



1.1 INTRODUCCIÓN.

El gasterópodo *Plicopurpura patula pansa*, también conocido como “caracol púrpura” o “caracol de tinte”, es un carnívoro característico de las costas rocosas del Pacífico Mexicano (figura 1). Presenta una glándula hipobraquial que secreta un fluido de color blanco, mismo que al contacto con la luz solar y el oxígeno, adquiere una coloración púrpura.

En la República Mexicana, desde hace cientos de años, algunos grupos étnicos como los Mixtecos del Estado de Oaxaca, han utilizado dicho líquido para teñir hilos con los que han confeccionado prendas ceremoniales y de uso diario, actividad que manifiesta un profundo significado histórico, social y religioso. En la actualidad la extracción y uso del tinte se sigue llevando a cabo en los Estados de Oaxaca y Michoacán.

En Pinotepa de Don Luis, Municipio de Jamiltepec, Oaxaca, dicha actividad se complementa con el uso de la cochinilla grana y el añil. La combinación de colores, y las formas que se dibujan a partir de líneas y grecas, son elementos que realzan la majestuosidad de la cultura y tradición prehispánica, herencia viva en el México de hoy. (figuras 2, 3 y 4).

El conocimiento del arreglo espacial, permite ampliar la visión sobre las relaciones inter e intra específicas de la especie, así como su respuesta a factores ambientales, situación que en el presente trabajo se resalta, dado lo extremo que llegan a ser las condiciones de la zona intermareal. Por otra parte, el desconocimiento de dicho patrón espacial podría tener efectos adversos en el planteamiento y ejecución de un diseño de



muestreo, lo que daría por resultado estimaciones poco precisas de algunos parámetros.

El supuesto bajo el que se desarrolló el presente estudio, fue de que el caracol de tinte presenta un arreglo o patrón espacial agregado, determinado principalmente por características ambientales, como la estructura, complejidad y pendiente del sustrato así como la exposición al oleaje, exhibiendo además gradientes verticales en el mesolitoral superior a través del tiempo, diferenciados por el sexo y tamaño del organismo.

Este trabajo se llevó a cabo en la zona mesolitoral superior de nueve playas de la costa rocosa del Estado de Guerrero. El patrón espacial del caracol de tinte, fue una de las temáticas que abordó en el año de 1989, la investigadora Hilda G. León Álvarez, en una playa rocosa del Estado de Jalisco, siendo el único estudio que trabaja metodológicamente dicho aspecto.



Figura 1. Caracol *Plicopurpura patula pansa* consumiendo a *Nerita scabricosta*



Figura 2. Srita. Rosa Avendaño mostrando conchas e hilos teñidos con *Plicopurpura patula pansa* y cochinilla grana.



Figura 3. Hilos teñidos con añil.

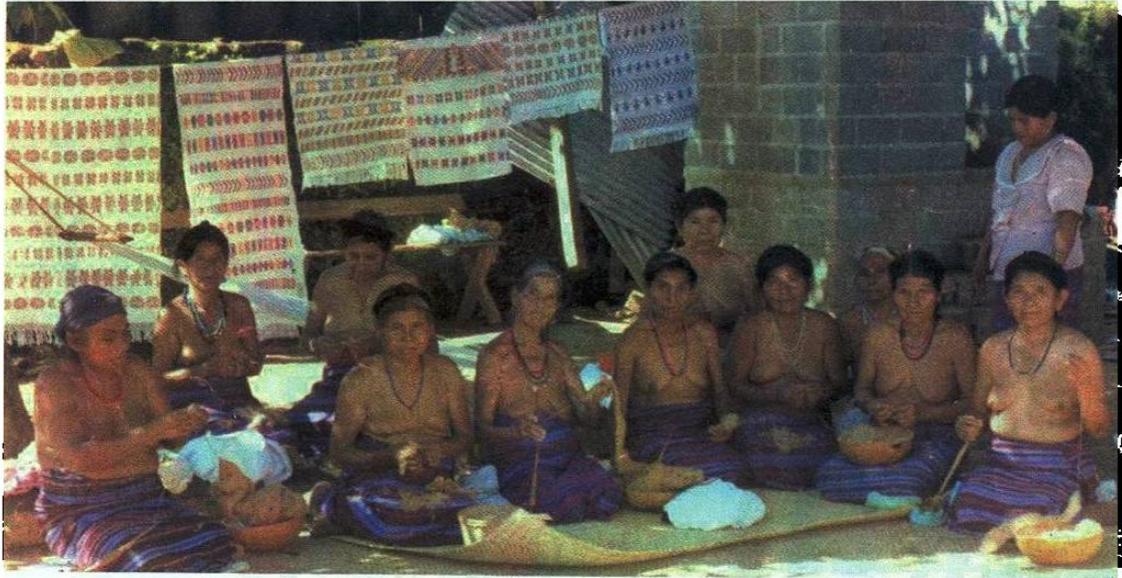


Figura 4. Tejedoras de Pinotepa de Don Luis, Municipio de Jamiltepec, Oaxaca, vistiendo posahuancos.



1.2 ANTECEDENTES

El caracol *Plicopurpura patula pansa* (Gould, 1853), es un carnívoro característico de las costas rocosas del Pacífico Mexicano, y de acuerdo a Flores *et al.* (2003), en Acapulco Guerrero es una especie dominante. El caracol púrpura o caracol de tinte pertenece a la familia Muricidae y subfamilia Thaidinae, que integra a los géneros: *Mancinella*, *Stramonita*, *Thais* y *Plicopurpura* (Skoglund, 1992).

Se distribuye desde Baja California Sur hasta Colombia e Islas Galápagos (Keen, 1971) y de acuerdo al criterio de zonación de Stephenson y Stephenson (1949), habita preferentemente en la zona denominada mesolitoral superior (Villalpando, 1986; León, 1989; Castillo-Rodríguez y Amezcua-Linares, 1992; Villarroel *et al.* 2000).

El caracol presenta una glándula hipobraquial que secreta un fluido que en presencia de luz y oxígeno adquiere un color morado intenso. En México, desde hace cientos de años, ciertos grupos étnicos como los Mixtecos del Estado de Oaxaca, han teñido hilos con los que han confeccionado prendas ceremoniales y de uso diario. La utilización del tinte exhibe un significado cultural, histórico, social y religioso, además de económico.

A principios de la década de los ochentas se otorgó un permiso de explotación del caracol púrpura a una compañía japonesa en las costas del Estado de Oaxaca, y debido al desconocimiento de la biología y ecología del recurso, el manejo inapropiado de la especie causó un decremento en sus poblaciones. En dicho lugar fueron contratados pescadores que desconocían la técnica de extracción del tinte (Turok *et al.* 1988; Olgún, 1992).



Debido a la denuncia de un grupo de teñidores mixtecos de Pinotepa de Don Luis, Municipio de Jamiltepec, Oaxaca, el permiso fue revocado y en el año de 1988 se firmó un acuerdo para regular la conservación y aprovechamiento del caracol (Anónimo, 1988, Diario Oficial de la Federación). Actualmente se le considera especie sujeta a protección especial con base en la norma NOM-059-ecol-1994 (Anónimo, 1994, Diario Oficial de la Federación) y la actividad de extracción del tinte continúa en los Estados de Oaxaca y Michoacán.

A continuación, se describen cronológicamente distintos estudios realizados sobre dicha especie:

Castillo y García (1987), realizaron una comparación y descripción de la variación morfológica de la concha, rádula y tracto digestivo de las especies *Purpura pansa* y *P. columellaris*, que habitan la costa mexicana del Océano Pacífico, así como *P. patula* que se distribuye en el Golfo de México y el mar Caribe. Concluyen que *P. pansa* y *P. columellaris* son dos especies fácilmente separables por las características de la concha; el sistema digestivo y rádula, que muestran que *P. pansa*, es una especie más voraz que *P. patula* y *P. columellaris*, mientras que éstas dos especies muestran mayor similitud.

