

CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y  
DE EDUCACION SUPERIOR DE ENSENADA

ANALISIS ECOLOGICO DE LA EXTRACCION  
ARTESANAL DE INVERTEBRADOS  
INTERMAREALES EN BAJA CALIFORNIA.

T E S I S  
MAESTRIA EN CIENCIAS

*Oscar Alberto Pombo*

ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, MAYO DE 1990.

RESUMEN de la tesis de Oscar Alberto Pombo como requisito parcial para la obtención del grado de MAESTRO EN CIENCIAS en OCEANOLOGIA con opción en ECOLOGIA MARINA. Ensenada, Baja California, México. Mayo de 1990.

ANALISIS ECOLOGICO DE LA EXTRACCION ARTESANAL DE  
INVERTEBRADOS INTERMAREALES EN BAJA CALIFORNIA

Resúmen aprobado por:

  
MC Anamaría Escofet  
Director de Tesis

Las observaciones y encuestas en cinco campos pesqueros de la costa pacífica del estado de Baja California, México, mostraron que varias especies de invertebrados (*Astraea sp.*, *Haliotis cracherodii*, *Lottia gigantea*, *Stenoplax sp.*, *Fissurella sp.*) se utilizan como carnada para cebar trampas de langosta, a pesar de que algunas tienen un gran valor comercial para consumo humano directo (*Haliotis*, *Astraea*, *Fissurella*).

La pesca experimental de langosta con cinco tipos de carnada en Isla Todos Santos, mostró que el rendimiento de las trampas no es mayor en el caso de especies comerciales, sugiriendo que el uso de tales especies se debe a razones más bien culturales.

Los estudios de campo en una especie selecta sujeta a explotación artesanal, *Lottia gigantea*, en ocho localidades, mostraron que la estructura poblacional está influenciada por la extracción y por disturbios físicos (oleaje) y biológicos (abulón). La interpretación de la estructura poblacional en las distintas localidades requiere la consideración del disturbio total en cada una de ellas.

La talla media de la población fué menor en lugares explotados, y por tratarse de una especie de ciclo biológico complejo, también se registraron profundas modificaciones en la proporción de sexos y clases de edad. Las Marcas Macroscópicas de Crecimiento (MMC) resultaron un buen indicador de la frecuencia de disturbio a que están sometidas las poblaciones locales.

En la extracción artesanal de *Lottia gigantea* no se capturan ejemplares por debajo de los 20-30 mm ("talla mínima de rechazo"). El análisis de los datos de pesquerías artesanales de diferentes invertebrados intermareales en diversas partes del planeta muestra que tal talla mínima de rechazo es un hecho generalizado aunque no siempre explícitamente reconocido.

Del conjunto de datos y situaciones hallados en tiempo y espacio fué posible elaborar un modelo conceptual que permite reconstruir e interpretar las etapas históricas de explotación en los litorales rocosos californianos.

TESIS DEFENDIDA POR: OSCAR ALBERTO POMBO  
Y APROBADA POR EL SIGUIENTE COMITE:

*Anamaria Escofet*

M.C. ANAMARIA ESCOFET, DIRECTOR DEL COMITE

*M.C. Gregory Hammann*

M.C. GREGORY HAMMANN, MIEMBRO DEL COMITE

*J. Ibarra Villaseñor*

M.C. JESUS IBARRA VILLASEÑOR, MIEMBRO DEL COMITE

*Blanca Claudia Farfan*

M.C. BLANCA CLAUDIA FARFAN

*Gilberto Gaxiola Castro*

M.C. GILBERTO GAXIOLA CASTRO, JEFE DEPTO. ECOLOGIA

*Jose Ruben Lara Lara*

DR. JOSE RUBEN LARA LARA, DIRECTOR DE LA DIVISION DE OCEANOLOGIA

*Hector Echavarría Heras*

DR. HECTOR ECHAVARRIA HERAS, DIRECTOR ACADEMICO

CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y DE  
EDUCACION SUPERIOR DE ENSENADA

DIVISION OCEANOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA

ANALISIS ECOLOGICO DE LA EXTRACCION ARTESANAL DE  
INVERTEBRADOS INTERMAREALES EN BAJA CALIFORNIA

TESIS

que para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para  
obtener el grado de MAESTRO EN CIENCIAS presenta:

OSCAR ALBERTO POMBO

Ensenada, Baja California, Mayo de 1990.

DEDICATORIA

A mis padres

## AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Rodolfo Martinovic por cuyo intermedio pude llegar a esta ciudad y comenzar los estudios que desembocaron en esta tesis

Al CICESE por haberme otorgado una beca de colegiatura durante mi estancia en la Institución.

A los miembros de la Cooperativa Bahía Falsa, especialmente Juan Guerrero y su esposa, Ana, por su invaluable ayuda en el trabajo de campo realizado en San Quintín.

A Brian N. Tissot (Oregon State University), por su gran colaboración en el trabajo de campo, especialmente por haberme dado acceso a la Isla Santa Cruz.

Al 2<sup>do</sup> Maestre de Infantería de Marina, Felipe de Jesús Castillo Padilla por su apoyo en el experimento con trampas de langosta.

A Anamaría Escofet, directora de esta tesis por su comprensión, amistad, y apoyo.

A todos los miembros del comité de tesis por sus sugerencias y correcciones.

A todo el personal de CICESE, y muy especialmente Tito Córdova, por su amistad y camaradería, cuyo recuerdo llevaré siempre conmigo a donde quiera que vaya.

A todas las personas que, con la compra de mis artesanías, o mediante el aplauso a mi música contribuyeron a mi sustento durante los años que duró este estudio.

## CONTENIDO

	<u>página</u>
I INTRODUCCION	1
II ANTECEDENTES	6
III OBJETIVOS	14
IV METODOS Y MATERIALES	15
4.1 Caracterización de la extracción artesanal de invertebrados	15
4.2 Captura experimental de langosta con diferentes tipos de carnada	18
4.3 Estructura poblacional en una especie selecta sujeta a explotación: <i>Lottia gigantea</i>	19
4.3.1 La extracción artesanal como factor de selección de tallas	20
4.3.2 Estructura poblacional de <i>Lottia gigantea</i> en localidades explotadas y no explotadas.	22
4.3.2.1 Trabajo de campo	22
4.3.2.2 Trabajo de laboratorio	28
4.4 Tratamiento de datos	31
4.4.1 Captura experimental de langosta.	32
4.4.2 Estudio poblacional de <i>Lottia gigantea</i>	32
V RESULTADOS	34
5.1 Caracterización de la extracción artesanal de invertebrados	34
5.1.1 Las trampas utilizadas	34
5.1.2 Tipo de carnada y modo de obtención.	36
5.2 Experimentación con diferentes tipos de carnada	38
5.2.1 Número promedio de langostas capturadas por cada trampa	38

## CONTENIDO (Continuación)

	<u>página</u>
5.2.2 Número de langostas capturadas cada día	38
5.2.3 Captura por tipo de carnada	41
5.3 Estructura poblacional en una especie sujeta a explotación artesanal: <i>Lottia gigantea</i>	41
5.3.1 La extracción artesanal como factor de selección de tallas	44
5.3.1.1 La extracción en la actualidad.	44
5.3.1.2 Una población explotada en el pasado	46
5.3.1.3 Comportamiento de la talla media de las capturas artesanales en las cinco localidades estudiadas.	47
5.3.1.4 La mortalidad natural (disturbio físico).	47
5.3.2 La explotación artesanal y otros agentes de disturbio: caracterización	50
5.3.3 Estructura poblacional de <i>Lottia gigantea</i> en relación con la explotación artesanal y otros agentes de disturbio.	54
5.3.3.1 Estructura poblacional por tallas	55
5.3.3.2 Composición de la población según sexo y clase de edad.	55
5.3.3.3 Por talla y sexo	60
5.3.3.4 Por talla y clase de edad	64
5.3.3.5 por clase de edad y número de MMC	70
VI DISCUSION	76
6.1 Caracterización de la extracción artesanal de invertebrados .	76
6.2 Evaluación experimental de la efectividad relativa de las distintas carnadas.	78

CONTENIDO (Continuación)

	página
6.3 Estructura poblacional en una especie sujeta a explotación artesanal: <i>Lottia gigantea</i>	80
6.3.1 Discusion general	80
6.3.2 Modelo del efecto del gradiente de disturbio total en tiempo y espacio sobre la estructura poblacional de <i>Lottia gigantea</i> .	96
VII CONCLUSIONES	101
LITERATURA CITADA	104

