

1998 - E

090435787

# **UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**

**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS**  
**COORDINACIÓN DE CARRERA DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGÍA**



**CRECIMIENTO DE *Calyptraea spirata* (FORBES, 1852)**  
**(GASTROPODA: *Calyptraeidae*) EN LA COSTA**  
**CENTRO DE JALISCO**

**TRABAJO DE TITULACIÓN EN LA MODALIDAD DE**  
**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**  
**LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

**PRESENTA**

**CINTHYA CAROLINA HERNÁNDEZ CEDILLO**

**LAS AGUJAS, ZAPOPAN , JALISCO., FEBRERO DE 2002**



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

COORDINACIÓN DE CARRERA DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

COMITÉ DE TITULACIÓN

**C. CINTHYA CAROLINA HERNÁNDEZ CEDILLO  
PRESENTE.**

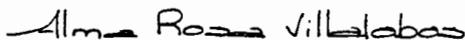
Manifestamos a Usted que con esta fecha ha sido aprobado su tema de titulación en la modalidad de TESIS con el título "**CRECIMIENTO DE Calyptraea spirata (Forbes, 1852) (GASTROPODA: Calyptraeidae) EN LA COSTA CENTRO DE JALISCO**", para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado como Director de dicho trabajo el **DR. EDUARDO RIOS JARA** y como asesor el **M.C. FCO. MARTÍN HUERTA MARTÍNEZ**.

**ATENTAMENTE  
"PIENSA Y TRABAJA"**

Las Agujas, Zapopan, Jal. 05 de marzo del 2001

  
**DRA. MÓNICA ELIZABETH RIOJAS LÓPEZ  
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN**

  
**DRA. ALMA ROSA VILLALOBOS ARÁMBULA  
SECRETARIO DEL COMITÉ DE TITULACIÓN**

c.c.p. DR. EDUARDO RIOS JARA. - Director del Trabajo  
c.c.p. M.C. FCO. MARTÍN HUERTA MARTINEZ.- Asesor  
c.c.p. Expediente del alumno

MERL/ARVA/mam

**C. DRA MÓNICA ELIZABETH RIOJAS LÓPEZ**  
**PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN**  
**DE LA DISVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES**  
**DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
**PRESENTE**

Por medio de la presente no permitimos informar a usted que habiendo revisado el trabajo de tesis que realizo la pasante: **C CINTHYA CAROLINA HERNÁNDEZ CEDILLO** con el título **CRECIMIENTO DE *Calyptraea spirata* (FORBES, 1852)** (GASTROPODA: CALYPTRAEIDAE) **EN LA COSTA CENTRO DE JALISCO.** Consideramos que a quedado debidamente concluido por lo que ponemos a su consideración el escrito final para autorización de impresión y en su caso programación de fechas de exámenes de tesis y profesional respectivos.

Si otro particular agradecemos de antemano la atención que se sirva brindar a la presente y aprovechamos la ocasión para enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**

Las Agujas, Zapopan, Nextipac, Jal., a 8 de Enero de 2002

EL DIRECTOR DE TESIS

  
\_\_\_\_\_  
EDUARDO RÍOS JARA

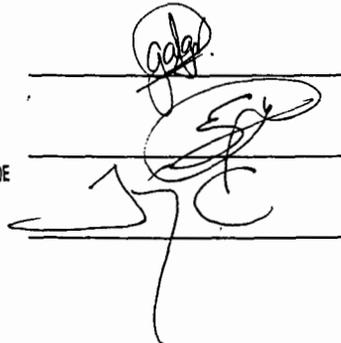
EL ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
FCO. MARTÍN HUERTA MARTÍNEZ

**SINODALES**

- 1.- MC Georgina Adriana Quiroz Rocha
- 2.- MC Elva Guadalupe Robles Jarero
3. MC Eduardo Juárez Carrillo



  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

El estudio de "CRECIMIENTO DE *Calyptraea spirata* (FORBES, 1852) (GASTROPODA: Calyptraeidae) EN LA COSTA CENTRO DE JALISCO", se realizó como parte del proyecto: Evaluación de los Principales Recursos Pesqueros de la Costa de Jalisco y Colima (Especies de Huachinango, Pulpo, Langosta, Pepino de Mar y Caracol,

**Clave : 1998-03-06-21**

**FINANCIADO POR EL**

**SISTEMA DE INVESTIGACIÓN JOSÉ MARÍA MORELOS  
SIMORELOS**

En la dirección del proyecto general y del presente estudio Dr. Eduardo Ríos Jara,  
y como asesor del presente estudio M.C. Fco. Martín Huerta Martínez.

*"En la ciudad se educa uno, en medio de una burda indiferencia hacia las cosas rurales y campestres. Apenas se distingue la planta que nos da el cáñamo, de la que produce el lino, y el trigo candela del centeno: uno se contenta con comer y con vestirse. No les habléis a gran número de personas de ciudad ni de barbechos, ni de resalvos, ni de mugrones, ni de regadíos, si queréis que os entiendan: estos términos para ellos no son nada. Habladles a algunos de tiros largos, de tarifas o de suelo, para presumir, y a los demás habladles de vía de apelación, de demanda civil, ...  
Conocen el mundo, sobretudo por lo que éste tiene de menos hermoso y menos visible: desconocen la naturaleza, sus comienzos, sus progresos, sus dones y sus esplendideces"*

La Bruyère (1645-1696)

## AGRADECIMIENTOS

Para la realización de este trabajo en campo así como para los análisis estadísticos y revisión del documento; he seguido el consejo de diferentes personas sin las que no habría podido conseguir un buen resultado. Debo dar las gracias en primer lugar a mi director de tesis Eduardo Ríos y a Eduardo Juárez por la dirección del trabajo y por sus comentarios en la revisión del documento; a Alejandro Muñoz, Martín Huerta y José Luis Gómez por el apoyo en los análisis estadísticos, por las correcciones tan atinadas a Erik y Georgina; a David Jimeno y Miguel de Santiago Ramírez por el apoyo en la elaboración de los dibujos. Debo dar así mismo las gracias a Idelfonso, Edy, Arturo y David, por acompañarme y cuidarme de las olas durante largas horas de trabajo en campo, también por su amistad.

También agradezco a don Chema, don Pepe y a otros pescadores, por sus valiosos comentarios y su gran susceptibilidad en el manejo y conservación de los recursos.

A mis amigos Erik, Paulino, Sara y Fco. Martín por levantarme el ánimo para continuar en el término de este trabajo, aunque creo que me acerque a ellos un poco tarde.

A mi madre por su amor, paciencia y cuidados en esos días de desvelo, también a mi padre y hermanas.

## DEDICATORIA

A S. Marcos, Santana y Rafael Sandoval por valorar con  
objetividad las cosas que son de la tierra  
y por que siempre están en la  
búsqueda de la verdad.

CUCRA  
BIBLIOTECA CENTRAL

## RESUMEN

El presente estudio considera aspectos de crecimiento individual, mediante captura-recaptura de *Calyptraea spirata* (Forbes, 1852), bajo dos condiciones de exposición al oleaje en dos niveles del intermareal (superior y medio) en la playa Ventanas de la costa centro de Jalisco. Se observaron diferencias estadísticas significativas (ANOVA, Dunnet T3,  $P = 0.0001$ ) para organismos mayores de 3 cm en las tasas de crecimiento entre ambiente protegido y de barrido. Los organismos del mesolitoral superior protegido crecieron más rápido (0.07 cm/semana) que los del mesolitoral superior (0.01 cm /semana) y medio (0.02 cm/semana) de barrido. Las tallas mayores se encontraron en el ambiente submareal. Los ambientes de menor a mayor intensidad del oleaje pueden definirse como submareal (talla de hasta 7.5 cm), protegido (4.8 cm), barrido (4.75 cm) y expuesto (4.7 cm); la talla de los organismos disminuye gradualmente en este mismo sentido en las playas de Teopa, Tejones y Ventanas. La abundancia de *C. spirata* aumenta en los niveles inferiores del intermareal. En la playa de Ventanas, en un ambiente de barrido, se observaron dos cohortes en el mesolitoral superior y tres en el mesolitoral medio.

## INDICE

Resumen .....	vi
Introducción .....	1
Antecedentes .....	5
Descripción de la especie .....	10
Justificación .....	12
Hipótesis .....	14
Objetivos .....	15
Descripción de la zona de estudio .....	16
Materiales y métodos .....	21
Crecimiento .....	23
Técnicas de marcado .....	23
Talla y morfología de la concha .....	24
Área mínima .....	24
Distribución de la abundancia por nivel intermareal .	27
Análisis de datos .....	27
Resultados	
Crecimiento .....	29
Talla y morfología de la concha .....	30
Distribución de la abundancia por nivel intermareal .	32
Frecuencia de tallas por nivel intermareal .....	33
Discusión	
Crecimiento .....	37
Talla y morfología de la concha .....	43
Distribución de la abundancia por nivel intermareal .	44
Frecuencia de tallas por nivel intermareal .....	48
Conclusiones .....	50
Recomendaciones .....	52
Literatura citada .....	54
Anexo 1	
Tabla de nivel de marea .....	59

## INTRODUCCIÓN

El ambiente intermareal rocoso de la costa del Pacífico tiene una gran diversidad y riqueza de plantas y animales, que se rigen principalmente bajo la influencia de tres condiciones: intensidad del oleaje, tipo de sustrato y exposición a las mareas. La naturaleza exacta de su distribución depende en gran medida de las características físicas de la costa en cuestión (Lewis, 1964 y Ricketts *et al.*, 1997). En las costas del Pacífico, la intensidad del oleaje es particularmente importante. De acuerdo a la física del movimiento de las ondas, el área de rompiente (asociada a la profundidad), la velocidad y la dirección del viento determinan el tamaño de las olas. La gran superficie ininterrumpida del Océano Pacífico hace que las ondas tengan la posibilidad de ser más largas y por lo tanto que tengan una mayor intensidad del oleaje que otros océanos del mundo (Ricketts *et al.*, 1997).

Las playas de alta energía se caracterizan por la dinámica en su estructura topográfica y deben su origen principalmente a la erosión de las zonas rocosas por factores físicos de intemperización (vientos, temperaturas, mareas y corrientes) y biológicos. Algunos de los muchos factores interrelacionados que producen las mareas, incluyen las fuerzas gravitatorias y centrífugas debido a la atracción entre la tierra, la luna y el sol; este efecto define la amplitud del patrón de mareas en las playas (Ricketts *et al.*, 1997). La luna posee una influencia dominante; sin embargo, la combinación de influencias lunares y solares parece

suficiente para explicar la relación de pleamares y bajamares. Las mareas en el lado oriental del Pacífico, de California a Alaska son mixtas, se caracterizan por pares de pleamares y pares de bajamares que difieren grandemente en magnitud. Con ello se pueden definir los patrones de la zonación intermareal y su relación con el ciclo de marea (Ricketts *et al.*, 1997).

La zona intermareal, además de caracterizarse por el efecto de inmersión/emersión, sin duda se ve influenciada por el rompimiento de las olas. Los animales que aquí crecen han desarrollado adaptaciones para fijarse y resistir al oleaje, a diferencia de otros animales que no podrían tolerar las rigurosas condiciones del fuerte rompimiento de las olas (Ricketts *et al.*, 1997). Muchos estudios hacen referencia a las diferencias en la distribución y abundancia de los organismos de la zona intermareal. En la costa de Jalisco, por ejemplo, Esqueda *et al.* (2000) estudiaron la zonación de moluscos gasterópodos y bivalvos en playas rocosas e identificaron las especies que ocupan ámbitos estrechos, en relación con otras especies de distribución amplia en el intermareal.

En gasterópodos se han identificado diferencias en la morfología de la concha, las cuales se atribuyen tanto a las distintas condiciones de cada hábitat como los grados de exposición del oleaje, la movilidad del sustrato y la depredación (Johannesson, 1986). Estas mismas condiciones influyen en el crecimiento de gastrópodos (Kitching, 1976; Johannesson, 1986; Cupul-Magaña y Téllez-Duarte, 1997; Giraldo-López y Gómez-Schouben, 1999; Gluyas-Millán *et al.*, 1999).