Hernández y Acevedo (1987), realizaron una investigación en 10 sitios de la zona costera del Estado de Oaxaca, para proponer medidas de regulación adecuadas y conocer el uso tradicional del recurso. Analizan la densidad relativa, proporción sexual, distribución de tallas, relaciones biométricas, crecimiento y estructura de edades, así como la producción, tiempo de recuperación y pruebas de absorción del tinte. Con datos de su primer campaña determinaron un tamaño de muestra de 560 caracoles. Observaron que en marea alta el caracol se distribuye de maneja gregaria, lo que



mencionan sería un mecanismo de defensa, y que la cópula la realiza durante la marea baja. Observaron copulación desde marzo, con mayor incidencia en mayo y ocasionalmente en julio, aduciendo que estos meses son los más cálidos. En dicha época hembras y machos se agregan en las grietas, y después de ovipositar, con sus cuerpos resguardan las cápsulas. Advierten que cápsulas de poco tiempo presentan un color transparente, para después tomar una coloración azulosa y finalmente púrpura. Mencionan reclutamiento constante durante julio, agosto y septiembre. Resaltan la relación ancho-alto y ancho-longitud es una adaptación que les permite sobrevivir en un medio de fuerte oleaje. Los valores más altos de incremento en peso los encontraron de mayo a septiembre y en abril, mayo y junio del siguiente año.

Acevedo *et al.* (1987), en la costa de Michoacán evaluaron la densidad relativa, proporción sexual, frecuencia de tallas y grupos de edad, además de hacer observaciones sobre técnicas de tinción. La densidad promedio que registraron fue de 0.95 caracoles/m². En cuanto a la proporción sexual, encontraron 48.25% para los machos y 51.75% para las hembras. Mencionan que entre las grietas de los sitios muestreados encontraron cápsulas ovígeras y parejas copulando, hecho que les sugirió la época de reproducción.

Turok *et al.* (1988), llevaron a cabo una investigación biológica y etnocientífica que abordó aspectos sobre tecnologías textiles y el conocimiento tradicional de algunos grupos étnicos sobre el caracol. Presentaron resultados acerca de la biología y ecología de la especie. Mencionaron que en el área de estudio, las principales presas de *P. pansa* corresponden a las especies *Littorina aspera*, *L. modesta*, *Nerita scabricosta* y *Chiton laevigatus*. Observaron que en áreas protegidas compite con otros caracoles carnívoros como *Thais triangularis*, *T. melonis* y *T. speciosa*, mientras que en áreas expuestas los límites territoriales están más definidos.



León (1989), determinó la densidad promedio mensual, proporción sexual, frecuencia de tallas, relaciones morfométricas y gravimétricas de *Purpura pansa*. Además abordó el cálculo de un tamaño mínimo de muestra, la distribución vertical en el intermareal y la distribución espacial del caracol. También estimó la cantidad y tiempo de recuperación del tinte en función de la talla y sexo. Su estudio lo realizó entre febrero de 1987 y enero de 1988 así como abril de 1989 en tres playa rocosas de Bahía de Cuastecomate, San Patricio Melaque, Jalisco, México. La distribución espacial y el tamaño mínimo de muestra los llevó a cabo en una playa que describió como protegida, sin pendientes pronunciadas, compuesta por rocas fijas con oquedades y grietas que proporcionan gran variedad de sustratos, pequeñas charcas intermareales y cantos rodados. Menciona que en cuanto a flora y fauna, es el sitio que presentó la mayor riqueza y abundancia. Para el cálculo del área mínima de muestreo utilizó cuadrantes de 1 m², divididos en 4 subcuadrantes de 50 por 50 cm. Trabajó un área de 14 m² de la zona mesolitoral superior, colocando cuadrantes hacia uno y otro lado de un transecto paralelo a la línea de costa, dejando dos metros entre cada par de cuadrantes. Mediante el método de medias acumuladas estimó un total de 10 m². Para la distribución espacial, calculó los índices Varianza-media (V/m) y Morisita (I_d). Mencionó que los valores de V/m resultaron ligeramente menores a la unidad, a excepción de agosto, septiembre y noviembre de 1987 así como enero de 1988, cuando fueron mayores a la unidad. Con el I_d obtuvo resultados similares. El mayor valor para ambos índices lo obtuvo en enero. Concluyó que el caracol mostró una tendencia de dispersión al azar a principios del año, y agregación hacia finales del mismo. Menciona que la agregación está relacionada con el efecto de factores ambientales bajo condiciones de mareas baja y alta; así también con la reproducción,



ya que observó caracoles copulando en todos los meses del año, con una mayor incidencia en agosto y septiembre.

Acevedo *et al.* (1989), registran la abundancia, estructura poblacional y crecimiento de *Purpura pansa* en la costa de Nayarit. Obtuvieron una densidad promedio de 1.25 caracoles/m² para machos y 1.0227 caracoles/m² para hembras.

Álvarez (1989), en la costa del Estado de Michoacán, de enero de 1987 a enero 1988, abordó aspectos ecológicos analizando la influencia de parámetros ambientales, flora y fauna malacológica asociada al caracol de tinte. Llevó a cabo un estudio de zonación y similitud entre playas. En cuanto a parámetros poblacionales del caracol, trabajó sobre reproducción, densidad relativa, proporción de sexos, distribución de tallas, estructura de edades, relaciones biométricas, crecimiento (marcaje y recaptura) y estimaciones sobre el rendimiento de tinte. Menciona una preferencia de los caracoles pequeños a ocupar la zona supralitoral por evitar el golpeteo de las olas. Determina que características como la gran abertura pedal del caracol, facilita la adhesión al sustrato. Afirma que preferentemente habita en grietas y en zonas no expuestas directamente. Observó gregarismo en la alimentación, al consumir organismos de los géneros *Chiton* y/o *Fisurella*. Registró como sus principales presas a *Nerita scabricosta*, *Siphonaria palmata*, *Littorina modesta* y *Planaxis obsoletus*. Determinó que la cópula se realiza en enero, febrero y marzo coincidiendo con aguas frías, y que la puesta de huevecillos es en marzo y abril donde las cápsulas son colocadas en las grietas, bañadas en tinte y protegidas por la madre y varios caracoles de ambos sexos: La aparición de reclutas es en agosto. Determina que existió una fuerte asociación de *P. pansa* con *Hoffmanola hansii* entre otras especies. Estimó una densidad relativa promedio de 0.88 caracoles/m², y rango de 0.3 a 1.9 caracoles/m². Menciona una correspondencia inversa en cuanto al número de individuos y el tamaño de los mismos



Acevedo *et al.* (1990), calcularon la densidad relativa, proporción sexual, frecuencia de tallas y grupos de edad del *Purpura pansa*. El muestreo lo realizaron en cuatro localidades de la costa del Estado de Nayarit, de mayo a noviembre de 1988 y de enero a marzo de 1989. Describen sus playas como expuestas, caracterizadas por bloques al borde de acantilados así como riscos. La densidad promedio fue de 2.27 caracoles/m². Discuten que la diferencias en densidades reportadas para distintos trabajos podrían deberse a la latitud y tipo de sustrato. Observaron dos periodos de reclutamiento, de los cuales el primero abarcó de junio a julio y el segundo de enero-marzo.

Castillo-Rodríguez (1992), considera que *Purpura pansa* tiene diferencias interespecíficas, al estudiar los caracteres conquiliológicos, radulares y anatómicos. Las características conquiliológicas de adaptación al ambiente consisten en poca ornamentación, superficie basal amplia para adherirse y ángulo pequeño de la espira.

Castillo-Rodríguez y Amezcua-Linares (1992), estudiaron características de la especie relacionadas con aspectos de nutrición y reproducción, daño provocado al organismo por la extracción de tinte y el rendimiento de teñido en madeja de hilo de algodón. Su trabajo lo llevaron a cabo en Bahía de Santa Cruz, Oaxaca. Realizaron la recolecta del caracol de tinte junto con las especies de moluscos asociadas. De marzo a mayo observaron copulación en marea baja y alta, y en ambas ocasiones en la franja baja de la zona mesolitoral. Mencionan que de agosto a septiembre aparecen las larvas en las fisuras, sumergidas en el nivel inferior de la zona mesolitoral. El producto de la oviposición lo encontraron en fisuras de las rocas. Los organismos preferentemente se asociaron con sustratos porosos, oquedades, grietas, cuarteaduras y fisuras, que son las áreas de mayor incidencia de comunidades bentónicas, incluyendo al género *Plicopurpura*, dado que en estos habitats encuentran refugio contra la desecación,



protección contra los enemigos y seguridad en la alimentación y ovoposición. Argumentan que en rocas de textura lisa, la exposición hace a los organismos susceptibles a depredadores, además de estar expuestos a sobrecalentamiento. De noviembre a febrero, comprobaron la presencia de masas gelatinosas que a dan origen a nuevas generaciones.

