 2 | 1 | - | - | - | - | - | 1 | 4 |
| 78 - 81 | 2 | 2 | - | - | 2 | - | - | 2 | 8 |
| 81 - 84 | - | 1 | - | - | 1 | - | 2 | 1 | 5 |
| 84 - 87 | 3 | - | - | - | 1 | - | - | - | 4 |
| 87 - 90 | 2 | - | - | - | - | - | 1 | 1 | 4 |
| 90 - 93 | 1 | - | - | - | 1 | - | 2 | - | 4 |
| 93 - 96 | 5 | 1 | 1 | - | 1 | - | 2 | - | 10 |
| 96 - 99 | 2 | 1 | - | - | 1 | - | 3 | - | 7 |
| 99 - 102 | 1 | 1 | 1 | - | 2 | - | 2 | - | 7 |
| 102-105 | 1 | - | - | - | - | - | 5 | 1 | 7 |
| 105-108 | - | 1 | - | - | 2 | 1 | 5 | 1 | 10 |
| 108-111 | - | 1 | 1 | - | - | - | 4 | - | 6 |
| 111-114 | - | - | - | - | 2 | 1 | 2 | - | 5 |
| 114-117 | - | 2 | - | - | 4 | - | 2 | - | 8 |
| 117-120 | - | 4 | 1 | - | 3 | - | 4 | - | 12 |
| 120-123 | - | 2 | - | - | - | 1 | 3 | - | 6 |
| 123-126 | - | 3 | 1 | - | 1 | - | 2 | - | 7 |
| 126-129 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | 2 |
| 129-132 | - | 2 | 1 | - | 1 | - | - | - | 4 |
| 132-135 | - | 4 | 1 | - | - | - | - | - | 5 |
| 135-138 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | 2 |
| 138-141 | - | 1 | - | - | - | - | 1 | - | 2 |
| 141-144 | - | 2 | 1 | - | - | - | - | - | 3 |
| 144-147 | - | - | - | - | - | - | - | - | 0 |
| 147-150 | - | - | 1 | - | - | - | - | - | 1 |
| Total | 30 | 34 | 11 | 1 | 31 | 3 | 42 | 7 | 159 |

La identificación de las escamas implicó el reconocimiento de las marcas de crecimiento rápido y de crecimiento lento, dicho de otra forma, las marcas opacas y marcas hialinas



(figura 18). En las escamas de ambos scorpaenidos se presentaban radios bien marcados, siendo más notorios en *S. russula*. Se facilitó la identificación de las marcas, observándose en un proyector de diapositivas. El foco de las escamas fue siempre fácilmente identificable, a excepción de las escamas regeneradas, que fueron relativamente frecuentes.

Tabla 14. Intervalos de talla (longitud total) de *Scorpaena sonorae* en los diferentes cruceros que se muestreo.

| Intervalo de talla (mm) | Capecal 1 primavera 1983 | Capecal 2 otoño 1983 | Propez 1 otoño 1985 | Total |
|-------------------------|--------------------------|----------------------|---------------------|-------|
| 76 - 79 | 1 | - | - | 1 |
| 79 - 82 | - | - | - | 0 |
| 82 - 85 | - | - | - | 0 |
| 85 - 88 | 3 | - | 1 | 4 |
| 88 - 91 | 4 | 1 | 1 | 6 |
| 91 - 94 | 4 | - | 3 | 7 |
| 94 - 97 | 2 | - | 1 | 3 |
| 97 - 100 | 3 | 1 | 3 | 7 |
| 100 - 103 | - | - | 2 | 2 |
| 103 - 106 | 2 | 1 | 2 | 5 |
| 106 - 109 | 2 | - | 1 | 3 |
| 109 - 112 | - | - | 2 | 2 |
| 112 - 115 | 3 | - | 2 | 5 |
| 115 - 118 | 4 | 1 | - | 5 |
| 118 - 121 | 2 | - | 1 | 3 |
| 121 - 124 | 1 | - | 1 | 2 |
| 124 - 127 | 2 | - | 1 | 3 |
| 127 - 130 | 3 | - | - | 3 |
| 130 - 133 | 2 | - | 1 | 3 |
| 133 - 136 | 2 | 1 | - | 3 |
| 136 - 139 | - | 1 | - | 1 |
| 139 - 142 | - | - | 1 | 1 |
| 142 - 145 | 1 | - | - | 1 |
| Total | 41 | 6 | 23 | 70 |

Tabla 15. Longitudes medias (mm), correspondientes a marcas de crecimiento en escamas de *S. russula* y *S. sonorae*.

| Marcas | <i>Scorpaena russula</i> | | | Total H:M:in |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------------|-----------------|
| | Hembras Longitud (mm) | Machos Longitud (mm) | Indeterminados Longitud (mm) | |
| 0 | 55.6 | 63.33 | - | 5:3:0 |
| 1 | 90.5 | 85.66 | - | 18:21:0 |
| 2 | 109.241 | 95.62 | - | 29:35:0 |
| 3 | 115.277 | 107.75 | 110 | 18:16:1 |
| 4 | 131.875 | 127 | - | 8:2:0 |
| 5 | 142.333 | - | - | 3:0:0 |
| <i>Scorpaena sonorae</i> | | | | |
| 0 | - | 76 | - | 0:1:0 |
| 1 | 109.545 | 89.6 | 98.3333 | 11:5:3 |
| 2 | 116.727 | 98.375 | 96.75 | 22:16:4 |
| 3 | 133.142 | 141 | - | 7:1:0 |



A través de la lectura de las escamas se pudieron reconocer cinco marcas para *S. russula* y tres para *S. sonorae*, de igual forma se sacaron las longitudes promedios para cada marca de crecimiento por sexo de ambas especies (tabla 15).

Se trazaron las gráficas de la relación entre el ancho y largo de la escama para ambas especies (figuras 15). La relación alométrica existente entre la longitud y el ancho de la escama, viene expresada por el valor del exponente o índice alométrico $k = 0.9986$ y $k = 0.9872$ para *S. russula* y *S. sonorae*, respectivamente y el índice de correlación que se ha hallado para comprobar la relación entre los datos de cada especie es igual a 0.8796 y 0.9247 respectivamente para *S. russula* y *S. sonorae*.

La formula hallada es la siguiente:

$$S. russula \quad y = 1.2794x^{0.9986} \dots\dots\dots 12$$

$$S. sonorae \quad y = 1.2579x^{0.9872} \dots\dots\dots 13$$

Donde y representa la anchura y x la longitud de la escama.

Así también se ha relacionado la longitud y anchura de la escama con la longitud del pez (figura 16 y 17). A continuación puede observarse los resultados obtenidos.

Tabla 16. Relaciones entre longitud y anchura de la escama contra longitud total del pez de ambas especies.

| Especie | Medida considerada | Longitud total del pez (mm) | Índice de regresión K | Índice de correlación |
|-------------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|
| <i>S. russula</i> | Longitud | 76-150 | 0.8118 | 0.8657 |
| | Anchura | 76-150 | 0.9024 | 0.8477 |
| <i>S. sonorae</i> | Longitud | 76-144 | 0.8238 | 0.7538 |
| | Anchura | 76-144 | 0.8587 | 0.7361 |

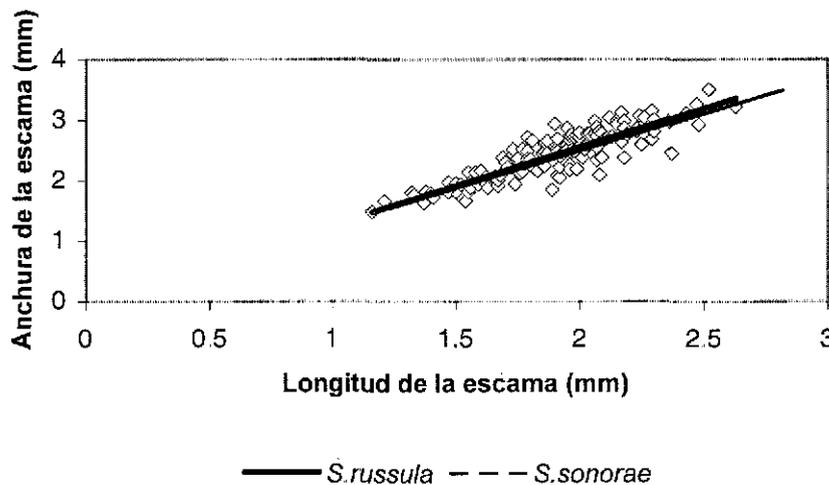


Figura 15. Línea de regresión entre largo y ancho de la escama para ambas especies.

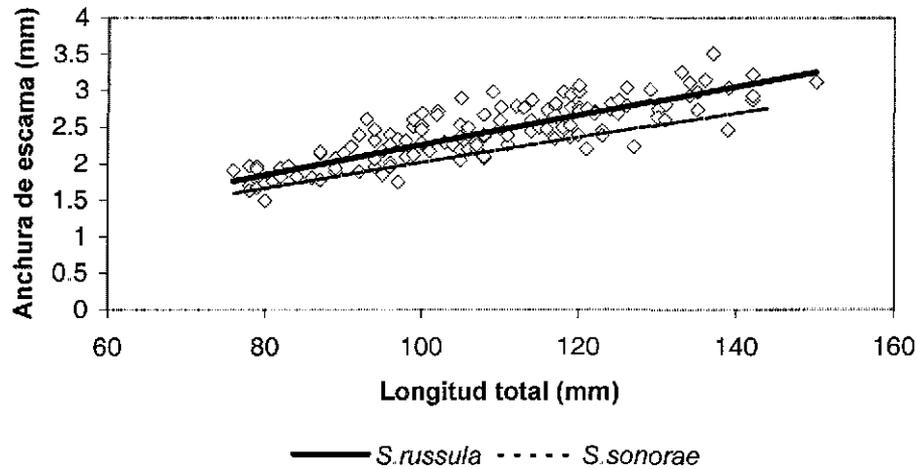


Figura 16. Línea de regresión entre la longitud total de *S. russula* y *S. sonorae*, y la anchura total de la escama.

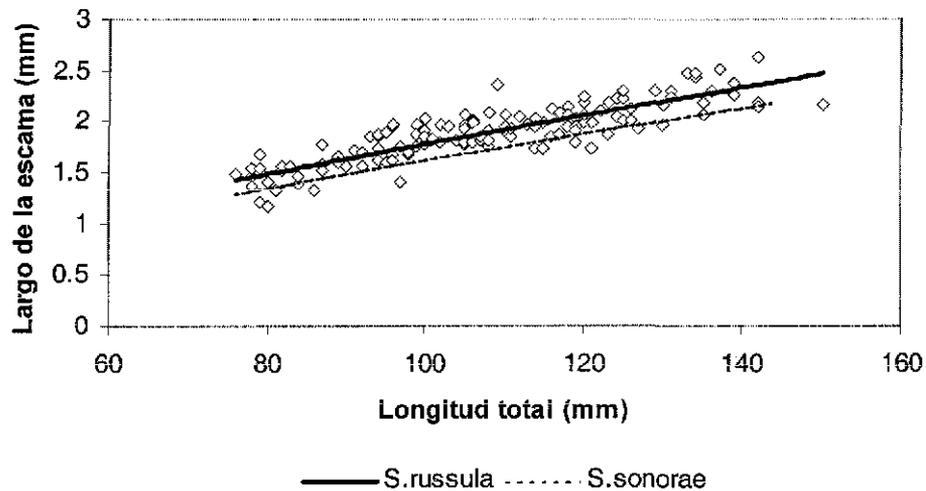


Figura 17. Línea de regresión entre longitud total de *S. russula* y *S. sonorae*; y la longitud total de la escama.

ESTRUCTURA DE LA ESCAMA

El conteo de radios en las escamas de *Scorpaena russula* fue, en los que no presentaron marcas de crecimiento, en hembras fue de 4 a 7 radios, machos de 5 a 8, los que mostraron una marca, en hembras 5 a 11 y machos 6 a 11; los que exhibieron dos marcas, en hembras 6 a 13, machos 5 a 10; los que revelaron tres marcas, en hembras 7 a 10, en machos de 7 a 11; los de cuatro marcas, en hembras 8 a 11, machos 9 a 10; y los que se les observo hasta cinco marcas, en hembras fue 8 a 10.

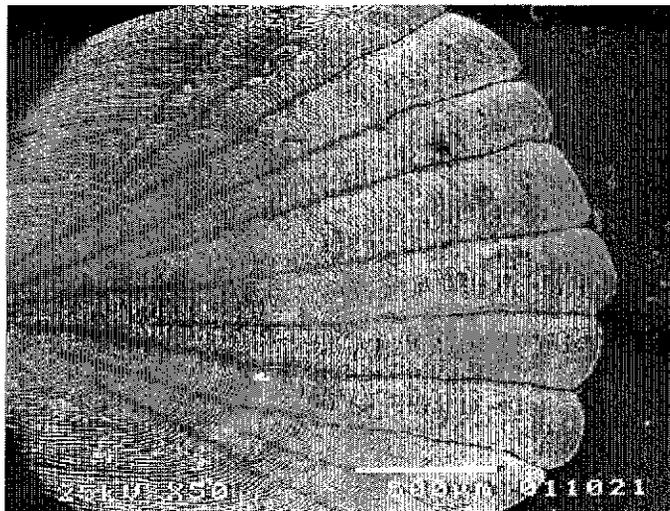


Figura 18. Electromicrofotografía de escama mostrando las marcas de crecimiento.

El conteo de radios en *S. sonorae*, solo un ejemplar macho sin marcas de crecimiento fue registrado, y presentó 7 radios, para los que mostraron una marca, en hembras fue de 6 a 10, en machos, 6 a 9, los que exhibieron dos marcas tanto en hembras y machos fue de 5 a 9 y a los que observaron hasta tres marcas, en hembras fue de 6 a 10 radios y en machos solo fue un ejemplar con 11 radios.

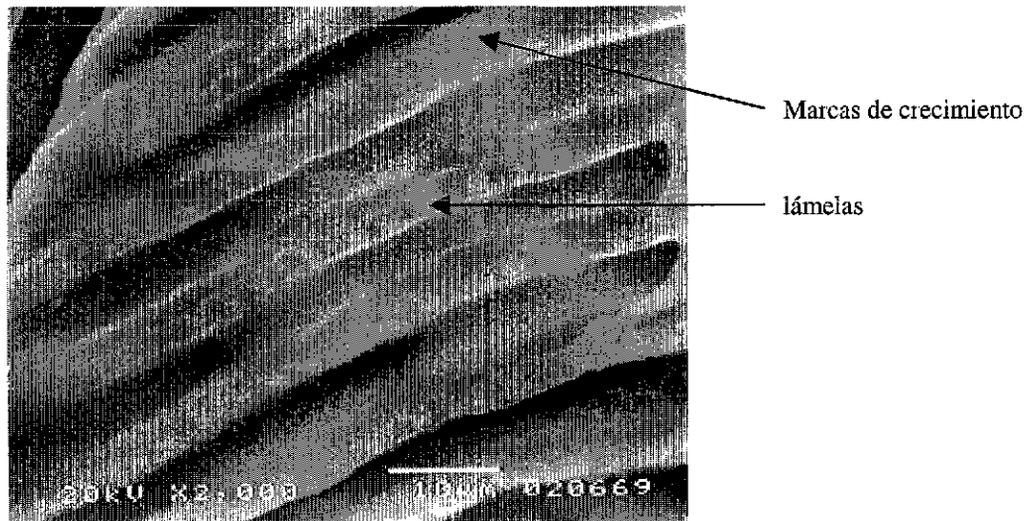


Figura 19. Electromicrofotografía de la escama de *S. russula* de 134 milímetros de LT.

En la escama, las marcas diarias o individuales están conformadas por algunas estructuras llamadas lámelas, se logra distinguir diferente patrón en éstas estructuras entre *S. russula* y *S. sonorae* (figuras 19 y 20) y posiblemente diferentes formas (figura 21).

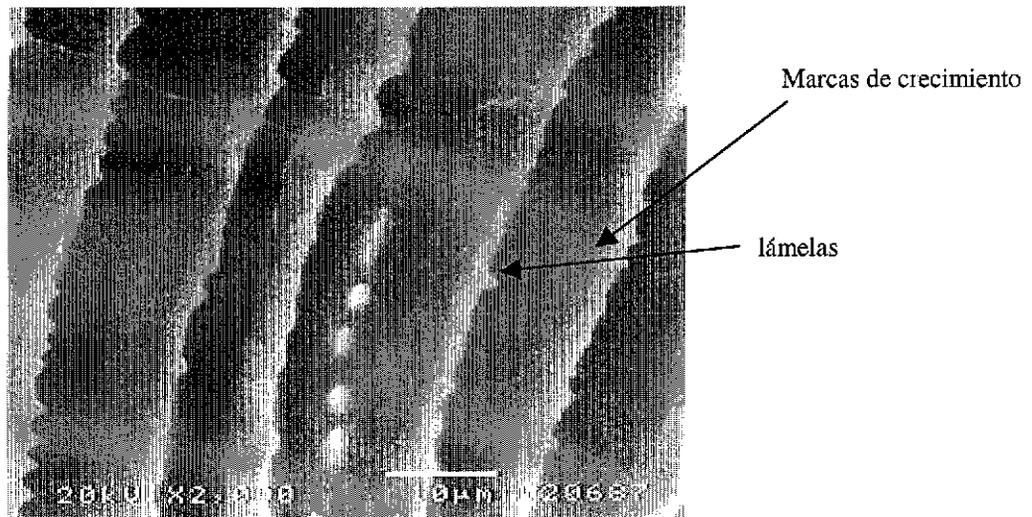


Figura 20. Electromicrofotografía de la escama de *S. sonorae* de 133 milímetros de LT.

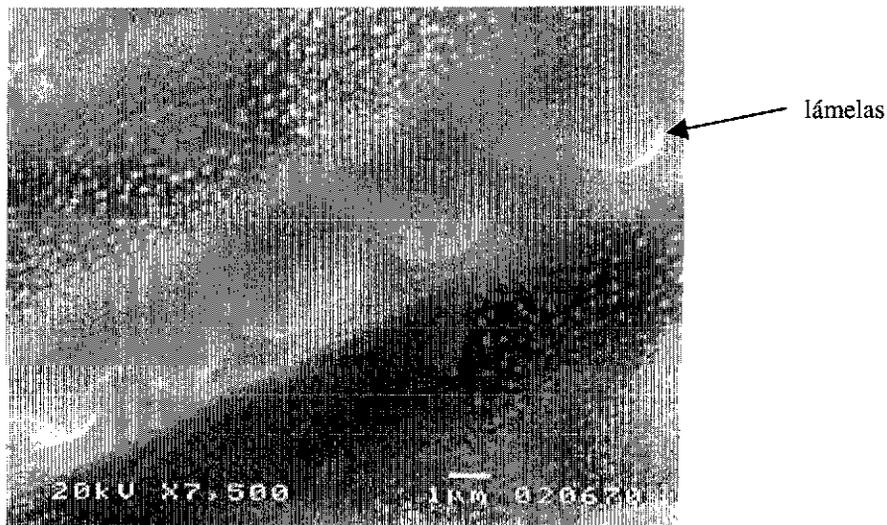


Figura 21. Electromicrofotografía de la escama de *S. russula*

El patrón en la cantidad de lámelas para cada especie: en *S. russula* tiene un acomodo de grupos de 4 a 5, mientras que *S. sonorae* se logra distinguir el acomodo por pares, aunque también podría ser la forma de las lámelas una característica distintiva, en *S. russula*, se distinguen las puntas de las lámelas redondeadas y en *S. sonorae* puntiagudas (figuras 20 y 21).