## LISTA DE FIGURAS

<u>Figura</u>	<u>Página</u>
1. Ubicación geográfica de las localidades investigadas	16
2. Criterios utilizados para determinar edad de <i>Lottia gigantea</i> : edad relativa (joven vs. viejo) y Marcas Macroscópicas de Crecimiento	29
3. Número medio de langostas (Int. Conf. 95 % utilizando la Varianza global), capturadas por trampa (a), por día (b) y por tipo de carnada	40
4. Frecuencias porcentuales de tallas de <i>Lottia gigantea</i> en concheros y en las capturas de pescadores artesanales, y en el intermareal correspondiente. Se incluye las frecuencias porcentuales de La Bufadora antes y después de una tormenta	45
5. Longitud de la concha de <i>Lottia gigantea</i> (media e Int. Conf. 95 % utilizando Varianza global) extraídas en capturas artesanales. Se consideran capturas actuales y en concheros	48
6. Frecuencias porcentuales de tallas de <i>Lottia gigantea</i> en localidades con distinto grado de disturbio total	56
7. Tallas de la población intermareal (media e Int. Conf. 95 % utilizando Varianza global) de <i>Lottia gigantea</i> a lo largo de un gradiente de explotación	57
8. Distribución porcentual de sexos y porcentajes relativos joven- viejo de <i>Lottia gigantea</i> en localidades con diferente grado de disturbio total	59
9. Frecuencias porcentuales de tallas de <i>Lottia gigantea</i> según sexos en las distintas localidades	61
10. Tallas de machos de <i>Lottia gigantea</i> (media e Int. Conf. 95 % utilizando Varianza global) a lo largo de un gradiente de explotación	62
11. Tallas de hembras de <i>Lottia gigantea</i> (media e Int. Conf. 95 % utilizando Varianza global) a lo largo de un gradiente de explotación	65

LISTA DE FIGURAS (Continuación)

<u>Figura</u>	<u>Página</u>
12. Frecuencias porcentuales de tallas en ejemplares jóvenes y viejos de <i>Lottia gigantea</i> en las distintas localidades	66
13. Tallas de animales jóvenes de <i>Lottia gigantea</i> (media e Int. Conf. 95 % utilizando Varianza global) a lo largo de un gradiente de explotación	67
14. Tallas de animales viejos de <i>Lottia gigantea</i> (media e Int. Conf. 95 % utilizando Varianza global) a lo largo de un gradiente de explotación	68
15. Distribución porcentual del número de MMC en animales jóvenes y viejos en localidades con distinto grado de disturbio total	71
16. Número de MMC (media e Int. Conf. 95 % utilizando Varianza global) en animales viejos de <i>Lottia gigantea</i> a lo largo de un gradiente de explotación	72
17. Número de MMC (media e Int. Conf. 95 % utilizando Varianza global) en animales jóvenes de <i>Lottia gigantea</i> a lo largo de un gradiente de explotación	73
18. Modelo del efecto del gradiente de disturbio total en tiempo y espacio sobre la estructura poblacional de <i>Lottia gigantea</i> (a), con desglose por clase de edad (b1, b2) y sexo (c1, c2). Los números arábigos representan las diferentes etapas de explotación	97

## LISTA DE TABLAS

<u>Tabla</u>	<u>Página</u>
I. Las localidades investigadas, con indicación de las actividades realizadas.	17
II. Caracterización de la extracción de invertebrados en las costas de Baja California: Carnadas utilizadas para cebar trampas de langosta en cinco localidades. Se indica de preferencia y modo de extracción.	37
III. Número de langostas capturadas por trampa y día de experimentación. Se indica el tipo de carnada utilizado: A= abulón negro; C= caracol; L= lapa gigante; P= peces; F= abulón chino; el signo (-) indica que la trampa no fué colocada o se perdió.	39
IV. Número de langostas capturadas por día y tipo de carnada en Isla Todos Santos, B. C., del 1 al 15 de Marzo de 1987	42
V. Resumen del Análisis de Varianza del número de langostas capturadas: a) por trampa; b) por día de experimentación; c) por tipo de carnada	44
VI. Resumen del Análisis de Varianza de las tallas de <i>Lottia gigantea</i> en capturas artesanales actuales y en concheros.	49
VII. Caracterización de los lugares de muestreo	51
VIII. Composición del disturbio en las localidades: a) representación numérica de los diferentes factores de disturbio en las localidades; b) ordenamiento ideal según el grado de disturbio total.	52
IX. Resumen del Análisis de Varianza de las tallas en localidades con distinto grado de disturbio total.	53
X. Resumen del Análisis de Varianza de tallas por sexo en localidades con distinto grado de disturbio total: a) machos; b) hembras	63

LISTA DE TABLAS (Continuación)

<u>Tabla</u>		<u>Página</u>
XI.	Resumen del Análisis de Varianza de tallas por clases de edad en localidades con distinto grado de disturbio total: a) animales jóvenes; b) animales viejos.	69
XII.	Resumen del Análisis de Varianza del número de MMC por clases de edad en localidades con distinto grado de disturbio total: a) animales jóvenes; b) animales viejos.	74
XIII.	Grupos homogéneos formados por la prueba de rangos múltiples (Intervalo de confianza del 95%) a posteriori del análisis de varianza correspondiente	75

# ANALISIS ECOLOGICO DE LA EXTRACCION ARTESANAL DE INVERTEBRADOS INTERMAREALES EN BAJA CALIFORNIA

## I INTRODUCCION

Desde siempre el hombre ha interactuado mas o menos intensamente en la naturaleza e inclusive se le reconoce como factor de extinción de muchas especies (Meighan, 1959; Simenstad et al. 1978; Ricklefs, 1983).

Una de las formas mas antiguas en que el ser humano se relacionó con el mar fué posiblemente a través de los organismos que de él extraía, para alimento principalmente, pero también para combustible y ornato. En la zona costera los concheros en las vecindades de asentamientos indígenas (i.e. en las Californias de USA y México; Islas Aleutianas, etc) dan testimonio de la intensidad de tales actividades, y han sido uno de los elementos más preciados por la Antropología que vió en ellos un valioso auxiliar para reconstruir parte de la organización de la economía y costumbres de los antiguos pobladores.

Pese a que los estudios antropológicos de concheros tienen cierta tradición, es hasta fechas recientes que se han incorporado principios ecológicos a su interpretación (Simenstad et al., op. cit). El estudio de los efectos de la

extracción en comunidades naturales actuales es aún más reciente, y sus resultados imponen cierta reflexión sobre cual es en realidad el aspecto o fisionomía "natural" de las mismas, y cual la distribución y estructura "natural" de sus poblaciones.

Cuando por razones diversas (en la mayoría de los casos fortuitas) llega a suprimirse la acción humana, las comunidades intermareales alcanzan nuevas fisionomías locales diferentes de las que estamos habituados a observar; a escala regional, pueden observarse patrones fisionómicos alternativos de la misma comunidad, según exista o no actividad humana (Moreno et al. (1984); Castilla et al (1985); Hockey et al (1986)).

Entre los cambios más conspicuos en la fisionomía de las comunidades se ha observado una fuerte disminución de la cobertura algal al cesar la extracción de invertebrados ramoneadores, mientras que sectores adyacentes donde la extracción continúa, se mantiene la fisionomía "natural", con dominancia de cobertura algal (Moreno et al., 1984). A nivel poblacional se observan cambios igualmente notables al suprimirse la actividad humana. Entre sus efectos más evidentes se cuentan cambios sustanciales de la distribución ecológica espacial de la especie y en la estructura por tallas, notándose que cuando cesa la explotación ciertas especies amplían su presencia a hábitats no reportados

previamente, y/o que las tallas promedio son mayores. (Moreno et al. 1985; Castilla et al. 1985; Durán et al. 1987; Oliva et al. 1986; Hockey et al. 1986).

Por regla general, los intermareales de cualquier parte del mundo son explotados principalmente por pescadores artesanales también llamados mariscadores de orilla. La extracción de los ejemplares se realiza por medio de herramientas sencillas y el producto de la pesca por lo general es destinado al consumo directo, o es comercializado en pequeña escala.

Si bien la explotación artesanal de poblaciones intermareales podría no ser equivalente, en intensidad y regularidad, con la de poblaciones pelágicas y demersales, la magnitud de su efecto modelador sobre las poblaciones y comunidades merece ser explorada, y de hecho es una línea de investigación que está recibiendo creciente atención a nivel mundial (Moreno et al. 1985; Castilla et al. 1985; Durán et al. 1987; Oliva et al. 1986; Hockey et al. 1986; Catteral et al 1987).

En las costas de Baja California existe recolección artesanal de varias especies de invertebrados (lapas, abulones, quitón, caracol, mejillón, etc.), principalmente para consumo humano directo y para cebar trampas de langosta. La magnitud y alcances de tal actividad no ha sido estudiada en detalle, llamando particularmente la atención que se usen

como carnada o cebo especies que por si mismas tienen valor comercial, como el abulón negro (*Haliotis cracherodii*), o el caracol (*Astraea* sp.).

El presente trabajo se estructuró en torno a tres preguntas principales:

1) ¿ Que características presenta actualmente la recolección artesanal de invertebrados en las costas del Pacífico en Baja California ?

2) ¿ Cual es la efectividad relativa de cada uno de ellas como cebo para trampas de langosta?

3) ¿ Cual es el efecto de la recolección artesanal sobre la estructura de las poblaciones explotadas?.