El crecimiento se ha definido como la relación de la biomasa o talla de un individuo con respecto al tiempo, en función de su anabolismo y catabolismo (Villemet *et al.*, 1996); también, como el proceso de incremento gradual o el desarrollo progresivo con el tiempo en tamaño o peso de un organismo (Gómez, 1994). En moluscos y vertebrados acuáticos, el crecimiento es considerado como "continuo", aunque varía cíclicamente con la estación del año; además, el crecimiento de casi todos los organismos acuáticos tienen un tamaño característico de acuerdo al ambiente en que se desarrolla (Gómez, 1994).

Todas las definiciones de crecimiento de un organismo están enfocadas a la construcción de tejido; en el caso de moluscos, los estudios toman en cuenta la concha. En bivalvos, se han realizado estudios sobre la depositación de la concha (Barnes, 1986); de acuerdo a estos estudios, la superficie interna del pliegue externo del manto deposita la concha; la externa secreta la primera capa calcárea y la superficie interna del manto secreta la porción calcárea restante. El epitelio del manto sólo está realmente en contacto con la superficie de la concha en el surco periostrático y en el punto de inserción de los músculos. Aparte de esos lugares, hay un espacio extrapalial pequeño entre el manto y la concha en las demás regiones, es aquí donde los materiales de la concha empiezan a secretarse y se depositan los elementos calcáreos y el marco orgánico circundante (Baquero, 1999). En los gasterópodos la concha consta típicamente de tres capas (periostraco, mesostraco e hipostraco).

Para estimar el crecimiento en caracoles se utilizan métodos directos e indirectos (Gómez, 1994). Los primeros, se sustentan en la interpretación de

líneas de crecimiento presentes en opérculos y a través de las observaciones a determinados intervalos de tiempo por técnicas de captura y recaptura. Los segundos trabajan regularmente con capturas comerciales y se basan en el análisis de tallas por el corrimiento de modas mediante agrupamientos de individuos de tamaños similares, los que estarían reuniendo a grupos de edad semejante o cohortes (Sparre y Venema, 1995).

## ANTECEDENTES

Cárdenas (1993), realizó una compilación de estudios sobre técnicas para estimar la edad y crecimiento en moluscos marinos, entre ellas hace mención que los métodos directos son más confiables que los indirectos. Sin embargo, la utilización de ambos refuerza los criterios para la estimación de edad y crecimiento en moluscos. El mismo autor concluye que los principales factores que intervienen en la formación de líneas de crecimiento en opérculos de caracoles son: la manipulación de los organismos, la competencia intraespecífica e interespecífica por espacio y/o alimento, las variaciones latitudinales, la distribución en la franja costera y la anaerobiosis. Otros autores coinciden en factores como: la contaminación por desechos industriales (Reish, 1978 y Cárdenas, 1993) y los ciclos reproductivos (Cárdenas, 1993; Cupul-Magaña y Torres-Moye, 1996).

Kraeuter *et al.* (1989) realizaron un estudio de edad y crecimiento en el caracol *Busycon carica* que habita en el submareal de las costas de Virginia; ellos estimaron mayor crecimiento cuando es cultivado en laboratorio con respecto a poblaciones naturales; esto debido a que en el laboratorio se logran mejores condiciones de vida.

Se han realizado algunos estudios que contrastan diferencias en el crecimiento bajo diferentes condiciones de intensidad del oleaje, entre ellos destacan el estudio de Kitching (1976), quién trabajó con el caracol *Thais* sp.,

especie carnívora del intermareal rocoso. En esta especie, la forma de la concha cambió de corta y ancha en un ambiente expuesto, a alta y angosta en ambientes protegidos. De la misma manera, Giraldo-López y Gómez-Schouben (1999) estudiaron la morfología de la lapa *Siphonaria gigas* bajo diferentes condiciones del oleaje, en la costa del Pacífico colombiano; este gasterópodo patelado es habitante típico de las costas rocosas y tiene una amplia distribución en la zona intermareal. No se registraron diferencias en la morfología de la concha (longitud de la abertura) en caracoles de distintos ambientes. Sin embargo, el grosor de la concha fue diferente, siendo más gruesa en la localidad expuesta. Los autores concluyen que la forma de la concha es el resultado del efecto mecánico de la acción de las olas. Asimismo Stebbins (1988), quien trabajó con el poliplacóforo *Katharina tunicata* de hábitat intermareal rocoso; realizó experimentos en laboratorio para demostrar la tenacidad de los organismos de acuerdo a la talla corporal con relación a la intensidad del oleaje, él encontró que los organismos reducen la talla en zonas de mayor intensidad del oleaje.

Por otra parte, Gluyas-Millán *et al.* (1999) estudiaron las diferencias en la relación talla-edad del caracol *Astrea undosa* (ambiente submareal), de dos localidades de Baja California Sur; ambas localidades tenían una profundidad de 2 a 4 metros. Los individuos mostraron mayores tallas en la zona expuesta que en la zona protegida. Mientras que Johannesson (1986) señala que *Littorina saxatilis* del Norte del Atlántico, presenta diferencias en la morfología de la concha, debido no solo al efecto de las olas, sino también a la depredación.

La distribución intermareal o zonación de las comunidades de playas rocosas está relacionada con las condiciones de su ambiente, tanto biótico como abiótico (Ricketts *et al.*, 1997). De esta manera, algunos estudios sobre crecimiento en gasterópodos se han referido a estos factores como de influencia; entre ellos la sobrepoblación (Anónimo, 1999; Iijima, 2001), los cambios estacionales en el ciclo reproductivo de la especie (Stoeckmann y Garton, 1997), la exposición al oleaje (Gluyas-Millán *et al.*, 1999) y la disponibilidad de alimento (Black, 1977; Underwood, 1978; Williamson y Kendall, 1981; Takada, 1995; David *et al.*, 1997).

Aunque las variables ambientales podrían contribuir a modular cambios temporales que influyen en la organización de la población; la estacionalidad podría estar relacionada principalmente con fenómenos de migración, incorporación de individuos a la población y mortalidad (Appeldoorn, 1984; Kurihara *et al.*, 2001; Olabarria *et al.*, 2001). Mientras que las clases de edad están influenciadas por aspectos reproductivos y se caracterizan porque la incorporación de individuos a la población, revelará una estructura de tamaños que normalmente forman un conjunto de modas que generan polígonos de frecuencias de longitud (Gómez, 1994).

Para la estimación de los parámetros de crecimiento individual se han elaborado modelos matemáticos, como el de von Bertalanffy; éste es un método indirecto que considera la talla del cuerpo como una función de la edad. Los parámetros se estiman para algún stock particular de manera que se puede calcular la talla de un organismo promedio para cualquier edad del stock en

estudio. El método de Petersen utiliza las longitudes individuales de una población y consiste en tomar muestras al azar y calcular cada frecuencia de tallas, que estaría representada por una moda. Mientras que el método de Cassie separa cada uno de los componentes de una estructura poblacional multimodal y permite asignar una clase de edad para cada uno de ellos; así mismo asume que cada clase de edad presenta una distribución normal (Gómez, 1994).

En Jalisco, existen pocos antecedentes de estudios sobre el crecimiento en gasterópodos, entre ellos, Fonseca (1998) realizó una evaluación de la estructura de la población *Plicopurpura patula pansa* siguiendo el modelo propuesto por Petersen. Los datos obtenidos se emplearon para el cálculo de grupos de edad de la población, a través del método de Cassie le permitió emplear el modelo de crecimiento de von Bertalanffy para calcular la edad por sexo; en el cual no encontró diferencias del incremento por sexos. Por otra parte se han realizado estudios poblacionales del caracol *Plicopurpura patula pansa*, que habita en el litoral rocoso y destaca por su importancia económica en la utilización del tinte (León, 1989; Reyes, 1993).

Estudios antropológicos indican que *Calyptraea spirata* fue utilizada como parte de las ofrendas funerarias en entierros prehispánicos recuperados en el sitio arqueológico de Salagua, en el estado de Colima; Fieldman (1968), data los sitios entre los años 900-1530 d. C. y Beltrán-Medina (1991), los data entre los años 150-900 d.C.

En la costa de Jalisco, *Calyptraea spirata* ha sido reportada en las localidades de El Tamarindo, La Calechosa, Los Angeles (González, 1977); Yelapa

(Fonseca, 1998); Bahía Tenacatita (Hernández, 1998) y en Punta Carrizalillos de Bahía Cuastecomate (Esqueda *et al.*, 2000). En Nayarit se ha reportado en la Cruz de Huanacastle (Méndez, 2000). Esquivel y Plascencia (1999) reportan los registros de pesca de esta especie de las oficinas de Puerto Vallarta; el reporte de las capturas para septiembre y octubre de 1995 fue de 106 y 17 kg. respectivamente. En años recientes, se ha dejado de reportar su aprovechamiento debido, posiblemente a una disminución en la abundancia de las poblaciones de donde regularmente eran extraídas. La especie se encuentra en pocas playas de la región consideradas como relictos por su difícil acceso para la pesca. Estas son playas poco frecuentadas por el hombre, con caminos restringidos por ser propiedad privada.

No existen estudios sobre la biología y ecología de *Calyptraea spirata*, aunque, se han realizado investigaciones en otras especies del mismo género como *C. trochiformis* de las costas de Chile. Estos estudios hacen referencia a la condición hermafrodita y el tamaño en el cual se presenta la inversión del sexo (Guerra y Borbaran, 1981), la conducta de apareamiento (Brown, 1989) y el desarrollo intra capsular (Canete y Ambler, 1992 y Vega *et al.* 1986).

## **Descripción de la especie.**

*Calyptraea spirata* (Forbes, 1952), conocido comúnmente como gorrito, pertenece a la familia Calyptraeidae, superfamilia Calyptraeacea, orden Mesogastrópoda y clase Gastropoda; la superfamilia se distingue por sus conchas de forma cónica con apariencia de gorros o lapas (Barnes, 1986). *C. spirata*, tiene concha gruesa cónica en forma espiralada. Cada espiral está ornamentada con una serie de ribetes radiales gruesos y muy marcados. La concha es de color café oscuro (Figura 1). El interior presenta una lámina que se extiende desde el centro hasta el margen, algunos individuos presentan coloraciones marrón o púrpura oscuro. El opérculo está ausente. La altura máxima reportada es de 25 mm y el diámetro de 60 mm. La distribución geográfica es desde Mazatlán, Sinaloa hasta el Golfo de Tehuantepec, Oaxaca (Keen, 1974).

Por otra parte, la especie es apreciada y preferida por su sabor entre otros gasterópodos como el chino y púrpura, además de capturarla sobre pedido y con mayor valor comercial. Otras especies del mismo género como *Calyptraea trochiformis*, de las costas rocosas de Chile, es considerada también como comestible y de importancia comercial (Canete y Ambler, 1992).

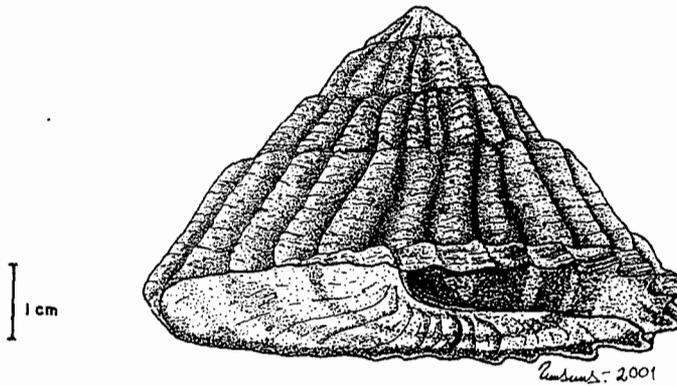


Figura 1. *Calyptraea spirata* (Forbes, 1952), tomado de una concha de la zona de estudio (dibujo de David Jimeno).

## JUSTIFICACIÓN

Dentro de la biología pesquera, el manejo de parámetros poblacionales es sin duda fundamental para definir los aspectos básicos del aprovechamiento sustentable. Entre los parámetros poblacionales más importantes de una pesquería resaltan la abundancia del recurso (Cárdenas, 1993 y Gómez, 1994) y la velocidad de crecimiento de los individuos.