RELACIÓN PESO-LONGITUD

En la tabla 17 se presentan los modelos de las regresiones que describen la relación peso-longitud de *Scorpaena russula*, considerándose la relación LP/PE y LT/PT para cada estación climática, por sexo, y total (ambos sexos). Observándose que la ecuación que mejor explica la relación en la mayoría de las estaciones climáticas en hembras es la relación LP/PE, ya que puede causar inferencias en el peso total, el peso de órganos como



las gónadas (que en época de reproducción aumentan tanto en peso como en tamaño) y el estómago (por la cantidad de alimento ingerido). En machos, tanto en primavera como en verano, el valor del coeficiente de determinación más alto, se dio en la relación LP/PE y en otoño e invierno fue en la relación LT/PT; y para los dos grupos de sexos, la relación LT/PT obtuvo en la mayoría los valores más altos.

Para el factor de condición promedio, se mantuvo con muy poca variación tanto en hembras como en machos y para ambos en todas las estaciones climáticas y con las dos relaciones.

Scorpaena sonorae (tabla 18), presentó el coeficiente de determinación más alto para hembras en primavera con la relación LT/PT y en otoño fue la relación LP/PE, mientras que en machos fue con la relación LT/PT en primavera y en otoño, y para ambos sexos se presentaron en primavera con la relación LT/PT y para otoño, en la relación LP/PE. El factor de condición promedio en hembras el valor más alto fue en primavera con la relación LP/PE, en machos el valor más alto fue en la misma relación, pero en otoño, de igual forma fue para ambos sexos.

El coeficiente de alometría para las hembras, presento un valor cercano a tres en primavera con la relación LP/PE, para machos fue en otoño con la relación LP/PE y para ambos sexos fue en invierno con la relación LT/PT. Para los valores del coeficiente de alometría se les aplico un estadístico (ANOVA) para saber si presentaba alguna diferencia; en *S. russula* se encontró diferencias por sexos (figura 22), se acepta la hipótesis estadístico de H_a , el cual presenta un P-eleven de 0.025510, en la siguiente figura se muestra el comportamiento de la variable sexo.

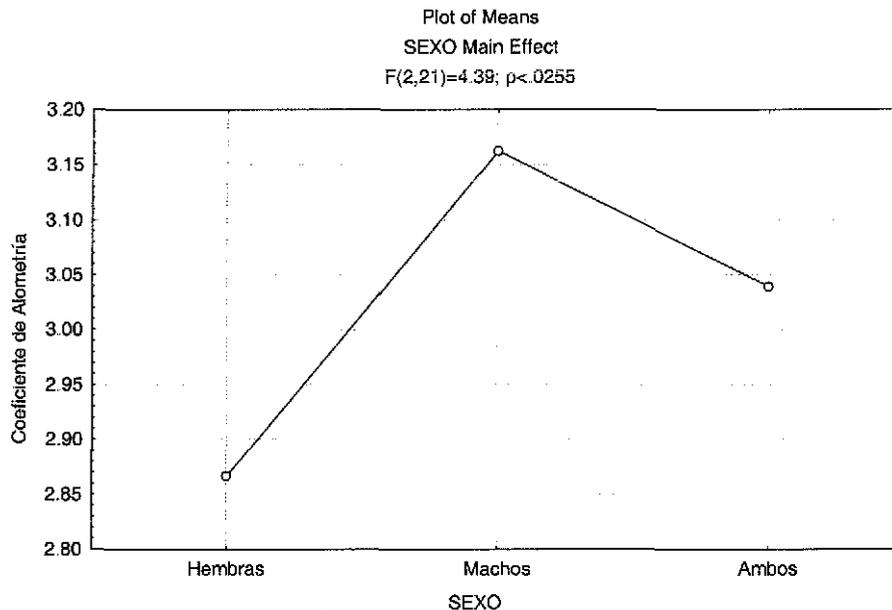


Figura 22. Comportamiento de la variable sexo de *S. russula*.



Tabla 17. Constantes de la relación peso-longitud ($P = aL^b$) de *Scorpaena russula* durante las estaciones climáticas en que se realizó el estudio. LP = longitud patrón, LT = longitud total, PE = peso eviscerado, PT = peso total; a = factor de condición promedio; b = coeficiente de alometría; r^2 = coeficiente de determinación y n = número de individuos. $p < 0.001$.

| Estación | Relación | Hembras | | | Machos | | | Total | | | | | |
|-----------|----------|--------------------|--------|--------|--------|--------------------|--------|--------|----|--------------------|--------|--------|----|
| | | a | b | r^2 | n | a | b | r^2 | n | a | b | r^2 | n |
| Primavera | LP/PE | 3×10^{-5} | 2.9854 | 0.971 | 18 | 2×10^{-5} | 3.124 | 0.9854 | 23 | 2×10^{-5} | 3.0816 | 0.986 | 41 |
| | LT/PT | 8×10^{-6} | 3.1663 | 0.9042 | 18 | 9×10^{-6} | 3.1342 | 0.9614 | 23 | 7×10^{-6} | 3.1899 | 0.9607 | 41 |
| Verano | LP/PE | 3×10^{-5} | 2.939 | 0.9722 | 20 | 8×10^{-6} | 3.2641 | 0.9804 | 21 | 2×10^{-5} | 3.0269 | 0.9724 | 41 |
| | LT/PT | 2×10^{-5} | 2.9785 | 0.9802 | 20 | 5×10^{-6} | 3.2247 | 0.98 | 21 | 1×10^{-5} | 3.0579 | 0.9795 | 41 |
| Otoño | LP/PE | 3×10^{-5} | 2.9478 | 0.9902 | 22 | 2×10^{-5} | 3.0518 | 0.9809 | 12 | 2×10^{-5} | 2.9838 | 0.9864 | 34 |
| | LT/PT | 2×10^{-5} | 2.0706 | 0.9747 | 22 | 9×10^{-6} | 3.09 | 0.9832 | 12 | 2×10^{-5} | 2.9324 | 0.9763 | 34 |
| Invierno | LP/PE | 3×10^{-5} | 2.9469 | 0.9806 | 20 | 1×10^{-5} | 3.2053 | 0.9466 | 21 | 2×10^{-5} | 3.035 | 0.9757 | 41 |
| | LT/PT | 2×10^{-5} | 2.8957 | 0.9789 | 20 | 5×10^{-6} | 3.2069 | 0.978 | 21 | 1×10^{-5} | 3.0047 | 0.9818 | 41 |

Tabla 18. Constantes de la relación peso-longitud ($P = aL^b$) de *Scorpaena sonorae* durante las estaciones climáticas en que se realizó el estudio. LP = longitud patrón, LT = longitud total, PE = peso eviscerado, PT = peso total; a = factor de condición promedio; b = coeficiente de alometría; r^2 = coeficiente de determinación y n = número de individuos. $p < 0.001$.

| Estación | Relación | Hembras | | | Machos | | | Total | | | | | |
|-----------|----------|--------------------|--------|--------|--------|--------------------|--------|--------|----|--------------------|--------|--------|----|
| | | a | b | r^2 | n | a | b | r^2 | n | a | b | r^2 | n |
| Primavera | LP/PE | 0.0001 | 2.6035 | 0.8653 | 21 | 9×10^{-6} | 3.2211 | 0.9454 | 15 | 6×10^{-5} | 2.7893 | 0.9451 | 36 |
| | LT/PT | 3×10^{-6} | 3.3476 | 0.9538 | 21 | 7×10^{-6} | 3.1302 | 0.9588 | 15 | 4×10^{-6} | 3.2376 | 0.9781 | 36 |
| Otoño | LP/PE | 7×10^{-5} | 2.7288 | 0.9463 | 17 | 0.0001 | 2.5619 | 0.9472 | 8 | 0.0001 | 2.5712 | 0.9513 | 25 |
| | LT/PT | 3×10^{-5} | 2.7791 | 0.8698 | 17 | 9×10^{-6} | 3.0797 | 0.9721 | 8 | 3×10^{-5} | 2.8407 | 0.9282 | 25 |

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

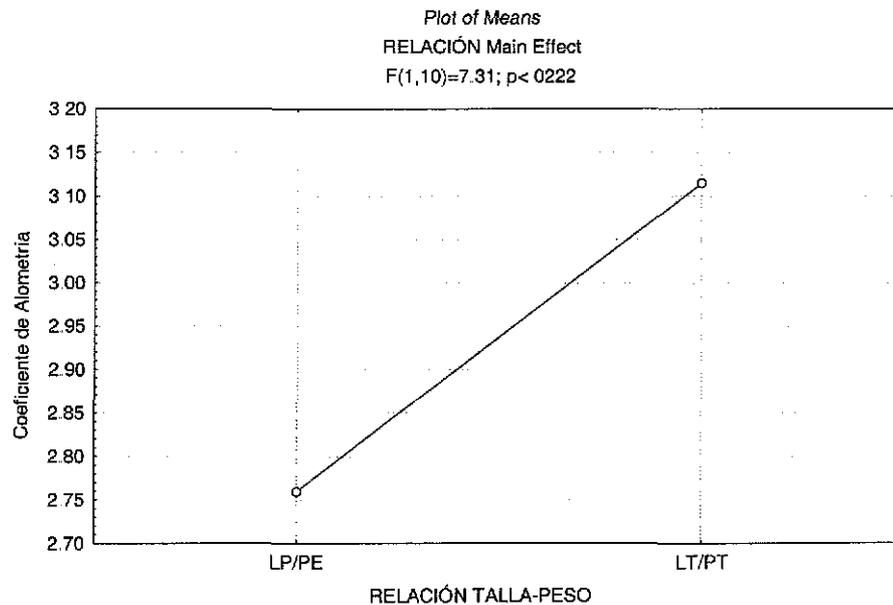


Figura 23. Comportamiento de la variable relación talla-peso de *S. sonorae*

Para *S. sonorae*, en el estadístico ANOVA se encontró una diferencia en las relaciones LP/PE y LT/PT se rechaza la hipótesis estadística de H_0 y se acepta H_a , presentando diferencias significativas, con un P-level de 0.222, en la figura 23 se muestra el comportamiento de la variable relación talla/peso.

FACTOR DE CONDICIÓN

El factor esta basado en la relación que guarda la longitud total o patrón, del pez con su peso, y explica el grado de bienestar que guarda la relación con el cambio en la corpulencia durante su vida. El factor de condición en hembras de *S. russula* se observa en la figura 24, el valor osciló entre valores de 2.5181×10^{-5} en el quinto crucero, hasta 7.9674×10^{-5} en el tercer crucero y un promedio de 3.8945×10^{-5} ; en machos (figura 25), los valores van desde 3.28361×10^{-6} en el crucero uno, hasta 2.17306×10^{-5} en el crucero seis, y un promedio de 1.0965×10^{-6} .

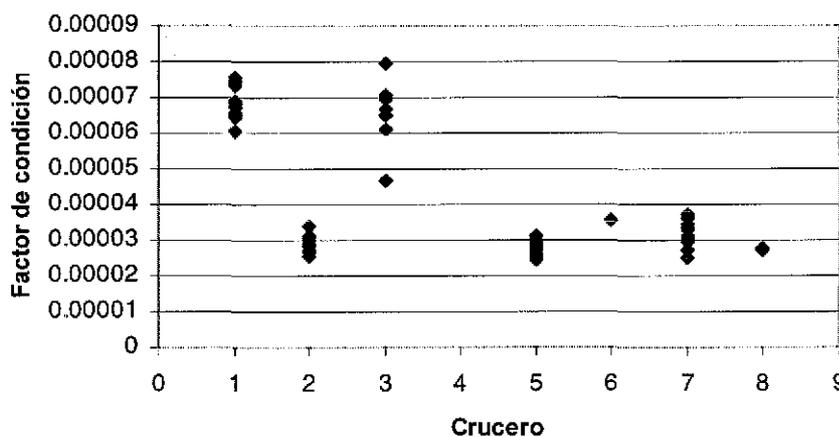


Figura 24. Valores del factor de condición obtenidos en hembras de *S. russula* en los diferentes cruceros.

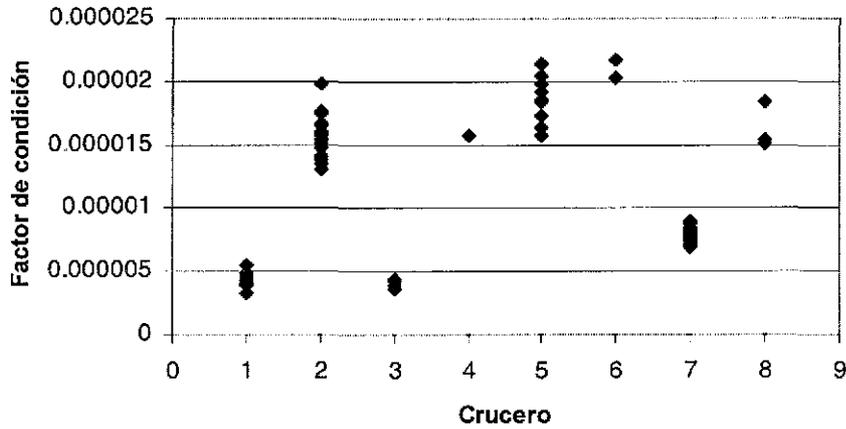


Figura 25. Valores del factor de condición obtenidos en machos de *S. russula* en los diferentes cruceros.

El factor de condición en hembras de *S. sonorae* se observa en la figura 26, el valor osciló entre 0.01537 en el cuarto crucero, hasta 6.4213×10^{-5} en el sexto crucero y un promedio de 0.007453; en machos (figura 27), los valores van desde 0.001058 en el crucero cuatro, hasta 0.00014032 en el crucero seis, y un promedio de 0.0006282.

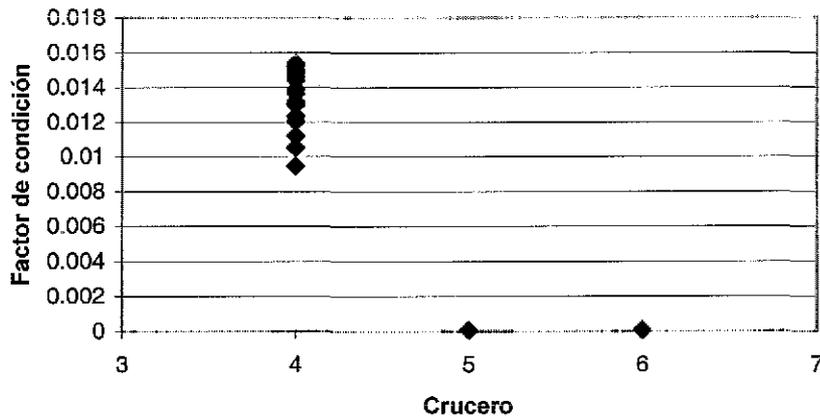


Figura 26. Valores del factor de condición obtenidos en hembras de *S. sonorae* en los diferentes cruceros.

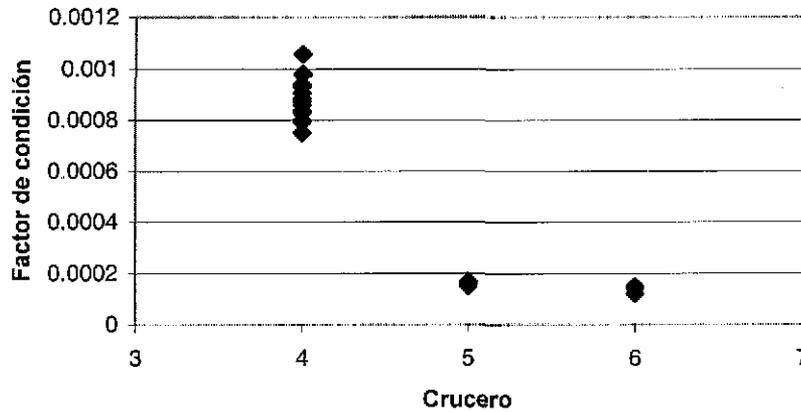


Figura 27. Valores del factor de condición obtenidos en machos de *S. sonorae* en los diferentes cruceros.

ALIMENTACIÓN

Para el análisis del contenido estomacal se revisaron 95 estómagos de *S. russula*, 50 machos (53%) y 45 hembras (47%); y 19 estómagos de *S. sonorae*, correspondiendo 8 machos (43%) y 11 hembras (57%). La mayoría de las capturas se llevaron a cabo durante el día (figura 28) por lo que el mayor número de ejemplares fue durante el día (figura 29).

Las presas encontradas en los ejemplares capturados durante la noche están integradas por *Squilla* sp; *Caridea*, *Penaeus* sp; *Stenopodidea*, *Gecarcinidae*, *Portunidae* y *Hyperidae*; pertenecientes a los grupos de *Natantia*, *Brachyura*, *Stomatopoda*, *Amphipoda* y restos de pez no identificados.

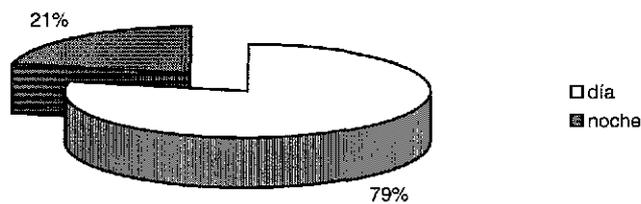


Figura 28. Porcentaje de estaciones en el cual se llevó la captura, para ambas especies.

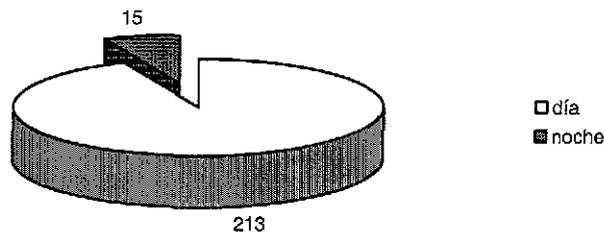


Figura 29. Número de ejemplares de ambas especies capturadas durante el día y la noche.

En la tabla 20 aparecen las presas encontradas en *S. russula* y *S. sonorae*, se identificaron un total de 210 organismos, de los cuales 20.5 % pudieron ser reconocidos a nivel de especie, 7.4% a género, 18% a familia, 23% a orden, 24.6% a infraorden y 6.5% a grupo. En la misma tabla se señalan en letras cursivas las presas a la cual se llegó a la identificación de especie, mientras que con letra en negro están ordenes y grupos, el resto esta con letra normal.

De acuerdo a las presas encontradas, ambas especies de scorpaenidos consumen Stomatopoda, especies de la familia Squillidae; y del orden de Natantia consumen especies del infraorden Caridea y Penaeus, aunque ambas especie de pez escorpión consumen del orden Brachyura, no comparten ni una presa, sin embargo se encontró de la familia Hyperidae del orden de Amphipoda en los dos scorpaenidos. Las especies del grupo de Cephalopoda corresponden a los calamares.

Las presas encontradas en tallas de 43 a 63 milímetros de longitud patrón para *S. russula* se observan en la tabla 19, para ambos sexos.