El estudio se llevó a cabo con base en: 1) encuestas en campos pesqueros; 2) captura experimental de langosta con diferentes carnadas; 3) análisis de la estructura poblacional de *Lottia gigantea* utilizando: a) mediciones directas de la captura de recolectores artesanales y las poblaciones del intermareal correspondiente; b) observaciones y mediciones en concheros de los antiguos pobladores de las Californias; c) extracción de ejemplares en localidades con distinto grado de explotación.

Las respuestas a las preguntas originales, motivo inicial del estudio, se completan con un modelo del

desarrollo, en tiempo y espacio, de los atributos poblacionales de la especie selecta (*Lottia gigantea*) sujeta a explotación en las costas bajacalifornianas.

## II ANTECEDENTES

Dado lo relativamente nuevo del tema, los antecedentes son escasos y de publicación reciente, aunque puede también notarse un tratamiento sostenido del mismo a partir de las contribuciones iniciales.

Moreno et al. (1984) en el sur de Chile, estudiaron la estructura poblacional de dos lapas del género *Fissurella* (Gastropoda) en una zona explotada artesanalmente desde tiempos remotos y una no explotada, así como su relación con las poblaciones algales sujetas a pastoreo por dichos moluscos. En lugares donde la depredación humana era poco intensa, se observó que las poblaciones de macroalgas (también fuente importante de alimentación para los pobladores ribereños) desaparecían casi por completo. Estos autores encontraron que los habitantes de esa región manipulan empíricamente, desde tiempos inmemoriales las relaciones de la comunidad intermareal y obtienen a escala regional cosechas alternadas de ambos productos.

Castilla et al. (1985) analizaron el papel del ser humano como depredador tope en la zona central de Chile, comparando una zona explotada artesanalmente con otra de acceso vedado. En esta última se encontró que se produjo un substancial incremento en la densidad del muricido de importancia

comercial *Concholepas concholepas*, seguido por una dramática reducción de la cobertura de la especie antes dominante en el intermareal, *Perumytilus purpuratus*.

En la costa central de Chile, Oliva et al. (1986) analizaron los efectos de la actividad humana en la estructura poblacional de dos lapas del género *Fissurella*, utilizando la comparación de los atributos poblacionales en zonas protegidas y explotadas artesanalmente. Mostraron una actividad de recolección selectiva de las tallas superiores y respuestas poblacionales variables según el grado de explotación.

Moreno et al. (1986) analizaron los cambios experimentados en una población intermareal de *Concholepas concholepas* (Gastropoda) en el sur de Chile luego del establecimiento de una reserva que eliminó el disturbio antropogénico, como así también lo ocurrido con poblaciones de invertebrados sésiles consumidos por dicho molusco. Estos autores demostraron que la ausencia de individuos en las clases de edad mayores (mayor tamaño), no se debía a razones fisiológicas como se suponía previamente, sino que dichos ejemplares eran removidos completamente del intermareal por la actividad de recolección de los pueblos ribereños. Paralelamente a los cambios en la estructura poblacional de este gastrópodo se observaron cambios en la totalidad de la comunidad intermareal, verificándose que este carnívoro posee

el papel de especie clave en la organización de dicha comunidad. Para ser más precisos, aunque los autores no lo enuncian de esta manera, la verdadera especie clave sería la especie humana.

Hockey et al. (1986) compararon la estructura de las comunidades y la estructura por tallas en poblaciones del bivalvo *Crassostrea cucullata*, y la lapas *Cellana capensis* y *Patella granularis* en zonas rocosas explotadas por pueblos indígenas de Transkey, Sud Africa, y en zonas protegidas de tal explotación. En los sitios con explotación observaron que la abundancia relativa de algas e invertebrados sésiles fué mayor y la talla de las especies explotadas menor.

Catterall et al. (1987) estudiaron el impacto potencial de la recolección de 23 especies de invertebrados intermareales explotados por pueblos indígenas del noreste de Australia desde tiempos remotos, y concluyen que la actividad humana puede agotar aquellas poblaciones donde todos los individuos reproductores caen dentro del rango de captura (dos en este caso, *Sacostrea* y *Pyrazus*), mientras que las poblaciones con individuos reproductores por debajo del rango de capturas, tienen mayores posibilidades de permanecer en el intermareal. En este trabajo se menciona por primera vez la "talla mínima de rechazo", es decir una talla por debajo de la cual no se ejerce la captura independientemente de cual sea la especie involucrada.

Durán et al. (1987) realizaron una evaluación cuantitativa de la intensidad de la depredación humana sobre las comunidades intermareales de la zona central de Chile. Con tal propósito compararon una zona protegida de la actividad humana con otra, en la que existía recolección de invertebrados (principalmente del género *Fisurella*) por parte de buzos y mariscadores de orilla. Se observó que las capturas anuales de ambos tipos de recolectores significaban volúmenes importantes, a pesar de no figurar en las estadísticas oficiales y que la extracción afecta la estructura poblacional de las varias especies de *Fissurella* recolectadas.

Los antecedentes citados son observacionales y experimentales, y documentan la estructura de las comunidades y/o poblaciones de zonas accesibles al hombre, comparadas con otras en las que por alguna razón no es posible dicho acceso, ya sea por causas naturales (topografía, lejanía de centros habitados) o por el establecimiento de vedas o zonas de reserva.

El principio ecológico que encuadra este fenómeno es el concepto de Especie Clave (Paine, 1966), siendo el hombre, actuando como depredador tope, la especie modeladora de la fisonomía y estructura de las comunidades y poblaciones intermareales. (Durán et al. op. cit.; Moreno et al. op. cit.; Oliva et al. op. cit.)

En la región de Baja California, son varios los invertebrados intermareales utilizados para consumo humano directo o como cebo para la captura de otras especies. En principio, resulta llamativo el uso como carnada de especies con valor para consumo humano directo, sugiriendo el interrogante sobre las razones que determinan este uso.

Los choros, *Mytilus* spp. (Mollusca, Pelecypoda, Mytilidae) son utilizados para consumo humano directo y como carnada para peces.

EL quitón o "cucaracha", *Stenoplax* sp. (Mollusca, Polyplacofora) es utilizado principalmente para cebar trampas de langosta.

El caracol panocha, *Astraea* sp. (Mollusca, Docoglossa, Trochaea), se explota para su utilización en conservas de elevado valor en el mercado y también es utilizado en algunos lugares para cebar las trampas de langosta.

El abulón negro, *Haliotis cracherodii* (Mollusca, Gastropoda, Haliotidae), pese a ser el de menor valor económico de todos los abulones, es bien conocido por todos los habitantes de la región por la exquisitez de su carne aunque también es una especie utilizada para cebar trampas de langosta.

*Lottia gigantea* (Mollusca, Gastropoda, Archaeogastropoda), la gran lapa patellácea que habita los

intermareales rocosos desde el norte de California (U.S.A.) hasta la Isla de Cedros en México (Ricketts y Calvin, 1939), fué muy apreciada como platillo especial en las primeras décadas de este siglo. Ricketts y Calvin (op. cit) señalan que un ejemplar de *Lottia* podía producir un filete del tamaño de un dólar de plata y que su sabor superaba al del abulón. En la actualidad, se la usa principalmente para cebar trampas de langosta.

Varias poblaciones de esta especie han sido estudiadas en la costa del Pacífico estadounidense, con trabajos realizados en el condado de Santa Barbara, Ca. (Stimson, 1971, 1973); en el condado de Santa Cruz y las islas Farallon, Ca. (Wright, 1982); en la Isla San Nicolas, Ca. (Lindberg y Wright, 1985; Wright, 1989) que permiten precisar detalles de su biología.

Los individuos mas grandes ocupan generalmente territorios contiguos; o con menos frecuencia ocupan territorios aislados rodeados habitualmente por invertebrados sésiles tales como balanos y choros (Lindberg y Wright, 1985). Los animales juveniles de menos de 3mm pastorean junto con *Acmaea* en las conchas de grandes choros (Stimson, 1970).

Stimson (1970) demostró que *Lottia* excluye otros individuos de su especie así como acmaeidos de su parche algal (territorio). La remoción del propietario de un territorio es seguida de la invasión por otras lapas,

mientras que si se reinstala al ocupante original dentro del área las invasoras son nuevamente excluidas. La exclusión de otras lapas es esencial para el mantenimiento del parche algal, dado que la cantidad de alga que permanece luego del pastoreo es proporcional al tamaño de la lapa pastoreadora (Stimson, 1973). Si bien *Lottia* puede ejercer una gran fuerza de dislocación sobre un invasor, las disputas territoriales no son frecuentes dado que cualquier lapa, si se encuentra en un territorio de *Lottia*, tiene una respuesta de fuga bien desarrollada al entrar en contacto con un tentáculo de lapa de cualquier otra especie (Wright, 1982).

Por otra parte, en una población pueden encontrarse, dentro de una misma talla individuos viejos de lento crecimiento e individuos jóvenes de crecimiento rápido, pudiendo reconocerse unos y otros por las conchas muy erosionadas y con gran número de incrustaciones (individuos viejos) o conchas limpias con coloración formando un "damero" al menos en los bordes (individuos jóvenes) (Lindberg y Wright, op. cit).