Los lugareños de Melaque, Bahía Chamela y Punta Pérula, en la costa Jalisco, aprecian a *Calyptraea spirata* (conocida comúnmente como gorrito), por su sabor, además de atribuirle un valor comercial superior entre otros gasterópodos como los caracoles púrpura, chino, calavera y algunas lapas; la especie también se utiliza para autoconsumo. Actualmente, las poblaciones de gorrito han disminuido, e incluso en algunas localidades han desaparecido, probablemente debido a la sobreexplotación o a su mal manejo. A pesar de su importancia, no hay estudios sobre la biología, ecología de la especie y aun hacen falta estudios puntuales a nivel local sobre los factores que afectan y/o determinan el crecimiento y establecimiento de la especie, para permitirnos vislumbrar su manejo adecuado de aprovechamiento y de conservación.

Generalmente cuando los recursos tienen importancia económica su explotación llega a poner en riesgo las poblaciones naturales. Hay que recordar, que el valor de la biodiversidad no sólo está dado por el valor intrínseco de las especies, sino también por aspectos culturales que, a través de sus conocimientos

locales, imprime su sello en los recursos; conocimientos que describen y se inscriben en un territorio a través de prácticas productivas que se conforman y dan forma al medio ecológico (Leff, 2001).

La Norma Oficial Mexicana (NOM-059-Ecol-1994) establece la categoría de protección especial para la especie *Crucibulum scutellatum* conocida comúnmente como gorrito. La categoría "sujeta a protección especial", recomienda que la especie sea sujeta a limitaciones o vedas en su aprovechamiento, por tener poblaciones reducidas. Sin embargo en la región costa de Jalisco se reconoce a *Calyptrea spirata* como caracol gorrito y es la especie más apreciada por los lugareños. Ríos-Jara *et al.* (2001) registraron al menos 10 especies del género *Crucibulum* en esta región y ninguna de estas es considerada de valor comercial, posiblemente a su tamaño pequeño, *C. scutellatum* tienen tallas de 16 mm. de alto y 50 mm. de diámetro.

## HIPÓTESIS

- Ha. Existe diferencia en la velocidad de crecimiento de *Calyptraea spirata* entre el ambiente protegido y de barrido al oleaje y entre niveles del intermareal (mesolitoral superior y medio).
- Ha. La intensidad del oleaje afecta la distribución de la talla de *Calyptraea spirata*.
- Ha. La relación alto-diámetro de la concha de *Calyptraea spirata* varía con relación a los diferentes ambientes al oleaje.

## OBJETIVO GENERAL

Estimar la talla y crecimiento de *Calyptraea spirata* bajo diferente intensidad al oleaje en la costa centro de Jalisco.

## Objetivos particulares

1. Evaluar las diferencias en la velocidad de crecimiento en una zona de barrido y una zona protegida; considerando el nivel del mesolitoral (superior y medio) en la playa de Ventanas.
2. Describir la distribución de tallas en ambientes con diferente intensidad del oleaje (expuesto, barrido, protegido y submareal) en las playas de Teopa, Tejones y Ventanas.
3. Estimar las posibles diferencias en la morfología de la concha como respuesta al efecto de la intensidad de las olas.
4. Estimar la abundancia y distribución vertical de *Calyptraea spirata* en una zona de barrido en la playa de Teopa.
5. Describir la distribución de frecuencias de tallas en los niveles mesolitoral superior y medio en una zona de barrido al oleaje en la playa de Ventanas.

## DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende las playas de Teopa, Tejones y Ventanas, al sur de Bahía Chamela, Jalisco, sus coordenadas son: (19°23'33''N, 105°01'24''O); (19°23'36''N, 105°01'47''O) y (19°23'14''N, 105°01'50''O) respectivamente (Figura 2).

Las playas de Teopa, Ventanas y particularmente Tejones, son playas de alta energía. El régimen de marea es mixto, ocurren generalmente dos pleamares y dos bajamares en cada día de marea y en la ocurrencia de los cuartos menguante y creciente, la marea se convierte en diurna unos días antes y después de dichas fases de luna. El efecto de mayor intensidad de oleaje, se presenta cuando las mareas son vivas, esto ocurre una vez por ciclo lunar y disminuye gradualmente hasta el cuarto menguante. El efecto directo o gradual del oleaje sobre los organismos está en función de la posición del sustrato conforme a la orientación de las olas, influenciado por los patrones del viento. La exposición puede significar la combinación en la desecación, extremos de temperatura, cambios de salinidad, iluminación excesiva, etc. (Lewis, 1964).

Clima.- Sobresalen tres temporadas por ciclo anual, estas son: cálido seco (marzo-mayo), cálido subhúmedo (junio-octubre) y templado (noviembre-febrero). La precipitación promedio anual en el año 1984-1985 fue de 738.9 mm y la temperatura promedio anual de 25.2°C (León, 1986).

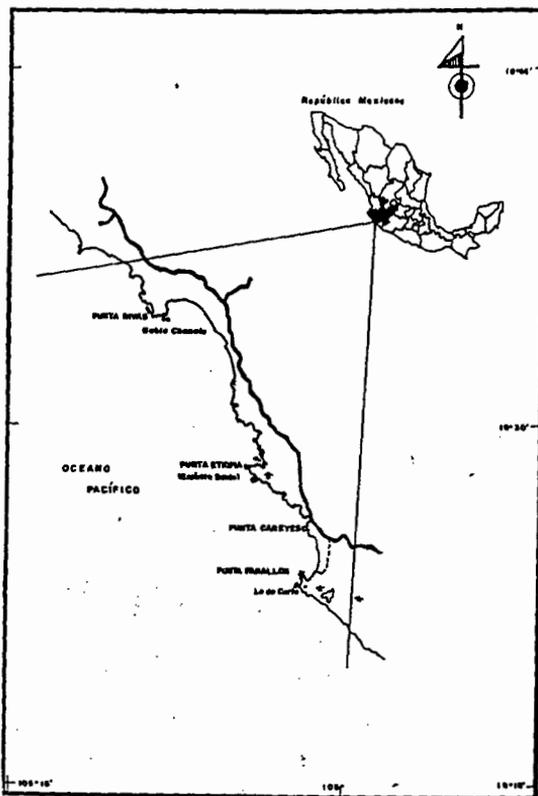


Figura 2. Las playas Teopa, Tejones y Ventanas se localizan en punta farallón (dibujo de Miguel de Santiago R.).

**Topografía.-** Las playas en cuestión tienen afloramientos de roca metamórfica, delimitados por playas de poca extensión (0.5-1.5 km) de arena de grano fino. La heterogeneidad de gradientes ambientales se presenta por la discontinuidad de mosaicos de micro ambientes, las pendientes llegaron a medir hasta  $160^\circ$  aproximadamente. Adicionalmente, las pendientes del sustrato de la playa y el ámbito de altura mareal definen la amplitud de la zona intermareal (Giraldo-López y Gómez-Schouben, 1999). González-González (1993) llevó a cabo un estudio detallado de las características y condiciones de playas rocosas del

Pacífico de México, se utilizaron algunos criterios para los diferentes ambientes en el presente estudio. Se hace mención de los ambientes generales y particulares donde se establece *Calyptraea spirata*, en las playas de Teopa, Tejones y Ventanas.

Caracterización de ambientes generales.- Domina una fisiografía más o menos definida y delimitable que se puede sectorizar con cierta facilidad, utilizando uno o pocos criterios ambientales.

- Puntas rocosas que presentan zonas expuestas o protegidas al oleaje. El ambiente protegido en la playa Ventanas tiene una extensión de 5 metros aproximadamente y pendientes de 60 a 92°. Ésta zona se encuentra al margen de la playa, identificándose tres niveles de intermareal (mesolitoral superior, medio e inferior).
- Áreas con grandes afloramientos rocosos; forman grandes extensiones irregulares y heterogéneas, desde la orilla de la costa hasta más de 40 m mar adentro. Este ambiente se definió como zona de barrido. La profundidad del mar en este ambiente es mayor a 4 metros y el reventar de las olas esporádico; se definieron zonas del mesolitoral superior, medio, inferior y submareal. Sobre el sustrato rocoso superior hay paredones de una altura de aproximadamente 4 metros. La pendiente varió desde completamente horizontal hasta paredes de 75°.
- Áreas o zonas de peñascos, morros o grandes riscos separados de la costa, más o menos aislados entre sí con partes emergidas, aún en la pleamar. Predomina este tipo de ambiente en la playa de Tejones, su extensión es de

más de 30 metros lineales.

Caracterización de ambientes particulares.- Dentro de cada ambiente general mencionado, algunas condiciones como tipo de sustrato, pendientes y desniveles, fluctuación de las mareas, oleaje, corrientes locales y ubicación respecto a la línea de costa, pueden presentar variaciones, originando con ello la presencia de patrones verticales, horizontales o mixtos, tales como:

- Riscos.- Prominencias de roca parcial e intermitentemente sumergidas dependiendo de su posición, altura respecto del nivel de las mareas y el grado de intensidad al oleaje. Este ambiente se encontró en las tres playas.
- Plataformas rocosas. Bloques de superficie horizontal con escaso relieve, de roca sólida y arena compactada, poco profundos, parcial o intermitentemente sumergidos. Este ambiente se encontró en la playa de Teopa y tiene una extensión mayor a 35 metros lineales mar adentro; se definen cuatro niveles estrechos de intermareal y el submareal con una profundidad mayor a tres metros. Se caracteriza por ser una zona de barrido.
- Canales de corriente. Separaciones o fracturas de puntas rocosas o acantilados que por su posición y altura permiten la circulación del agua de acuerdo con el ritmo del oleaje y las mareas. Se definen tres niveles de intermareal y submareal. Este tipo de ambiente se encontró en la playa de Tejones y en Teopa; se caracteriza por la exposición directa del oleaje. La longitud de estos canales es de aproximadamente 20 metros en cada lado; en Teopa la longitud es menor a 10 metros.

- Cuevas litorales. Grietas y oquedades muy protegidas de la insolación e iluminación en la base de acantilados o formaciones rocosas; permiten la entrada de volúmenes variables de agua dependiendo del oleaje y las mareas.

UNIVERSIDAD

BIBLIOTECA

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se hicieron visitas preliminares de inspección en playas rocosas de la región, para buscar las poblaciones mejor representadas de esta especie, considerando la exposición al oleaje como un factor determinante para su acceso. Posteriormente, el trabajo de campo formal se realizó de mayo de 1999 a noviembre del 2000.

Para delimitar y caracterizar la zonación del nivel mesolitoral superior y medio de las playas rocosas estudiadas se hicieron observaciones en el campo de los límites algales conspicuos, representados por líneas horizontales que reflejan el efecto de los factores ambientales. En estas franjas hay organismos adaptados a condiciones de inmersión / emersión, al golpe del oleaje y a la exposición; en el mesolitoral superior son comunes las Clorophytas, en particular *Ulva* sp. y *Enteromorpha* sp. como una franja divisoria aparente entre el nivel superior del medio. En la parte media del mesolitoral sobresale un tapete de algas especialmente Rodophytas y en la parte inferior algas Phaeophytas (Figura 3).

Se delimitaron ambientes de acuerdo a la intensidad del oleaje, éstos dependían de la ubicación del área rocosa de la playa con respecto al mar y de la topografía como microambiente; se muestreó en una zona de barrido y una zona protegida definidas por el grado directo de exposición y rompimiento de las olas. En playa Ventanas se realizó el muestreo en una zona de barrido y en una zona protegida, cada una con diferente orientación y exposición al mar. La zona de

barrido tiene una exposición intermedia al oleaje entre la zona expuesta y protegida, se caracteriza porque regularmente las olas no revientan aquí y solamente presenta un reflujo de corrientes de agua.