Tabla 19. Porcentaje de frecuencias de las presas encontradas en *S. russula* en tallas de 43 a 63 mm de LP.

| Presas | Hembras | Machos |
|-------------------------|---------|--------|
| Stomatopoda | 12.5 | 4.76 |
| Squillidae | - | 4.76 |
| <i>Squilla biformis</i> | - | 4.76 |
| Gonodactyloidea | - | 4.76 |
| Bathysquilloidea | - | 4.76 |
| Natantia | 12.5 | 23.8 |
| Caridea | 12.5 | 33.33 |
| <i>Penaeus spp.</i> | - | 4.76 |
| Brachyura | 12.5 | 4.76 |
| Portunidae | 25 | - |
| Callinectes | - | 4.76 |
| Caneridae | 12.5 | - |
| Paguridae | - | 4.76 |
| Resto Vegetal | 12.5 | - |

Tabla 20. Presas registradas en los estómagos de *Scorpaena russula* y *Scorpaena sonorae*.

| Presas | <i>S. russula</i> | <i>S. sonorae</i> |
|--------------------------------------|-------------------|-------------------|
| Stomatopoda | X | X |
| Squillidae | X | X |
| <i>Squilla biformis</i> | X | |
| <i>Squilla aculeata aculeata</i> | X | |
| <i>Cloridopsis dubia</i> | X | |
| Eurysquillidae | X | |
| <i>Eurysquillilla veleronis</i> | X | |
| Gonodactyloidea | X | |
| Hemisquillidae | X | |
| Lysiosquilloidea | | X |
| <i>Heterosquilloides mecullochae</i> | X | |
| Bathysquilloidea | X | |
| Natantia | X | X |
| Caridea | X | X |
| <i>Alpheidae automate</i> | X | |
| <i>Penaeus spp.</i> | X | X |
| Sicyoniidae | | X |
| Stenopodidea | X | |
| Brachyura | X | X |
| Majidae | | X |
| Leucosiidae | | X |
| Doroppidae | X | |
| Calappidae | | X |
| Pinnotheridae | | X |
| Portunidae | X | |
| Callinectes | X | |
| Caneridae | X | |
| Gecarcinidae | X | |
| Xanthidae | X | |
| Parthenopidae | | X |
| Paguridae | X | |
| Restos de pez | X | |
| Restos vegetales | X | |
| Restos de Cephalopoda | X | |
| Pinckfordiateuthidae | X | |
| <i>Loliguncula tydeus</i> | X | |
| Hyperiiidea | X | X |
| Resto de Polychaeta | X | |

De las tallas que van de 43 a 63 mm de longitud patrón, de *S. russula* los machos presentaron mayor cantidad de presas, con tres grupos identificados hasta grupo, y de ocho presas más, una hasta especie; la familia Caridea es la más frecuente con 33.33 % en los estómagos. En las hembras se registraron presas, clasificadas en tres ordenes de presas y un grupo, y se registraron tres presas hasta familia, siendo con el valor más alto la de la familia Portunidae (25%).

Tabla 21. Porcentaje de frecuencia de las presas encontradas en *S. russula* en tallas de 64 a 81 mm de LP.

| Presas | Hembra | Macho |
|---------------------------------------|--------|-------|
| Stomatopoda | - | 6.25 |
| Squillidae | - | 6.25 |
| Natantia | 21.42 | 12.5 |
| Caridea | 42.85 | 12.5 |
| <i>Alpheidea automate</i> | - | 6.25 |
| <i>Penaeus spp</i> | 28.57 | 31.25 |
| Stenopodidea | - | 6.25 |
| Brachyura | - | 6.25 |
| Xanthidae | - | 6.25 |
| Resto de pez | - | 6.25 |
| Resto de amphipodo (Hiperidae) | 7.14 | - |

De igual forma de las tallas que van de 64 a 81 mm de longitud patrón, de *S. russula* (tabla 21), los machos tienen mayor cantidad de presas registradas, se reconocieron tres presas hasta orden, uno hasta grupo, cinco hasta familia y una especie, siendo el más representado el de *Penaeus* con 31.25 %; y las hembras registró a dos presas hasta orden, y dos familias, Caridea siendo el más frecuente con un valor de 42.85 % y *Penaeus*.

Tabla 22. Porcentaje de frecuencia de las presas encontradas en *S. russula* en tallas mayores de 82 mm de LP.

| Presas | Hembras | Machos |
|--------------------------------------|---------|--------|
| Stomatopoda | 6.06 | 14.81 |
| Squillidae | 3.03 | - |
| <i>Squilla aculeata aculeata</i> | 6.06 | 7.4 |
| <i>Cloridopsis dubia</i> | 3.03 | - |
| <i>Eurysquillida sp</i> | 3.03 | - |
| <i>Eurysquillilla veleronis</i> | - | 3.7 |
| Gonodactyloidea | 12.12 | 7.4 |
| <i>Heterosquilloides mecullochae</i> | 3.03 | - |
| Bathysquilloidea | 6.06 | - |
| Natantia | 15.15 | 3.7 |
| Caridea | 12.12 | 25.92 |
| <i>Alpheidae automate</i> | 3.03 | - |
| <i>Penaeus spp.</i> | 3.03 | 3.7 |
| Brachyura | - | 3.7 |
| Doroppidae | 3.03 | - |
| Portunidae | 3.03 | 7.4 |
| Callinectes | 3.03 | 3.7 |
| Gecarcinidae | - | 7.4 |
| Paguridae | 3.03 | - |
| Resto de pez | 3.03 | 7.4 |
| Resto de Cephalopoda | 3.03 | - |
| Pinckfordiateuthidae | - | 3.7 |
| <i>Loliguncula tydeus</i> | 3.03 | - |
| Resto de Polychaeta | 3.03 | - |

De las tallas mayores de 82 mm de longitud patrón en *S. russula* (tabla 22), las hembras registró 20 presas, cinco se llegó hasta especie, de éstas *Squilla aculeata aculeata* con 6.06 % fue el valor más alto, cuatro presas identificadas hasta grupo, la más frecuente Natantia con 15.15 % y el resto fue identificado hasta orden y familia, siendo Caridea y Gonodactyloidea, los valores más altos de éstas familias, con 12.12 % ambos.



Los machos, presentaron menos presas a comparación de las hembras, registraron hasta dos especies, la presa más frecuente fue Caridea, con 25.92 %, tres presas identificadas hasta orden y una presa a grupo, la más frecuente los Stomatopoda con 14.81 % y el resto de las presas se identificaron hasta familia y orden.

Tabla 23. Porcentaje de frecuencia del alimento en las cuatro estaciones, para ambos sexos de *S. russula*.

| Presas | Primavera | | Verano | | Otoño | | Invierno | |
|--------------------------------------|-----------|-------|--------|----|-------|-------|----------|------|
| | H | M | H | M | H | M | H | M |
| Stomatopoda | 11.11 | 14.81 | - | - | - | 8.33 | 6.25 | 6.25 |
| Squillidae | 5.55 | - | - | - | - | - | - | 12.5 |
| <i>Squilla biformis</i> | - | - | - | - | - | - | - | 6.25 |
| <i>Squillidae aculeata aculeata</i> | - | 3.7 | 8.33 | 10 | - | - | 6.25 | - |
| <i>Clodopsis dubia</i> | - | - | 8.33 | - | - | - | - | - |
| Eurysquillidae | - | - | - | - | - | - | 6.25 | - |
| <i>Eurysquillilla veleronis</i> | - | 3.7 | - | - | - | - | - | - |
| Gonodactyloidea | 22.22 | 3.7 | - | - | - | - | - | 12.5 |
| Hemisquillidae | 5.55 | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>Heterosquilloides mecullocahe</i> | 5.55 | - | - | - | - | - | - | - |
| Bathysquilloidea | - | - | 8.33 | - | 9.09 | - | - | 6.25 |
| Natantia | 5.55 | 3.7 | 25 | 20 | 9.09 | 33.33 | 25 | 12.5 |
| Caridea | 11.11 | 33.33 | 16.66 | 10 | 36.36 | 8.33 | 25 | 25 |
| <i>Alpheidea automate</i> | - | - | 8.33 | 20 | - | - | - | - |
| <i>Penaeus spp</i> | - | 14.81 | 8.33 | 10 | 9.09 | 8.33 | 18.75 | 12.5 |
| Stenopodidae | - | 3.7 | - | - | - | - | - | - |
| Brachyura | - | 3.7 | 16.66 | - | - | - | - | 6.25 |
| Doroppidae | 5.55 | - | - | - | - | 16.66 | - | - |
| Portunidae | - | - | - | - | 18.18 | - | - | - |
| Callinectes | 5.55 | 7.4 | - | - | - | - | - | - |
| Caneridae | 5.55 | - | - | - | - | - | - | - |
| Gecarcinidae | - | - | - | 10 | - | 8.33 | - | - |
| Xanthidae | - | - | - | 10 | - | - | - | - |
| Paguridae | - | 3.7 | - | - | 9.09 | - | - | - |
| Resto de pez | 11.11 | - | - | 10 | - | 16.66 | 6.25 | - |
| Resto vegetal | - | - | - | - | 9.09 | - | - | - |
| Resto de Cephalopoda | 5.55 | - | - | - | - | - | - | - |
| Pinckfordiateuthidae | - | 3.7 | - | - | - | - | - | - |
| <i>Loliguncula tydeus</i> | 5.55 | - | - | - | - | - | - | - |
| Hyperidae | 5.55 | - | - | - | - | - | - | - |
| Resto de Polychaeta | - | - | - | - | - | - | 6.25 | - |

En la estación de primavera, *S. russula*, consumió más frecuentemente del orden Stomatopoda, a los de la familia Gonodactyloidea y registró para éstas presas un valor de 22.22 % en hembras; sin embargo los macho registraron como presa más frecuente a Caridea (33.33%); para la estación de verano, las hembras consumieron con más frecuencia y del orden de Natantia con 25 %, los machos consumen del orden de Natantia (20%), y *Alpheidae automate* con el mismo valor de porcentaje; en la estación de otoño, las hembras consumieron más frecuentemente a Caridea (36.36 %), en los machos las presas que consumieron más se identificaron hasta orden de Natantia (33.33 %); en invierno las hembras, las presas que consumieron con más frecuencia se identificaron del orden de Natantia y Caridea ambos con 25 %, mientras que en machos consumieron más presas Caridea, con un 25 % (tabla 23).



En la tabla 24 se encuentran registradas las presas para *S. sonorae*, tanto de tallas medianas, como grandes, de las presas encontradas e identificadas fueron reconocidas desde familia hasta orden; para las hembras de 61 a 81 mm de longitud patrón, se registraron tres tipos de presas, Caridea, Parthenopidae y del orden de Brachyura, todos con el mismo porcentaje (33.33 %); en los machos, el más frecuente fue las presas identificadas hasta orden de Natantia con 42.85 %.

Para los organismos de las tallas mayores de 81 mm, se registraron mayor cantidad de presas, siendo la más frecuente en las hembras Caridea y Parthenipidae con 18.18 %, y con el mismo valor, presas identificadas del orden de Natantia (tabla 24).

Tabla 24. Porcentaje de frecuencia de las presas encontradas en *S. sonorae* en todas las tallas.

| Presas | Tallas de 61 a 81 mm | |
|--------------------|-------------------------|--------|
| | Hembras | Machos |
| Natantia | - | 42.85 |
| Caridea | 33.33 | 14.28 |
| <i>Peneus spp</i> | - | 14.28 |
| Brachyura | 33.33 | 14.28 |
| Leucosidae | - | 14.28 |
| Parthenopidae | 33.33 | - |
| | Tallas mayores de 82 mm | |
| Stomatopoda | - | 16.66 |
| Squillidae | 9.09 | - |
| Lysiosquilloidea | 9.09 | - |
| Natantia | 18.18 | 33.33 |
| Caridea | 18.18 | 16.66 |
| Sicyoniidae | - | 16.66 |
| Brachyura | 9.09 | - |
| Majidae | 9.09 | - |
| Calappidae | - | 16.66 |
| Pinnotheridae | 9.09 | - |
| Parthenopidae | 18.18 | - |

Tabla 25. Porcentaje de frecuencia del alimento en primavera y otoño para ambos sexos de *S. sonorae*.

| Presas | Primavera | | Otoño | |
|--------------------|-----------|-------|--------|-------|
| | Hembra | Macho | Hembra | Macho |
| Stomatopoda | - | - | - | 16.66 |
| Squillidae | 25 | - | - | - |
| Lysiosquilloidea | - | - | 10 | - |
| Natantia | 25 | 28.57 | 10 | 33.33 |
| Caridea | - | 14.28 | 30 | 33.33 |
| <i>Penaeus spp</i> | - | 14.28 | - | - |
| Sicyoniidae | - | - | - | 16.66 |
| Brachyura | 50 | 14.28 | - | - |
| Majidae | - | - | 10 | - |
| Leucosiidae | - | 14.28 | - | - |
| Calappidae | - | 14.28 | - | - |
| Pinnotheridae | - | - | 10 | - |
| Parthenopidae | - | - | 20 | - |
| Hyperidae | - | - | 10 | - |

S. sonorae, su registró se limita a las estaciones de primavera y otoño, en primavera, las hembras registraron del orden Brachyura (50 %) como presa y los machos del orden de Natantia con 28.57 %; en otoño, las hembras registraron con mayor frecuencia de la familia



Caridea, con 30 % y los machos registró dos valores más altos, en el orden de Natantia y el otro de la familia de Caridea con 33.33 % ambas presas (tabla 25).

De acuerdo al índice de importancia relativa (IRI), en *S. russula*, el valor más alto de éste índice fue en *Alpheidae automate* (tabla 26), con un valor de 1444.7 %, con ésta misma presa resultaron los valores altos en el método de frecuencia de ocurrencia y método numérico, con valores de 30.52 % y 33.33 % respectivamente.

En el caso de *S. sonorae*, registró un índice de importancia relativa más alto en la presa Caridea (tabla 27), con 2785.7 %, de igual forma ésta presa presentó los valores más altos en el método numérico y gravimétrico, con 67.32 % y 32.99 % respectivamente, y para el método de frecuencia de ocurrencia, su valor más alto lo presentó el orden de Natantia con 38.88 %.

Tabla 26. Porcentajes de frecuencia, numérico, gravimétrico y valor del IRI de *S. russula*.

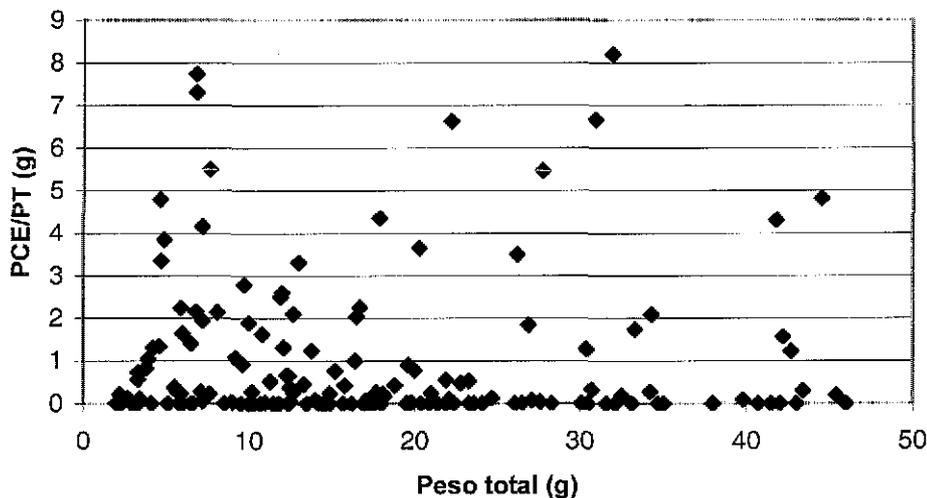
| Presas | F | N | G | IRI |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|---------|
| Stomatopoda | 7.36 | 4.28 | 4.68 | 65.93 |
| Squillidae | 4.21 | 1.42 | 3.03 | 18.75 |
| <i>Squilla biformis</i> | 1.05 | 0.95 | 0.18 | 1.18 |
| <i>Squilla aculeata aculeata</i> | 4.21 | 2.38 | 8.40 | 45.39 |
| <i>Cloridopsis dubia</i> | 1.05 | 0.95 | 5.76 | 7.04 |
| Eurysquillidae | 1.05 | 0.95 | 0.47 | 1.48 |
| <i>Eurysquillilla veleronis</i> | 1.05 | 0.47 | 3.29 | 3.94 |
| Gonodactyloidea | 6.31 | 5.23 | 6.97 | 76.95 |
| Hemisquillidae | 1.05 | 0.47 | 2.28 | 2.89 |
| <i>Heterosquilloides mecullochae</i> | 1.05 | 0.47 | 0.25 | 0.75 |
| Natantia | 3.15 | 1.42 | 14.82 | 51.16 |
| Caridea | 16.84 | 10.47 | 1.80 | 206.67 |
| <i>Alpheidea automate</i> | 30.52 | 33.33 | 14.01 | 1444.70 |
| <i>Penaeus spp.</i> | 3.15 | 1.42 | 0.11 | 4.83 |
| Stenopodidea | 13.68 | 18.09 | 11.42 | 403.66 |
| Brachyura | 1.05 | 0.47 | 0.03 | 0.52 |
| Doroppidae | 5.26 | 3.33 | 1.23 | 23.97 |
| Portunidae | 1.05 | 0.47 | 0.06 | 0.55 |
| Callinectes | 4.21 | 0.95 | 2.18 | 13.16 |
| Caneridae | 3.15 | 2.38 | 0.35 | 8.59 |
| Gecarcinidae | 1.05 | 0.47 | 0.20 | 0.70 |
| Xanthidae | 2.1 | 0.95 | 3.50 | 9.35 |
| Parthenopidae | 1.05 | 0.47 | 0.27 | 0.77 |
| Paguridae | 2.1 | 1.42 | 0.79 | 4.63 |
| Resto de pez | 5.26 | 3.33 | 2.56 | 30.97 |
| Resto vegetal | 1.05 | 0.47 | 0.06 | 0.55 |
| Resto de Cephalopoda | 1.05 | 0.47 | 0.03 | 0.52 |
| Pinckfordiateuthidae | 1.05 | 0.95 | 4.32 | 5.53 |
| <i>Loliguncula tydeus</i> | 1.05 | 0.47 | 6.56 | 7.38 |
| Hyperidae ssp. | 1.05 | 0.47 | 0.02 | 0.51 |
| Resto de Polychaeta | 1.05 | 0.47 | 0.37 | 0.87 |

Tabla 27. Porcentajes de frecuencia, numérico, gravimétrico y valor del IRI de *S. sonorae*.

| Presas | F | N | G | IRI |
|---------------------|-------|-------|-------|---------|
| Stomatopoda | 5.55 | 0.99 | 2.96 | 21.96 |
| Squillidae | 5.55 | 1.98 | 8.81 | 59.90 |
| Lysiosquillidae | 5.55 | 0.99 | 1.45 | 13.57 |
| Natantia | 38.88 | 14.85 | 13.69 | 1109.73 |
| Caridea | 27.77 | 67.32 | 32.99 | 2785.70 |
| <i>Penaeus spp.</i> | 5.55 | 0.99 | 11.01 | 66.63 |
| Sicyoniidae | 5.55 | 0.99 | 4.36 | 29.74 |
| Brachyura | 16.66 | 2.97 | 2.56 | 92.25 |
| Majidae | 5.55 | 0.99 | 3.64 | 25.70 |
| Leucosiidae | 5.55 | 1.98 | 1.29 | 18.16 |
| Calappidae | 5.55 | 0.99 | 0.40 | 7.71 |
| Pinnotheridae | 5.55 | 0.99 | 14.40 | 85.42 |
| Parthenopidae | 11.11 | 2.97 | 2.36 | 59.29 |
| Hyperidae | 5.55 | 0.99 | 0.01 | 5.59 |

El grado de llenado de los estómagos, para *S. russula* fue el siguiente: se obtuvieron en fase I, 12 estómagos (7.54 %), en fase II, 15 estómagos (9.43 %), en fase III, 66 estómagos (41.5 %) y fase IV, 66 estómagos (41.5 %).