Los ejemplares de *Lottia* son de sexos separados; sin embargo por lo menos una parte de la población presenta hermafroditismo protándrico sin que se hayan encontrado animales con ambos sexos funcionales. Los estudios realizados sugieren que el momento de cambio de sexo es la resultante de un mosaico complejo de condiciones que incluye factores

ecológicos, y probablemente genéticos (Lindberg y Wright, op. cit), con fuertes evidencias de que un descenso experimental en la densidad incrementa el porcentaje de cambio de sexo (Wright, 1989).

### III OBJETIVOS

1) Caracterizar la extracción artesanal de invertebrados en la costa de Baja California.

2) Establecer la efectividad relativa de las distintas especies como cebo en las trampas de langosta

3) Describir en una especie selecta (*Lottia gigantea*), los efectos de la extracción sobre la estructura poblacional.

#### IV METODOS Y MATERIALES

Para la consecución de los objetivos planteados se trabajó en 16 localidades de la costa pacífica de las Californias (México- U.S.A.) en las cuales se realizó al menos una de las siguientes actividades: 1) observaciones de la pesca de langosta; 2) experimentación con diferentes carnadas; 3) medición de capturas actuales de *Lottia gigantea*; 4) mediciones directas de *Lottia* "in situ"; 5) medición de *Lottia* por métodos indirectos; 6) extracción de *Lottia* de concheros indígenas; 7) extracción de ejemplares intermareales para su posterior análisis en laboratorio. La figura 1 muestra la ubicación geográfica de las localidades investigadas y la Tabla I las actividades realizadas en cada una de ellas (Fig. 1, Tabla I).

##### 4.1 Caracterización de la extracción artesanal de invertebrados

Con el objeto de caracterizar la extracción de invertebrados para cebar trampas de langosta roja (*Panulirus interruptus*) se registró durante el verano de 1986 la operación en cinco campos pesqueros de Baja California: Bahía Tortugas, Punta Baja, Puerto Nuevo, Isla Natividad, e Isla Todos Santos. Mediante pláticas, convivencia con los pescadores y observación de las operaciones, se recolectó información sobre las carnadas utilizadas, las preferencias,

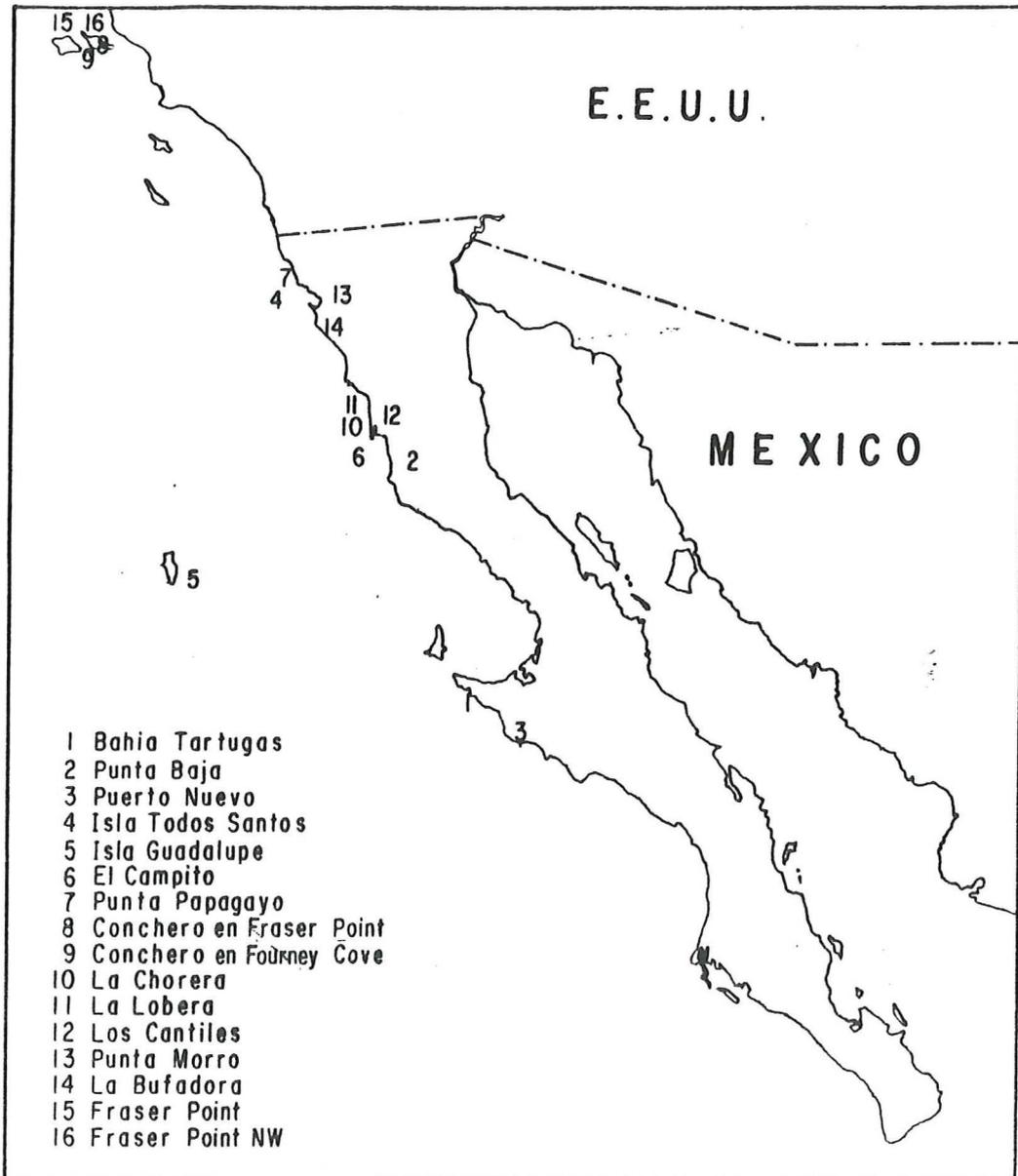


Figura 1: Ubicación geográfica de las localidades investigadas.

Tabla I: Las localidades investigadas, con indicación de las actividades realizadas.

Actividad Localidad	Observación de pesca de langosta	Experimentación con diferentes carnadas para la captura de langosta	Medición de capturas artesanales actuales de Lottia	Medición directa de Lottia "in situ"	Medición de Lottia por métodos indirectos	Extracción de Lottia de concheros indígenas	Extracción de ejemplares de Lottia del intermareal
Bahía Tortugas	○						
Punta Baja	○						
Puerto Nuevo	○						
Isla Todos Santos	○	■					
Isla Guadalupe			●	□			
El Camplto			●	□			
Punta Papagayo			●	□			
Conchero en Fraser Point						△	
Conchero en Fourny Cove						△	
La Chorera							*
La Lobero							*
Los Cantiles							*
Punta Morro							*
La Bufadora					▲		
Fraser Point							*
Fraser Point NW							*

y las razones de dicha preferencia, así como el modo de extracción de las mismas que quedaron registrados en una pequeña bitácora informal. Asimismo se investigó si existía uso de alguna de las especies para otros fines diferentes (por ejemplo para consumo directo) y si tal uso implica un manipuleo diferente.

#### 4.2 Captura experimental de langosta con diferentes tipos de carnada

Para determinar si las diferentes carnadas utilizadas para cebar trampas de langosta roja tienen distinta efectividad (definida en este trabajo como número de langostas capturadas por trampa y por día de experimentación), se realizó una experiencia de campo entre el 1 y el 15 de marzo de 1987, en las Islas Todos Santos B. C., cebando con cinco tipos diferentes de carnada (abulón negro, lapa gigante, abulón chino, peces y caracol) las trampas de madera utilizadas por pescadores comerciales y contando el número de langostas capturadas.

Se realizaron nueve colocaciones con un número de trampas que osciló entre ocho y 11; el bajo número de trampas utilizado y la variación en número se debió en parte a un temporal previo al experimento que destruyó la mayoría de las trampas prometidas por los pescadores, y en parte a lo difícil que resulta proveer de carnada a las trampas. Además,

como persistieron a lo largo de los días de experimentación las malas condiciones meteorológicas, varias de las trampas con las que se comenzó se perdieron o fueron retiradas de servicio con graves daños. En el transcurso del período experimental, y aprovechando el mal tiempo que impedía la navegación, se construyeron y/o repararon otras trampas que fueron agregadas al experimento.

Cada trampa se identificó con una etiqueta a prueba de agua y se revisó cada 24 horas, contando el número de langostas capturadas, reabasteciéndola de carnada, y cambiando la localización de la misma. Se utilizó aproximadamente 1 kilogramo por día (peso sin desconchar) de cinco tipos de carnada: abulón negro (*Haliotis cracherodii*); lapa gigante (*Lottia gigantea*); abulón chino (*Fissurella* sp); peces (sin identificar); y caracol (*Astraea* sp).