Holguín (1993), estudió la composición de tallas y peso, densidades relativas y características bioecológicas del caracol en un ambiente con aparente equilibrio. El muestreo lo realizó en cinco sitios de la Isla Socorro del Archipiélago de Revillagigedo, Colima, en Marzo de 1992. Describe las localidades con características fisiográficas afines como costa rocosa muy accidentada, con grietas, oquedades, cavernas, pozas y plegamientos escarpados, fuerte incidencia del oleaje y amplia variación de los niveles de marea. Observó una vida sexual muy activa del gasterópodo a plena luz del día, en condiciones de intemperización y describe que las hembras se encuentran copulando o son rodeadas por uno y hasta cuatro machos. Los valores mínimo y máximo de frecuencia de caracoles por metro cuadrado, fluctuaron entre 0 y 14 individuos, observando largos tramos del intermareal libres del caracol y machones de varios especímenes en áreas muy reducidas. La densidad para el área total fue de 0.28 caracoles/m². La longitud y peso promedio que encontró sin discriminar sexos fue de 35.415 mm y 11.175 gr respectivamente.

Ramos-Cruz (1993), en cuatro sitios de Bahías de Huatulco, Oax., estimó la proporción sexual, densidad relativa y las ecuaciones de la relación longitud-peso para machos y hembras, determinando los valores máximos y mínimos de longitud y peso. Además hace observaciones sobre la comunidad. Obtuvo una densidad relativa total de 0.6 caracoles/m².



Montiel (1993), en laboratorio sometió al caracol *P. pansa* a pruebas de selección alimenticia a partir de especies como *Littorina spp.*, *Chiton albolineatus*, *Nerita scabricosta* y *Pseudochama corrugata*, además de probar dietas elaboradas en húmedo y en seco así como pescado fresco. Midió el crecimiento total y por sexo. Concluye que el caracol acepta alimentos diferentes a los que normalmente consume en su medio silvestre, y que el suministro de pescado fresco proporcionó un crecimiento similar al que obtuvieron consumiendo *Littorina spp.*

Acevedo y Escalante (1993), analizaron la información de recolectas que hacen de diciembre 1991 a marzo 1993. Reportaron una densidad promedio de 3.35 caracoles/m² y mencionaron que las tallas mejor representadas las registraron entre los 26 y 39 mm.

Escalante *et al.* (1993), describieron el desarrollo embrionario y larvario de *P. pansa*, desde la formación de los primeros blastómeros hasta su liberación de las cápsulas como larvas veliger, con opérculo funcional, ojos y aparato digestivo desarrollados, en un lapso de 30 a 35 días. Mencionan que cada hembra de más de 2 cm de talla depositó entre 70 y 100 cápsulas que contuvieron entre 600 a 800 huevecillos.

Valdez *et al.* (1993), realizaron un estudio en isla "Pájaros", frente a costas del puerto de Mazatlán. Reportan que en junio obtuvieron el mayor número de organismos con una densidad total de 1.45 caracoles/m².

Reyes (1993), en 10 playas rocosas del Estado de Jalisco determinó la densidad promedio, proporción sexual y estructura de tallas, además de medir el volumen de tinte y llevar a cabo un análisis de la producción por tallas y sexo, así como un estudio de foto-oxidación y rendimiento. Las densidades relativas fluctuaron de 0.5 a 2.8 caracoles/m², con una abundancia promedio de 1.65 caracoles/m². Menciona que de



acuerdo a la relación ancho-alto, el caracol tiene una mayor adhesión al sustrato. Concluye que en aquellas playas donde encontró las mayores abundancias relativas, también encontró las mayores tallas, y que dichas playas fueron expuestas.

García (1994), en isla "La Roqueta", Acapulco, Gro., elaboró un inventario de la fauna malacológica y llevó a cabo comparaciones en zonas expuestas y semiprotegidas a la acción del oleaje. Determinó índices de diversidad y similitud. El valor más alto de los índices de diversidad lo presentó una playa semiprotegida con 3.8173 bits/individuo, y el valor más pequeño una playa expuesta, con 1.6062 bits/individuo. Menciona que las especies *Littorina modesta*, *Siphonaria palmata*, *Hoffmanola hansii* y *Chiton articulatus*, son las que caracterizan la asociación con el caracol de tinte en esas playas.

Memije (1994), evaluó el crecimiento de *Purpura pansa* aplicando dos dietas elaboradas con harinas de pescado, camarón e hígado de pez vela, así como otras dos dietas donde ofreció pedazos de pescado marino y de agua dulce. En su diseño probó temperaturas de 23, 28 y 34°. Mencionó que las dietas elaboradas fueron las más eficientes, y que el crecimiento en peso se detuvo cuando hubo una disminución de la temperatura, que afectó de igual forma a ambos sexos.

Flores (1995), en seis playas rocosas del municipio de Acapulco Gro., determinó la densidad relativa, proporción sexual, relación longitud-peso y los parámetros de crecimiento de *Plicopurpura patula pansa*. Describió las zonas de oviposición así como la forma y color de las cápsulas ovígeras. Identificó la fauna malacológica asociada al caracol. La densidad relativa total que estimó fue de 6.83 caracoles/m², registrando el valor máximo en enero con 7.92 caracoles/m² y la mas baja en agosto con 4.04 caracoles/m². La talla promedio que registró para machos y hembras fue de 17.9 y 20.5 mm, respectivamente. Observaron copulación de febrero a julio. Particularmente en las



fechas de julio y agosto encontraron áreas de desove en rocas agrietadas, y al interior de fisuras profundas se encontraban adheridas las cápsulas. Caracoles adultos y el herbívoro *Hoffmanola hansii* bloqueaban las zonas de oviposición. Dichas áreas se encontraban en zonas donde ocasionalmente eran rociadas por las olas, en lugares no expuestos al sol. El número de cápsulas osciló entre 20 y 30, agregadas en masas no sobrepuestas y que presentaban distintas coloraciones dependiendo de su desarrollo. Menciona desplazamientos verticales del caracol hacia la zona supralitoral en función de la intensidad del oleaje, principalmente en agosto, septiembre y octubre. En febrero, marzo y abril, que coincidían con oleaje débil, se desplazaban hacia la zona infralitoral.

Acevedo *et al.* (1996), mencionan que las grietas que forman la costa rocosa en la zona de intermarea, constituyen el hábitat de este molusco, y que presenta movimientos verticales de acuerdo con los cambios de marea, teniendo su mayor actividad en periodos nocturnos. Observaron que el tipo de sustrato y su constitución, es otro factor que influye en su distribución espacial, además de que los sustratos muy porosos o rugosos presentan menores densidades poblacionales del caracol que los sustratos lisos. Las mayores densidades las encontraron en grietas y oquedades en periodos de descanso. El impacto del oleaje también es importante ya que las poblaciones son más abundantes en localidades expuestas que en sitios protegidos. Observaron que de diciembre a septiembre, ambos sexos se reúnen en las grietas. Hembras mayores a 2 cm, en varias puestas depositaron entre 70 y 100 cápsulas. Resaltan que un factor importante en este proceso, es la temperatura.

Enciso *et al.* (1998), en tres playas rocosas del puerto de Mazatlán, Sinaloa determinaron la densidad relativa, proporción sexual, frecuencia de tallas, estructura de edades, tasas de crecimiento y épocas de reproducción. La densidad relativa para las tres playas osciló de 0.88 a 1.58 caracoles/m², registrando la mayor en el mes de junio



y la menor en abril. Las mayores densidades las encontraron en grietas y oquedades. Observaron cópula a partir de octubre y que se intensificó para finales del mes de diciembre, manteniéndose de enero a febrero y disminuyendo en marzo. Notaron ovipostura a finales de diciembre, apareciendo una gran cantidad de cápsulas en las grietas de las rocas, las cuales sufren cambios de coloración de acuerdo a la etapa de maduración. Menciona que un factor desencadenante del desove fue la disminución la temperatura, dado que la época de puesta coincidió con las más bajas temperaturas en el año en la región (diciembre y marzo con 23°C). Determinan que el reclutamiento se lleva a cabo en las grietas de las rocas más protegidas e inaccesibles, con tallas menores de 1.0 cm y aparecen de agosto a octubre. Las hembras alcanzan las tallas más grandes. Recomiendan aplicar un periodo de veda para Sinaloa, de diciembre a marzo, cuando se presenta la mayor cantidad de cápsulas ovíferas.