El grado de llenado de los estómagos en *S. sonorae* fue, en fase II, 3 estómagos (4.28 %), en fase III, 16 estómagos (22.85 %) y en fase IV, registró 51 estómagos (72.85 %).

Figura 30. Dispersión gravimétrico del alimento de *Scorpaena russula* con relación a su peso.

El valor de la relación peso del contenido estomacal con el peso total del pez (Ica) en *Scorpaena russula* se aprecia en la figuras 30, donde la mayoría tiene un valor cercano a cero, lo que indica que se encontraron organismos casi sin contenido estomacal, de igual forma se logra ver en la figura 31. El valor más alto en número de ejemplares fue de 64 ejemplares con cero porcentaje de repleción, seguido con un 5 % para 16 ejemplares y fue disminuyendo el porcentaje de repleción con el número de ejemplares.



además de estos, *S. russula* registró también los siguientes grupos: peces, Cephalopoda, Anomura, Polychaeta y restos vegetales.

También se aplicó el índice de diversidad de Shannon-Weiner en el contenido estomacal de las dos especies, tanto por estación climática como en general (tabla 28).

Tabla 28. Índice de diversidad de Shannon-Weiner

| <i>Scorpaena russula</i> | H'n |
|--------------------------|--------|
| Primavera | 3.7610 |
| Verano | 3.2655 |
| Otoño | 3.3231 |
| Invierno | 3.2150 |

| <i>Scorpaena sonorae</i> | H'n |
|--------------------------|--------|
| Primavera | 2.2516 |
| Otoño | 2.8895 |

A estos datos de índice de diversidad se les aplicó un estadístico, primeramente una prueba de homogeneidad de varianzas y posteriormente una prueba de t (Student) para saber si existían diferencias.

Resultado que si existen diferencias de diversidad alimenticia de una especie con respecto a la otra (tabla 29). La que tuvo mayor diversidad de presas fue *Scorpaena russula*.

Tabla 29. Datos estadísticos de los datos del índice de diversidad para ambas especies.

| <i>S. russula</i> | H'r | S ² H'r | SH'r-SH's | to | N | g.l. |
|-------------------|--------|--------------------|-----------|-----------|----|------|
| Primavera | 3.7610 | 0.003337 | 0.100247 | 15.05681 | 46 | 56 |
| Verano | 3.2655 | 0.00211069 | | | 22 | |
| Otoño | 3.3231 | 0.0030515 | 0.086442 | 5.0160801 | 23 | 38 |
| Invierno | 3.2150 | 0.0038134 | | | 32 | |

| <i>S. sonorae</i> | H's | S ² H's | |
|-------------------|--------|--------------------|----|
| Primavera | 2.2516 | 0.0067125 | 12 |
| Verano | 0 | 0 | 0 |
| Otoño | 2.8895 | 0.0044206 | 17 |
| Invierno | 0 | 0 | 0 |

REPRODUCCIÓN

Se cuantificaron hembras, machos e indeterminados para cada una de las especies, así como la proporción sexual para cada región muestreada.

Tabla 30. Cantidad de ejemplares de hembras y machos.

| | Machos | Hembras | Indeterminados |
|--------------------------|--------|---------|----------------|
| <i>Scorpaena russula</i> | 78 | 80 | 1 |
| <i>Scorpaena sonorae</i> | 24 | 39 | 7 |

Tabla 31. Proporción de sexos para el Golfo de California.

| Crucero | Machos | Hembras | Total | M:H |
|---------|--------|---------|-------|--------|
| IV | 15 | 23 | 38 | 0.65:1 |
| V | 3 | 3 | 6 | 1:1 |
| VI | 6 | 13 | 19 | 0.46:1 |

$$\alpha=0.05, \text{ g.l.}=2; \chi^2_i=0.6677$$



Tabla 32. Proporción de sexos para Nayarit.

| Crucero | Machos | Hembras | Total | M:H |
|---------|--------|---------|-------|--------|
| I | 15 | 15 | 30 | 1:1 |
| III | 0 | 4 | 4 | 0:0 |
| IV | 1 | 0 | 1 | 0:0 |
| V | 12 | 19 | 31 | 0.63:1 |
| VII | 0 | 2 | 2 | 0:0 |

$$\alpha = 0.05, g.l.=3; \chi^2_{\tau}=4.37$$

Tabla 33. Proporción de sexos para Guerrero.

| Crucero | Machos | Hembras | Total | M:H |
|---------|--------|---------|-------|--------|
| II | 19 | 15 | 34 | 1.26:1 |
| III | 4 | 2 | 6 | 2:2 |
| VI | 2 | 0 | 2 | 0:2 |
| VII | 0 | 1 | 1 | 0:0 |
| VIII | 4 | 3 | 7 | 1.33:1 |

$$\alpha = 0.05, g.l.=4; \chi^2_{\tau}=3.07$$

Tabla 34. Proporción de sexos para Michoacán.

| Crucero | Machos | Hembras | Total | M:H |
|---------|--------|---------|-------|--------|
| III | 0 | 1 | 1 | 0:0 |
| VII | 22 | 17 | 39 | 1.29:1 |

$$\alpha=0.05, g.l.=1; \chi^2_{\tau}=1.10$$

De 159 ejemplares de *S. russula* pertenecientes a tallas de 45 a 150 mm de longitud total, 78 fueron identificados como machos, 80 hembras y 1 que no se pudo determinar; para *S. sonorae*, de 70 ejemplares, pertenecientes a tallas de 76 mm a 144 mm de longitud total, 24 fueron identificados como machos, 39 como hembras y 7 cuyo sexo no pudo ser determinado (tabal 30).

La proporción de sexos es de un macho por una hembra, en todas las zonas de muestreo (tablas 31 a 34).

Tomando criterios de las escalas de maduración de gónadas tanto la de Hilge (1977), Gunderson (1980) y de Echeverría (1987), y considerando las observaciones hechas en los cortes histológicos de las dos especies de interés en éste estudio, se propone una escala de maduración (tabla 35), para las gónadas de *Scorpaena russula* y *Scorpaena sonorae* tanto de hembras como de machos.

Es importante señalar que dentro de la escala de maduración que se propone, la fase tres de hembras maduras se dividió en tres subfases más, esto se debe principalmente al aspecto de las gónadas en cuanto a tamaño y consistencia, en otras palabras, que algunas gónadas eran de consistencia rígida y abultadas; esto coincide con las que presentaron la vitelogénesis en su primer etapa (III₁); otras tenían la consistencia, ni muy rígidas, ni muy flexibles y no tan llenas, estas coincidieron con las gónadas que presentaron la vitelogénesis en su segunda etapa (III₂); y algunas otras se observaron flácidas medio vacías y traslucidas (III₃). La subfase III₂ y III₃, se pueden observar en las figuras 35 y 36; además del espacio que ocupaba en la cavidad abdominal. Las observaciones se hicieron con ayuda de cortes histológicos de las gónadas, para esto se ocuparon 35 hembras de 45 mm a 142 mm de longitud total, 23 machos de 55 mm a 134 mm de longitud total, de *Scorpaena russula*, y para *Scorpaena sonorae* se utilizaron 21 hembras de 88 mm a 144 mm de longitud total y 20 machos de 76 a 133 mm de longitud total.

Tabla 35. Escala propuesta para determinar la madurez gonádica de *Scorpaena russula* y *Scorpaena sonorae*.

| Fase | Etapa de madurez | Estado de desarrollo de los ovocitos | Estado de desarrollo de la gónada. | Criterio para la etapa de madurez |
|------------------|------------------|--|--|--|
| Hembras | | | | |
| I | Juvenil | Ovogénesis desde la ovogonia a previtelogénesis. | Ovario pequeño y traslucido. | Células germinales transparentes. |
| II | Madurando | Vitelo génesis | Ovario pequeño y amarillento, ocupa una pequeña parte de la cavidad abdominal. | Ovocitos opacos. |
| III ₁ | Maduro | Vitelo génesis en primer etapa. | Ovario firme, huevos amarillentos y opacos compactos, ocupa de la cuarta parte a la mitad de la cavidad abdominal. | Presencia de huevos maduros. |
| III ₂ | Maduro | Vitelo génesis en segunda etapa. | Ovario firme, huevos amarillentos y opacos compactos, ocupa la mitad de la cavidad abdominal. | Presencia de huevos maduros. |
| III ₃ | Maduro | Vitelo génesis en tercer etapa. | Ovario flácido y grande, ocupa tres cuartas partes de la cavidad abdominal. | Presencia de huevos maduros. |
| Machos | | | | |
| I | Juvenil | Presencia de espermatogonias | Testículos pequeños, delgados y traslúcidos | Células germinales transparentes. |
| II | Madurando | Espermatocitos de considerable tamaño | Testículo grande, abultado algo redondeado y amarillento. | Células germinales opacas. |
| III | Maduro | Espermatocitos pequeños y espermatozoides | Testículo grande, abultado algo redondeado y amarillo. | Manchones de espermatozoides pequeños. |

Para poder diferenciar los estados de desarrollo de las células reproductoras se realizó una disección, se extrajeron las gónadas a la cual se les hicieron cortes histológicos; en *S. russula* se encontraron ejemplares inmaduros y maduros, en machos fue difícil distinguir visualmente entre inmaduros y maduros, por el tamaño de las gónadas; en hembras fue más sencillo pues a simple vista se distinguía si estaban maduras o no, y corroborando con los cortes. De la figura 33 que es la de una hembra madurando, que midió 91 mm de longitud total, esta gónada ocupó una pequeña parte de la cavidad abdominal; de la figura 34, es un macho maduro, que midió 96 mm de longitud total, para los machos es más complicado en determinar la fase de madurez, aunque se puede uno guiar por el color y tamaño de la gónada; la figura 35 corresponde a una hembra de subfase dos (III₂), la que midió 120 mm de longitud total, ocupando casi la mitad de la cavidad abdominal, se observa rígida y amarillenta; la figura 36 corresponde a una gónada de subfase tres (III₃), en hembras de esta subfase, la mayoría de las gónadas eran flácidas y algunas menos llenas, por lo regular correspondían a ejemplares de talla mayor; la figura 37 corresponde al corte histológico de una hembra *S. russula* de 105 mm de longitud total, y se observan los ovocitos en estadio primario de la vitelogénesis, el aumento de glóbulos de vitelo y el núcleo con sus nucleolos; la figura 38 corresponde a una hembra de *S. sonorae* de 135 mm de longitud total, en ella se



observa los ovocitos en estadio primario de la vitelogénesis, aunque no se ven muy bien delimitadas las células, si se observan las gotas de vitelo; la mayoría de los ejemplares de *S. sonora* estuvieron expuestas a que la mayor parte del alcohol se evaporara y posiblemente sea la causa que no se distinguen igual; en la figura 39 corresponde a un corte longitudinal de un macho de *S. russula* de 94 mm de longitud total, en él se observa un grupo de espermatozoides en el centro de la foto y algunos otros espermatozoides en la periferia de la gónada, algunos espermátides y espermatogonias distribuidas en toda la célula; la figura 40 corresponde a un corte longitudinal de un macho de *S. sonora* de 99 mm de longitud total, en el se observa una gran cantidad de espermatogonias y espermátides. Cabe aclarar que los ejemplares de ambos sexos y de las dos especies se trato de abarcar las cuatro estaciones climáticas y los que se clasificaron como maduros, son maduros sexualmente, que están próximos o en plena época de desove.

Por el arreglo que presentan las células en las gónadas de ambas especies, son organismos ovíparos, con desarrollo sincrónico.

La época de reproducción se obtuvo del mayor porcentaje de hembras maduras con respecto al total capturadas, esto se observa en la tabla 36 y 37.

Tabla 36. Número de organismos maduros de ambos sexos y en porcentaje de *Scorpaena russula*.

| Crucero | Estación Climática | Mes | Hembras # | Machos # | Porcentaje H - M |
|---------|--------------------|------------|-----------|----------|------------------|
| I | Invierno | Febrero | 5 | 8 | 7.81 - 16.32 |
| II | Primavera | Abril | 15 | 13 | 23.43 - 26.53 |
| III | Invierno | Enero | 7 | 2 | 10.93 - 4.08 |
| IV | Primavera | Mayo | 0 | 0 | 0 |
| V | Otoño | Octubre | 16 | 8 | 25 - 16.32 |
| VI | Otoño | Septiembre | 0 | 0 | 0 |
| VII | Verano | Agosto | 18 | 16 | * 28.12 - 32.65 |
| VIII | Primavera | Abril | 3 | 2 | 4.68 - 4.08 |

* Época de reproducción.

Tabla 37. Número de organismos maduros de ambos sexos y en porcentaje de *Scorpaena sonora*.

| Crucero | Estación Climática | Mes | Hembras # | Machos # | Porcentaje H - M |
|---------|--------------------|------------|-----------|----------|------------------|
| IV | Primavera | Mayo | 20 | 10 | * 50 - 43.4 |
| V | Otoño | Septiembre | 3 | 2 | 7.5 - 8.6 |
| VI | Otoño | Septiembre | 14 | 2 | 35 - 8.6 |

* Época de reproducción.

Con los datos registrados, la época de reproducción en *S. russula* corresponde a verano. Sin embargo no hay mucha diferencia con primavera. Mientras que para *S. sonora* la época reproductiva de acuerdo a los datos se registró en primavera.

En cuanto a la talla de primer madurez en *S. russula* para hembras, es de 90 mm longitud patrón, y entre 78 y 81 mm de longitud patrón para machos, esto se observa en la figura 41, la hembra madura más pequeña midió 50 mm de longitud patrón, y la más grande midió 106 mm. El macho maduro más pequeño fue de 52 mm y el más grande fue de 109 mm de longitud patrón, estos datos corresponden a verano. También se gráfico los datos de primavera, ya que como no hubo mucha diferencia en la cantidad de organismos maduros entre primavera y verano, la talla de primer madurez en hembras resulto de 102 mm de longitud patrón y en machos fue de 90 mm (figura 42).

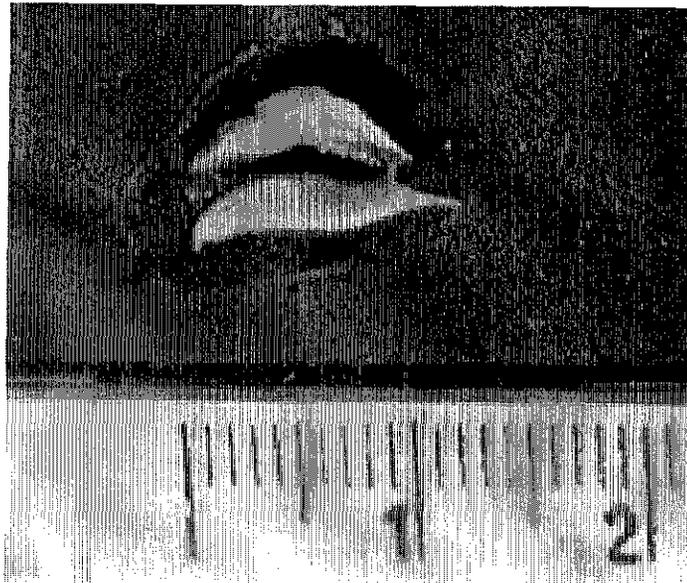


Figura 33. Gónada de una hembra de *S. russula* de 91 mm de longitud total en fase II de madurez.

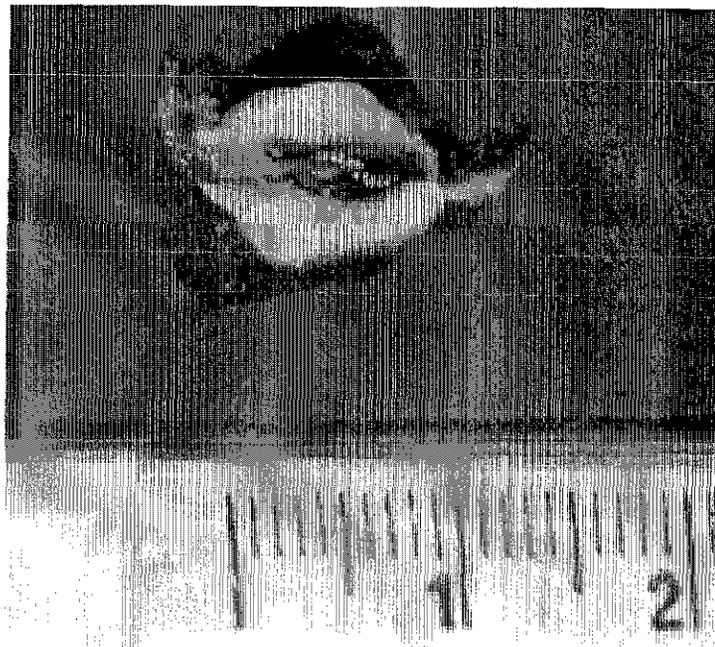


Figura 34. Gónada de un macho maduro de *S. russula* de 96 mm de longitud total en fase III.

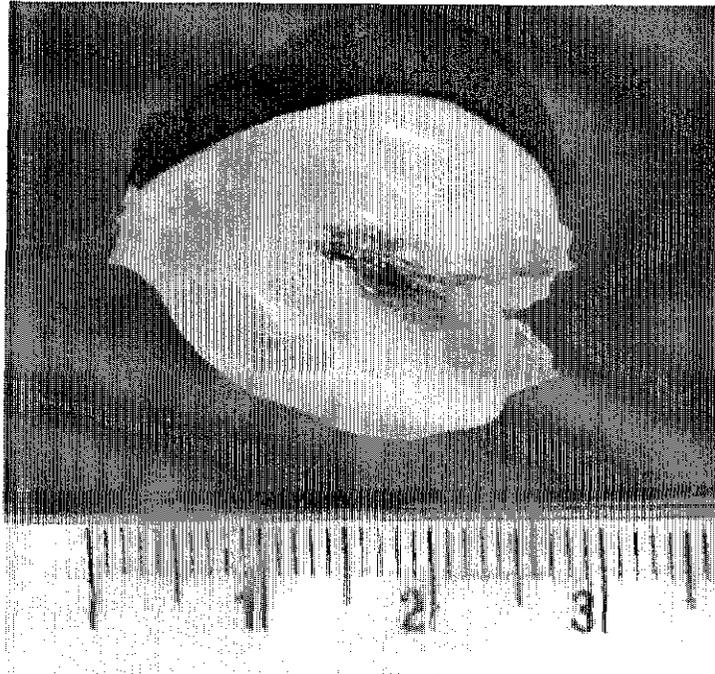
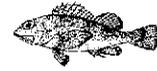


Figura 35. Gónada de una hembra madura de *S. russula* de 120 mm de longitud total en fase III₂.