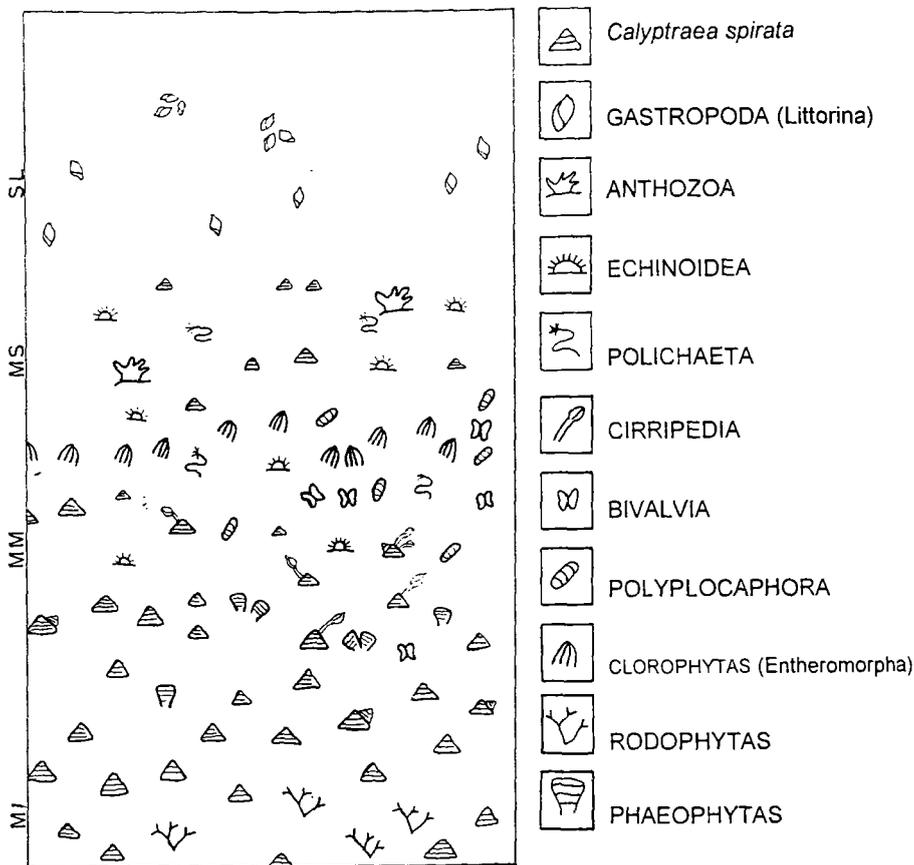


Figura 3. Algunos ejemplos de la distribución biótica conspicua en el intermareal, utilizada para definir la zonación en las playas de Teopa y Ventanas de la costa de Jalisco (SL = supralitoral, MS = mesolitoral superior, MM = mesolitoral medio, MI = mesolitoral inferior) (dibujo de David Jimeno).

## **Crecimiento.**

Se obtuvieron datos biométricos empleados para estimar el crecimiento a partir del mes de noviembre de 1999 hasta el mes de mayo del 2000; se consideraron las biometrías del diámetro mayor de la concha, el diámetro menor y la altura desde la base de la concha al ápice. Se utilizó un calibrador vernier con una precisión de 0.1 mm, para estimar las biometrías.

## **Técnicas de marcado.**

Se llevó a cabo un estudio progresivo de marcas en la concha, considerando la durabilidad, visibilidad, identificación del nombre y tamaño de la marca; además la sensibilidad del organismo a la marca y el camuflaje a depredadores. Las marcas utilizadas fueron : 1) Barniz de uñas; la etiqueta se colocó sobre una base de barniz blanca y después era cubierta con barniz transparente (León, 1989); 2) claves de colores con pegamento plástico-líquido; 3) pegamento epóxico líquido, con la marca embebida en el pegamento y 4) pegamentos epóxicos en masa (plastiloca), azul y verde.

El marcado sugerido que no afectó el establecimiento de los caracoles, no era atractivo a los depredadores y era durable, fue colocar el nombre en un recuadro pequeño pegada sobre la concha con plastiloca verde, de tal forma que el pegamento quedara expuesto y el nombre oculto sobre la concha seca. Esto permitió que en el momento de la recaptura, se ubicaran las marcas para desprenderlas e identificar el nombre (totalmente legible) asignado a ese caracol.

También se hicieron esquemas del micro ambiente y señales de referencia para la ubicación de los caracoles considerando la posición de la playa donde eran encontrados.

Durante el estudio de marcado, se desprendieron los organismos para estimar su peso y determinar el sexo, desafortunadamente fue difícil que se establecieran nuevamente sobre el sustrato de donde eran desprendidos, y no sobrevivían al cabo de unas horas. Por lo cual, en ocasiones posteriores ningún organismo se desprendió para marcarlo o para tomar biometrías.

### **Talla y morfología de la concha.**

Se realizó una colecta general de *Calyptrea spirata* y se tomaron las biometrías de largo y ancho de la concha. Se describieron los aspectos de la fisiografía de la localidad y se evaluó la influencia de macrofactores para determinar la sectorización de la localidad en ambientes particulares. Las biometrías se realizaron en ambientes con diferente intensidad al oleaje; para la zona expuesta y submareal, los organismos se colectaron en el mes de octubre de 1999, en la playa de Tejones. Los de zona de barrido y protegida se colectaron a partir de julio de 1999 a mayo del 2000, en la playa de Ventanas.

### **Área mínima.**

Se consideró estimar la abundancia de la población para un ambiente de

barrido, dado que es donde hay acceso por la intensidad del oleaje y existe mayor extensión del intermareal donde se encuentra la población en relación a ambientes protegidos.

El área mínima se estimó de acuerdo al método de las medias acumulativas (Elliott, 1977), el cual establece que el número óptimo de cuadrantes es cuando las medias acumulativas reflejan una curva con tendencia asintótica. Se utilizaron cuadrantes de 50 por 50 centímetros ( $0.25 \text{ m}^2$ ), éstos se colocaron de manera aleatoria en un transecto de 30 metros. Se contó el número de individuos que caían dentro de los cuadros colocados a lo largo del transecto en los niveles mesolitoral superior (14 cuadros) y medio (10 cuadros). Se estimó el ancho de todos los caracoles por intervalos de 5 milímetros con un calibrador vernier. La muestra del área mínima calculada recomendada para el mesolitoral superior y medio, del mes de diciembre, se utilizó como base para los muestreos posteriores de los meses de abril y noviembre del 2000.

Los valores de las medias acumulativas para el mes de diciembre de 1999, en la playa de Ventanas, fue establecido cuando la curva se estabilizó de forma asintótica. En el mesolitoral superior el área mínima se registró a los 14 cuadros ( $3.5 \text{ m}^2$ ) (Figura 4a), mientras que en el mesolitoral medio se registró a los 10 cuadros ( $2.5 \text{ m}^2$ ) (Figura 4b). Se consideró este número de cuadros para estimar la abundancia y frecuencia de tallas por nivel intermareal.

Aunque el área mínima fue calculada en una sola ocasión, no se consideró necesario estimarla en los muestreos posteriores. Sin embargo, se recomienda hacerlo cada vez que se consideren cambios en la población, y de forma separada

para cada nivel intermareal (Ríos-Jara, 1985).

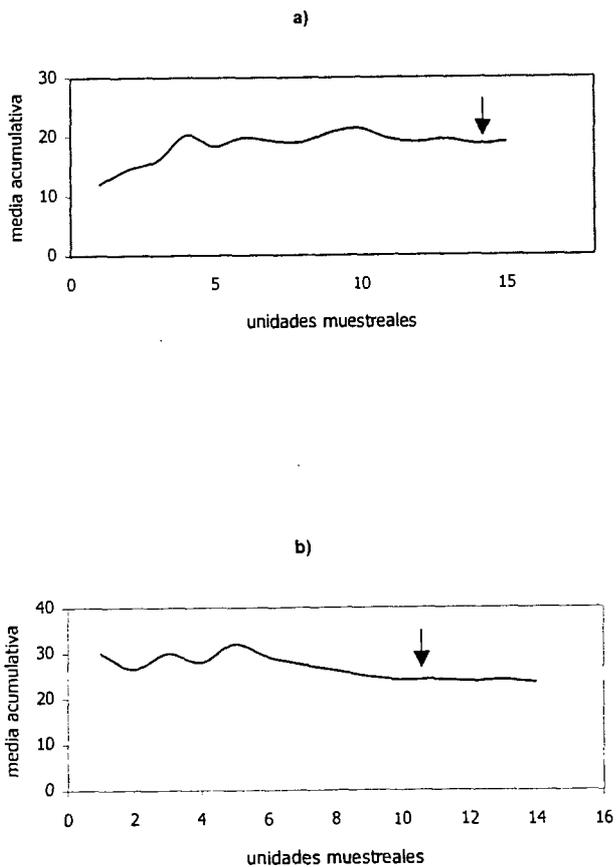


Figura 4. a) área mínima calculada para el mesolitoral superior ( $3.5 \text{ m}^2$ ) y b) mesolitoral medio ( $2.25 \text{ m}^2$ ).

## **Distribución de la abundancia y tallas por nivel intermareal.**

En la playa de Teopa en una zona de barrido, se estimó la distribución de la abundancia vertical del caracol *Calyptraea spirata*, desde el límite de marea alta hasta el límite de marea baja, con la finalidad de conocer la distribución intermareal del caracol (Figura 3). Se utilizó el método transecto por cuadrantes, los cuales median 50 centímetros por lado (0.25 m<sup>2</sup>). El transecto se colocó en dirección perpendicular a la línea de costa, los cuadrantes se acomodaron cada 0.50 metros por cada lado del transecto. Se consideraron condiciones de mareas vivas, para obtener el máximo de playa descubierta. Se utilizó el pronóstico de mareas de Manzanillo, Colima (UNAM, 1999-2000) por ser la estación mareográfica más cercana a la zona de estudio. El muestreo se realizó en octubre de 1999.

Dado que el número de individuos distribuidos en el intermareal fue heterogéneo, se calculó la abundancia y frecuencia de tallas por nivel intermareal (mesolitoral superior y medio) para los meses de diciembre de 1999, abril y noviembre del 2000, en la playa de Ventanas. Con este propósito se estimó el diámetro de todos los caracoles a intervalos de 5 mm para evaluar la frecuencia de tallas por nivel intermareal considerando el área mínima de muestreo.

## **Análisis estadístico.**

Para conocer las diferencias en la morfología de la concha como respuesta al efecto de la intensidad del oleaje, se utilizó una regresión lineal ajustada de

las biometrías diámetro mayor-alto; se compararon conchas de los ambientes : submareal, protegido, barrido y expuesto. Para conocer la relación de la asociación del diámetro mayor-alto por ambiente, se compararon las cuatro regresiones por medio de un análisis de covarianza (ANCOVA) utilizando los programas SPSS y SigmaStat

Por medio del ANOVA de una vía se estimaron las diferencias del incremento diario de los diámetros del caracol. Para esto se decidió realizar la sumatoria de las biometrías diámetro mayor y menor de la concha de cada individuo. Esto permitió una mejor estimación de los incrementos del diámetro en ambas direcciones. Con los datos obtenidos se hicieron comparaciones de la zona de barrido vs. protegida y entre los niveles mesolitoral superior y medio; de noviembre de 1999 a junio del 2000. Se excluyeron los valores registrados en los meses de enero y febrero, ya que fueron negativos. Se hizo una división por clases de tamaños, separando las tallas mayores y menores a 3 cm. Se realizó la prueba *a posteriori* de Dunnett T3; para este análisis se utilizó el programa estadístico SigmaStat y SPSS.

Los datos de estructura poblacional para el mesolitoral superior y medio se graficaron por estación del año. También se realizó un ANOVA de una vía para estimar posibles diferencias en la distribución de clases de tamaño por nivel intermareal.