García (1999), realizó un análisis retrospectivo sobre datos obtenidos en muestreos realizados en seis playas rocosas del puerto de Acapulco, Guerrero. Determinó dimorfismo sexual, grupos subpoblacionales, comportamiento espacial de hembras y machos, así como diferencias en la proporción de organismos ubicados en dos niveles de la zona mesolitoral. Estableció que en base a longitud, ancho y peso, los machos no presentan una preferencia por encontrarse en alguno de los niveles del mesolitoral, mientras que por otra parte, las hembras de mayor tamaño y peso se encuentran en el nivel inferior. Menciona que encontró asociación entre el sexo y el nivel del mesolitoral superior, manifestando que mientras los machos se ubican indistintamente, las hembras prefieren ubicarse en el nivel superior. Esta situación la explica en función de que en esta zona se ubican las áreas de oviposición y además ofrece una mayor protección al oleaje. Sin discriminar sexos, las proporciones de organismos en ambos niveles son iguales.



Michel-Morfin y Chávez (2000), realizaron un trabajo en laboratorio para establecer el tiempo mínimo entre ordeñas sin decremento de la sobrevivencia de *Plicopurpura pansa*. En base a sus resultados sugieren que un periodo de 21 días entre cada ordeña, no causa mortalidad por el manejo de los caracoles.

Michel-Morfin *et al.* (2000), en Bahía de Navidad, Jalisco, determinaron la proporción sexual, distribución de tallas, relación longitud-peso, parámetros de crecimiento en longitud y en peso, mortalidad y reclutamiento así como el rendimiento de tinte. La densidad relativa promedio fue de 1.7 caracoles/m². La estación reproductiva ocurrió entre enero y mayo y se caracterizó por la cópula y puesta de cápsulas en las fisuras de las rocas. Sus observaciones de laboratorio indicaron que el tiempo de desarrollo larval dentro de la cápsula es de dos a tres meses. Describieron reclutamientos de julio de 1993 a mayo de 1994. Un segundo periodo fue observado de septiembre 1993 a enero 1995. Diferencias en las mortalidades que estimaron, pudieron ser causadas por cambios en la distribución espacial del caracol, la cual se reflejaría como cambios en la distribución de frecuencias de longitudes. Otros parámetros como la proporción sexual y la densidad relativa podrían haber sido afectados de igual forma por la dispersión espacial, aunque no observaron algún gradiente por tamaño. En laboratorio describen agregación de machos alrededor de las hembras.

Acevedo *et al.* (2000), abordan aspectos sobre el caracol de tinte como ubicación taxonómica, características morfológicas y anatómicas, distribución y hábitat, cadena alimenticia, frecuencia de tallas y estructura de edades, así como crecimiento y recomendaciones sobre el manejo del recurso. Describen que habita en la zona de intermarea, en las grietas que forman la costa rocosa y que en la época de desove, hembras y machos se reúnen en grupos. Registraron que las hembras ovipositan introduciendo su cuerpo hacia lo más profundo de la grieta, depositando cápsulas de



textura cariácea, y que en varias puestas, hembras de más de 2 cm de longitud depositan entre 70 y 100 cápsulas. Discuten que variaciones en la densidad relativa pudieran deberse a poblaciones que no han sido explotadas o bien, al tipo de roca, condiciones climatológicas o disponibilidad de alimento.

Michel-Morfin *et al.* (2002)^a, estimaron la proporción de sexos, densidad relativa y la relación entre la talla promedio y el volumen de tinte obtenido, en diversas localidades de la costa del Pacífico Mexicano. Obtuvieron una densidad relativa promedio de 0.82 caracoles/m², registrando el valor más alto en "Los Frailes", B.C.S., con 1.24 caracoles/m², y el valor más bajo en Bahía Blanca, Isla Socorro, con 0.47 caracoles/m². Con relación a las tallas, el menor valor promedio lo encontró en B.C.S., y el mayor en Oaxaca. Sugieren una tendencia a que en playas con caracoles de tallas grandes, la densidad relativa muestra valores más bajos y viceversa.

Michel-Morfin *et al.* (2002)^b, recolectaron organismos en distintos puntos del Pacífico Mexicano. Mantuvieron los caracoles en acuarios, alimentándolos con trozos de calamar fresco. En febrero de 1988 detectó la puesta de cápsulas, de las cuales colectó 39 para caracterizarlas morfométricamente. La oviposición se extendió por cuatro meses. Observó que el inicio de la reproducción y puesta de cápsulas se presentó posterior a la ocurrencia de menores temperaturas. La temperatura promedio durante el periodo de reproducción fue de 22.5 °C. Menciona que todas las hembras se encontraban entre tallas de 28.2 a 62 mm, y promedio de 37.7 mm. Observó que las hembras ovipositaban en oquedades de la piedra o en las paredes del acuario, siempre bajo el nivel del agua, formando conglomerados de 50 o más cápsulas. Registró agregaciones de caracoles machos (de tres a cinco) alrededor de las puestas, lo que pudo ser con fines de protección. Estimó 92 cápsulas/hembra para todo el periodo reproductivo, con un número de 307 huevos por cápsula.



García-Domínguez y Naegel (2003), determinaron el ciclo reproductivo de una población. De enero a diciembre 2000, mensualmente recolectaron al azar 30 ejemplares adultos, fijándolos en formol al 10% y extrayendo la gónada y el hepatopáncreas. Determinaron cinco fases de desarrollo gonádico. Mencionan que la fase de desarrollo se caracterizó por una intensa gametogénesis y rápido crecimiento de la gónada presentándose casi todo el año, excepto en febrero y marzo, y con mayor frecuencia en abril (80%) y diciembre (90%). Observaron que el desove se presentó de enero a septiembre con dos picos bien marcados: el primero de febrero a marzo (invierno), en el que el 100% de los organismos muestreados se encontraba desovando; el segundo de julio a agosto (verano), en el que la mayor frecuencia de desove fue en agosto (58%). La fase de reposo la observaron de julio a diciembre, con la más alta frecuencia en septiembre (74%). Concluyen que en Playa Cerritos el caracol se reproduce gran parte del año.

Gómez y Naegel (2003), en condiciones de laboratorio compararon el desarrollo intracapsular (embrionario y larvario) de *Plicopurpura patula pansa* con los gasterópodos *Thais haemastoma canaliculata* (Gary), *T. Chocolata* (Duclos, 1832) y *Concholepas concholepas* (Brugière, 1789). Determinaron que los huevos de *P. p. pansa* son telolécitos, relativamente pequeños (152 μm en promedio, intervalo de 95.3 a 161.1) en comparación con *C. concholepas* y *T. chocolata*. La larva veliger intracapsular (V) es similar a las de otras especies de murícidos. Mencionan que en el 13% de las cápsulas, se presentaron diferentes estadios de desarrollo dentro de la misma cápsulas y que dicha situación podría ser efecto de la capacidad de tolerancia a cambios en los parámetros ambientales como la temperatura y la salinidad.

Aguilar-Cruz y Naegel (2003), realizan cortes histológicos a caracoles de tinte de dos localidades de Baja California Sur. Distinguen dos zonas anatómicas en la glándula



hipobraqial: una secretora donde dominan las células calciformes productoras de un mucus y la segunda es una zona pigmentada que se localiza en la cavidad del manto, y es una característica de los murícidos.

Aguilar-Cruz (2003), lleva a cabo cortes histológicos a machos y hembras de la especie *P. p. pansa* de dos playas rocosas de B.C.S., con el fin de conocer la estructura epitelial del pie y manto. Describe que el epitelio del pie y manto es una estructura altamente mucosa, donde abundan células calciformes cuyas secreciones tienen múltiples funciones, pues ayudan a la locomoción, alimentación, adhesión, consolidación de partículas suspendidas y protección contra la desecación.

Ramírez-Rodríguez y Naegel (2003), calcularon los parámetros de crecimiento en longitud y peso, además de llevar a cabo experimentos de captura y recaptura y mantener organismos en laboratorio. De octubre de 1999 a diciembre 2001, llevaron a cabo muestreos mensuales en dos playas rocosas de Baja California Sur. Recolectaron un total de 8,903 individuos, con longitudes promedio entre 27 y 32 mm. Menciona que no existen evidencias de denso-dependencia que pudieran afectar sus estimaciones en el crecimiento de *Plicopurpura pansa*. Observa que aparentemente la longitud máxima tiende a disminuir con el incremento de la latitud, por lo que menciona que dicha situación pudiera relacionarse con las condiciones ambientales extremas del hábitat intermareal en cada localidad, incluyendo factores como la temperatura y tiempo de insolación.