#### 4.3 Estructura poblacional en una especie selecta sujeta a explotación: *Lottia gigantea*

Para estudiar el efecto de la extracción artesanal sobre poblaciones intermareales se escogió la lapa gigante *Lottia gigantea* teniendo en cuenta las siguientes características: 1) es una especie cuyo uso para consumo humano y carnada tiene un largo registro histórico (Rickets y Calvin, 1939), con evidencias de su consumo por parte de los primitivos habitantes de California; 2) su presencia es conspicua en los

litorales rocosos de la región; 3) existe abundante literatura sobre su biología y ecología, con citas que se remontan a comienzos de siglo; 4) prácticamente no se le conocen enemigos naturales.

Se trabajó con base en: 1) mediciones de la captura de recolectores artesanales y mediciones "in situ" de las poblaciones del intermareal correspondiente; 2) observaciones y mediciones de material extraído de dos concheros de antiguos pobladores de las Californias; 3) extracción de ejemplares para su posterior análisis en laboratorio en localidades con diferentes grados de explotación y de disturbio natural. En todos los casos, se midió con vernier la longitud del eje mayor de la concha aproximando las lecturas al mm inferior. La única excepción fueron los ejemplares de "La Bufadora" que por lo inaccesible del terreno debieron ser medidos en forma indirecta.

#### 4.3.1 La extracción artesanal como factor de selección de tallas

Con el propósito de corroborar los antecedentes de que la extracción artesanal de especies intermareales se ejerce selectivamente sobre las tallas mayores, se realizaron mediciones "in situ" de ejemplares del intermareal y de la captura de recolectores artesanales en las siguientes localidades: 1) en Isla Guadalupe, B.C., se midieron el 23 de

febrero de 1985 los ejemplares del intermareal y de un conchero contemporáneo. 2) En San Quintín, B.C., en el paraje conocido como "El Campito", se midieron el 25 de mayo de 1986, los ejemplares del intermareal y de la captura de un mariscador artesanal. 3) En la ciudad de Ensenada, en el paraje conocido como Punta Papagayo, se midieron el 30 de Setiembre de 1989 los ejemplares del intermareal y de la captura de un mariscador artesanal.

Con el propósito de corroborar la teoría de que la explotación, al cabo de un tiempo reduce las tallas de la población (Cushing 1981), se midieron ejemplares en dos concheros de diferente antigüedad localizados en Isla Santa Cruz (archipiélago Channel Islands U.S.A.). Esta isla es reconocida por la afortunada circunstancia de que los registros estratigráficos se han preservado intactos por ausencia de bioturbación (los topos están ausentes como en casi todas las islas, y los conejos que en muchas islas constituyen una plaga, en esta, por alguna razón fortuita no están presentes). Los concheros seleccionados fueron: a) en un acantilado localizado en Fraser Point NW, del que se extrajo una muestra de un estrato superficial, de aproximadamente  $280 \pm 150$  años de antigüedad (Glassow 1980) y b) en un acantilado en Fournery Cove, donde aprovechando que se había desmoronado parte del cantil se extrajo una muestra de la parte inferior del conchero, aproximadamente a 4 metros

de profundidad, cuya edad aproximada es  $2310 \pm 150$  años (Glassow op. cit). En este mismo punto fué posible medir los organismos de las poblaciones actuales del intermareal, lo cual se utilizó para poner a prueba la teoría de que al desaparecer la explotación aumenta la talla media de las poblaciones.

#### 4.3.2 Estructura poblacional de *Lottia gigantea* en localidades explotadas y no explotadas.

Se tomó como un experimento natural (Connell, 1974) la existencia de lugares que por su inaccesibilidad o alguna otra razón carecen de explotación, y otros donde existe distinto grado de actividad humana, comparando los siguientes atributos poblacionales: talla; talla en relación al sexo y clase de edad; proporción relativa de sexos y clases de edad en ambas situaciones.

##### 4.3.2.1 Trabajo de campo

Se seleccionaron una serie de lugares representativos de distinto grado de accesibilidad y explotación, entre un mínimo representado por La Bufadora (Ensenada, B.C.) o Fraser Point (Isla Santa Cruz, U.S.A.) en donde la explotación es nula, hasta un máximo representado por Punta Morro (Ensenada, B. C.) o Los Cantiles (San Quintín, B. C.) donde la explotación artesanal de especies intermareales en general, es muy intensa.

"La Chorera" (Chor), localizada en San Quintín, B. C. (Fig. 1, Tabla 1) es un paraje de grandes planos rocosos, con oleaje mediano, con acceso restringido al público desde 1985.

"Los Cantiles" (Cant), también en San Quintín, B.C., se localiza cerca de La Chorera, pero no tiene restricciones al acceso de mariscadores y turistas en general, que colectan diferentes especies intermareales para consumo directo, carnada, ornato, etc.; el oleaje también es medio, pero los planos rocosos son más pequeños y con mas anfractuosidades.

En "La Lobera" (Lob) San Quintín, B. C., los planos rocosos son semejantes a "La Chorera", pero el oleaje es mayor a los dos parajes anteriores. Al momento de realizarse el muestreo no había abulones negros presentes en las paredes ocupadas por *Lottia*; sin embargo el paraje tiene una historia muy particular respecto al abulón. Por iniciativa de la cooperativa Bahía Falsa, y aprovechando lo inaccesible del lugar, durante aproximadamente 3 años (1984-1986) se limitó totalmente el acceso a la misma y no se permitió ningún tipo de explotación de las especies allí existentes. Al cabo de ese término (1986) se permitió una campaña de recolección de abulón negro (*Haliotis cracherodii*). Luego, ocurrió una nueva clausura de aproximadamente un año y se permitió otra captura de abulón negro (1987), esta última había ocurrido poco tiempo antes de efectuarse el muestreo objeto de este trabajo

(com. pers. de Juan Guerrero<sup>1</sup>, miembro de la cooperativa)). Según comentario de los miembros de la cooperativa, al momento de realizarse las campañas de extracción de abulón, este se hallaba en gran número ocupando los planos expuestos al oleaje del intermareal y que son típicamente ocupados por *Lottia*. La extracción se hizo solo por parte de miembros de la cooperativa y únicamente sobre abulones de tamaño comercial (superior a 12 cm) y cuidando de no afectar al resto de la comunidad.

"Punta Morro", Ensenada, B. C., es una zona de mediana energía en el oleaje en la que los planos rocosos se hallan limitados. Por la cercanía a la ciudad y la accesibilidad del lugar, la influencia humana sobre la comunidad intermareal es considerable.

En el caso de "La Bufadora", cercana también a la ciudad de Ensenada, lo inaccesible del terreno hace que la comunidad que habita esos grandes planos rocosos expuestos al fuerte oleaje que por lo común allí se presenta, se pueda considerar como desprovista en lo absoluto de influencia humana a todo lo largo del tiempo.

La Isla de Santa Cruz pertenece a las llamadas Islas del Canal (Channel Islands) al sur del estado de California (U.S.A). Esta localidad ha estado protegida desde hace por lo

---

1 Cooperativa Bahía Falsa, San Quintín, B. C. México

menos 20 años por diversas razones: en la actualidad, por la Universidad de Santa Barbara California, la cual desde hace varios años solo permite el acceso a la misma con fines de estudio; anteriormente, por el propietario de la isla quien la ocupaba para cria de ganado antes de donársela a la Universidad, por lo que dichas comunidades intermareales pueden considerarse cercanas a lo que debieron ser antes de los primeros asentamientos humanos. "Fraser Point NW", una caleta al noroeste del accidente del cual toma su nombre, es una zona de grandes planos rocosos y mediana energía en el oleaje. En ella se aprecia grandes cantidades de abulón negro compartiendo el horizonte con *Lottia*. En la punta misma de "Fraser Point" se encuentra la mayor energía de todas las zonas consideradas; se trata de una pared lisa vertical que se opone perpendicularmente al oleaje dominante donde es notable la ausencia de abulón, quizás debido a que dicha especie no resiste tanto embate de las olas, en cambio si es conspicua la presencia de choros y balanos.

En Fraser Point la componente principal del disturbio está dado por la gran energía en el oleaje, superior en mucho a todos los casos considerados, en Fraser Point NW, las condiciones más benignas del oleaje y la ausencia de depredación humana sobre el abulón hacen que *Lottia* deba competir con el abulón negro *Haliotis cracherodii* por el sustrato, constituyendo la componente principal del

disturbio. Esta circunstancia no ocurre en ningún otro caso considerado, ya que en la Lobera, San Quintín, si bien no hubo explotación de *Lottia* por varios años, si ha habido extracción de abulón, por lo que este no constituye un competidor para la población de *Lottia*.

En cada localidad se estimaron subjetivamente la actividad humana, la rugosidad del sustrato, la energía del oleaje y la presencia de herbívoros ramoneadores, designándose para cada variable categorías nominales y ordinales.