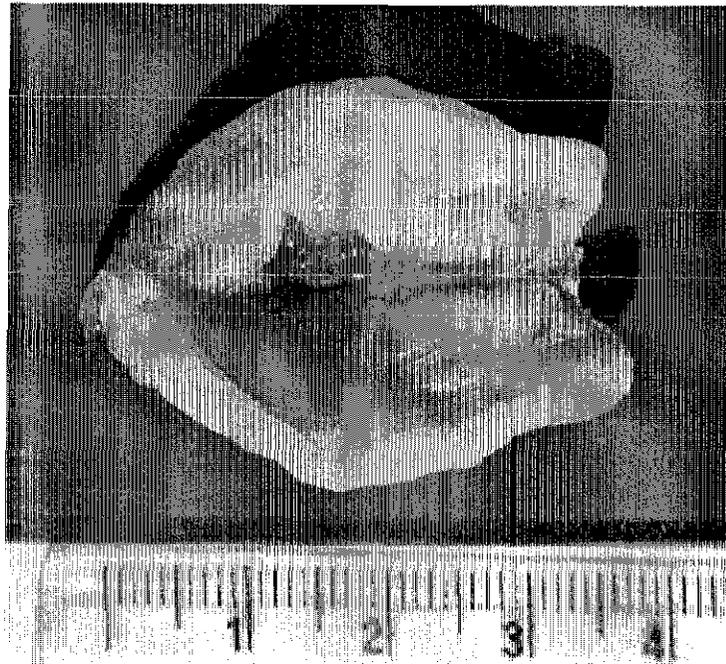


Figura 36. Gónada de una hembra madura de *S. russula* de 130 mm de longitud total en fase III₃.

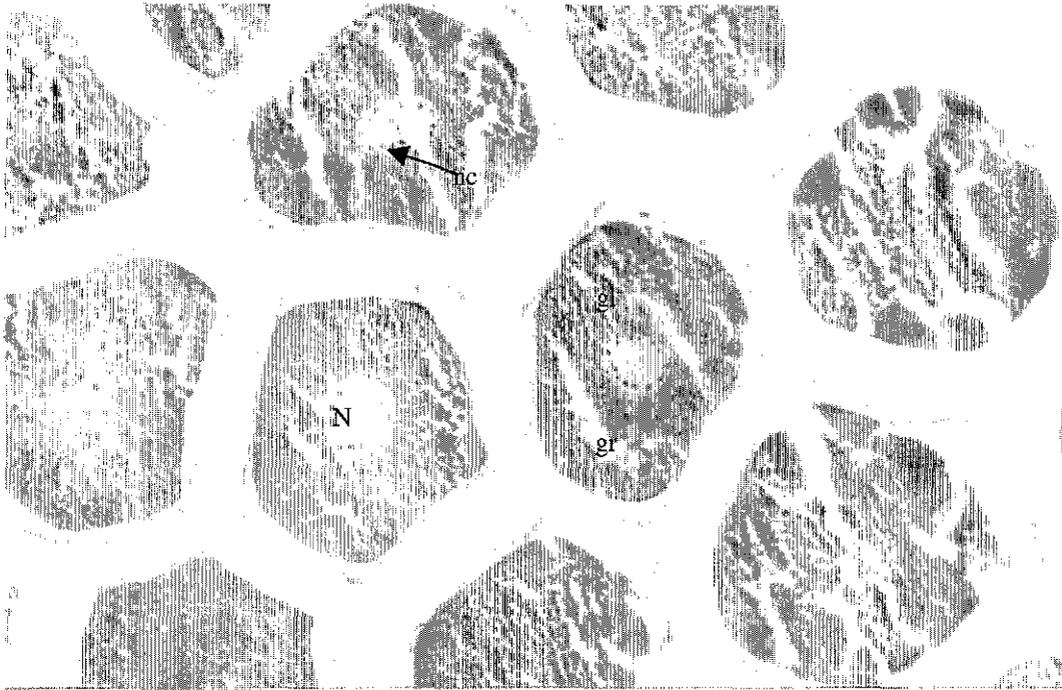


Figura 37. Ovocito en estadio de vitelino primario. Los ovocitos van aumentando de tamaño debido a la acumulación de glóbulos de vitelo (gl) y gotas de grasa (gr) que se concentran alrededor del núcleo (N) y sus nucleolos (nc). H-E 1320 aumentos.

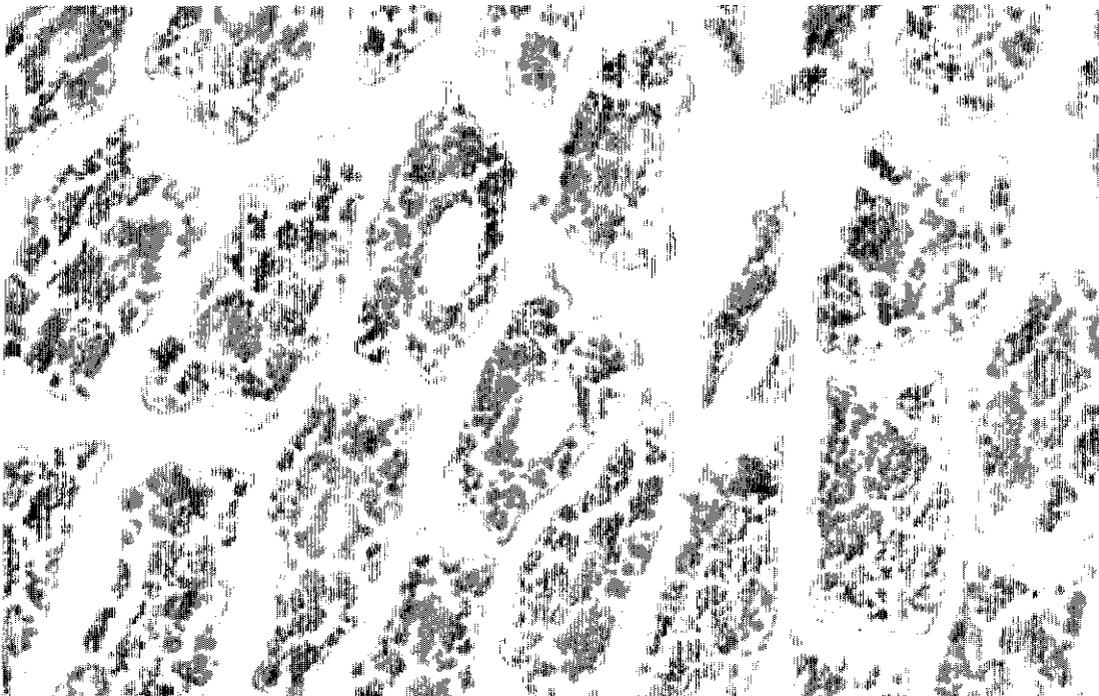


Figura 38. Ovocito en estadio de vitelino primario de *S. sonorae*, de 135 mm de longitud total. H-E 1320 aumentos.

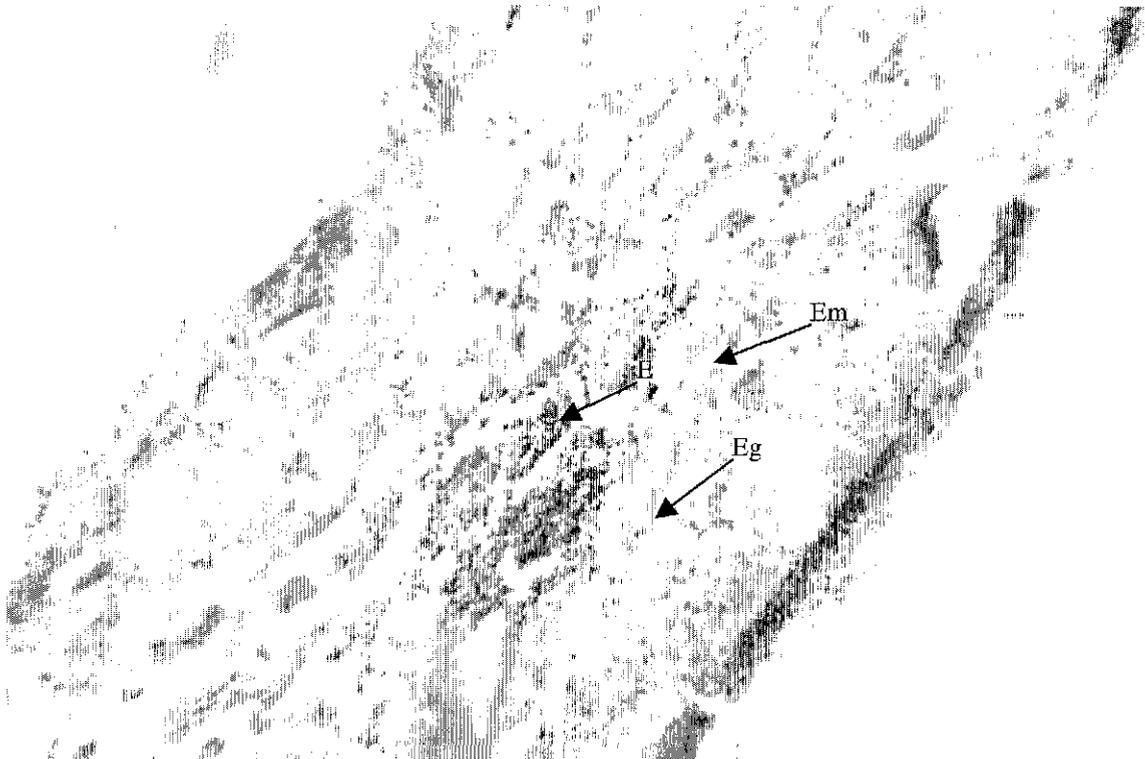


Figura 39 Corte longitudinal de testículo. Se aprecia los espermatozoides (E), espermátides (Em) y espermatozonias (Eg) H-E. 1320 aumentos.

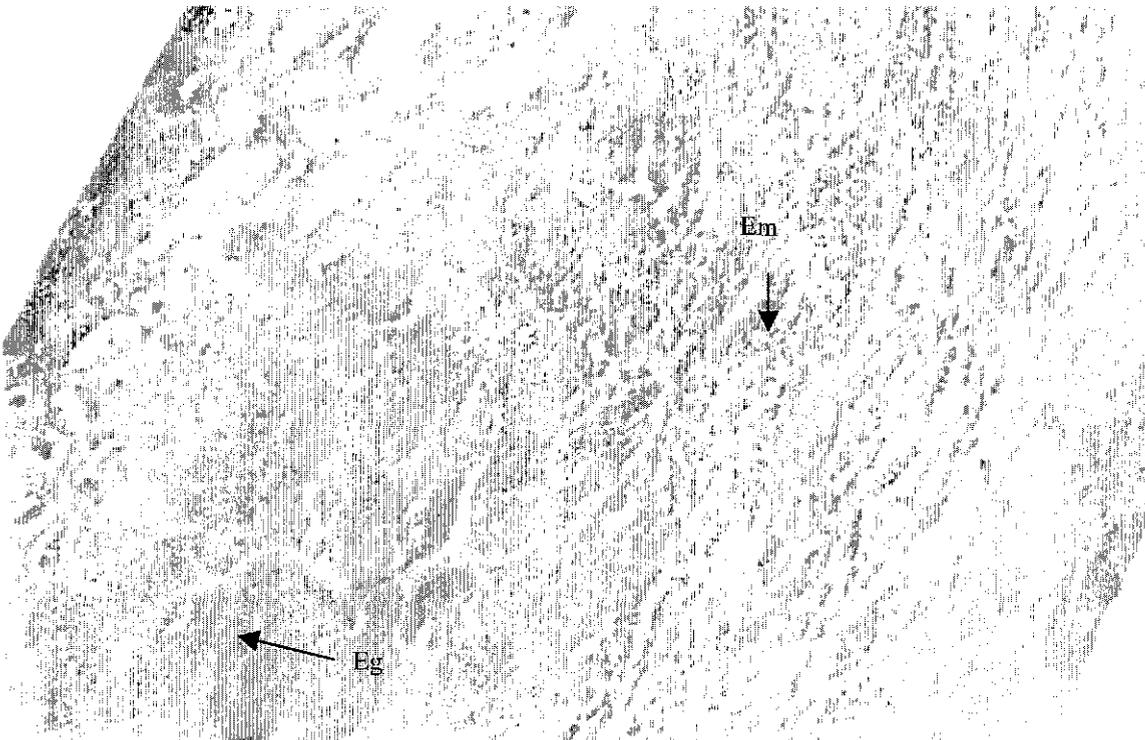


Figura 40. Corte longitudinal de testículo. Se aprecian espermatozonias (Eg) y espermátides (Em). H-E. 1320 aumentos.

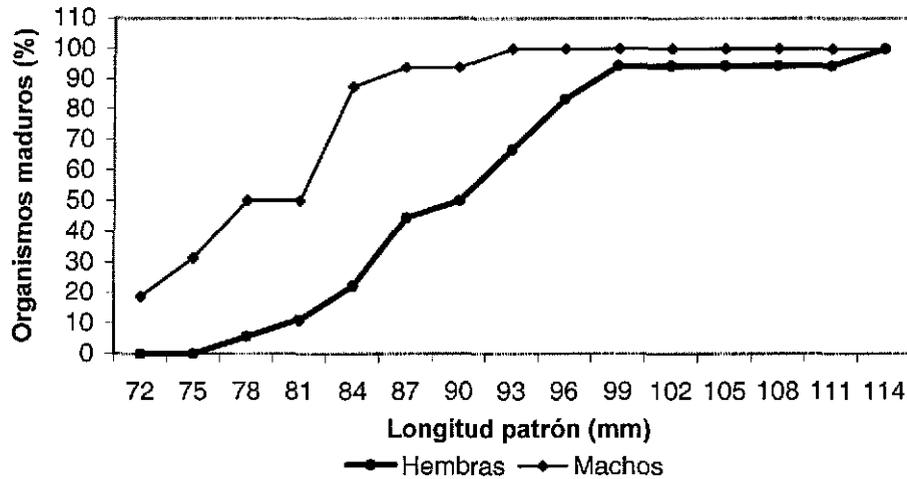


Figura 41 Longitud patrón de *S. russula* a la talla de primer madurez, en Agosto de 1989.

Para *S. sonorae* la talla de primer madurez se encontró entre 94 mm de longitud patrón para hembras y para machos con los datos que se tienen le corresponde a 73 mm de longitud patrón figura 43, la hembra madura más pequeña midió 87 mm de longitud patrón y la más grande midió 111 mm, mientras que para los machos, el más pequeño midió 70 mm y el más grande midió 117 mm de longitud patrón.

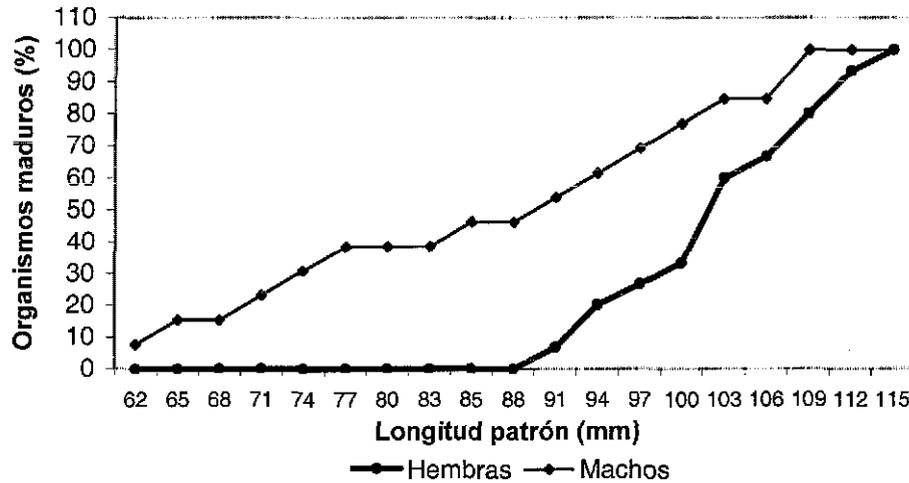


Figura 42. Longitud patrón de *S. russula* a la talla de primer madurez, en Abril de 1982.

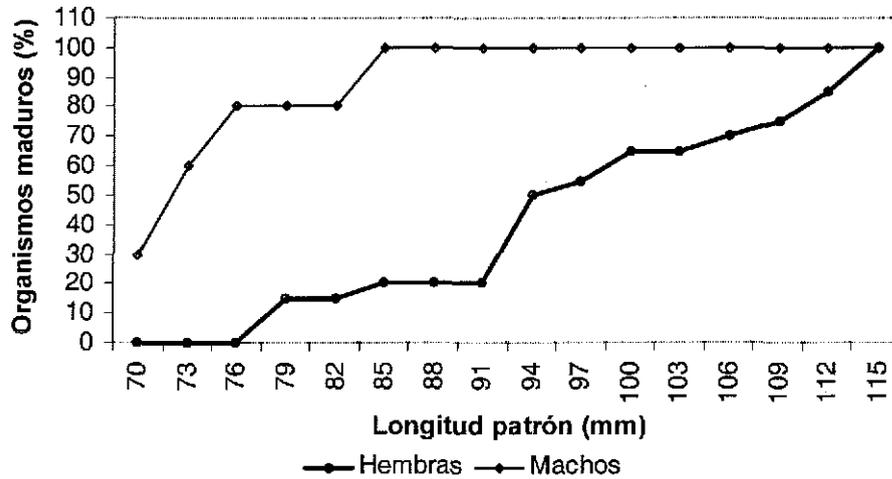


Figura 43. Longitud patrón de *S. sonorae* a la talla de primer madurez, en Mayo de 1983.

Índice Gonadosomático.

El índice gonadosomático en hembras de *S. russula* (figura 44), presento valores elevados en el segundo crucero, correspondiente a primavera, con valores de hasta 8.03, el siguiente con valores altos es en el quinto crucero, correspondiente a otoño, con valores de 6.007; en los machos (figura 45), se observa en otoño los valores altos de éste índice gonadosomático, con 0.7523, los siguientes valores elevados son en los cruceros uno a tres y ocho correspondientes a primavera y otoño.

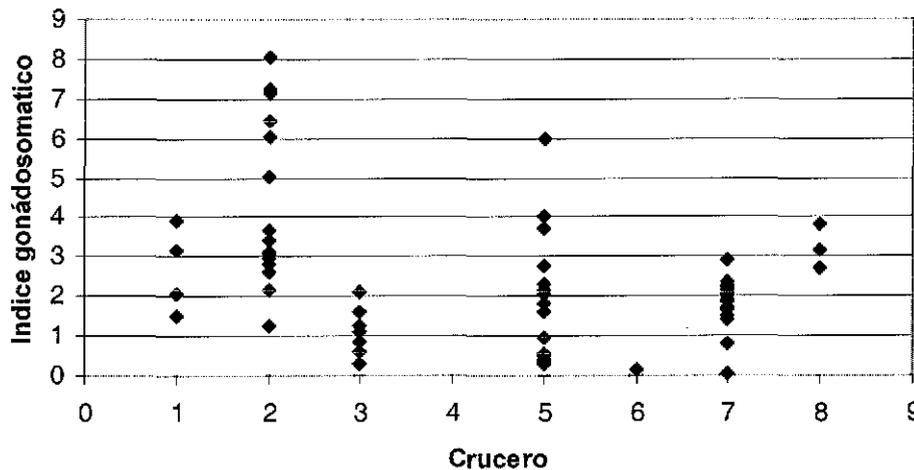


Figura 44. Índice gonadosomático en hembras de *S. russula* en los distintos cruceros.