1.3 ÁREA DE ESTUDIO

El Estado de Guerrero se ubica en la porción sureste de México y de acuerdo a Carranza-Edwards *et al.* (1975), la costa tiene una longitud aproximada de 470 km y pertenece a la Unidad Morfo-tectónica VIII, clasificada como Costa de Colisión Continental. De acuerdo al sistema de Clasificación Climática de Köpen modificada por García (1981), la zona se define como cálida-subhúmeda, con lluvias en verano (Aw, wi) y con 5 a 10% de lluvia invernal (figura 5).

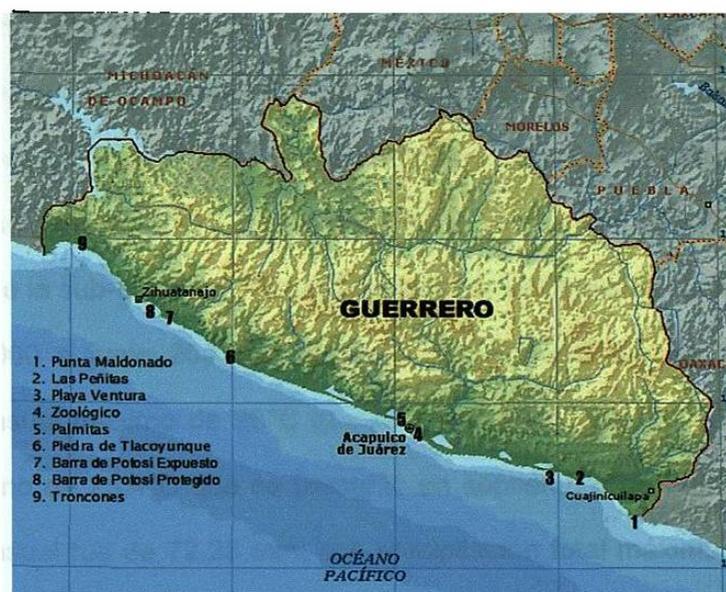


Figura 5. Ubicación de los sitios de muestreo.

El trabajo se desarrolló en nueve playas rocosas. La descripción de las playas se realizó de acuerdo a las cartas geológicas del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (Acapulco E14-11, escala 1:250,000 y Zihuatanejo E14-7-10,



escala 1:250,000), a Mottana *et al.* (1980), y a observaciones de campo registradas en el transcurso de la investigación.

1.3.1 Punta Maldonado (PM).

Localidad perteneciente al Municipio de Cuajinicuilapa, Guerrero, en la región geocultural conocida como "Costa Chica", y que colinda con el Estado de Oaxaca. Se ubica entre los 16°19'26.7"N y 98°34'4.6"W. Playa con oleaje muy intenso (expuesta). Se compone de rocas sedimentarias tipo areniscas del Periodo Terciario Superior TS(ar) clasificadas como clásticas. De tonalidad grisácea y textura semiáspera al tacto. Son frecuentes los fósiles y concreciones de distintas formas y diámetros. Se encuentra delimitada por cerros que forman acantilados y que se prolongan varios kilómetros. Debido a su naturaleza, el sustrato es relativamente frágil, con gran cantidad de oquedades de diámetro y profundidad variables, distribuidas de manera uniforme por toda el área. El promedio de la pendiente registrada durante todo el ciclo de estudio fue de 30.09°, con desviación estándar de 13.5° (figura 6)

Según datos de la sub-estación "Tierra Colorada" de la Comisión Nacional del Agua, de septiembre 2000 a junio 2001, la temperatura promedio fue de 26.5°C, con valor promedio mensual máximo de 28°C que se registró en junio 2001, y valor promedio mensual mínimo de 25.4°C que se presentó en septiembre de 2000. La precipitación promedio mensual fue de 72.28 mm, con precipitación total máxima de 483 mm en el mes de septiembre 2000 y precipitación total mínima de 5.5 mm en enero 2001 (Anónimo, C.N.A. 2002)

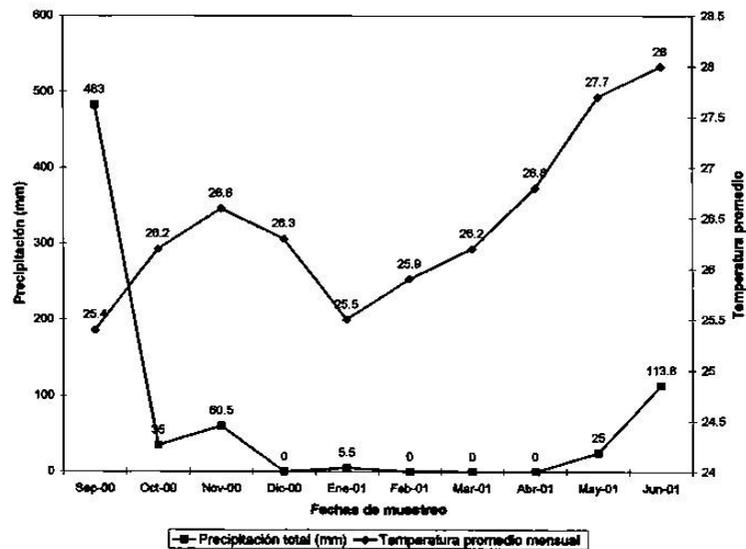


Figura 6. Panorámicas de la playa "Punta Maldonado" (PM) y datos de precipitación total (mm) y temperatura promedio mensual (°C), proporcionados por la sub-estación "Tierra Colorada", de la Comisión Nacional del Agua



1.3.2 Las Peñitas (LP)

Localidad perteneciente al Municipio de Marquelia, Guerrero, que se ubica en la región geocultural "Costa Chica". Se ubica entre los 16°33'14.4"N y 98°46'22.0"W. Playa con oleaje suave (protegida). Se compone de rocas metamórficas clasificadas como Gneis del periodo Jurásico J(Gn). De textura áspera al tacto y colores grisáceos con bandas negras que intemperiza en tonos café y amarillo. Es un macizo rocoso de aproximadamente 70 m de línea de costa delimitado en ambos lados por playa arenosa. El sustrato es fijo y resistente a la acción del oleaje, con gran cantidad de protuberancias, fisuras, grietas y oquedades así como superficies sin pliegues. El promedio de la pendiente registrada durante todo el ciclo fue de 51.62° con desviación estándar de 9.7° (figura 7).

Según datos de la sub-estación "Marquelia" de la Comisión Nacional del Agua, de septiembre 2000 a agosto 2001, la temperatura promedio fue de 28.2°C, con valor promedio mensual máximo de 29.8°C que se registró en agosto 2001, y valor promedio mensual mínimo de 27.4°C que se presentó en febrero 2001. La precipitación promedio mensual fue de 101.7 mm, con precipitación total máxima de 405.6 mm en el mes de septiembre 2000, y precipitación total mínima de 33.6 mm en mayo 2001 (Anónimo, C.N.A. 2002).

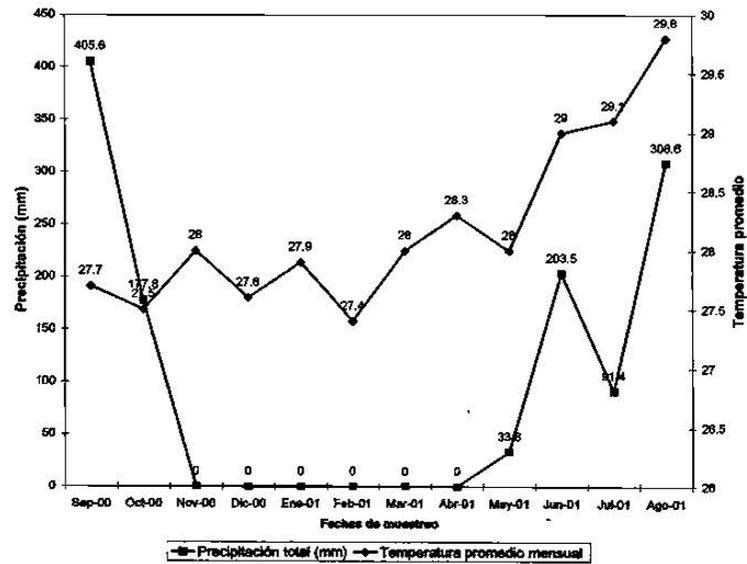
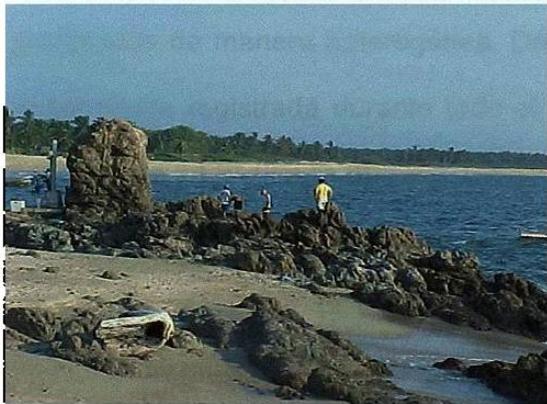
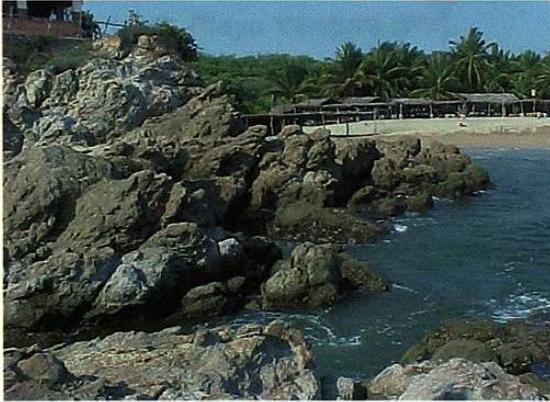