## RESULTADOS

### Crecimiento.

No se encontraron diferencias estadísticas significativas (ANOVA de una vía,  $P = 0.258$ ), al comparar el crecimiento diario (suma del diámetro mayor y diámetro menor de la concha) de los caracoles de tallas chicas ( $< 3$  cm) por nivel intermareal y exposición al oleaje. Mientras que entre tallas grandes ( $> 3$  cm) se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas por nivel intermareal y exposición al oleaje ( $P = 0.0001$ ). Para los organismos de tallas mayores a 3 cm, crecían en promedio más rápido en el mesolitoral superior de un ambiente protegido que los de barrido de ambos niveles de intermareal. Las diferencias estadísticas significativas (Cuadro 1) de los organismos de 1) zona protegida del mesolitoral superior vs zona de barrido del mesolitoral superior es de ( $P = 0.018$ ) y 2) zona protegida del mesolitoral superior vs zona de barrido del mesolitoral medio, es de ( $P = 0.037$ ).

Cuadro 1. Crecimiento(cm)/semana de la suma del diámetro mayor y menor de la concha de *Calyptrea spirata* en la playa de Ventanas, Jalisco. (ANOVA, prueba *a posteriori* Dunnett T3).

Exposición al oleaje y nivel intermareal	Tallas menores a 3 cm			Tallas mayores a 3 cm		
	n	P	Crecimiento promedio	n	P	Crecimiento promedio
Barrido MS	14	--	0.045	16	--	0.01
Barrido MM	10	--	0.09	9	--	0.02
Protegido MS	23	--	0.078	9	--	0.07
Protegido MM	9	--	0.055	13	--	0.04
Barrido MS vs protegido MS	-	0.155	--	-	0.018**	--
Barrido MM vs protegido MM	-	0.747	--	-	0.812	--
Protegido MM vs barrido MS	-	0.988	--	-	0.374	--
Protegido MS vs barrido MM	-	0.982	--	-	0.037*	--
Barrido MS vs barrido MM	-	0.543	--	-	0.942	--
Protegido MS vs protegido MM	-	0.723	--	-	0.124	--

MS = mesolitoral superior, MM = mesolitoral medio, n = num de individuos, P = significancia, \* = sig. diferente (P < 0.05), \*\* = sig. muy diferente (P < 0.025)

### Talla y morfología de la concha.

*Calyptrea spirata* está especialmente adaptada para afianzarse a las rocas y a otras conchas, su pie extenso con fuerte poder adhesivo le permite pegarse con fuerza al sustrato para invertir menos energía en la resistencia a las olas y corrientes. Los bordes aserrados de la concha se adaptan a las depresiones mínimas de la superficie de la roca, esta característica de la concha le permite retener agua durante los intervalos de tiempo en que los organismos están expuestos a la desecación.

La morfología de la concha se estimó como el factor de correlación del diámetro mayor-alto de la concha; en el cuadro 1 se hace referencia de este factor para los diferentes ambientes. El factor de correlación fue significativo

para la playa de Ventanas en los ambientes submareal ( $r = 0.85$ ,  $n = 43$ ) y protegido ( $r = 0.80$ ,  $n = 220$ ). Para la playa Tejones en el ambiente de barrido fue significativo ( $r = 0.78$ ,  $n = 217$ ), mientras en el ambiente expuesto en la misma playa el coeficiente de correlación no fue significativo ( $r = 0.49$ ,  $n = 39$ ).

No existen diferencias estadísticas significativas (ANCOVA  $F = 0.4499 < 2.62$ , calculada) en las pendientes calculadas para la relación diámetro mayor vs alto de la concha de cada uno de los ambientes (expuesto, barrido, protegido y submareal) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Datos del análisis de covarianza (ANCOVA) para la relación diámetro mayor vs alto de *Calyptraea spirata* en la playa de Ventanas, Jalisco. ( $F = 0.4499$   $F < 0.05(1,3,511) = 2.62$ )

Ambiente	$\sum X^2$	$\sum XY$	$\sum Y^2$	N	b	Residual SS	G.L.	r
Expuesto	9.165	4.40	8.7	39	0.48	6.62	37	0.49
Barrido	102.00	65.84	63.43	217	0.58	24.72	215	0.78
Protegido	132.85	80.27	75.52	220	0.60	27.01	218	0.80
Submareal	89.634	55.62	46.7	43	0.62	12.18	41	0.85
Regresión ponderada	--	--	--	--	--	70.55	511	--
Regresión común	343.66	206.14	194.40	519	0.5998	70.73	514	--
Total de la regresión	539.24	326.79	270.18	519	0.6060	72.14	517	--

b = pendiente, GL = grados de libertad, r = factor de correlación

Asimismo se realizó un Kruskal-Wallis de una vía para identificar diferencias de talla en los organismos de acuerdo a la intensidad al oleaje (prueba *a posteriori* Dunnett). En éstos se encontraron diferencias ( $H = 112.2$ , 3 G.L.,  $P = 0.0001$ ) para los organismos de ambientes 1) expuesto vs protegido, 2) expuesto vs barrido, 3) submareal vs barrido y 4) submareal vs protegido.

## Distribución de la abundancia por nivel intermareal

La abundancia promedio del caracol *Calyptraea spirata*, estimada mediante el método de transecto por cuadros colocados perpendicularmente a la línea de costa, se incrementa hacia los niveles inferiores del intermareal. En el mesolitoral superior se encontraron en promedio 24 individuos /m<sup>2</sup>, en el mesolitoral medio 288 individuos /m<sup>2</sup>, y en el mesolitoral inferior 494 individuos /m<sup>2</sup>. No se registraron organismos de esta especie en la zona supralitoral. Además, durante algunas observaciones mediante buceo libre realizadas a profundidades de hasta 4 m aproximadamente, se encontraron estos caracoles sobre sustratos duros; indicando una distribución amplia en el submareal. Sin embargo, no se determinó la profundidad o límite inferior hasta donde se distribuye la especie.

Una vez determinada la distribución de la abundancia vertical de la especie, se observó que fue diferente por nivel intermareal; se consideró necesario estimar el área mínima y abundancia para los niveles mesolitoral superior y medio, utilizando transectos horizontales (paralelos a la línea de costa). No se realizaron estimaciones en el mesolitoral inferior debido a la dificultad de muestreo relacionada con el intenso oleaje.

La abundancia (individuos/m<sup>2</sup>) por nivel intermareal en una zona de barrido en la playa de Ventanas, para los meses de : diciembre de 1999, abril y noviembre del 2000 se presenta en la Figura 5. Se observa que el mesolitoral medio tiene siempre una mayor abundancia con respecto al mesolitoral superior. La abundancia promedio durante los meses estudiados es la siguiente: para el mes

de diciembre, en el mesolitoral superior es de 81.7 individuos/m<sup>2</sup> y en el mesolitoral medio es de 95.3 individuos/m<sup>2</sup>. En el mes de abril del 2000, la población disminuye en ambos niveles del mesolitoral, 20.8 y 83 individuos/m<sup>2</sup> respectivamente. Finalmente en noviembre del mismo año, la población en el mesolitoral superior registró valores de 60 individuos/m<sup>2</sup> y el mesolitoral medio de 142.6 individuos/m<sup>2</sup>.

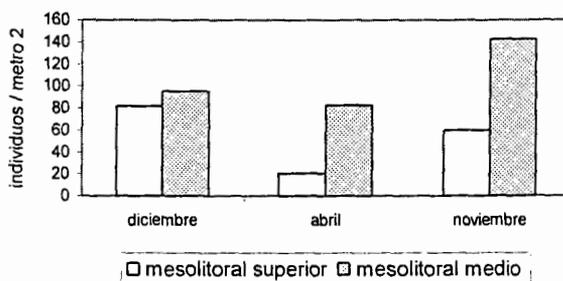


Figura 5. Abundancia de *Calyptrea spirata* en una zona de barrido en la playa Ventanas, al Sur de Bahía Chamela en la costa de Jalisco.

### Frecuencia de tallas por nivel intermareal.

Se observó una distribución de frecuencia de tallas de gorrito de tipo bimodal en el mesolitoral superior de una zona de barrido en la playa de Ventanas, en los meses de diciembre (1999), abril y noviembre (2000) (Figura 6). En el mes de diciembre las modas son de 15 mm y de 35 mm.; para abril se observa una moda de 20 mm y otra de 4 mm y finalmente para noviembre se observan nuevamente dos modas, una de 15 mm y otra de 35 mm. Cabe señalar

que los organismos de mayor talla (55 mm), se registran en el mes de diciembre de 1999. En el mesolitoral medio, la distribución de la frecuencia de tallas presenta aparentemente tres modas definidas (Figura 7). En diciembre las modas son de 10, 25 y 40 mm.; en abril las modas son de 15, 35 y 45 mm.; y en noviembre de 15, 35 y 45 mm. En el mesolitoral medio a diferencia del superior, los organismos alcanzan un centímetro más de talla (65 mm) en el mes de noviembre del 2000.

Aunque las figuras de distribución de frecuencia de tallas para los niveles superior y medio (Figuras 6 y 7) muestran aparentemente un mayor tamaño en los caracoles en el nivel medio; no existen diferencias estadísticas significativas en la distribución de tallas de acuerdo al ANOVA de una vía, para tallas mayores a 3 cm. ( $F = 0.640$ ,  $P = 0.276$ ) y para tallas menores a 3 cm. ( $F = 0.48$ ,  $P = 0.57$ ).



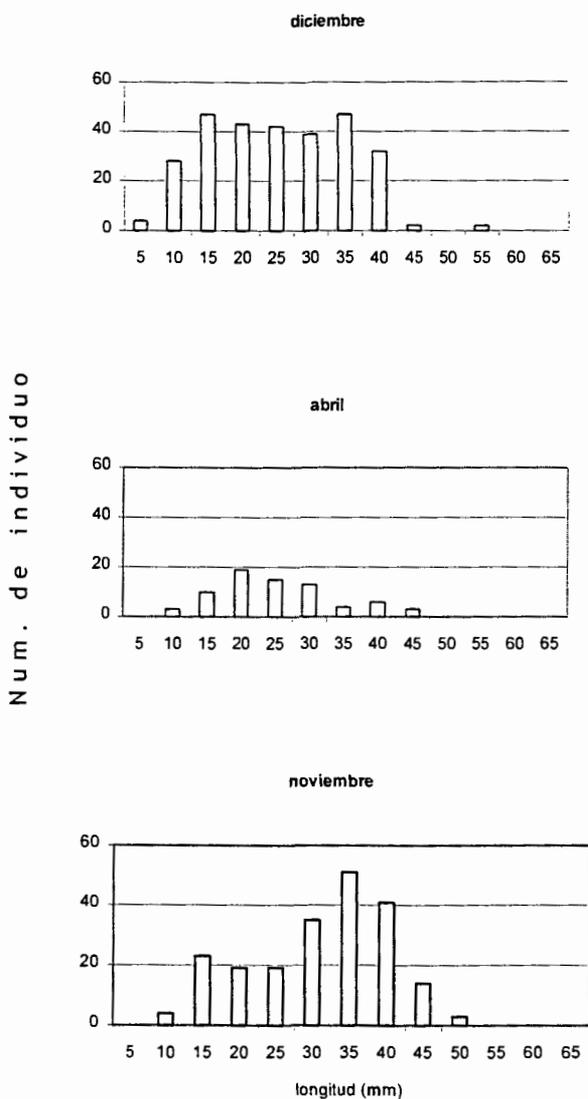


Figura 6. Distribución de frecuencia de tallas de *Calyptrea spirata* en el mesolitoral superior en una zona de barrido en la playa de Ventanas; a) diciembre, N = 286; b) abril, N = 73; c) noviembre N = 209.