Para la actividad humana, con base a lo observado y a las referencias orales de los pobladores ribereños, se designaron cuatro categorías: nula (0); baja (1); media (2); alta (3). La rugosidad del sustrato se dividió en dos categorías: liso y rugoso. La energía disipada por las olas; en tres categorías: media (1); alta (2); muy alta (3). Para los herbívoros ramoneadores, se registró la presencia de abulón negro en nula o muy baja (0); mediana (2); alta (3). Como complemento de los datos anteriores, en cada localidad se procuró obtener información oral de la historia reciente de su uso.

Para resumir el disturbio total en cada localidad, manteniendo las aportaciones de los disturbios individuales se construyó una escala de disturbio total con la suma de los disturbios individuales observados en cada una de ellas.

En todos los lugares mencionados, salvo "La Bufadora", se extrajo una muestra de lapas desprendiendo con una espátula los ejemplares situados a lo ancho de la banda de distribución de la especie. El número de animales colectados varió entre 57 y 115 debido a lo escabroso del terreno donde normalmente habitan y por tratarse de zonas de alta disipación de energía del oleaje lo que hace muy peligrosa la recolección. Los ejemplares se mantuvieron vivos y se congelaron al llegar al laboratorio. No se realizó fijación ni preservación de especímenes.

Para el estudio de los organismos de la Bufadora, dado lo inaccesible y peligroso de la pared en que se sitúan los ejemplares, se diseñó un método indirecto. Se fotografiaron los ejemplares, previo deslizamiento de una regla de longitud conocida sujeta al extremo distal de un aparejo regular de pesca deportiva. Las fotografías se tomaron desde el área turística opuesta a la pared donde habitan las *Lottias*, recorriendo sistemáticamente toda la superficie de la pared con un diseño de barrido horizontal en franjas de un cuadro de alto. Se utilizó un lente de 200 mm y película ASA 400 para transparencias.

Para estimar el efecto de un disturbio físico natural se aprovechó una devastadora tormenta invernal extratropical

que azotó la región el 17 y 18 de enero de 1988, y se repitió la secuencia fotográfica de la misma pared estudiada el año anterior a la tormenta.

#### 4.3.2.2 Trabajo de laboratorio

En el laboratorio, se midió con vernier el diámetro mayor de la concha, aproximando todas las mediciones al mm inferior, y se determinó el sexo por inspección macroscópica de la gónada. En la muestra de Punta Morro, sin embargo, la determinación del sexo no pudo realizarse en una parte importante de la muestra (36.89 %) debido muy probablemente a que ya se había producido el desove de los animales. La muestra fué tomada el 12 de Abril y el período reproductivo reportado por Daley (1975) es entre Enero y Febrero, otro inconveniente fué lo pequeño de los animales colectados lo que hizo muy difícil extraer la concha sin dañar las partes blandas de los mismos para la determinación del sexo.

Como un indicador de la historia individual, dado que no existen estructuras que registren marcas que puedan relacionarse fehacientemente con eventos periódicos (inviernos, por ejemplo), se seleccionaron dos aproximaciones (Fig. 2): 1) la edad relativa (viejo, joven), tomando en cuenta la erosión y la magnitud de las incrustaciones sobre las conchas de los animales viejos en contraste con el patrón de "damero" que se presenta en los animales jóvenes

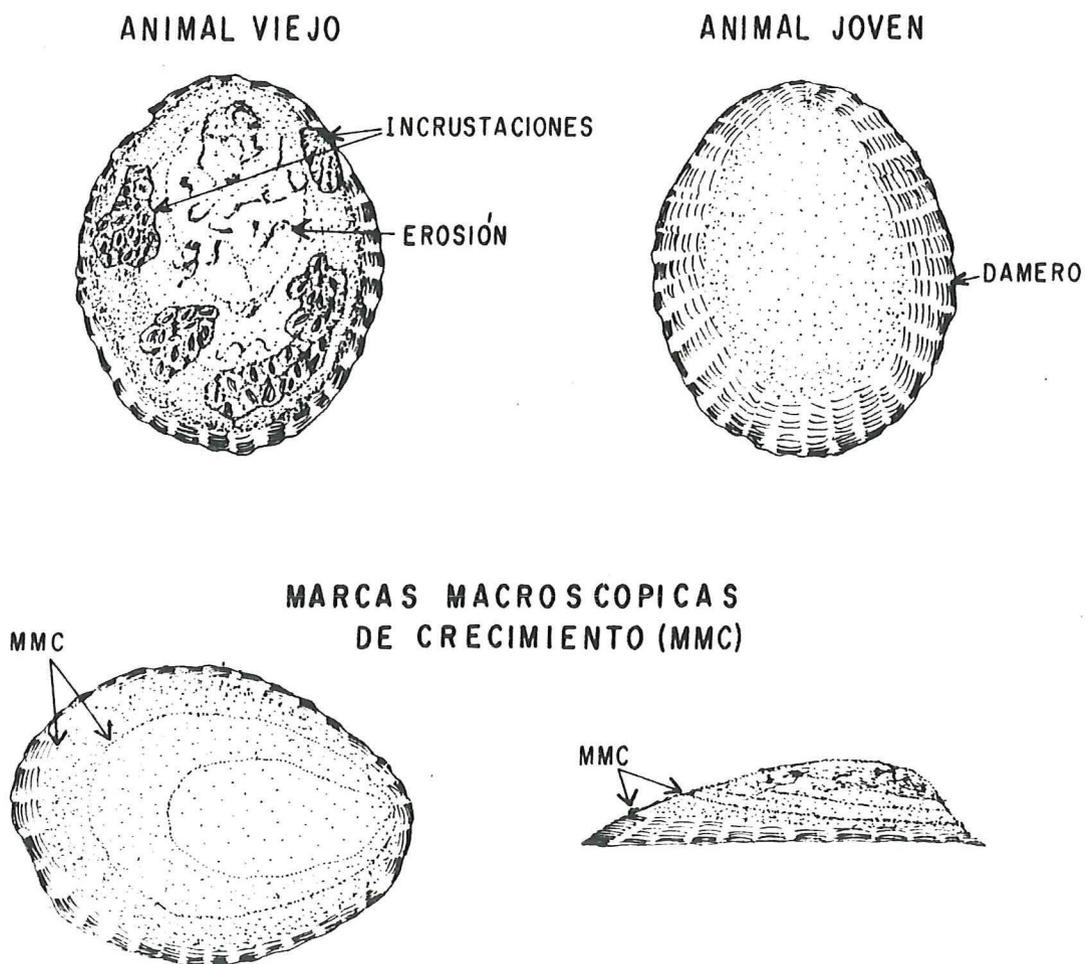


Figura 2: Criterios utilizados para determinar edad de *Lottia gigantea*: edad relativa (jóven vs viejo) y Marcas Macroscópicas de Crecimiento.

1985); 2) Identificando señales morfológicas correlacionables con eventos de crecimiento. Al efecto, se identificaron las inflexiones que se observan macroscópicamente colocando la concha de lado y se las definió como Marcas Macroscópicas de Crecimiento (MMC) (Fig. 2).

El primer criterio se aplicó en todas las conchas, mientras que el segundo solo en aquellas en que las MMC no estaban oscurecidas por el desgaste o las incrustaciones. En las muestras de los concheros de la isla Santa Cruz (debido al deterioro de las conchas), y en las muestras de La Bufadora (que fueron estudiadas por métodos indirectos) solo se midió el largo total.

Para los ejemplares de La Bufadora, las transparencias se proyectaron, y sobre la pantalla se midió la regla y las lapas fotografiadas aproximando las mediciones al mm inferior. Posteriormente se realizó la conversión de las longitudes de los animales mediante la fórmula:

$$LRC = \left( \frac{LRP}{LFP} \right) \cdot LFC$$

donde : LRC = Longitud Real de la Concha

LRP = Longitud Real del Patrón

LFP = Longitud Fotográfica del Patrón

LFC = Longitud Fotográfica de la Concha

Para calcular la exactitud del método se tomaron cinco fotografías de un arreglo espacial donde la regla utilizada en el experimento de campo se pegó a un tablero, al igual que 40 conchas de *Lottia* escogidas al azar, numeradas y medidas con vernier aproximando las mediciones al mm inferior. Las fotografías fueron tomadas a distancias diferentes reproduciendo el rango de distancias de la experiencia de campo. Se calculó por el método fotográfico la longitud de las conchas del arreglo y se las comparó con las obtenidas directamente; se estimó que el error medio del método es menor a un milímetro (intervalo del error al 95 % =  $0.479 \text{ mm} - 0.893 \text{ mm}$ ).