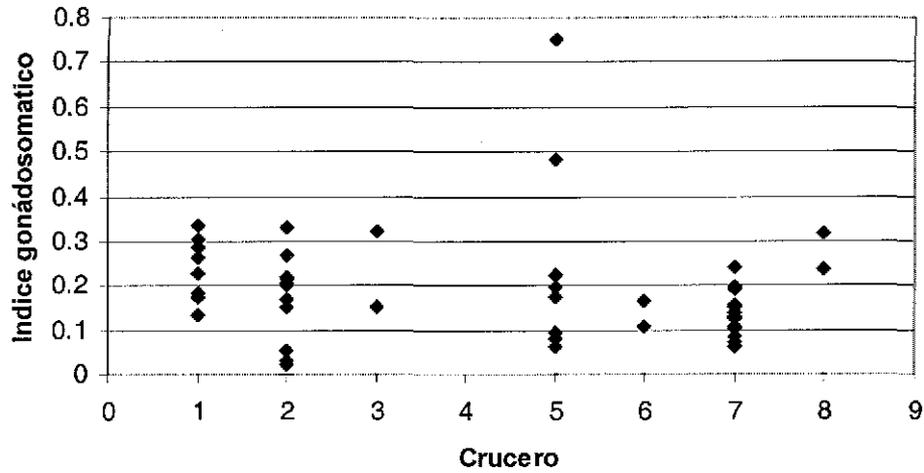


Figura 45 . Índice gonadosomático en machos de *S. russula* en los distintos cruces.

S. sonorae registró capturas en primavera y otoño, para las hembras los valores más altos fue en el crucero cuatro (figura 46), correspondiente a primavera, con valores de 6.21 y en machos (figura 47), el valor más elevado fue en el crucero seis, correspondiente a otoño.

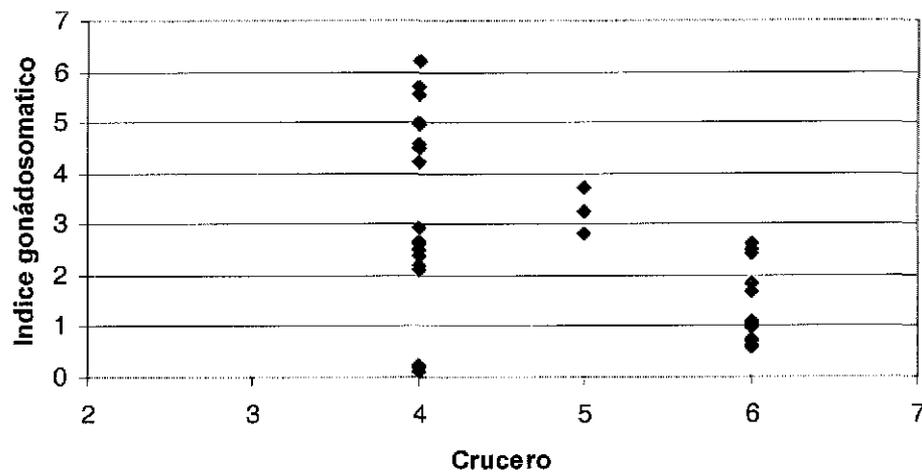


Figura 46. Índice gonadosomático en hembras de *S. sonorae* en los distintos cruces.

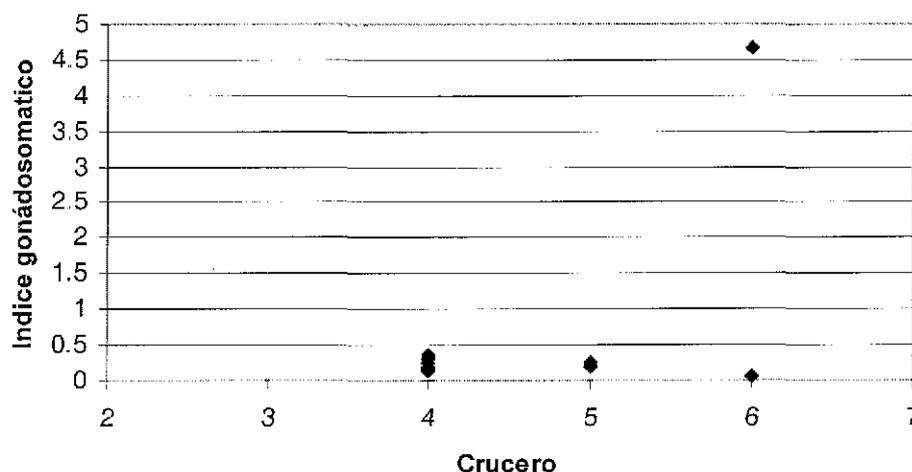


Figura 47 . Índice gonadosomático en machos de *S. sonorae* en los distintos cruceros.

DISCUSIÓN

DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA

En la literatura *Scorpaena russula* se reporta su distribución desde Mazatlán a Ecuador, en éste estudio se registró un ejemplar en la captura, dentro del Golfo de California; se observo mayor distribución de *S. russula* en Michoacán, éste estado, así como el de Guerrero, presentan una estrecha y escarpada plataforma continental, con fondos regularmente rocosos, lo que hace un hábitat adecuado para el pez escorpión; su distribución batimetricamente va desde 15 a 94 metros de profundidad, observándose la mayor cantidad de ejemplares a los 75 metros, posiblemente los valores más altos en captura este relacionada con el uso de la red de arrastre camaronera cuya mayor eficiencia de captura coincide con las profundidades señaladas (Amezcuca, 1996); todas las tallas se encontraron presentes en las diferentes profundidades, se capturaron similar número de ejemplares en las cuatro estaciones climáticas, sin embargo por cantidad de cruceros hay una diferencia de tres a uno en primavera y verano, lo que se considero más abundante en verano; durante los cruceros en que se realizaron las capturas, en algunas estaciones de muestreo se tomaron muestras de sedimento, con el objeto de saber la preferencia del tipo de sustrato de esta especie de pez, el resultado fue muy variado, desde arena, limo-arcilloso, arena-limoso y limo-arenoso. Los parámetros ambientales influyen de cierta forma en la distribución y abundancia de las poblaciones de peces, Amezcuca (1996) menciona que la temperatura es la responsable de las diferencias más evidentes en la distribución de los organismos marinos, Michoacán fue el estado que mantuvo valores intermedios de los factores ambientales; sin embargo los hábitos reproductivos, alimentarios y las relaciones tróficas de las especies determinan en gran medida su distribución y abundancia, ya que esto repercute directamente en sus movimientos (Nikolsky, 1963). Ambas especies de peces scorpaenidos registraron estadísticamente diferencias significativas en los parámetros ambientales, lo que nos indicó que no comparten las mismas condiciones ambientales.

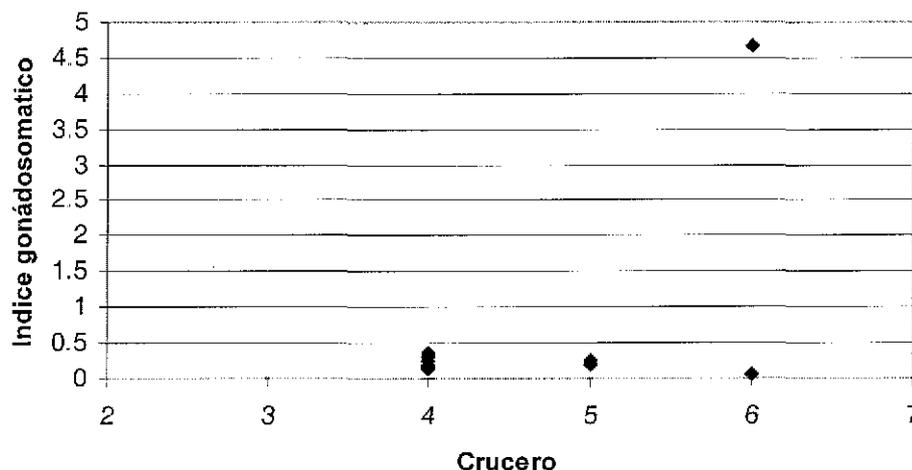


Figura 47 . Índice gonadosomático en machos de *S. sonorae* en los distintos cruceros.

DISCUSIÓN

DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA

En la literatura *Scorpaena russula* se reporta su distribución desde Mazatlán a Ecuador, en éste estudio se registró un ejemplar en la captura, dentro del Golfo de California; se observo mayor distribución de *S. russula* en Michoacán, éste estado, así como el de Guerrero, presentan una estrecha y escarpada plataforma continental, con fondos regularmente rocosos, lo que hace un hábitat adecuado para el pez escorpión; su distribución batimetricamente va desde 15 a 94 metros de profundidad, observándose la mayor cantidad de ejemplares a los 75 metros, posiblemente los valores más altos en captura este relacionada con el uso de la red de arrastre camaronera cuya mayor eficiencia de captura coincide con las profundidades señaladas (Amezcuca, 1996); todas las tallas se encontraron presentes en las diferentes profundidades, se capturaron similar número de ejemplares en las cuatro estaciones climáticas, sin embargo por cantidad de cruceros hay una diferencia de tres a uno en primavera y verano, lo que se considero más abundante en verano; durante los cruceros en que se realizaron las capturas, en algunas estaciones de muestreo se tomaron muestras de sedimento, con el objeto de saber la preferencia del tipo de sustrato de esta especie de pez, el resultado fue muy variado, desde arena, limo-arcilloso, arena-limoso y limo-arenoso. Los parámetros ambientales influyen de cierta forma en la distribución y abundancia de las poblaciones de peces, Amezcuca (1996) menciona que la temperatura es la responsable de las diferencias más evidentes en la distribución de los organismos marinos, Michoacán fue el estado que mantuvo valores intermedios de los factores ambientales; sin embargo los hábitos reproductivos, alimentarios y las relaciones tróficas de las especies determinan en gran medida su distribución y abundancia, ya que esto repercute directamente en sus movimientos (Nikolsky, 1963). Ambas especies de peces scorpaenidos registraron estadísticamente diferencias significativas en los parámetros ambientales, lo que nos indicó que no comparten las mismas condiciones ambientales.



Krieger, 1993, por ejemplo, realizó muestreos desde 188 hasta 290 metros de profundidad, para peces piedra del género *Sebastes*, y estuvieron asociados con sustratos de tipo arenoso, donde los arrastres eran accesibles, éste autor le da importancia al tipo de sustrato para la distribución, además de que Harmelin-Vivien *et al.* 1989, menciona que la mayoría de las especies abundantes en las pesquerías son capturadas en áreas rocosas; posiblemente la poca disponibilidad a las redes de arrastre de *S. russula* se deba a que se encuentre en zonas no disponibles para la red, en otras palabras, en zonas rocosas; entre el presente trabajo y el de Krieger (1993), la diferencia es mucha, sin embargo ellos localizaron los peces con sonar con el propósito de la captura, y sus arrastres fueron de 5.5 a 6.5 km/h y en el presente trabajo fue en promedio de 4.6 km/h, y los arrastres fueron hechos para inventariar y conocer los peces que resultan de los arrastres; la velocidad de arrastre pudo haber influido en la cantidad de captura, así como la localización de los peces por sonar; además recordando que los estados de Guerrero y Michoacán presentan relieve rocoso y una estrecha y escarpada plataforma continental, por lo que hay poca actividad pesquera.

Scorpaena sonorae la literatura la reporta en isla Santa Margarita en el este del Pacífico mexicano, y dentro del Golfo de California hasta el sur de Sinaloa, por lo que se considera una especie endémica. En cuanto a profundidad fue más abundante a los 15 metros con tallas representadas desde los 76 a 144 mm de longitud total. El ejemplar de *S. russula* que se capturó en el Golfo de California fue a los 36 metros de profundidad, se sospecha que *S. sonorae* por su abundancia se distribuye en aguas someras para evitar competición en alimento. Se observó la mayor abundancia en época de primavera, en la cual se obtuvo la mayor cantidad de ejemplares en una estación y por lo tanto la mayor biomasa. Se presume que el lugar de desove de esta especie este en otra zona, puesto que no se registraron tallas pequeñas. Krieger (1993), reporta que las tallas pequeñas se encuentran en lugares donde no es accesible los arrastres, en hábitat escabrosos y separados de los adultos, además de que para las redes, menciona que posiblemente los peces de tallas chicas se pudieron escapar de la red por su tamaño pequeño y el tamaño de la luz de malla de la red; en *S. russula* y *S. sonorae* posiblemente ocurra lo mismo con tallas pequeñas, donde se encuentren separados de los adultos y prefieren un sustrato distinto a los de los adultos, este último punto donde los pequeños prefieren distinto sustrato podría ser debido al canibalismo ya que Harmelin-Vivien (1989), encontró en el contenido estomacal peces de la misma especie.

ANÁLISIS DE MARCAS DE CRECIMIENTO Y ESTRUCTURA DE LAS ESCAMAS

De las tallas registradas que van de 45 a 150 mm de longitud total en *S. russula*, se logró reconocer cinco marcas de crecimiento, e incluso las que no tenían ninguna marca de crecimiento; por ejemplo en tallas promedios de 55.6 mm en hembras y 63.33 mm en machos, esto está más o menos similar a lo de otros scorpaenidos, en el trabajo de Massutí, *et al.* (2000), registra tallas de 44.4 a 46.2 como grupo de edad cero, para la edad uno las tallas son de 82.9 a 87.5 mm de longitud total, mientras que en *S. russula* para la primera marca fue de 90.5 en hembras y 85.66 mm en machos; las marcas de crecimiento observadas en el presente trabajo fueron cinco y corresponden a ejemplares jóvenes.

Las longitudes promedios correspondientes a las marcas de crecimiento, desde cero hasta tres, el cual *S. sonorae* lo registró, en todas las longitudes, es más grande en talla, tanto para hembra, como para macho. Esto nos hace pensar que los peces escorpión son más grandes y longevos los de aguas templadas o frías, que los tropicales.



En las escamas, la relación entre ancho y largo, en general tiende a ser un crecimiento de tipo isométrico; en la relación del ancho y largo de la escama con relación a la longitud total del pez, el crecimiento es de tipo alométrico negativo.

Los radios son, canalículos o valles calcificados, que se originan en el margen proteínico anterior y generalmente convergen a nivel del foco. Se producen como resultado de la presión que ejerce la escama sobre el borde anterior. El conteo de los radios en las escamas va aumentando con el aumento en longitud del pez y crecen gradualmente, pero no se observó un patrón continuo del número de radios.

Las lámelas se localizan en los circulis y el número es específico, se logró observar un patrón de acomodo de cada lámelas en grupos de hasta cinco en *S. russula*, mientras que por pares se observó en *S. sonorae*, posiblemente sea una distinción en el arreglo de las marcas individuales para cada una de estas especies de scorpaenidos; de igual manera la forma de estas lámelas distinguen entre una especie y otra.

RELACIÓN PESO-LONGITUD Y FACTOR DE CONDICIÓN

La ecuación $P = aL^b$ describe las variaciones de peso y longitud a lo largo del ciclo de vida de un pez aplicándose esta expresión para entender el comportamiento de estos parámetros en una población, ya que permite analizar la condición promedio de la población a través del factor de condición promedio (a) y el crecimiento a través del coeficiente de alometría (b) cuyas variaciones están en función de los cambios proporcionales de peso y longitud de una especie en particular. Si el crecimiento del pez fuera isométrico y no variase su forma corporal ni su gravedad específica (b) sería igual a 3. Muchas especies parecen alcanzar este crecimiento, aunque el peso es afectado por factores como la época del año, edad del pez, variación en la alimentación, desove, sexo, madurez gonádica, entre otros, sin embargo en algunas especies las proporciones corporales se modifican a medida que crecen, siendo el valor de (b) mayor o menor de 3 (Ricker, 1975).

Los valores más alto del factor de condición promedio en hembras de *Scorpaena russula* fue en la relación LP/PE, y con aproximadamente los mismos valores en las cuatro estaciones del año, también la misma relación en machos tuvo los valores más altos en el factor de condición promedio, tanto en primavera como en otoño registró los valores notablemente más altos. El coeficiente de alometría (b) en las hembras, en la mayoría de los casos tiende a ser de tipo isométrico, en machos sin embargo tienden más a alométrico positivo; y para los dos sexos juntos, en promedio tiende a ser isométrico, estadísticamente existen diferencias significativas entre hembras y machos, la figura 22 muestra una notable diferencia; Lagler *et al.* 1977, indicaron que en los peces, generalmente, existen diferencias en la talla entre machos y hembras que afectan las tasas y patrones de crecimiento debido a factores genéticos, a menudo correlacionados con patrones heredados de comportamiento.

Para *Scorpaena sonorae* el factor de condición promedio más alto en hembras fue en la relación LP/PE para las dos estaciones, lo mismo sucede con los machos, y el coeficiente de alometría (b) en hembras tuvo un comportamiento de tipo alométrico negativo, excepto en primavera en la relación LT/PT que fue alométrico positivo, y en machos la mayoría fue alométrico positivo, excepto en otoño en la relación LP/PE. Se encontró diferencias estadísticamente significativas en las ecuaciones que explican el comportamiento; tal vez se deba a las condiciones en que permanecieron conservadas las muestras, y fue afectada la muestra tanto en peso, como en talla.



El valor del factor de condición en hembras y machos de las dos especies está mejor representada en la relación longitud patrón contra peso eviscerado, y nos rebela una condición aceptable ya que no interviene el peso de gónadas y estómago; la variación en el coeficiente de alometría entre hembras y machos de *S. russula* está tal vez relacionado con aspectos reproductivos como la talla de primer madurez, al respecto Gómez-Larrañeta (1972) señala que los cambios del coeficiente (b) se producen a determinadas tallas o edades, por ejemplo durante la primera maduración sexual, esto probablemente se debe a que los peces después de la primera madurez sexual y desove reinician su crecimiento acelerado en longitud por ser organismos jóvenes.

Los valores encontrados en este estudio, coinciden con los de Morato *et al.* 2001, por ejemplo este autor encontró en su estudio hecho de junio de 1997 a diciembre de 1999, un índice alométrico promedio de 3.013 y 2.863 para machos y hembras respectivamente en *Scorpaena maderensis*, y 3.035 y 2.997 en hembras y machos respectivamente de *Scorpaena notata*; tanto los valores de este autor con las especies que estudio, como para las especies de interés de este estudio, los machos en general tienen un crecimiento de tipo alométrico positivo y las hembras tienden al crecimiento isométrico.

Los valores del factor de condición de la relación peso-talla en las hembras se mantuvo casi igual en *S. russula*; y de acuerdo a la fórmula de Rodríguez, 1992, nos da en las hembras valores altos en el crucero 1 y 3 correspondientes a invierno (figura 24), sin embargo las fechas de éstos cruceros son a finales de invierno y próximos a la primavera (tabla 1), en los machos los valores más altos de acuerdo a Rodríguez, 1992, fue en los cruceros 5 y 6 correspondientes a otoño (figura 25).