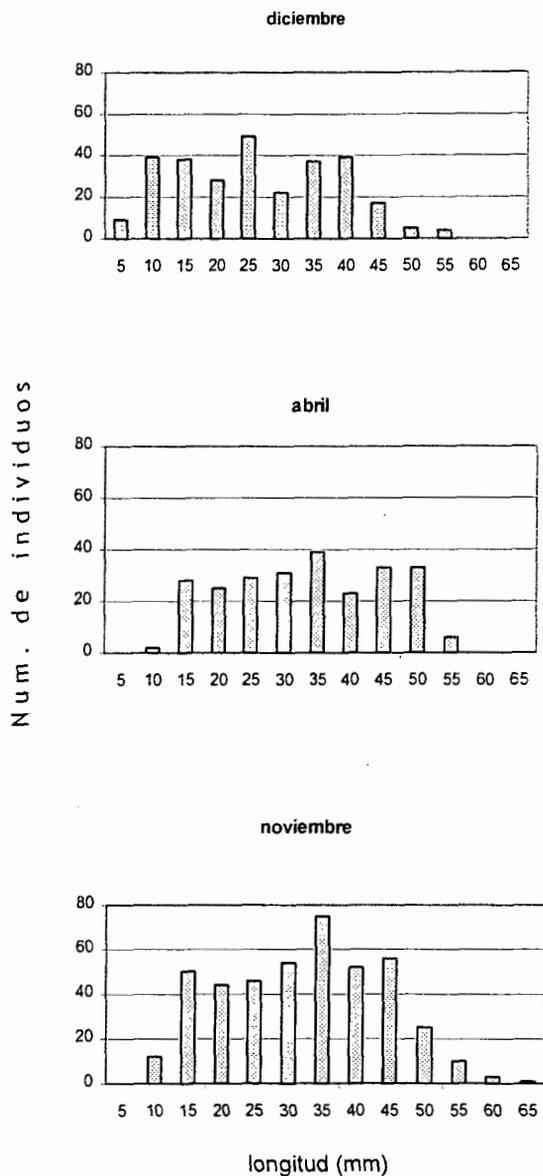


Figura 7. Distribución de frecuencia de tallas de *Calyptraea spirata* en el mesolitoral medio en una zona de barrido en la playa de Ventanas; a) diciembre N = 287; b) abril N = 249; c) noviembre N = 428

## DISCUSIÓN

### Crecimiento

Diferentes estudios han estimado la tasa de crecimiento de especies de gasterópodos que habitan el intermareal y submareal somero del Pacífico mexicano (Cupul-Magaña y Torres-Moye, 1996; Gluyas-Millán *et al.*, 1999) y otras regiones del mundo (Chow, 1987; Iijima, 2001). El cuadro 3 muestra la velocidad de crecimiento de algunas de estas especies y la estimada para el caracol gorrito *Calyptraea spirata*. Los resultados resumidos en esta tabla permiten comparar tres importantes características a considerar en el crecimiento de moluscos gasterópodos: 1) diferencias debidas al sexo, 2) la edad y 3) el ambiente (grado de exposición al oleaje). Sin embargo en el presente estudio no se consideró el sexo al estimar el crecimiento.

En el caso de *C. spirata*, probablemente se trata de una especie con inversión de sexo en la cual la proporción de machos y hembras cambia con la talla. Brown (1989) encontró que *C. trochiformis* no requiere desplazarse para reproducirse; mientras que Guerra y Borbaran (1981) mencionan que esta especie presenta inversión de sexo. Los caracoles grandes de *C. spirata* (> 7 cm) son exclusivamente hembras, mientras que en tallas a partir de 1.67 cm. se observaron machos (por la presencia de pene) y también algunas hembras.

Esta condición de protandria favorece la posibilidad del encuentro macho-

hembra necesario para la cópula, sobretodo en organismos con poca movilidad como es el caso del caracol gorrito; además, el cambio de sexo a hembras cuando alcanzan tallas mayores, ofrece un mayor potencial reproductivo ya que son precisamente las hembras las encargadas de producir los huevos. Sin duda la especie se reproduce en los distintos ambientes, ya que siempre se encontraron los caracoles más pequeños sobre la concha de los grandes.

Otro factor importante a considerar es la edad. Los resultados de Iijima (2001) demuestran que la velocidad de crecimiento del caracol *Monodonta labio* disminuye con la edad de los organismos, ya que después del primer año de reclutamiento el alto máximo de la concha crece a razón de 0.167 mm/semana, mientras que después de tres y cinco años, la velocidad de crecimiento disminuye a 0.067 y 0.035 mm/semana, respectivamente. Se ha sugerido que esta diferencia en la tasa de crecimiento con la edad está relacionada con cambios estacionales en el ciclo reproductivo de la especie (Stoeckmann y Garton, 1997); ésto debido a que los caracoles de mayor talla dedican una mayor cantidad de su energía a la reproducción durante el verano, que es la estación de crianza, en lugar de dedicarlo al crecimiento.

Durante la presente investigación, se registraron también diferencias en la velocidad de crecimiento entre caracoles grandes con relación a la intensidad del oleaje. Los resultados indican que los individuos grandes (> 3 cm) del mesolitoral superior de la zona protegida tienen una velocidad de crecimiento significativamente mayor respecto a los del mesolitoral superior y medio de la zona de barrido.

La desigualdad en la velocidad de crecimiento de caracoles gorrito grandes (> 3 cm) de ambientes protegido y de barrido puede relacionarse con diferencias en la intensidad del oleaje y la energía empleada por estos organismos para permanecer adheridos al sustrato. De esta manera, los caracoles de zonas protegidas, a diferencia de los de zonas de mayor intensidad del oleaje, invierten menos energía para mantenerse en posición sobre el sustrato, energía que podrían invertir en el crecimiento. Estos resultados coinciden con lo reportado por Gluyas-Millán *et al.* (1999) quienes contrastan el crecimiento de *Astrea undosa* en zonas con diferente grado de exposición. Como se observa en el Cuadro 3, la velocidad de crecimiento promedio de esta especie fue mayor en la zona protegida que en la zona expuesta al oleaje de Bahía Tortugas, B. C. S. El crecimiento aquí reportado fue calculado a partir de su Figura 7 y corresponde a caracoles entre las edades de dos y doce años.

Aunque existe la posibilidad de que los caracoles gorrito grandes utilicen también una mayor proporción de su energía en los procesos reproductivos que los de menor tamaño, en este caso, la diferencia se atribuye al contraste entre los ambientes protegido y de barrido. La condición del ambiente es precisamente otra de las características a considerar en el crecimiento de moluscos gasterópodos.

Cuadro 3. Crecimiento de tres diferentes especies de gasterópodos incluyendo a *Calyptrea spirata* en diferentes ambientes y niveles del intermareal. MS= mesolitoral superior, MM= mesolitoral medio.

Especie (localidad)	Tasa de crecimiento mm/semana	Ambiente	Referencia
<i>Astrea undosa</i> (Punta Banda, B.C.)	machos 0.108 hembras 0.089 (diámetro máximo de la base de la concha)	Submareal (profundidad 2-6 m), sustrato rocoso, semiexpuesto	Cupul-Magaña y Torres-Moye, 1996
<i>Astrea undosa</i> (Bahía Tortugas, B. C. S. zonas A y B)	zona A 0.137 zona B 0.113 (diámetro máximo de la base de la concha)	Submareal (profundidad 2-4 m), sustrato rocoso, zona A protegida, zona B expuesta	Gluyas-Millán et al., 1999
<i>Monodonta labio</i> (costa Pacífico de Japón)	primer año 0.167 tercer año 0.067 quinto año 0.035 (alto máximo de la concha)	Intermareal rocoso	Ijima, 2001
<i>Plicopurpura patula</i> <i>pansa</i> (costa de Jalisco)	machos 0.156 hembras 0.265	Intermareal rocoso	Fonseca, 1998
<i>Calyptrea spirata</i> (costa de Jalisco)	grandes 0.07 chicos 0.78	Protegido MS	Presente estudio
	grandes 0.04 ch 0.055	Protegido MM	
	grandes 0.01 chicos 0.04	Barrido MS	
	grandes 0.02 chicos 0.09 (suma de diámetros de la concha)	Barrido MM	

Además de la intensidad del oleaje, es importante considerar también otras características ambientales como el relieve topográfico, la pendiente del macizo rocoso, la posición y orientación respecto al oleaje, y la presencia de

microambientes (charcas, pequeñas grietas, entre otros) debido a la gran heterogeneidad del sustrato en la zona de estudio. Todas estas características determinan el hábitat específico y están estrechamente relacionadas con los límites de tolerancia y el óptimo de cada especie. Por supuesto, algunas especies se caracterizan por su preferencia a ambientes expuestos al oleaje, mientras que otras prefieren ambientes protegidos. De la misma manera, existe una zonación vertical de las especies en las playas rocosas, por lo que algunas se caracterizan por encontrarse preferente o exclusivamente en determinados niveles de la playa, aunque otras tienen distribución amplia en el intermareal (Esqueda *et al.*, 2000).

La amplitud de la marea reportada por la estación mareográfica más cercana a la zona de estudio en Manzanillo, Colima, estima que las mareas vivas más altas tienen una amplitud de entre 0.63 y 1.67 m para los meses de enero a marzo (UNAM, 1999-2000). Estas fechas coinciden con estimaciones de crecimiento cero e incluso valores negativos. La falta de crecimiento puede deberse a que en estos mismos meses de enero y febrero, se presentó un cambio en la topografía y una importante acumulación de sedimentos en la playa Ventanas. Las olas al traer arena posiblemente ocasionan un proceso de corrosión en sus conchas. Además, debido a que el caracol levanta ligeramente la concha del sustrato durante el proceso de filtración de su alimento, los organismos tienen que invertir más energía para no ser removidos por el intenso oleaje.

Otro factor que puede influir en el crecimiento de gasterópodos litorales es la disponibilidad de alimento (Black, 1977; Underwood, 1978; Williamson y Kendal, 1981; Takada, 1995). Miembros de la misma Familia Calyptraeidae, como

*Crepidula fornicata*, son moluscos filtradores que se alimentan del microplancton y del material orgánico suspendido en el agua (Barnes, 1986). Algunas observaciones indican que también *C. spirata* es posiblemente una especie filtradora, ya que se distribuye ampliamente a través del intermareal y submareal, en zonas con flujo intenso de corrientes de marea y oleaje. Además, presenta escasa movilidad y gran adherencia a las rocas, se observaron caracoles levantando ligeramente su concha del sustrato para filtrar el agua; además, los organismos más pequeños forman parte de la epibiota sobre las conchas de los de mayor talla, por lo que tampoco requieren desplazarse para alimentarse mediante filtración.

La alimentación posiblemente no influyó en las diferencias de la tasa de crecimiento estimadas para *Calyptreaa spirata* en los distintos ambientes y niveles del intermareal. Durante la presente investigación, se consideró una sola localidad de muestreo, por lo que seguramente la cantidad y calidad del alimento fue similar en los ambientes y niveles estudiados. León (1986) no encontró diferencias en la composición del microplancton de Bahía Chamela hasta una profundidad de 5 metros, lo que sugiere que las corrientes y el oleaje mantienen el intermareal y submareal somero suficientemente mezclado, proporcionando el mismo alimento a los caracoles gorrito.

### **Talla y morfología de la concha.**

Las morfología de la concha de gasterópodos intermareales puede variar de acuerdo a la intensidad del oleaje; se han observado diferencias en la talla y grosor de la concha en poblaciones de localidades geográficamente alejadas (Kitching, 1976; Johannesson, 1986; Giraldo-López y Gómez-Schouben, 1999). En las playas de Ventanas y Tejones, separadas por una playa arenosa de aproximadamente 1 km, las condiciones del efecto a la intensidad del oleaje parecen no influir en la morfología de la concha de *Calyptraea spirata*.

Los caracoles de esta especie no presentan diferencias en la proporción diámetro-alto de la concha, para los ambientes con distinta exposición del oleaje. De esta manera, las proporciones de la concha son similares en los diferentes ambientes lo que supone que su forma cónica con una amplia abertura es eficiente en zonas de mayor o menor intensidad al oleaje. Esta forma cónica de la concha, con el ápice bajo y redondeado, parecida a una lapa, es considerada hidrodinámica en cuanto a que ofrece poca resistencia al flujo del agua y la abertura amplia permite que el pie musculoso del caracol tenga una mayor superficie de adhesión al sustrato rocoso de las playas.

Johannesson (1986) consideró a la depredación como un factor que podría influir en la morfología de la concha del caracol *Littorina saxatilis*. En el caso de *Calyptraea spirata*, durante las horas de trabajo en el campo, no se observaron depredadores. Sin embargo, en la única ocasión en que se desprendieron

organismos para marcarlos, se observaron algunos caracoles *Purpura patula pansa* y peces alimentándose de los gorritos marcados. Esto se debe a que los caracoles desprendidos del sustrato son más vulnerables debido a que no son capaces de adherirse de inmediato a las rocas. De cualquier manera, no se evaluó el posible efecto de la depredación sobre la morfología de la concha.