#### 4.4 Tratamiento de datos

Para la comparación simultánea de conjuntos de datos se utilizó un Análisis de Varianza de diseño post no-balanceado. La elección del método se hizo teniendo en cuenta las características de los datos los que, por tratarse de muestras biológicas no presentan en todos los casos normalidad, sin embargo, si se cumplieron los requisitos del método sobre homoscedasticidad. De encontrarse diferencias significativas entre las muestras a un  $\alpha = 0.05$ , se aplicó la prueba a posteriori (paramétrica) de rangos múltiples utilizando el intervalo de confianza de 95% para determinar

agrupación de las muestras. Para la comparación de dos muestras se utilizó una prueba  $t$  de Student a dos colas y a un nivel de 95 % ( $\alpha = 0.05$ ) (Sokal y Rohlf, 1977)

#### 4.4.1 Captura experimental de langosta.

Los datos de la captura experimental de langosta con diferentes tipos de carnada se agruparon de tres formas diferentes: a) por trampa, ya que por ser estas de hechura artesanal, varían ligeramente en sus proporciones; b) por día de experimentación, debido a que hubo variación en las condiciones meteorológicas a lo largo del experimento; y c) por tipo de carnada. En cada uno de los casos se realizó un Análisis de Varianza paramétrico; luego se aplicó la prueba a posteriori (paramétrica) de rangos múltiples utilizando el intervalo de confianza de 95% para determinar agrupación de las muestras (Sokal y Rohlf op. cit).

#### 4.4.2 Estudio poblacional de *Lottia gigantea*

Las clases de tamaño se dividieron en intervalos de 2 mm. En las graficas de frecuencias relativas de clases de tamaño se incorporaron otras variables tales como la edad relativa y el sexo.

En la comparación de solo dos muestras se utilizó una prueba  $t$  de Student a dos colas ( $\alpha = 0.05$ ). Los análisis realizados fueron: talla promedio de captura artesanal vs. talla promedio de la población intermareal en El Campito y

## V RESULTADOS

### 5.1 Caracterización de la extracción artesanal de invertebrados

En las cinco localidades estudiadas se verificó la recolección activa de carnada para la pesca de langosta. La operación en cada campo pesquero era realizada por al menos seis equipos, considerándose como tal al conjunto de panga, trampas, "reciba" y tripulantes. Los equipos observados operaron con un número de trampas que osciló entre 15 y 35, y comunmente estuvieron integrados por dos pescadores aunque ocasionalmente fué posible observar tres tripulantes. La "reciba" es única, y consiste en una caja de madera no mayor de 1 m<sup>2</sup> que se mantiene fondeada en aguas someras a vista del campo pesquero y bajo estricto control de los propietarios. En ellas se mantienen las langostas vivas hasta el paso del comprador o recolector de la cooperativa.

Esta actividad es temporal, ligada al período en que está permitida la captura de langosta (octubre - marzo). El resto del año, los pescadores se dedican a otras actividades como pesca de escama, o buceo de algas o abulón.

#### 5.1.1 Las trampas utilizadas

Las trampas, por ser de hechura artesanal, no son idénticas y varían ligeramente en sus proporciones; sin embargo se puede intentar describir un modelo general de

trampa californiana la cual básicamente corresponde al modelo descrito por Chapa-Saldaña (1964). Tiene la forma de una pirámide truncada, de 33 cm de alto con base rectangular de 91 x 80 cm y cara superior de 91 x 34 cm. Está construida de tiras o listones de madera corriente (latilla), montada sobre un armazón también de madera, más gruesa, de la misma calidad. Las latillas tienen 3.5 a 4 cm de ancho y 6 a 8 cm de espesor separadas por 3.5 a 4 cm. El matadero de la trampa va armado sobre la tapa que es móvil y consta de un embudo construido sobre un cuadro de 32 x 32 cm. El embudo se coloca invertido con el objeto de que la langosta no pueda escapar.

Como peso, se construye generalmente en la base una superficie de concreto, a la que las latillas de madera sirven de armazón. Aunque también es muy frecuente que el concreto sea sustituido por grandes piedras que son amarradas a las esquinas o fijadas con tiras de madera por dentro de la trampa.

La trampa se fondea en los fondos rocosos mediante un cabo que va fijo en la parte media e inferior de las caras laterales, aprovechando agujeros en la tira gruesa del armazón. El sistema de flotación del cabo consiste en un boyarín de los utilizados en las redes de playa y una boya de materiales diversos entre los que predominan boyas de redes de mayor tamaño y boyas improvisadas "ad-hoc" con trozos de viejos salvavidas en desuso.

Los botes langosteros comunmente usados son pangones de 16 pies de eslora, 5.5 pies de manga y 2 pies de puntal, propulsados por motor fuera de borda y tripulados por dos pescadores.

#### 5.1.2 Tipo de carnada y modo de obtención.

A excepción de Puerto Nuevo (donde se utilizan peces recogidos con espinel en razón de que no hay suficiente quitón, y el caracol y el abulón lo tienen prohibido por la cooperativa local) (Tabla II), en todos los lugares se emplea quitón (cucaracha) y abulón negro como carnada preferencial, *Lottia sp* (lapa gigante) y mejillones como carnada secundaria. *Astraea sp* (caracol chino) es carnada preferencial en algunos lugares y secundaria en otros.

En Bahía Tortugas e Isla Natividad, la preferencia por el quitón se atribuyó respectivamente a una mayor duración de la carnada en las trampas, y a la mayor facilidad de obtención. En Punta Baja, la preferencia por *Astraea* se debe a la facilidad de obtención, ya que el caracol es donado por los buzos de la cooperativa que se dedican a esa actividad. El abulón negro fué la carnada preferencial en Isla Todos Santos donde, según testimonio de un pescador furtivo, se trata de la especie más fácil de conseguir.

Tabla II: Caracterización de la extracción de invertebrados en las costas de Baja California: Carnadas utilizadas para cebar trampas de langosta en cinco localidades. Se indica preferencias y modo de extracción.

LUGAR	CARNADA PREFERENCIAL	MODO DE EXTRACCION	OTRAS CARNADAS	MOTIVOS DE LA PREFERENCIA
BAHIA TORTUGAS	CUCARACHA (QUITON)	RECOLECCION EN PLAYA	LAPA (LOTTIA) CARACOL CHINO (ASTRAEA)	DURA MAS EN LAS TRAMPAS
PUNTA BAJA	CARACOL CHINO (ASTRAEA)	BUCEO	LAPA (LOTTIA) QUITON CHORO LATAS DE SARDINA	SUPONEN QUE ES LA MEJOR CARNADA
PUERTO NUEVO	PESCADO	PESCA CON ESPINELES	—	NO TIENEN CUCARACHA (QUITON) SUFICIENTE Y EL CARACOL Y EL ABULON LO TIENEN PROHIBIDO POR LA COOPERATIVA
ISLA NATIVIDAD	QUITON CARACOL CHINO (ASTRAEA)	REC. EN PLAYA BUCEO	LAPA (LOTTIA) LATAS DE SARDINA	AMBOS SON FACILES DE CONSEGUIR EL CARACOL SE LO PIDEN A LOS BUZOS DE LA COOP. QUE SE DEDICAN A ESO.
ISLA TODOS SANTOS (PESCADOR FURATIVO)	ABULON NEGRO	REC EN PLAYA	LAPA (LOTTIA) CARACOL CHINO (ASTRAEA)	FACIL DE CONSEGUIR

Con respecto al modo de colecta, la cucaracha, el abulón negro, la lapa y los choros son recogidos en el intermareal mientras que *Astraea* es recogida por buceo (Tabla II).

## 5.2 Experimentación con diferentes tipos de carnada

Se obtuvieron 119 langostas luego de nueve días no consecutivos de experimentación entre el 1 y el 15 de marzo de 1987 en los cuales operaron entre ocho y 11 trampas por día. El promedio de la captura por trampa solo fué significativo entre días.

### 5.2.1 Número promedio de langostas capturadas por cada trampa

Independientemente del día particular de captura y de la carnada utilizada, el número total de langostas capturadas por cada trampa varió entre 0 para la trampa #4, y 17 langostas para las trampas #9 y #6. El promedio de langostas capturado por cada trampa osciló entre 0 y 2.6 trampas #4 y #11 respectivamente (Tabla III, Fig. 3a). El Análisis de Varianza no registró diferencias significativas entre el número de langostas capturadas por trampa (Tablas III y Va, Fig. 3a).

### 5.2.2 Número de langostas capturadas cada día

Independientemente de la trampa individual y del tipo de carnada, la captura total de langosta de cada día varió entre dos y 27 ejemplares (día #5 y #9). El promedio de langostas

Tabla III: Número de langostas capturadas por trampa y día de experimentación. Se indica el tipo de carnada utilizado: A= abulón negro; C= caracol; L= lapa gigante; P= peces; F= abulón chino; el signo (-) indica que la trampa no fué colocada o se perdió.