ALIMENTACIÓN

Se han reportado diversos estudios de la dieta de scorpaenidos del género *Sebastes* y *Scorpaena*; su dieta principal es: crustáceos, moluscos, peces, anélidos equinodermos y resto vegetal, lo que concuerda de manera general con los resultados en este trabajo, sin embargo la diversidad de presas encontradas en *Scorpaena russula* y *S. sonorae* es menor a las reportadas por otros autores, como Bradai, 1990a, y Pallaoro y Jardas, 1991, que encontraron para *Scorpaena porcus* y *S. scrofa* una gran diversidad de: 9 grupos de peces, 5 de crustáceos y cuatro de moluscos; en el presente trabajo se encontraron más crustáceos que cualquier otra presa, lo que se debe a una gran abundancia de estos recursos en el área de estudio. Sin embargo no se extraña tanto, pues los ejemplares fueron capturados, la mayoría durante el día, y lo cual coincide de cierta forma, ya que se conoce por literatura que estas especies son depredadores nocturnos (Allen y Ross, 1994)

En muchas ocasiones es sobreestimado el contenido estomacal lo que no refleja exactamente la dieta consumida (Lagler, 1956 citado en Windell y Bowen, 1978), ya que algunos componentes importantes de ésta, pueden ser procesados rápidamente quedando pequeños restos no reconocibles. Un segundo problema son las diferentes tasas de digestión para varias presas dándose una acumulación selectivas de éstas o partes, las cuales son digeridas más lentamente. Así las abundancias relativas de los grupos alimentarios en los estómagos pueden no reflejar la proporción en la cual estas fueran ingeridas. Se especula que sea el caso para *S. russula* y *S. sonorae*, en el que el poco contenido estomacal encontrado en ambas especies se debió a que ya estaba la mayor parte de las presas digeridas y solo algunas presas o partes se reconocieron; también se debe de tomar en cuenta la hora de captura, pues de acuerdo a Harmelin-Vivien *et al.* 1989 en *Scorpaena notata*, *S. porcus*, *S. scrofa*, reporta que las tres especies se alimentan preferentemente



durante la noche, que durante el día. La actividad nocturna de *S. porcus* fue confirmada experimentalmente por Savchenko, 1977, como prueba que esta actividad locomotora es siempre máxima durante periodos de oscuridad. Harmelin-Vivien *et al* 1989, también encontró mayor cantidad de estómagos llenos durante la noche que por el día, sin embargo encontró la mayor amplitud del nicho alimentario durante el día en dos especies y una en la noche, la autora menciona que los scorpaenidos jóvenes colonizan en diferentes microhábitat durante el día y durante la noche, lo cual esta diferencia en microhábitat permite la reducción en canibalismo entre scorpaenidos, también menciona que se comportan preferentemente como un alto carnívoro. En el presente trabajo de 228 estómagos, 15 corresponden a capturas durante la noche, y lo encontrado en los estómagos comprueba que no están del todo inactivos durante el día; también explica el porque se capturaron una menor cantidad de ejemplares chicos, pues posiblemente como menciona Harmelin-Vivien *et al*. 1989, colonizan diferentes microhábitat. De esos 228 estómagos llenos, corresponden al 59% de *S. russula*, con diferentes valores de Ica y porcentaje de repleción, la mayoría se encontró con 5% de repleción, lo mismo paso para *S. sonorae*, 54% del total de está especie, corresponde a ejemplares sin contenido estomacal.

Ejemplares de diferentes tallas en el presente estudio consumen crustáceos y resto vegetal en tallas chicas, aunque los scorpaenidos se consideran carnívoros, se presume que los restos vegetales fueron ingeridos accidentalmente junto con la presa, en tallas consumen más crustáceos y peces, y para tallas grandes además calamar en el caso de *S. russula*, y puro crustáceo para *S. sonorae*. En el trabajo de Pallaoro y Jardas (1991), y Harmelin Vivien *et al*. (1989) no encontraron variación con la talla, pero si conforme aumenta la talla, aumenta el peso de la presa, lo que ocurre con *S. russula* y *S. sonorae*; gracias a que en algunas presas se encontraron casi completas, se logro llegar a determinar la presa hasta el taxón más bajo.

Por sexo, ambos se alimentan proporcionalmente de las mismas presas en ambas especies. La alta importancia de crustáceos en *S. sonorae* fue probablemente al tamaño de la muestra, que no refleja el espectro trófico de la población de está especie.

Por estación climática durante las cuatro temporadas, para *S. russula* se observaron crustáceos y peces, lo que concuerda con el trabajo de Pallaoro y Jardas (1991) que registraron crustáceos y peces, aunque estos autores reportan mayor cantidad de peces en invierno; para el presente trabajo en invierno se registró la menor cantidad de peces, y esto posiblemente por la disponibilidad de ciertas presas y la ausencia de otras.

La presa con mayor importancia en este trabajo fue el crustáceos *Alpheidea automate*, pues en la tabla 26 se aprecia un mayor valor del IRI durante las cuatro periodos para esta presa en *S. russula*, mientras que para *S. sonorae*, el valor más alto del IRI fue en Caridea (figura 27); lo que reporta Pallaoro y Jardas (1991) un mayor valor de IRI en crustáceos, pero del orden de brachyura, esta diferencia de principales presas elegidas por los peces, es debido a la disponibilidad de las presas en la zona de estudio.

REPRODUCCIÓN

La proporción sexual en términos generales fue de dos hembras por cada macho, indistintamente de la zona.

Los criterios que se tomaron para evaluar la madurez sexual en las gónadas fue algo difícil, ya que no se encontró otras escalas para aguas tropicales, excepto la de Hilge, 1977, aunque no son para Scorpaenidae; tan solo se contó con criterios de Gunderson, 1980 y



Echeverría, 1987, para especies del género *Sebastes*, pero de aguas frías. Las escalas que se utilizaron para evaluar la madurez sexual, los autores presentan hasta siete fases de maduración, tanto de hembras como de machos, con ayuda de estas escalas, la de Hilge, 1977 y con las observaciones hechas durante todo el proceso de evaluación gonádica, que va desde color, tamaño, forma, el porcentaje que ocupaba dentro de la cavidad abdominal, hasta las observaciones realizadas en los cortes histológicos, se elaboró una escala para evaluar la madurez sexual de *Scorpaena russula* y *S. sonorae*, está escala que se sugirió, se dividió en tres fases para machos y tres para hembras, con la diferencia de que en hembras la fase tres se subdividió en tres etapas más, esto debido a que, se presume que las especie de estudio son ovíparas, a diferencia de las ovovivíparas, el embrión se desarrolla dentro del cuerpo de la madre, y dependen totalmente del vitelo para su alimentación, el desarrollo embrionario puede ser seguido hasta la eclosión de la larva, lo que no ocurre en peces ovíparas. La razón por la que se clasifico como ovíparas, es que durante todo el proceso de los cortes histológicos no apareció evidencias de ovoviviparidad que es en la fase de maduros aparecen puntos negros que corresponden a el desarrollo de los ojos, de las larvas. Un aspecto que menciona Echeverría, 1987 es que la espermatogénesis inicia en la periferia de los testículos, lo que ocurrió exactamente en este trabajo, se logra apreciar en las figuras 39 y 40 espermatozoides en la periferia, esto sucedió en la mayoría de los cortes de este estudio.

La talla más chica madura de *S. russula* es de 63 mm de longitud total en hembras, y la talla más grande madura es de 150 mm; para machos la talla más chica madura fue de 66 mm y la más grande fue de 137 mm; para *S. sonorae* la talla más chica madura en hembras es de 98 mm, y la más grande es de 139 mm, mientras que para machos la más chica madura es de 87 mm y la más grande es de 141 mm. Por ejemplo la talla más chica madura de *S. alutus* en hembras es de 381 a 390 mm y en machos es de 361 a 374 mm de longitud total. Generalmente las hembras en tamaño son más grandes que los machos de la misma especie. Dentro de las mismas especies, el tamaño en un 50% de maduración generalmente varia inversamente con la latitud (Westrheim, 1975). Esto explica por que en el presente trabajo se registraron en las hembras las tallas más grandes, y el porque algunas tallas chicas se presentan ya maduras, ya que en las zonas tropicales la temperatura es un factor relevante en la supervivencia de huevos y larvas, por ser este período el más crítico de su ciclo vital, y en adultos determina el crecimiento, la reproducción y alimentación de los peces marinos, además de que modifica los procesos metabólicos.

La talla de primer madurez en *S. russula* es de 90 mm de longitud patrón en hembras y de 78 a 81 mm, en machos; y para *S. sonorae* es de 94 mm en hembras, en machos corresponde a 73 mm. La talla de primer madurez coincide más o menos a las demás especies de la misma familia de acuerdo al tamaño máximo que alcanzan, considerando que las especies de *Sebastes* alcanzan tallas máximas más grandes que *S. russula* y *S. sonorae*; por ejemplo en algunas especies de *Sebastes* las diferentes tallas de primer madurez son: *S. saxicola* 17 y 16, *S. pinniger* 44 y 40, *S. alutus* 26 y 28, *S. carnatus* 17 y 17, *S. caurinus* 34 y 32, *S. crameri* 27 y 27, *S. diploproa* 19 y 22, *S. entomelas* 37 y 36, *S. grodei* 34 y 31 y *S. hopkinsi* 18 y 16, todos en cm y hembras y machos respectivamente para cada especie, esto por mencionar algunas datos de los peces del genero *Sebastes*, que son los más estudiados.

Aunque se aplico el índice gonadosomático; este índice guarda una relación directa que explica el estadio de desarrollo gonádico, al alcanzar el valor máximo antes del desove, figuras (44 a 45) que presentaron valores altos del índice en las cuatro estaciones climáticas y se cotejo con los resultados de los cortes histológicos, en la cual presentaron organismos



maduros sexualmente en las cuatro estaciones para *Scorpaena russula* de ambos sexos y en las dos estaciones para *Scorpaena sonora* en ambos sexos. En el trabajo de Guillemot *et al.* 1985 reportan que seis especies de *Sebastes* tienen un valor alto del volumen de la gónada en invierno, afirma que probablemente la vitelogénesis ocurre en invierno con múltiples desoves, sin embargo para las especies de este estudio se especula que desovan durante todo el año, o al menos gran parte del año.

En las hembras el mayor porcentaje de frecuencia de alimento se registró en otoño, encontrándose en muy buenas condiciones en invierno, de acuerdo al factor de condición más alto en ésta época, teniendo en primavera una la mayor diversidad en presas y alcanzando el mayor valor del índice gonadosomático en primavera, que también coincide con el mayor número de hembras maduras y posible época de desove, así como en otoño.

La época de reproducción para *S. russula* corresponde a verano de acuerdo a los datos con el mayor número de hembras maduras 18 y 16 de machos, sin embargo no hay mucha diferencia en primavera; mientras que para *Scorpaena sonora*, la época de reproducción es en primavera con 20 hembras maduras y 10 machos maduros. Aunque a lo largo de las cuatro estaciones climáticas se registraron ejemplares maduros sexualmente de ambos sexos. En el trabajo de Gunderson *et al.* (1980), en una especie conocida comúnmente como chilipepper en hembras los embriones son soltados en un periodo relativamente corto de tiempo; mientras que en el mismo trabajo, pero con hembra de otro *Sebastes* (bocaccio), donde el autor lo maneja como un solo y amplio periodo de desove, o desove múltiple, lo mismo que lo menciona Moser, 1967 con la misma especie y en el mismo trabajo de Gunderson *et al.* (1980). Esto mismo caso de desove múltiple puede estar ocurriendo en *Scorpaena russula* y *S. sonora*, además de que en las especies de estudio, la temperatura de su hábitat no es tan marcada o drástica, como en las especies de latitudes más altas, el factor temperatura más o menos constante favorece el desove tan prolongado en estas especies de estudio.



CONCLUSIONES

1. *Scorpaena russula* presenta mayor distribución en Michoacán y Guerrero, ambos presentan una plataforma continental estrecha y escarpada, con fondos rocosos.
2. *S. russula* se distribuye desde los 15 a los 94 metros de profundidad, presentando la mayor abundancia a los 75 metros.
3. La distribución de *S. sonorae* se considera endémica del Golfo de California y su mayor abundancia fue a los 15 metros.
4. En general la abundancia de ambas especies fue baja, posiblemente por el propio comportamiento de cada una de ellas (búsqueda de áreas alimentarias y reproductivas).
5. Por estación climática *S. russula* presentó su mayor biomasa en primavera, en seguida en verano, mientras que *S. sonorae* en primavera.
6. Aunque el área de barrido, o sea el esfuerzo pesquero, en Michoacán fue el más bajo, se obtuvo mayor abundancia.
7. Los intervalos de los parámetros ambientales registrados en el área de estudio de ambas especies son amplios y presentaron diferencias estadísticamente significativas.
8. *S. russula* registró hasta cinco marcas de crecimiento, y *S. sonorae* registró hasta tres marcas, lo que indica que en ambas especies se capturaron ejemplares jóvenes.
9. La forma y arreglo de las lámelas en las escamas de ambas especies, puede contribuir a la separación de estas.
10. La relación talla/peso, fue mejor representada en longitud patrón y peso eviscerado para ambas especies, lo cual es razonable al no intervenir el peso de la gónada, ni el del estómago.
11. El coeficiente de alometría en *S. sonorae* presentó diferencia estadística en la relación talla-peso (LP/PE).
12. El principal alimento de *S. russula* es *Alpheidae automate*, de la familia Caridea mientras que para *S. sonorae* fueron otros Carideos no determinados.
13. *S. russula* registró la mayor diversidad trófica en primavera, y *S. sonorae* en otoño.
14. En las dos especies existe una relación directa en tamaño entre el depredador y la presa.
15. La proporción entre machos y hembras fue de uno a uno en todos los cruceros, para las dos especies.
16. Se encontraron ejemplares con gónadas maduras, durante las cuatro épocas climáticas en *S. russula*, y durante las dos épocas en *S. sonorae*.
17. *S. russula* presenta un periodo de desove múltiple durante el ciclo anual.
18. La época de reproducción es en primavera para ambas especies.
19. Las hembras de *S. russula* alcanzan primero la talla de primer madurez que los machos. En *S. sonorae* la alcanza primero el macho.
20. De acuerdo al arreglo que presentaron las células gonádicas, se considero a ambas especies como ovíparos con desarrollo sincrónico.



LITERATURA CITADA

- AGUIRRE, L. A. y YÁNEZ-ARANCIBIA. A. 1986. Las mojarras de la laguna de Términos, Taxonomía, biología, ecología y dinámica trófica. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. UNAM. 13(1): 369-444.
- AHNELT, H. 1983. (First record of *Scorpaena maderensis* Val. 1833 (Pisces, Scorpaenidae) for Crete and Rhodes (Greece) and description of the till now unique specimen for the Adriatic.). *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien. Serie B. Botanik und Zoologie. Wien [ANN. NATURHIST. MUS. WIEN (B BOT. ZOOL.)]*, vol. 85B, pp. 9-11.
- ALANIZ, G. J. 1987. Aspectos poblacionales de tres especies de peces roca *Sebastes miniatus*, *S. rosenblatti* y *S. constellatus*, en la Isla Guadalupe, Baja California, México. (Pisces Scorpenidae). Ensenada Baja California. Tesis de Licenciatura. 91 p.
- ALLEN, GERARD R. AND D. ROSS ROBERTSON. 1994. Fishes of the Tropical Eastern Pacific. *University of Hawaii Press Honolulu*. 332 p.
- ALLUE, R; LLORIS, D; RUCABADO, J. 1981. *Scorpaena stephanic* Cadenat, 1943, first record for the European ichthyofauna, caught in the Western Mediterranean. *Investigación Pesquera [INVEST. PESQ.] (BARC)*, vol. 45, no. 2, pp. 433-439.
- AMEZCUA, L. F. 1996. Peces demersales de la Plataforma Continental del Pacífico Central de México. Conabio-Instituto de Ciencias del Mar y Limnología [ICMyL] UNAM. México. 184 p.
- BECKMANN, A. T., D. R. GUNDERSON., B. S. MILLER., R. M. BUCKLEY, AND BETTY GOETZ. 1997. Reproductive biology, growth, and natural mortality of Puget Sound rockfish, *Sebastes emphaeus* (Starks, 1911). *Fishery Bulletin* 96: 352-356 p.
- BERDEGUÉ, A. J. 1956. Peces de importancia comercial en la costa nor-occidental de México. Secretaría de Marina. 198 pp.
- BRADAI, M. NEJMEDDINE Y BOUAIN, A. 1988. Age et croissance de *Scorpaena porcus* et *Scorpaena scrofa* du Golfe de Gabés. *Bulletin. Institut National Scientifique et Technique d'Océanographie et de Pêche de Salammbó* [Bull. Inst. Nat. Scient. Tech. Océanogr. Pêche Salammbó]. 15: 13-38 p.
- BRADAI, M. N. 1990. Régime alimentaire de *Scorpaena porcus* et de *S. scrofa* (Teleostei, Scorpaenidae) du Golfe de Gabes, Tunisie. *Cybium*. Vol.14 (3): 207-216 p.
- BRADAI, M. N. 1991. Reproduction de *Scorpaena porcus* (Linne, 1758) et de *Scorpaena scrofa* (Linne, 1758) (Pisces, Scorpaneidae) du golfe de Gabes. *Oebalia*. Vol. 17, N.S.:167-180 p.
- BRODEUR, D. RICHARD AND WILLIAM G. PEARCY. 1984. Food habits and dietary overlap of some shelf rockfishes (genus *Sebastes*) from the northeastern Pacific Ocean. *Fishery Bulletin*. Vol. 82 (2). 269-293 pp.
- BRUSCA RICHARD C. 1980. "Common interstitial invertebrates of the Gulf California" *The University of Arizona Press*. 513 pp.



BURGUES, W. E; HERBERT, R. AXELROD AND RAYMON E. HUNZIKER. 1988. Atlas of marine aquarium fishes. T.F.H. Publications, Inc. 736 pp.

CARRANZA, J. 1969. Informe preliminar sobre la alimentación y hábitos alimenticios de las principales especies de peces de las zonas de los Planes Piloto Yavaros y Escuinapa. 3er. Informe de Contrato de Estudios N° EI-69-51, Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Y SRH, 28 pp y 5 figs.

CASTIGLIA, JP; MOUROUX, O. 1979. (Induced growth of two Scorpaenidae from the Mediterranean Sea: *Scorpaena porcus* Linne 1758, *Scorpaena ustulata* Lowe 1840. Taxonomy, ecology, biology.). BULL FOND. OCEANOGR. RICARD vol. 9, no. Suppl. 9, INST. SUPERIEUR AGRIC. RHONE-ALPES., LYON (FRANCE), 107 pp.

CASTRO, A. J. L. 1978. Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran en las aguas continentales de México, con aspectos zoogeográficos y ecológicos. Instituto Nacional de Pesca Departamento de Pesca [Inst. Nal. Pesca, Depto. Pesca.] 298 p.

CHAVANCE, P; D. FLORES HERNÁNDEZ; A. YÁÑEZ-ARANCIBIA Y F. AMEZCUA LINARES. 1984. Ecología, biología y dinámica de las poblaciones de *Bardiella chrysoura* en la laguna de Términos, sur del Golfo de México. (Pises: Scianidae). Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. Vol. 11, N° 1. 123-162 pp.

CHEN, L. 1975. The rockfishes, Genus *Sebastes* (Scorpaenidae), of the Gulf of California, Including three new species, with a discussion of their origin. *Proceedings of the California Academy of Sciences*. 11(6), 109-141 p.

CHIAPPA-CARRARA, X. Y GALLARDO-CABELLO M. 1993. Estudio del régimen y hábitos alimentarios de la anchoveta *Engraulis mordax* Girard (Pisces: Engraulidae), en Baja California, México. *Ciencias Marinas*. Vol. 19 N°3 285-305. pp.

CRUZ, G. A. 1983. Distribución de larvas de la familia Scorpenidae en la costa occidental de Baja California, durante 1975. Tesis de Licenciatura. Los Reyes Iztacala México. 98 p.

ECHEVERRIA T. W. 1987. Thirty-four species of California rockfishes: maturity and seasonality of reproduction. *Fishery Bulletin* Vol. 85 2:229-250 p.