Figura 7. Panorámicas de la playa "Las Peñitas" (LP) y datos de precipitación total (mm) y temperatura promedio mensual (°C), proporcionados por la sub-estación "Marquelia", de la Comisión Nacional del Agua.



1.3.3. Playa Ventura (PV).

Localidad perteneciente al Municipio de Copala, Guerrero. Se ubica en la región geocultural "Costa Chica". Se encuentra entre los 16°32'8.3"N y 98°54'44.6"W. Playa de oleaje intenso (expuesta). Se compone por rocas ígneas intrusivas tipo granodiorita del periodo Terciario T(Gd), clasificadas como plutónicas. Macizo rocoso de aproximadamente 100 m de longitud, que forma grandes bloques fijos, de estructura compacta, con superficies ásperas y gran cantidad de grietas, fisuras y oquedades distribuidas de manera heterogénea. Delimitado por playas arenosas. El promedio de la pendiente registrada durante todo el ciclo de estudio fue de 59.6° con desviación estándar de 14.9° (figura 8).

Según datos de la estación "Copala" de la Comisión Nacional del Agua, de septiembre 2000 a agosto 2001, la temperatura promedio fue de 26.8°C, con valor promedio mensual máximo de 28° que se registró en mayo 2001, y valor promedio mensual mínimo de 25.4° que se presentó en marzo 2001. La precipitación promedio mensual fue de 117.5 mm, con precipitación total máxima de 392.1 mm en el mes de septiembre 2000 y precipitación total mínima de 20.0 mm en marzo 2001 (Anónimo, C.N.A. 2002).

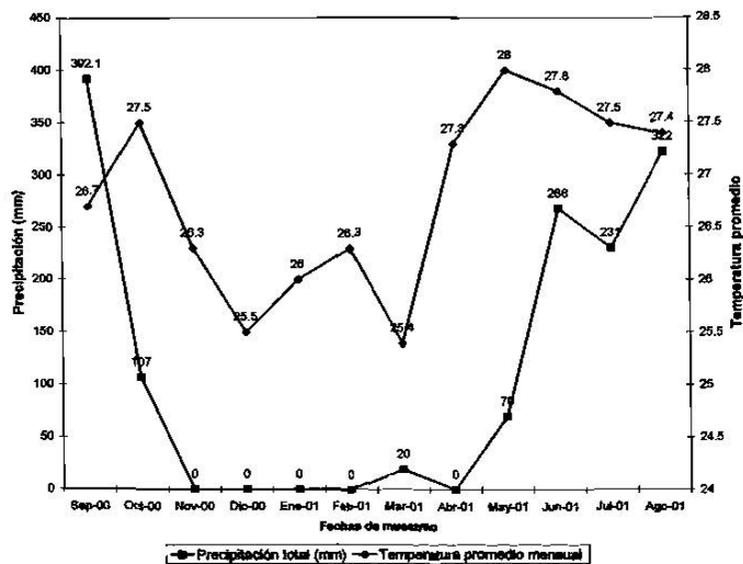
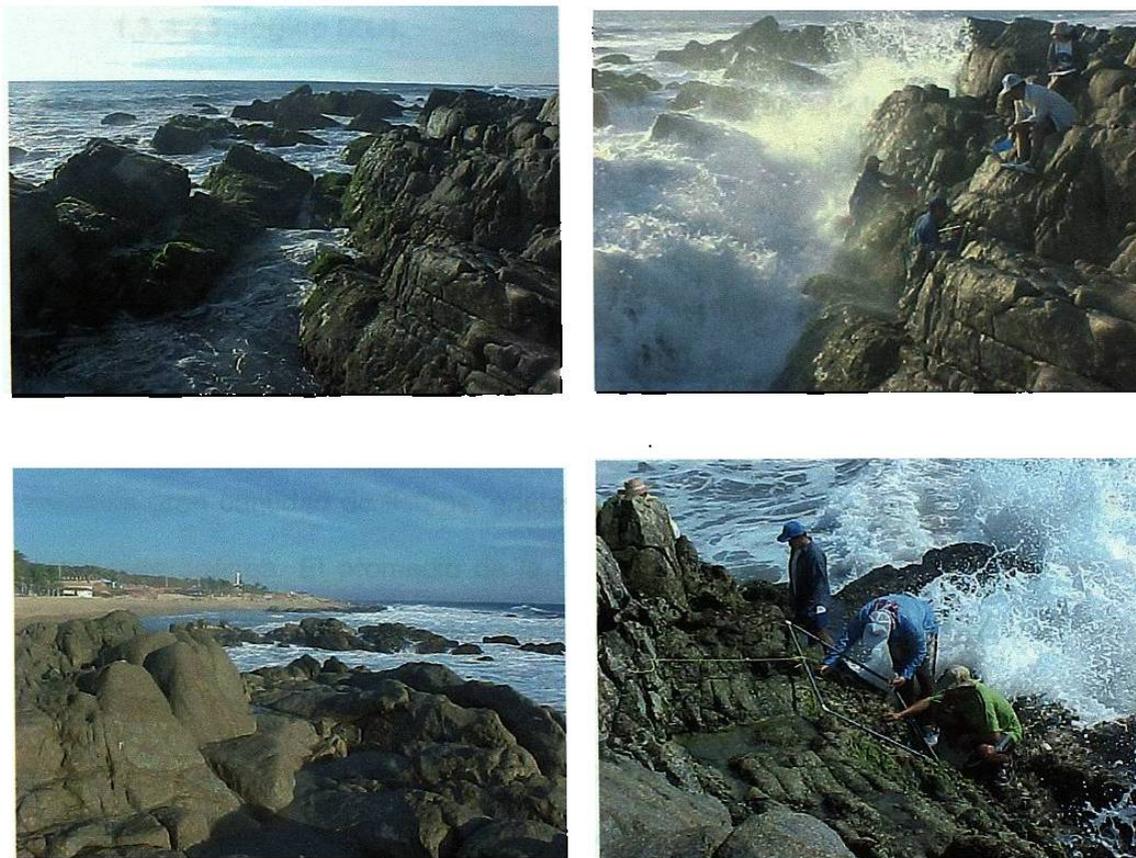


Figura 8. Panorámicas del sitio "Playa Ventura" (PV) y datos de precipitación total (mm) y temperatura promedio mensual (°C), proporcionados por la sub-estación "Copala", de la Comisión Nacional del Agua.



1.3.4 Zoológico (ZO).

Localidad que se encuentra en la isla "La Roqueta", en el Municipio de Acapulco, Guerrero, con vista hacia la Bahía de Santa Lucía y la Bahía de Puerto Marqués. Se ubica entre los $16^{\circ}49'11.2''N$ y $99^{\circ}54'8.8''W$. Playa de oleaje intenso (expuesta). Está compuesta por rocas ígneas intrusivas tipo granito-granodiorita del jurásico-cretácico J-K (Gr-Gd), clasificadas como plutónicas. Macizo rocoso fijo, con textura áspera al tacto. De color blanco con vivos negros y por intemperismo toma tonos amarillos y pardos. Presenta gran cantidad de fisuras, grietas y oquedades dispuestas en toda el área de forma heterogénea. El promedio de la pendiente registrada durante todo el ciclo de estudio fue de 35.2° con desviación estándar de 6.9° (figura 9).