Los resultados indican que la morfología de la concha de *Calyptreaa spirata* se mantiene al aumentar su talla, es decir, los caracoles grandes y pequeños tienen formas similares.

La distribución de tallas de *Calyptreaa spirata* coincide con lo señalado en otros estudios, en los cuales se afirma que los caracoles de mayor talla se encuentran en ambientes más protegidos (Gluyas-Millan *et al.*, 1999; Iijima, 2001). Es decir, en ambientes con mayor intensidad del oleaje, la talla promedio de la concha de los caracoles es menor que en ambientes protegidos. Los ambientes de menor a mayor intensidad del oleaje se definen como submareal, protegido, barrido y expuesto; la talla promedio de los organismos disminuye gradualmente en este mismo sentido.

### **Distribución de la abundancia por nivel intermareal.**

Diferencias en abundancia de la población sugieren que los organismos podrían estar desplazándose a través del mesolitoral a lo largo del año. Se trata de un desplazamiento uniforme de toda la población hacia los niveles inferiores en una época del año, regresando posteriormente a los niveles superiores del

intermareal en otra época. Esto explica porque la abundancia de individuos en los niveles superior y medio disminuye de diciembre de 1999 a abril de 2000 y se recupera nuevamente en el mes de noviembre de 2000. Esta abundancia fue incluso mayor en noviembre que en diciembre. Sin duda, este fenómeno no parece estar influenciado por la mortalidad de los individuos, dado que no se observaron las marcas características de la extracción de los caracoles por pesca, además la abundancia de organismos (incluyendo individuos grandes) se recuperó notablemente en el mes de noviembre del 2000 (Figura 6 y 7). Cabe señalar que la mayor movilidad podría presentarse en organismos grandes, dado que los individuos más chicos (generalmente menores de 15 mm de diámetro) forman parte de la epibiota de los caracoles de mayor talla, en consecuencia la movilidad que éstos presentan depende del desplazamiento de los organismos grandes.

Este desplazamiento y los cambios de abundancia de la población coinciden con el ciclo de mareas, dado que en los meses de febrero, marzo y abril se registran las mareas más altas (Anexo 1). De esta manera, los organismos realizarían migraciones verticales desde el mes de enero para permanecer en estratos inferiores durante los meses de mayor intensidad del oleaje con un desplazamiento de pocos centímetros por mes. Durante este periodo el efecto por desecación puede ser mayor y más prolongado en los niveles superiores dada la amplitud de la marea. Éstas parecen razones suficientes para explicar la movilidad de los organismos hacia estratos inferiores.

Se encontró que la distribución espacial de los individuos de la población de *Calyptrea spirata* (proporción de la varianza entre la media) (Elliott, 1977),

es agregada ( $> 1$ ) en ambos niveles. Sin embargo, en el mesolitoral superior existe una mayor agregación (4.97), que en el mesolitoral medio (4.62). Es probable que la distribución espacial de los individuos en el mesolitoral superior presenta agregaciones más aisladas debido a los sustratos discontinuos de tipo rocoso, con un menor número de grietas y charcas. De esta manera, el mesolitoral superior es un ambiente con menor protección para los organismos respecto al efecto directo del oleaje.

Diferentes estudios realizados en la costa de Jalisco, reportan abundancias menores de gasterópodos en el mes de abril (León, 1989 y Fonseca, 1998), aunque los autores comentan que esto posiblemente se debe a la baja temperatura del agua. Este parámetro no fue evaluado durante la presente investigación en las poblaciones del caracol gorrito. Sin embargo, es adecuado considerar su posible influencia en las variaciones estacionales de la abundancia de esta especie.

Durante la bajamar, cuando *Calyptraea spirata* se encuentra mayormente expuesta a la desecación, los organismos permanecen con la concha totalmente adherida al sustrato rocoso y al parecer reteniendo agua en la cavidad del manto (obs. personal); esto ha sido señalado también para *Purpura patula pansa* en condiciones similares del intermareal rocoso (León, 1989). De ésta manera, el agua retenida en el manto evita que la temperatura corporal se eleve demasiado durante la bajamar y permite al organismo realizar un intercambio mínimo de gases cuando disminuye su metabolismo durante este periodo de inactividad. Las actividades se reanudan generalmente durante la pleamar. De cualquier manera durante el lapso de bajamar, los caracoles del mesolitoral superior son más

vulnerables a ser desprendidos de las rocas por sus depredadores, que incluyen mamíferos y aves; esto ha sido observado por algunos pescadores y señalado en otros estudios (León, 1989).

Algunas observaciones indican que algunos caracoles gorritos se desprenden de las rocas debido al intenso oleaje y logran fijarse en otros sitios de la playa. Esto permite una mayor movilidad de los individuos entre ambientes, por ejemplo, se observaron caracoles con características de zonas expuestas, de acuerdo a la epibiotas que crece sobre sus conchas, en zonas de menor intensidad del oleaje. Otras observaciones de caracoles marcados indican desplazamientos a través del intermareal. La posibilidad que tienen de llegar a fijarse en otras rocas, consiste básicamente en las características del nuevo sustrato, más que por cuestiones del oleaje. Se observó también que cuando la intensidad del oleaje es alta, se presentan cambios en la topografía de la playa por la acumulación de arena sobre el sustrato rocoso. Algunos caracoles semi-enterrados en arena se desprenden de las rocas y pueden llegar a establecerse nuevamente en otros sitios de la playa donde el sustrato es apropiado, posiblemente con diferente intensidad al oleaje. La movilidad de los caracoles entre las diferentes subpoblaciones de los distintos ambientes y niveles de una misma playa contribuye a un mayor intercambio genético entre los individuos de la población total de esa localidad.

### **Frecuencia de tallas por nivel intermareal.**

La presencia simultánea de individuos de diferentes intervalos de tallas indica que no hay segregación espacial por tamaño en el caracol *Calyptraea spirata*, al menos en la franja del mesolitoral superior y medio. La población parece tener dos cohortes o clases de edad principales en el mesolitoral superior y, aunque no se distingue claramente, en el mesolitoral medio se presenta una tercera moda en las tallas mayores.

Se identifica un desfase entre los niveles mesolitoral superior y medio en la talla de las dos primeras modas para los meses de diciembre y abril. Ambas modas se presentan a una talla mayor en el mesolitoral superior. Esto puede deberse a diferencias en la tasa de crecimiento entre los dos niveles, la cual es mayor en el mesolitoral superior.

Por otro lado, se sugiere que la primera moda del mes de noviembre de 2000 en ambos niveles de marea, pertenece a una nueva cohorte de individuos que se integran a la población muestreada. Estos individuos seguramente se encontraban formando parte de la epibiota de los caracoles de mayor talla junto con otros invertebrados y algas. Se trata de organismos menores de 5 mm, los cuales no son reportados debido a que son difíciles de reconocer en campo.

Además, se observa que en el mes de noviembre de 2000, las dos primeras modas de ambos niveles del intermareal coinciden en las tallas. Esto apoya la posibilidad de que exista migración vertical en la población de gorritos, de

manera que la distribución de tallas se homogeniza en esta época del año, al incorporarse organismos de estratos inferiores hacia estratos superiores.

Durante las migraciones verticales o entre ambientes de los caracoles grandes, los organismos de tallas más pequeñas que forman parte de su epibiota, tienen la ventaja de desplazarse al permanecer sobre la concha de organismos de mayor talla.

## CONCLUSIONES

Se confirma la hipótesis de que existe diferencia en la tasa de crecimiento de *Calyptreaea spirata* entre las zonas protegida y de barrido al oleaje. Los individuos de talla grande ( $> 3$  cm) del mesolitoral superior de la zona protegida crecen significativamente más rápido (0.07 mm/semana) que los del mesolitoral medio (0.02) y superior (0.01) de la zona de barrido.

Se confirma también la hipótesis de que el caracol *Calyptreaea spirata* en las zona de estudio (playas Ventanas y Tejones), presenta diferencias en la distribución de tallas respecto a la intensidad del oleaje. Es decir, en ambientes protegidos, la concha de los caracoles es más grande que en ambientes con alta intensidad del oleaje. Los ambientes de menor a mayor intensidad del oleaje pueden definirse como submareal (talla de hasta 7.5 cm), protegido (4.8 cm), barrido (4.75 cm) y expuesto (4.7 cm); la talla promedio de los organismos disminuye gradualmente en este mismo sentido. De la misma manera, no se encontró variación en la proporción diámetro-alto de la concha para los distintos ambientes.

La abundancia de la población de *Calyptreaea spirata* aumenta gradualmente hacia los estratos inferiores del mesolitoral, posiblemente debido a condiciones más estables respecto a los factores físico-químicos del ambiente, incluyendo el efecto de marea y la intensidad del oleaje; en los niveles inferiores disminuyen también los problemas de desecación y los cambios extremos de

## CONCLUSIONES

Se confirma la hipótesis de que existe diferencia en la tasa de crecimiento de *Calyptraea spirata* entre las zonas protegida y de barrido al oleaje. Los individuos de talla grande (> 3 cm) del mesolitoral superior de la zona protegida crecen significativamente más rápido (0.07 mm/semana) que los del mesolitoral medio (0.02) y superior (0.01) de la zona de barrido.

Se confirma también la hipótesis de que el caracol *Calyptraea spirata* en las zona de estudio (playas Ventanas y Tejones), presenta diferencias en la distribución de tallas respecto a la intensidad del oleaje. Es decir, en ambientes protegidos, la concha de los caracoles es más grande que en ambientes con alta intensidad del oleaje. Los ambientes de menor a mayor intensidad del oleaje pueden definirse como submareal (talla de hasta 7.5 cm), protegido (4.8 cm), barrido (4.75 cm) y expuesto (4.7 cm); la talla promedio de los organismos disminuye gradualmente en este mismo sentido. De la misma manera, no se encontró variación en la proporción diámetro-alto de la concha para los distintos ambientes.

La abundancia de la población de *Calyptraea spirata* aumenta gradualmente hacia los estratos inferiores del mesolitoral, posiblemente debido a condiciones más estables respecto a los factores físico-químicos del ambiente, incluyendo el efecto de marea y la intensidad del oleaje. Así mismo se observó que en el mesolitoral medio la población presenta tres cohortes mientras en el

mesolitoral medio se observan dos.



## RECOMENDACIONES

Este es el primer estudio que se realiza sobre aspectos de la biología y ecología de la especie, sin embargo, es importante considerar más estudios sobre los factores físicos y biológicos que influyen en el establecimiento y desarrollo de la especie.

En los próximos estudios, se recomienda estimar las épocas reproductivas y la talla y edad de madurez sexual; con el propósito de sugerir el tamaño mínimo de extracción de la especie para su aprovechamiento y realizar investigaciones enfocadas a conocer la biología reproductiva de la especie.

Se sugiere que en futuros estudios se amplíe y mejore la técnica de captura-recaptura, para aprovechar más las cualidades del método con el fin de utilizarlo en el estudio de características poblacionales como incorporación de individuos a la población, migración, mortalidad y movilidad. Además, se recomienda estudiar la velocidad de crecimiento en otras épocas del año no estudiadas (mayo-noviembre).

Así mismo es necesario corroborar el nombre de la especie gorrito "sujeta a protección" señalada por La Norma Oficial Mexicana (NOM-059-Ecol-1994) que recomienda la especie sea sujeta a limitaciones o vedas en su aprovechamiento, por tener poblaciones reducidas. Aunado a esto estimar en diferentes localidades la abundancia de las poblaciones de *Calyptraea spirata*.

A pesar de haber llevado un estudio de forma paralela al presente estudio sobre la apreciación de aprovechamiento de los pescadores de *Calyptraea spirata*, el cual no se reporta, es fundamental trabajar con los involucrados en el manejo del recurso para vislumbrar hacia una conservación del recurso, además de que en ocasiones ellos conocen sobre procesos de la biología y ecología de las especies y establecen sus ritmos de extracción y percepción de la naturaleza.