EHRHARDT, N.M. 1981. Curso sobre métodos en dinámica de poblaciones. Primer parte: Estimación de parámetros poblacionales. FAO – INP., México. 133 pp.

ESCHMEYER, W. N. 1965a. Three new scorpionfishes of the genera *Pontinus*, *Phenacoscorpius* and *Ideastion* from the western Atlantic Ocean. *Bulletin of Marine Science*. 15(3), 521-533 p.

ESCHMEYER, W. N. 1965b. Western Atlantic scorpion fishes of the genus *Scorpaena*, including four new species. *Bulletin of Marine Science [Bull. Mar. Sci.]* 15(1): 84-164.

ESCHMEYER, W. N. 1969. A systematic review of the scorpionfish of the Atlantic Ocean (Pisces Scorpaena). *Occasional Papers of the California Academy of Sciences [Occ. Pap. Calif. Acad. Sci.]*. N° 79. 143 pp.



- ESCHMEYER, W. N. AND J. E. RANDALL. 1975. The scorpaenid fishes of the Hawaiian Islands, including new species and new records (Pisces: Scorpaenidae). *Proceedings. California Academy of Sciences [Proc. Calif. Acad. Sci.]* 40(11): 265-334.
- ESTRADA, F. E., PERALTA, Z. L., Y RIVAS, M. P. 1982. Manual de técnicas histológicas. A.G.T. Editor México. 140 pp.
- FAO. 1971. Resumen informativo sobre la pesca por país. FID/CP/MEX.
- FAO, 1995. *Guía para identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental, I y 2*: 649-1813, Roma.
- FUJITA, H; KOHDA, M. 1996. Male mating effort in the viviparous scorpionfish, *Sebastes marmoratus*. *Ichthyological Research [ICHTHYOL. RES]*, vol. 43, no. 3, pp. 247-255.
- FUKUWAKA M. AND M. KAERIYAMA. 1997. Scale analyses to estimate somatic growth in sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka*. *Canadian Journal Fisheries Aquatic Science* Vol. 54, 631-636 pp.
- GARCÍA, A. E. 1981. Modificaciones al sistema de Clasificación Climática de Koeppen, para adaptarlos a las condiciones de la República mexicana. Instituto de Geofísica. Universidad Nacional. Autónoma de México. 246 p.
- GÓMEZ LARRAÑETA, M., 1972. *Dinámica de las poblaciones explotables de animales marinos*. Ecología Marina. Mon. 14. Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Caracas. pp 601-603.
- GÓMEZ M. JOSÉ LUIS. 1994. Métodos para determinar la edad en los organismos acuáticos. FES ZARAGOZA UNAM. 89 p.
- GUILLEMOT. PATRICK J., LARSON. RALPH J. AND WILLIAM H. LENARZ. 1985. Seasonal cycles of fat and gonad volume in five species of norther California rockfish (Scorpaenidae: *Sebastes*). *Fishery Bulletin* Vol. 83: (3) 299-311 p.
- GUNDERSON, D. R. 1997. Population biology of Pacific ocean perch, *Sebastes alutus*, stocks in the Washington-Queen Charlotte Sound Region, and their response to fishing. *Fishery Bulletin* Vol. 75 2:369-403 p.
- GUNDERSON, D. R.; PAMELA CALLAHAN, AND BERNARD GOINEY. 1980. Maturation and fecundity of four Species of *Sebastes*. *Marine Fisheries Review*. 42(3-4):74-79.
- GUNTER, G. 1948. Notes on Fishes of the Genus *Scorpaena* from the south Atlantic and Gulf Coasts. *Copeia* (3), 155-167 p.
- HARMELIN-VIVIEN, M. L., KAIM-MALKA, R. A., M. LEDOYER AND JACOB-ABRAHAM. S. S. 1989. Food partitioning among scorpaenid fishes in Mediterranean seagrass beds. *Journal Fishes Biology*. 34: 715-734.
- HENDRICKX M. E., Y J. SALGADO BARRAGAN. 1991. Los estomatópodos (Crustacea: Hoplocarida) del Pacífico Mexicano. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México*. Publicación especial N°10:1-200 pp.



- HENDRICKX M. E., Y FLOR DELIS ESTRADA NAVARRETE. 1996. Los camarones pelágicos (Crustácea: Dendrobrachiata y Caridea) del Pacífico Mexicano. CONABIO 157 pp.
- HENDRICKX M. E. 1997. Los Cangrejos Braquiurus (Crustácea: Brachyura: Dromiidae, hasta Leucosiidae) del Pacífico Mexicano. CONABIO 178 pp.
- HILGE, V. 1977. On the determination of the stages of gonad ripenes in female bonny fishes. Sonderdruck aus Bd. 25: 149-155.
- HORPPILA J. AND K. NYBERG. 1999. The validity of different methods in the backcalculation of the lengths of roach – a comparison between scales and cleithra. *Journal of Fish Biology* Vol. 54, 489-498 pp.
- HUDDLESTON, R. W. AND BARKER, L. W. 1978. Otoliths and other fish remains from the chumash midden at rincon point Santa Barbara-Ventura counties, California. *Contribution in Science*. (289), 1-36 p.
- HUREAU, J.C. AND N. I. LITVINENKO. 1986. Scorpaenidae. In: Whitehead, P.J.P., M.-L. Bauchot, J.-C. Hureau, j. Nielsen and E. Tortonese (EDS.), Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean, *Unesco, Paris*, 1211-1229 pp.
- HYSLOP, E. J. 1980. Stomach content analysis: a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*. [J. Fish Biol.] 17, 411-430.
- JOENSEN, HÓRALDUR; GRAHL-NIELSEN, OTTO. 2000. Discrimination of *Sebastes marinus* and *Sebastes mentella* from Faroe Islands by chemometry of the fatty acid profile in heart and gill tissues and in the skull oil. *Comparative Biochemistry and Physiology – Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, vol. 126, N° 1, pp. 69-79.
- JOHAL M. S; H. R. ESMAEILI AND K. K. TANDON. 2001. A comparison of back-calculated lengths of silver carp derived from bony structures. *Journal of Fish Biology*. Vol. 59. 1483-1493 pp.
- KASTELLE, CRAIG R; KIMURA, DANIEL K; JAY, SHELLY R. 2000. Using $^{210}\text{Pb}/^{226}\text{Ra}$ disequilibrium to validate conventional ages in Scorpaenids (genera *Sebastes* and *Sebastolobus*). *Fisheries Research*. vol. 46, N° 1-3, pp. 299-312.
- KELLY G. F. AND ROBERTS S. WOLF. 1959. Ege and grwth of the redfish (*Sebastes marinus*) in the Gulf of Maine. *Fishery Bulletin* Vol. 60 (156): 31 p.
- KIM WON AND LAWRENCE G. ABELE. 1988. "The snapping shrimp genus *Alpheus* from the eastern Pacific (Decapoda: Caridea: Alpheidae)" *Smithsonian Contributions to Zoology* N°454 119 pp.
- KONCHINA YU, V. 1986. Principal trophic relationships of the redfishes *Sebastes metella* and *Sebastes fasciatus* (Scorpaenidae) of the northwestern Atlantic. *Voprosy Ikhtiologii* [Vop. Ikhtiol]. 25, 973-985 (In Russian; Transl. *Scriptal Technica Inc.*, 53-65).
- KOYA, Y; HAMATSU, T; MATSUBARA, T. 1995. Annual reproductive cycle and spawning characteristics of the female kichiji rockfish *Sebastolobus macrochir*. *Fisheries Science. Tokyo [FISH. SCI.]*, vol. 61, no. 2, pp. 203-208.



- KREBS, J. CHARLES. 1985. Ecología, estudio de la distribución y la abundancia 2ª edición, Editorial Harla. 753 p.
- KRIEGER K. J. 1993. Distribution and abundance of rockfish determined from a submersible and by bottom trawling. *Fishery Bulletin, U.S.* 91:87-96 p.
- KRIEGER K. J. AND DANIEL H. ITO. 1999. Distribution and abundance of shortraker rockfish, *Sebastes borealis*, and rougheye rockfish, *Sebastes aleutianus*, determined from a manned submersible. *Fishery Bulletin.* 97:264-272 p.
- LAGLER, K. F., J. BARDACH., R. MILLER & D. M. PASINO. 1990. *Ictiología*. Primera Edición en Español. A. G. T. Editor S.A. 489 pp.
- LARSON, R. J. 1980a. Territorial behavior of the black and yellow rockfish and gopher rockfish (Scorpaenidae, *Sebastes*). *Marine Biology* 58, 111-122 p.
- LARSON, R. J. 1980b. Influence of territoriality on adult density in two rockfishes of the genus *Sebastes*. *Marine Biology.* 58, 123-132 p.
- LARSON, R. J. 1980c. Competition, habitat selection, and the bathymetric segregation of two rockfish (*Sebastes*) species. *Ecological Monographs* 50(2), 221-239 p.
- LEA, R. N. AND FITCH, J. E. 1979. A new species of rockfish, genus *Sebastes* (Scorpaenidae) from the eastern north Pacific off Mexico and California. *Contributions in Science.* (329), 1-7 p.
- LEE, JS; KANG, J-C; HUH, S-H. 1997. Gonad structure and reproductive cycle of the smallmouth scorpionfish *Scorpaena miostoma* (Teleostei: Scorpaenidae). *Journal. Korean Fisheries Society [J. Korean Fish. Soc.]* vol. 30, no. 4, pp. 627-633.
- LEE, SANG-MIN; HWANG, UN-GI; CHO, SUNG HWOAN. 2000. Effects of feeding frequency and dietary moisture content on growth, body composition and gastric evacuation of juvenile Korean rockfish (*Sebastes schlegeli*). *Aquaculture*, vol. 187, N° 3-4, pp. 399-409.
- LEE, Y-D; RHO, S; CHANG, Y-J; BAEK, H-J; AN, C-M. 1996. Sex differentiation of the rockfish, *Sebastes schlegeli*. *Journal. Korean Fisheries Society [J. Korean Fish. Soc.]* vol. 29, no. 1, pp. 44-50.
- LOVE, M. S; AXELL, B; MORRIS, P; COLLINS, R; BROOKS, A. 1987. Life history and fishery of the California scorpionfish, *Scorpaena guttata*, within the Southern California Bight. *Fishery Bulletin [FISH. BULL.]*, vol. 85, no. 1, pp. 99-116.
- LOVE, M.S., AND K. JOHNSON. 1998. Aspects of the life histories of grass rockfish, *Sebastes rastrelliger*, and brown rockfish, *Sebastes auriculatus*, from southern California. *Fishery Bulletin* 87:100-109 p.
- LOVE, M. S; MORRIS, P; MCCRAE, M; COLLINS, R. 1990. Life history aspects of 19 rockfish species (Scorpaenidae: *Sebastes*) from the southern California Bight. *National Oceanic and Atmospheric Administration Technical Report. [NOAA TECH. REP.]* 44 pp.
- MACGREGOR, J. S. 1986. Relative abundance of four species of *Sebastes* off California and Baja California. *REP. CCOFL.*, vol. 27, pp. 121-135.



- MASSUTÍ E., B. MORALES-NIN., J. MORANTA. 2000. Age and growth of blue-mouth, *Helicolenus dactylopterus* (Osteichthyes: Scorpaenidae), in the western Mediterranean. *Fisheries Research*. N° 46, 165-176 pp.
- MEEK, S. y S. HILDENBRAND, 1925. The marine fishes of Panama. *Field Museum of National History of Chicago USA [Field Mus. of Nat. Hist. Chicago, USA]* 15(226): 581-604.
- MEDINA, M. 1980 El factor de condición múltiple Km. y su importancia en el manejo de poblaciones de carpa Israel (*Cyprinus carpio specularis*). *In: Manuales técnicos de Acuicultura*, año 1 Vol. 1, México 5-10 p.
- MORATO, T., P. AFONSO, P. LOURINHO, J. P. BARREIROS, R. S. SANTOS, AND R. D. M. NASH. 2001. Length-weight relationships for 21 coastal fish species of the Azores, north-eastern Atlantic. *Fisheries Research* 50: 297-302 pp.
- MORITA K. 2001. Back-calculation of fork length of white-spotted charr from scales: a comparison between major and minor axes measurements. *Journal of Fish Biology*. Vol. 59. 1104-1107 pp.
- NELSON, J. S. 1994. *Fishes of the World*. 3rd Ed. John Wiley y Sons, Inc. New York. 600 p.
- NIKOLSKY, G. V. 1963. *The ecology of fishes*. Academic Press, New York, 352 p.
- PALLAORO, A. AND I. JARDAS. 1991. Food and feeding habits of black scorpionfish (*Scorpaena porcus* L.1758) (Pisces, Scorpaenidae) along the Adriatic coast. *Acta Adriatica*. Vol. 32(2): 885-898 p.
- PASHKOV, AN; SHEVCHENKO, NF; OVEN, LS; GIRAGOSOV, VE; KRUGLOV, MV. 1999. Distribution, numbers, and principal population indexes of *Scorpaena porcus* under Anthropogenic Pollution of the Black Sea. *Journal of Ichthyology [J. Ichthyol.]*, vol. 39, no. 8, pp.634-641.
- PEIXOTO, J.M; CANNELLA, G. 1980. (*Scorpaena brasiliensis* Cuvier, 1829 (Pisces, Scorpaenidae) in Brazilian northeastern waters.). *Revista nordestina de biologia. Paraiba [REV. NORDESTINA BIOL.]*, vol. 3, no. (Espec.), pp. 123-126.
- PEQUEÑO, G. 1984. Trophic adaptations and relationships of rockfishes (*Sebastes spp.*) of Oregon, Ph.D. Thesis, Oregon State University Corvallis. pp
- PERSSON P. B. TH. BJÖRNSSON AND Y. TAKAGI. 1999. Characterization of morphology and physiological actions of scale osteoclasts in the rainbow trout. *Journal of Fish Biology*. Vol. 54, 669-684 pp.
- PHILLIPS, J. B. 1957. A review of the rockfishes of California (Family Scorpaenidae). *Calif. Dep. Fish. Bull.* 104: 158 p.
- PINKAS, L. M. S. OLIPHANT AND I. L. IVERSON. 1971. Food habits of albacore, blue fin tuna and bonito in California waters. *Department of Fish and Game. California Fish Bulletin. [Dept. Fish. and Game Cal. Fish. Bull.]* 152: 1- 105.



- PRINCE, E. D. 1975. Pinnixid crabs in the diet of young of the year Copper Rockfish (*Sebastes caurinus*). *Transactions. American Fisheries Society* [*Trans. Am. Fish. Soc.*] (104): 539-540.
- RAMOS P. JAVIER. 1995. Análisis de la biología y ecología de *Diapterus peruvianus* y *Diapterus aureolus* (GUERRIDAE) del Pacífico central mexicano. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. México. 42 p.
- REILLY A. CAROL, T. W. ECHEVERRIA AND RALSTON S. 1992. Interannual variation and overlap in the diets of pelagic juvenile rockfish (Genus: *Sebastes*) off central California. *Fishery Bulletin*, U.S. 90: 505-515.
- RICKER, W. E. 1958. Handbook of computations for biological statistic of fish population. *Fisheries Research Board of Canada. Bulletin*. [*Fish. Res. Bd. Canada Bull.*] N° 119. 300 p.
- RICKER, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistic of fish population. *Bulletin. Fisheries Research Board of Canada*. [*Bull. Fish. Res. Bd. Can.*] 191: 1-382.
- RICKER, W. E. 1992. Back-Calculation of fish lengths based on proportionality between scale and length increments. *Canadian Journal Fisheries Aquatic Science*. Vol. 49, 1018-1026 pp.
- ROCHA OLIVARES AXAYÁCATL. 1998. Multiplex haplotype-specific PCR: a new approach for species identification of the early life stages of rockfishes of the species-rich genus *Sebastes* Cuvier. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 231: 279-290 p.
- RODRÍGUEZ GILBERTO. 1980. Los crustáceos decápodos de Venezuela. *Edición especial del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas*. 494 pp.
- RODRÍGUEZ G. MARTHA. 1992. Técnicas de evaluación cuantitativa de la madurez gonádica en peces. Editorial AGT. 79 p.
- ROYCE F. WILLIAMS. 1972. Introduction to the fishery sciences. College of fisheries. University of Washington Seattle. Washington Academic Press. New York San Francisco London. 351 pp.
- RUÍZ, M. F. 1993. Recursos pesqueros de las costas de México. Su conservación y manejo socioeconómico. Ed. Limusa 3ª. Edición. México 283. pp.
- SAVCHENKO, N. V. 1977 The locomotor activity of fishes in relation to illumination. *Journal Ichthyology*. 17: 969-973 pp.
- SECRETARÍA DE INDUSTRIA y COMERCIO. 1976. Catálogo de peces Marinos Mexicanos. Subsecretaría de Pesca, *Instituto. Nacional de Pesquerías* [*Inst. Nal. Pesq.*], 472 p.
- SECRETARÍA DE PESCA. 1992. Anuario estadístico de pesca. Dirección general de informática y registro pesqueros. 119 pp.
- SINGER, M. M. 1985. Food habits of juvenile rockfishes (*Sebastes*) in a Central California kelp forest. *Fishery Bulletin* [*Fish Bull.*] 83, 531-541.
- SPARRE, P. Y SIEBRE C. VENEMA. 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO. 420 pp.



- TAIT, R. V. 1987. Elementos de ecología marina. Editorial Acribia España. 446 pp.
- TORRES, O. B. R. 1991. Los peces de México. Editorial AGT. 88 p.
- VERDIN, T. L., GÓNZALEZ, R. Y ALOY, M. P. 1995. Alcohol amílico como aclarante en la técnica histológica. XV Coloquio de Investigación ENEPI. Memorias.
- VOSS A. NANCY; MICHAEL VECCHIONE; RONALD B. TOLL AND MICHAEL J. SWEENEY. 1998. "Systematic and biogeography of Cephalopods" *Smithsonian Contributions to Zoology* vol. II N°586 599 pp.
- WESTRHEIM S. J. 1975. Reproduction, maturation, and identification of larvae of some *Sebastes* (Scorpaenidae) species in the northeast Pacific Ocean. *Journal Fishery Research Board Canada* 32: 2399-2411 p.
- WINDELL, J. T. Y S. H. BOWEN, 1978. Methods for study of diets based on analysis of stomach contents. In: Bagenal, T. B. (Ed) *Methods for assessment of fish production in freshwaters. Blackwell Scientific Publications, Oxford: 219-226 p.*
- YAKOVLEVA, K. K.; SHUL'MAN, G.E. 1977. Relation between protein, growth and fat accumulation in the Black Sea scorpion fish. *Soviet Journal of Marine Biology*. [*Sov J. Mar. Biol.*], 3(1), 60-63.
- YÁNEZ-ARANCIBIA, A. 1978. Taxonomía, ecología y estructura de las comunidades de peces en las lagunas costeras con bocas efímeras del Pacífico de México. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología UNAM*. Publicación. Especial. N° 2. 1-300 p.
- YÁNEZ-ARANCIBIA, A. 1986. Ecología de las zonas costeras. Ed. AGT. Editores S. A. México, D. F. 189 pp.
- YÁNEZ-ARANCIBIA, A. y R. S. NUGENT. 1977. El papel ecológico de los peces en estuarios y lagunas costeras. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología UNAM* 4(1): 107-114.
- YOUNG RICHARD E. 1972. "The systematic and areal distribution of pelagic Cephalopods from the seas off southern California". *Smithsonian Contributions to Zoology* N°97 159 pp.