Según datos de la sub-estación "Acapulco" de la Comisión Nacional del Agua, de septiembre 2000 a diciembre 2001, la temperatura promedio fue de $27.7^{\circ}C$, con valor promedio mensual máximo de $29.9^{\circ}C$ que se registró en agosto 2001, y valor promedio mensual mínimo de $24.6^{\circ}C$, que se presentó en marzo 2001. La precipitación promedio mensual fue de 123.4 mm, con precipitación total máxima de 532.4 mm en el mes de septiembre 2000 y precipitación total mínima de 4.5 mm en marzo 2001 (Anónimo, C.N.A. 2002).

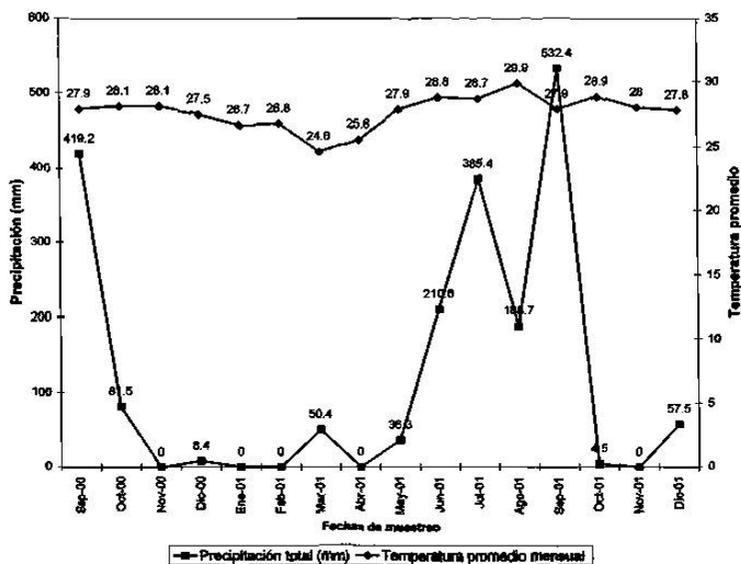


Figura 9. Panorámicas de la playa "Zoológico" (ZO) y datos de precipitación total (mm) y temperatura promedio mensual (°C), proporcionados por la sub-estación "Acapulco", de la Comisión Nacional del Agua.



1.3.5. Palmitas (PA).

Localidad que también se encuentra en la isla "La Roqueta", en el Municipio de Acapulco, Guerrero, con vista hacia las playas de Caleta y Caletilla. Se ubica entre los $16^{\circ}49'25.6''N$ y $99^{\circ}54'41.2''W$. Playa de oleaje suave (protegida). El promedio de la pendiente registrada durante todo el ciclo de estudio fue de 36.4° con desviación estándar de 13.8° (figura 10).

La composición, estructura y complejidad del sustrato así como los datos sobre temperatura y precipitación, son los mismos que la playa "Zoológico".



Figura 10. Panorámicas de la playa "Palmitas" (PA).



1.3.6. Tlacoyunque (TL).

Localidad perteneciente al Municipio de Tecpan de Galeana, Guerrero, y que pertenece a la región geocultural conocida como "Costa Grande". Se ubica entre los 17°15'14.6"N y 101°00'46"W. Playa de oleaje intenso (expuesta). Se compone por rocas ígneas intrusivas tipo diorita del Cretácico K(D), clasificadas como plutónicas. Macizo rocoso fijo, con textura áspera al tacto. Tiene una longitud aproximada de 300 m, y se encuentra delimitada por playas arenosas y rocosas. Presenta pliegues, fisuras y grietas distribuidas de manera heterogénea. El promedio de la pendiente registrada durante todo el ciclo de estudio fue de 49.6° con desviación estándar de 11.7° (figura 11).

Según datos de la sub-estación "Tecpan de Galeana" de la Comisión Nacional del Agua, de noviembre 2000 a septiembre 2001, la temperatura promedio fue de 27.03°C, con valor promedio mensual máximo de 28.9°C que se registró en junio 2001, y valor promedio mensual mínimo de 25.4°C que se presentó en marzo 2001. La precipitación promedio mensual fue de 61.28 mm, con precipitación total máxima de 243.2 mm en el mes de septiembre 2001 y precipitación total mínima de 2.4 mm en abril 2001 (Anónimo, C.N.A. 2002).

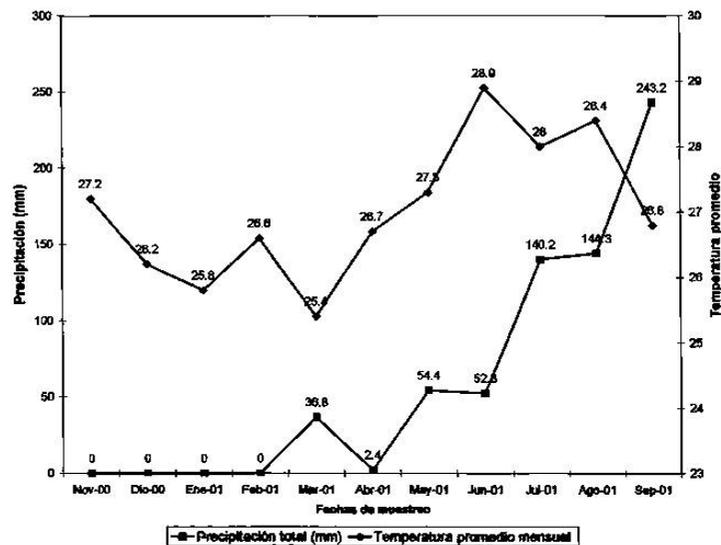


Figura11. Panorámicas de la playa "Piedra de Tlacoyunque" (TL) y datos de precipitación total (mm) y temperatura promedio mensual (°C), proporcionados por la sub-estación "Tecpan de Galeana", de la Comisión Nacional del Agua.



1.3.7. Barra de Potosí Expuesto (BP1).

Localidad que se ubica en la "Punta del Potosí", perteneciente al Municipio de Petatlán, Guerrero, y que se ubica en la región geocultural "Costa Grande". Se encuentra entre los 17°32'17.4"N y 101°27'19.1"W. Playa de oleaje intenso (expuesta). Compuesta por rocas metamórficas tipo metavolcánicas del cretácico inferior Ki (metavolcánico). Presenta una combinación de grandes bloques fijos con fisuras y grietas así como cantos rodados con superficies lisas. De color gris y pardo oscuro. El promedio de la pendiente registrada durante todo el ciclo de estudio fue de 32.7° con desviación estándar de 11.6° (figura 12).

Según datos de la sub-estación "San Jeronimito" de la Comisión Nacional del Agua, de septiembre 2000 a diciembre 2001, la temperatura promedio fue de 25.5°C, con valor promedio mensual máximo de 27.3°C que se registró en junio 2001, y valor promedio mensual mínimo de 22.6°C que se presentó en marzo 2001. La precipitación promedio mensual fue de 64.87 mm, con precipitación total máxima de 316.7 mm en el mes de septiembre 2000 y precipitación total mínima de 3.0 mm en diciembre 2001 (Anónimo, C.N.A. 2002).

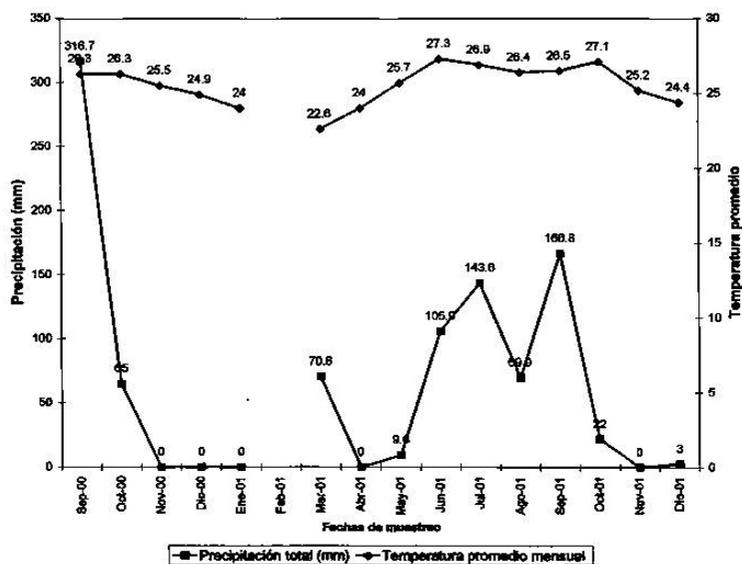


Figura 12. Panorámicas de la playa "Barra de Potosí Expuesto" (BP1) y datos de precipitación total (mm) y temperatura promedio mensual (°C), proporcionados por la sub-estación "San Jeronimito", de la Comisión Nacional del Agua.