## LITERATURA CITADA

- Anónimo (1999) Queen Conch Stock Assessment and Management Workshop. Belize, CFMC y CFRAMP. <http://www.strumbus.gigas.com>
- Appeldoorn, R. S. (1984) The effect of size on mortality of small juvenile conchs (*Strombus gigas* Linneé and *S. costatus* Gmelin). J. Shellfish Res., 4(1):37-43.
- Baquero, E. (1999) Patrones reproductores y ciclo de vida de moluscos de importancia comercial en México. Tesis doctoral, CINVESTAV-IPN, Unidad Mérida.
- Barnes, R. D. (1986) Zoología de los invertebrados. Ed. Interamericana, México. 157 p.
- Beltrán-Medina, J. C. (1991) Los concheros del puerto de Salagua (Playa del Tesoro). Tesis de Lic. en Arqueología; México: Escuela Nacional de Antropología e Historia 52 p.
- Black, R. (1977) Population regulation in the intertidal limpet *Patelloida altidostata* (Angas, 1968). Oecología 30:9-22.
- Brown, D. (1989) Mating behavior in *Calyptraea (Trochita) trochiformis* Born (Mollusca, Mesogastropoda). Revista chilena de historia natural, Santiago 62(1): 33-41.
- Canete, J. I. y R. P. Ambler (1992) Desarrollo intracapsular del gastrópodo comestible *Calyptraea (Trochita) trochiformis* (Born, 1778) en Chile. Rev. Chil. Hist. Nat. 62(2):255-266.
- Cárdenas, M. I. (1993) Métodos de determinación de la edad y crecimiento en moluscos marinos (bivalvos y gasterópodos): Investigación documental. Tesis de Licenciatura en Biología. Univ. de Guadalajara. 74 p.
- Chow, V. (1987) Patterns of growth and energy allocation in northern California populations of *Littorina* (Gastropoda: Prosobranchia). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 110: 69-89
- Cupul-Magaña, F. G. y G. Torres-Moye (1996) Age and growth of *Astraea undosa*

- Wood (Mollusca : Gastropoda) in Baja California, México. *Bull. Mar. Sci.*, 59(3): 490-497.
- Cupul-Magaña L. A. y M. A. Téllez-Duarte (1997) Variaciones espaciotemporales de la fauna macrobentónica de una playa arenosa y su relación con los cambios del perfil de playa y el tamaño de grano de los sedimentos, en playa el pelícano, Baja California. *Ciencias Marinas*, 23(4) : 419-434.
- David, P., P. Berthou, P. Noel y P. Jarne (1997) Patchy recruitment patterns in marine invertebrates: a spatial test of the density-dependent hypothesis in the bivalve *Spisula ovalis*. *Oecología*, 111 :331-340.
- Elliott, J. M. (1977) Some methods for the statistical analyses of samples of benthic invertebrates. *Freshwater Biological Association, Scientific Publication* 25. 160 p.
- Esqueda M.C., E. Ríos-Jara, J. E. Michel-Morfín y V. Landa-Jaime (2000) The vertical distribution and abundance of gastropods and bivalves from rocky beaches of Cuastecomate Bay, Jalisco, México. *Rev. Biol. Trop.*, 48(4):765-775.
- Esquivel, M. A. y E. C. Plascencia (1999) Análisis de la problemática de la pesca costera de los estados de Jalisco y Colima, México. Tesis de Licenciatura en Biología. Univ. de Guadalajara 221 p.
- Fieldman, L. (1968) Some West Mexican archaeological molluscs. En: C. W. Meighan y L. J. Foote. *Excavations at Tizapan El Alto, Jalisco*. Univ. of California, Los Angeles. *Col. Latin American Studies* 11:165-173
- Fonseca, J. F. (1998) Algunos aspectos de dinámica poblacional del caracol *Plicopurpura patula pansa* (Gould, 1853) en una playa rocosa de Yelapa, Bahía de Banderas, Jalisco. Tesis de Licenciatura en Biología Univ. de Guadalajara 43 p.
- Giraldo-López, A. y C. Gómez-Schouben (1999) Variación en la concha de *Siphonaria gigas* (Sowerby, 1825) como respuesta al efecto de la intensidad de las olas. *Ciencias Marinas*, 25(2): 213-224.
- Gluyas-Millán M. G., Quiñónez-Velázquez, C. Massó-Rojas, J. A. y F. N. Melo-Barrera (1999) Diferencias en la relación talla-edad del caracol panocha

- Astrea undosa* (Wood, 1828) entre dos localidades de Bahía tortugas, Baja California Sur, México. *Ciencias Marinas*, 25(1):91-106.
- Gómez, J. L. (1994) Métodos para determinar la edad en los organismos acuáticos. Universidad Nacional Autónoma de México. 89 p.
- González-González, J. (1993) Comunidades algales del Pacífico Tropical, p. 420-443. En *Biodiversidad Marina y Costera de México*. S. I. Salazar-Vallejo y N. E. González (eds.) CONABIO y CIQRO. México, 865 p.
- González, L. M. (1977) Estudio taxonómico de los gasterópodos marinos de la bahía de Tenacatita. Tesis de Licenciatura en Biología Univ. Autónoma de Guadalajara. 171 p.
- Guerra, R y M. Borbaran (1981) Secuencia de fases sexuales en *Calyptraea (Trochita) trochiformis* (Gastropoda: Calyptraeidae) de Bahía La Herradura. *Archivos de Biología y Medicina Experimentales* 14(3):267.
- Hernández, R. M. (1998) Análisis de comunidades de macroalgas en ambientes intermareales del sureste de Bahía Tenacatita, Jalisco. Tesis de Licenciatura en Biología Univ. de Guadalajara. 74 p.
- Hughes, R. N. y D.J. Roberts (1980) Growth and reproductive rates of *Littorina neritoides* (L.) in north Wales. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 60:591-599.
- Iijima, A. (2001) Growth of the intertidal snail, *Monodonta labio* (Gastropoda, Prosobranchia) on the Pacific Coast of Central Japan. *Bull. Mar. Sci.*, 68(1) :27-36
- Johannesson, B. (1986) Shell morphology of *Littorina saxatilis* Olivi: the relative importance of physical factors and predation. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 59:183-195.
- Keen, M. A. (1974). *Sea Shells of Tropical West America*. Stanford University Press. Stanford, California. 1064 p.
- Kitching, J. A. (1976) The distribution and changes in shell form of *Thais* sp. (Gastropoda) near Bamfield, B. C. *J. Exp. Mar. Biol.* 23: 109-126
- Krauter J., N. M. Castagna y R. Bisker (1989) Growth rate estimates for *Busycon carica* J. *Shellfish Res.* 8(1):219-225.
- Kurihara T., T. Kosuge, M. Kobayashi, M. Katoh y K. Mito (2001) Spatial and temporal fluctuations in densities of gastropods and bivalves on

- subtropical cobbled shores. *Bull of Marine Science*, 68(3) :409-426.
- Leff E. (2001) *El Camino de los Seringueiros Movimientos Sociales, Territorialidad y Sustentabilidad*. Memoria 154: 26-33.
- León, D. (1986) Variaciones a pequeña escala (tiempo-espacio) de la composición y abundancia del microplancton de la Bahía de Chamela, Jal. (1981-1982) Tesis de Licenciatura, UNAM Inst. de Ciencias del Mar y Limnología. 75 p.
- León, H. G. (1989) Estructura poblacional, producción y tiempo de recuperación del tinte de *Purpura pansa* Goud, 1853, (Gastrópoda: Thaididae) en algunas playas rocosas de la Bahía Cuastecomate, San Patricio Melaque, Jalisco, México. Tesis de Licenciatura en Biología, Univ. de Guadalajara. 107 p.
- Lewis, J. R. (1964) *The ecology of rocky shores*. The English Univ. Press. London, England. 323 p.
- Méndez, M. C. (2000) Macroalgas intermareales y epifauna malacológica (Clase: Gastropoda) en la Cruz de Huanacaxtle, Nayarit Tesis de Licenciatura en Biología. Univ. de Guadalajara. 44 p.
- NOM-059-Ecol. (1994) Instituto Nacional de Ecología. En la Norma Oficial Mexicana 059 [www.ine.gob.mx/presidencia/rceepresid.html](http://www.ine.gob.mx/presidencia/rceepresid.html)
- Olabarria, J. L. Carballo y C. Vega (2001) Cambios espacio-temporales en la estructura trófica de asociaciones de moluscos del intermareal rocoso en un sustrato tropical. *Ciencias Marinas* 27(2):235-254.
- Reish, D. J. (1978) The effects of heavy metals on polychaetous annelids. *Rev. Int. Oceanogr. Méd. Tome (XLIX) : 99-104*
- Reyes, S. (1993) Estimación poblacional, producción, foto-oxidación y rendimiento del tinte del caracol *Purpura pansa* (Gould, 1853) de la zona sur del litoral rocoso de Jalisco. Tesis de Licenciatura en Biología. Univ. de Guadalajara. 115 p.
- Ricketts E. F., J. Calvin y J. W. Hedgpeth (1997) Open-Coast rocky shores, pp.213. En: *Between Pacific tides*. Stanford Univ. Press. California 652 p.
- Ríos-Jara, E. (1985) Estructura poblacional y actividad del gastrópodo depredador *Acantina Lugubris* (Sowerby, 1822) (Prosobranchia:Thaididae) en un playa rocosa de la Bahía Todos Los Santos, Baja California. Tesis de Maestría en Ciencias. CICESE, Ensenada, Baja California. 154 p.

- Ríos-Jara, E., M. Pérez-Peña, E. Juárez-Carrillo, E. López-Uriarte, E., I. Enciso-Padilla y E. Robles-Jarero (2001) Moluscos macrobénticos del intermareal y plataforma continental de Jalisco y Colima. Informe final del Proyecto de Investigación S-110. CONABIO. 67 p.
- Sparre, P. y S. C. Venema (1995) Introducción a la evaluación de los recursos pesqueros tropicales. FAO. Valparaíso, Chile. 417 p.
- Stebbins, T. D. (1988) Variable population structure and tenacity in the intertidal chiton *Katharina tunicata* (Mollusca: Polyplacophora) in Northern California. *The Veliger*. 30 (4):351-357.
- Stoeckmann, A. M. y D. W. Garton (1997) A seasonal energy budget for zebra mussels (*Dreissena polymorpha*) in western Lake Eric. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54:27-43-2751.
- Takada, Y. (1995) Variation of growth rate with tidal level in the gastropod *Monodonta labio* on a boulder shore. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 117:103-110.
- UNAM (1999-2000) Predicción de marea para el Puerto de Manzanillo. Página electrónica en internet <http://oceanografia.cicese.mx/cgi-bin/premarea>  
UNAM, CICESE, NOAA
- Underwood, A. J. (1978) An experimental evaluation of competition between three species of intertidal prosobranch gastropods. *Oecología* 33:185-202.
- Vega, R. A., A. Augsburger. y J. Canete (1986) Desarrollo larvario de la concha de *Calyptrea (Trochita) trochiformis* (Gastropoda:Calyptreaidae). *Biota Osorno* 1:144.
- Villee, C. A., E. P. Solomon y P. W. Williams. (1996) *Biología*. 3a. Edición. México, D. F. 1193 p.
- Williamson, P. y M.A. Kendal. (1981) Population age structure and growth of the trochid *Monodonta lineata* determined from shell rings *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 61:1011-1029.

## ANEXO 1

Nivel de marea (m.s.n.m.) del Puerto de Manzanillo, Colima (UNAM, 1999-200)

	1999					2000							
	Nov	dic	Ene	feb	mar	Abr	may	Jun	Jul	agost	sept	oct	nov
Pleamar máxima	1328	987	805	1941	1716	1661	815	1989	2097	958	983	970	1067
Bajamar mínima	-199	-207	-326	-484	-331	-171	-213	-492	-507	-189	-30	53	-10
Fluctuación promedio (m)	0.94	0.71	0.75	1.49	1.43	1.47	0.74	1.52	1.63	0.67	0.69	0.71	0.73