1.3.8. Barra de Potosí Protegido (BP2).

Localidad que al igual que BP1, también se encuentra en la “Punta del Potosí”, entre los $17^{\circ}32'12.5''N$ y $101^{\circ}26'54.6''W$. Playa de oleaje suave (protegida). Compuesta por rocas metamórficas tipo metavolcánicas del cretácico inferior Ki (metavolcánico). En su totalidad presenta cantos rodados de textura lisa, con pequeñas oquedades y casi nula presencia de grietas y fisuras. El promedio de la pendiente registrada durante todo el ciclo de estudio fue de 15.3° con desviación estándar de 9.7° (figura 13).

Datos sobre temperatura y precipitación, son los mismos que BP1.

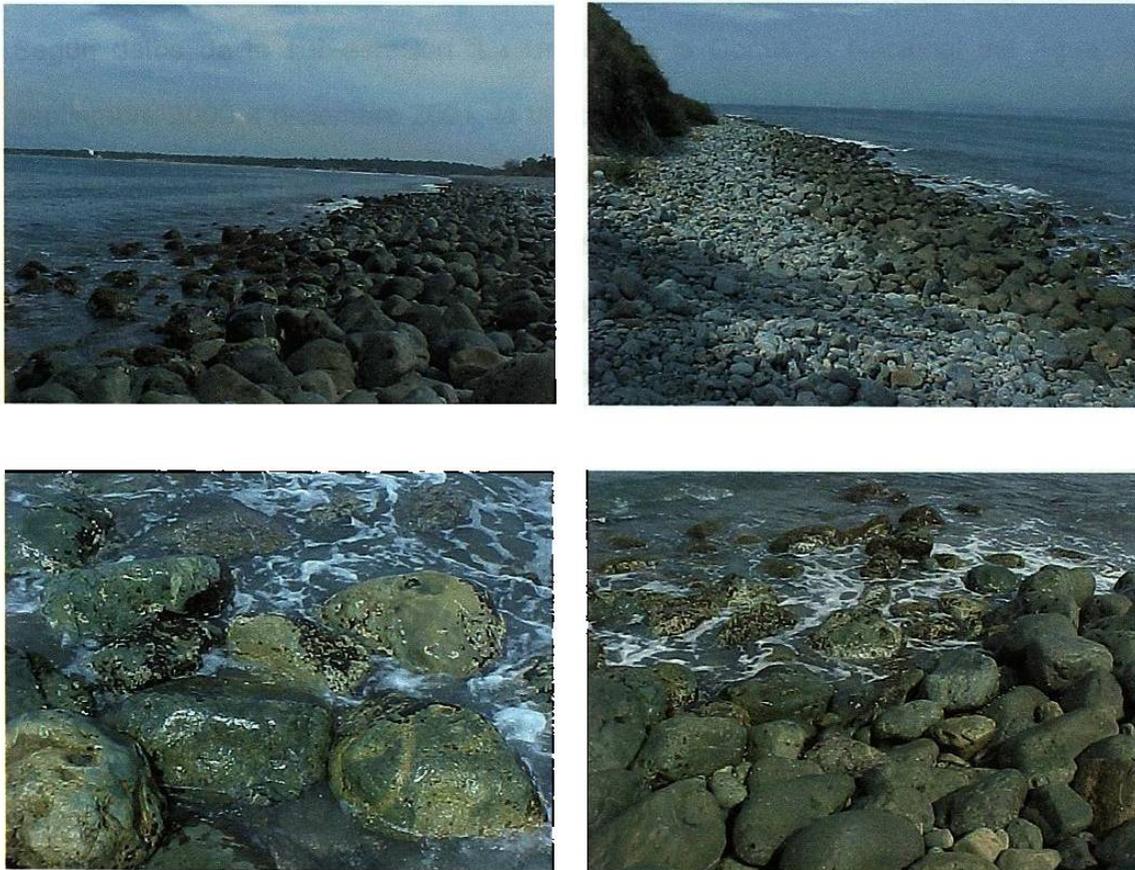


Figura 13. Panorámicas de la playa “Barra de Potosí Protegido” (BP2).



1.3.9.- Troncones (TR).

Localidad que pertenece al Municipio de “La Unión”, Guerrero, y que se ubica en la región geocultural “Costa Grande”. Se encuentra entre los 17°47’35.0’’N y 101°44’46.6’’W. Playa de oleaje suave (protegida). Se compone de rocas sedimentarias y volcanosedimentarias del cuaternario (Q), tipo aluvial y/o litoral de tonalidades grisáceas. Forma montículos fijos de estructura compacta, de superficies ásperas al tacto y con gran cantidad de fisuras y grietas. Durante la marea alta son parcialmente cubiertos. El promedio de la pendiente registrada durante todo el ciclo de estudio fue de 28.4° con desviación estándar de 10.6° (figura 14).

Según datos de la sub-estación “La Unión” de la Comisión Nacional del Agua, de septiembre 2000 a diciembre 2001, la temperatura promedio fue de 27.7°C, con valor promedio mensual máximo de 29.8°C que se registró en junio 2001, y valor promedio mensual mínimo de 26.3°C que se presentó en abril 2001. La precipitación promedio mensual fue de 50.61 mm, con precipitación total máxima de 302.4 mm en el mes de septiembre 2000 y precipitación total mínima de 0.1 mm en diciembre 2000 (Anónimo, C.N.A. 2002).

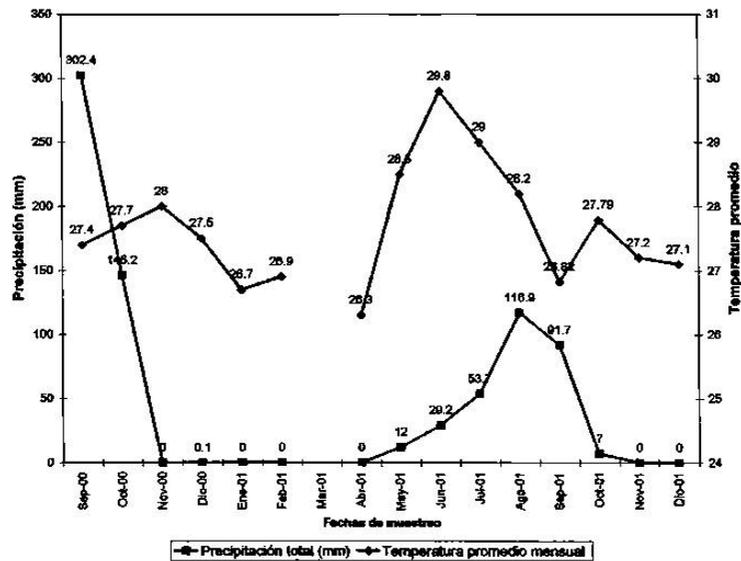


Figura 14. Panorámicas de la playa "Troncones" (TR) y datos de precipitación total (mm) y temperatura promedio mensual (°C), proporcionados por la sub-estación "La Unión", de la Comisión Nacional del Agua.



1.4 OBJETIVOS

1.4.1 General.

- Determinar el patrón espacial y temporal del caracol de tinte *Plicopurpura patula pansa* en la costa rocosa del Estado de Guerrero, México, así como el gradiente vertical en función de la talla y sexo de los organismos.

1.4.2 Particulares.

- Establecer para nueve playas rocosas del Estado de Guerrero el patrón espacial del caracol de tinte durante seis fechas de muestreo, precisando si dicho arreglo se modifica en función de la intensidad del oleaje y el perfil de la facie rocosa.
- Determinar el grado de agregación de la especie en cada playa y fecha de muestreo.
- Establecer si existen preferencias espaciales por algún nivel de la zona mesolitoral (I y II) en cuanto al sexo, proporción y merística y de organismos.
- Describir las zonas de ovipostura en el área de estudio.



1.5 HIPÓTESIS.

El caracol de tinte *Plicopurpura patula pansa*, presenta un arreglo o patrón espacial agregado, determinado principalmente por características ambientales, tales como el tipo de sustrato y pendiente de playa, así como la exposición al oleaje, exhibiendo gradientes verticales en la zona mesolitoral a través del tiempo, en función del sexo y tamaño de los organismos.