* DIA * TRANCHA #*	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TOT	$\bar{X}$
1	1 (A)	1 (A)	2 (C)	1 (P)	0 (P)	-	-	-	-	5	1
2	0 (L)	0 (L)	1 (A)	2 (C)	0 (P)	-	-	-	-	3	0.6
3	0 (P)	5 (P)	1 (P)	1 (A)	1 (A)	0 (P)	0 (P)	2 (A)	-	10	1.25
4	0 (P)	0 (P)	0 (P)	0 (C)	-	-	-	-	-	0	0
5	5 (A)	0 (A)	4 (L)	1 (L)	0 (L)	0 (L)	-	-	-	10	1.6
6	7 (L)	2 (L)	0 (C)	1 (P)	0 (P)	0 (P)	0 (P)	1 (A)	6 (L)	17	1.8
7	2 (P)	2 (P)	3 (A)	0 (A)	0 (A)	2 (P)	0 (P)	0 (L)	0 (P)	9	1
8	2 (P)	2 (P)	0 (P)	0 (P)	0 (C)	1 (P)	1 (P)	6 (L)	2 (L)	14	1.6
9	-	0 (C)	1 (L)	3 (P)	1 (P)	3 (P)	2 (C)	5 (L)	2 (L)	17	2.13
10	-	-	-	-	0 (L)	6 (P)	0 (C)	2 (A)	3 (P)	11	2.2
11	-	-	-	-	0 (P)	0 (L)	0 (C)	4 (A)	9 (A)	13	2.6
12	-	-	-	-	-	2 (C)	0 (C)	0 (A)	-	2	0.6
13	-	-	-	-	-	-	0 (P)	4 (L)	3 (P)	7	2.3
14	-	-	-	-	-	-	-	1 (A)	2 (A)	3	1.5
15	-	-	-	-	-	-	-	1 (L)	0 (P)	1	0.5
TOT	16	11	12	9	2	14	3	25	27		
$\bar{X}$	2	1.2	1.3	1	0.2	1.6	0.3	2.3	3		

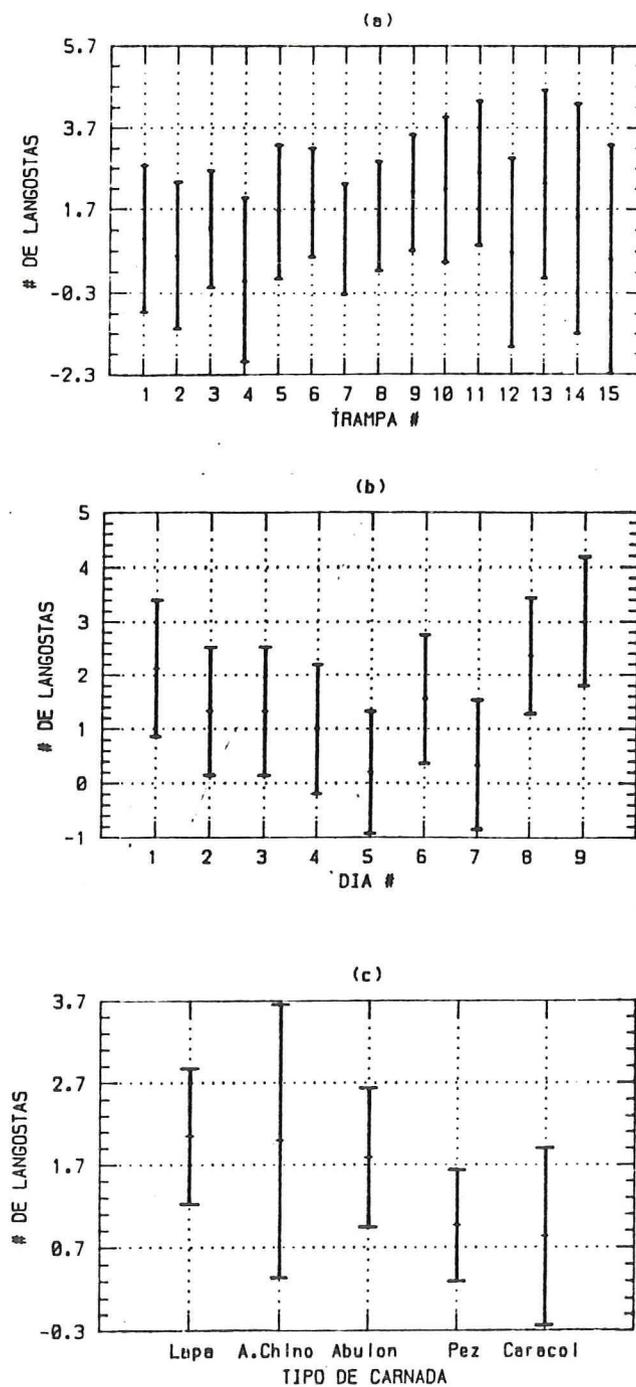


Figura 3: Número medio de langostas (Int. Conf. 95 % utilizando la Varianza global), capturadas por trampa (a), por día (b) y por tipo de carnada (c).

capturadas por día osciló entre 0.2 y tres langostas por trampa (días #5 y #7) (Tabla III, Fig. 3b). Estos valores fueron significativamente diferentes (Tabla Vb). Mediante la prueba a posteriori se identificaron tres grupos: 1) días #5 y #7 con capturas bajas (menos de un individuo por trampa en promedio); 2) días #1, #2, #3, #4, #6 y #8 con capturas intermedias (promedio entre uno a casi 2.4 langostas por trampa); 3) día #9 con captura alta (promedio de tres langostas por trampa).

### 5.2.3 Captura por tipo de carnada

Independientemente de la trampa individual y del día de experimentación, el número de langostas capturadas por cada tipo de carnada osciló entre 41 ejemplares en las 20 trampas cebadas con *Lottia gigantea* y diez langostas en las cinco trampas cebadas con abulón chino y las doce cebadas con caracol. Las capturas medias por tipo de carnada fueron 0.83 caracol; 0.97 pez; 1.79 abulón; 2.0 abulón chino; 2.05 *Lottia gigantea* (Tabla IV, Fig 3c). Estas diferencias no fueron estadísticamente significativas (Tabla Vc)

### 5.3 Estructura poblacional en una especie sujeta a explotación artesanal: *Lottia gigantea*

La explotación artesanal afecta la estructura poblacional de *Lottia gigantea*, sin embargo no es el único elemento

Tabla IV: Número de langostas capturadas por día y tipo de carnada en Isla Todos Santos, B.C, del 1 al 15 de Marzo de 1987.

	LAPA <i>Lottia g.</i>	A. CHINO <i>Fissurella</i>	ABULON <i>Haliotis c.</i>	PEZ (indet.)	CARACOL <i>Astraea sp.</i>
	0	0	1	0	0
	7	2	5	2	2
	0	5	1	0	0
	2	2	0	2	2
	4	1	1	0	0
	1	-	3	0	0
	1	-	1	1	2
	0	-	0	1	2
	0	-	0	1	2
	0	-	1	0	0
	0	-	0	3	0
	0	-	2	0	0
	0	-	1	0	-
	6	-	2	0	-
	5	-	4	1	-
	4	-	0	0	-
	1	-	1	0	-
	6	-	9	0	-
	2	-	2	2	-
	2	-	-	1	-
	-	-	-	3	-
	-	-	-	6	-
	-	-	-	0	-
	-	-	-	0	-
	-	-	-	0	-
	-	-	-	1	-
	-	-	-	0	-
	-	-	-	0	-
	-	-	-	3	-
	-	-	-	3	-
	-	-	-	0	-
TOT	41	10	34	30	10
N	20	5	19	31	12
$\bar{X}$	2.05	2.00	1.79	0.97	0.83

Tabla V: Resumen del Análisis de Varianza del número de langostas capturadas: a) por trampa; b) por día de experimentación; por tipo de carnada.

(a)

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	g.l.	Media Cuadrática	F	Nivel de Signif.
Entre	36.32192	14	2.5944229	.662	.8020
Dentro	226.35270	68	3.9169526		
Totales (corregidos)	302.67470	82			

(b)

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	g.l.	Media Cuadrática	F	Nivel de Signif.
Entre	63.43202	8	7.9290020	2.453	.0206
Dentro	239.24268	74	3.2330091		
Totales (corregidos)	302.67470	82			

(c)

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	g.l.	Media Cuadrática	F	Nivel de Signif.
Entre	22.66000	4	5.6649989	1.631	.1742
Dentro	284.74230	82	3.4724671		
Totales (corregidos)	307.40230	86			

involucrado. Los resultados muestran que la estructura poblacional es moldeada por los agentes que componen el disturbio total en cada localidad. La extracción artesanal es un agente de mortalidad selectivo por tallas, mientras que el oleaje no. La presencia de competidores, si bien no constituye un factor de mortalidad, actúa como disturbio selectivo de ciertas tallas.

### 5.3.1 La extracción artesanal como factor de selección de tallas

Las evidencias presentadas en este trabajo sugieren que la extracción artesanal, operando selectivamente sobre las tallas superiores, produce a través del tiempo una reducción general tanto de las tallas de los organismos intermareales como de las capturas.

#### 5.3.1.1 La extracción en la actualidad.

La comparación de las tallas medias de las capturas artesanales y de las poblaciones intermareales respectivas, mostró una talla media de la captura superior a la de la población intermareal en dos casos, El Campito e Isla Guadalupe, mientras que en el caso de Punta Papagayo, la talla media de la captura fue inferior a la talla media de la población intermareal (Fig. 4). Las pruebas *t* de Student efectuadas indican que la diferencia fue significativa en

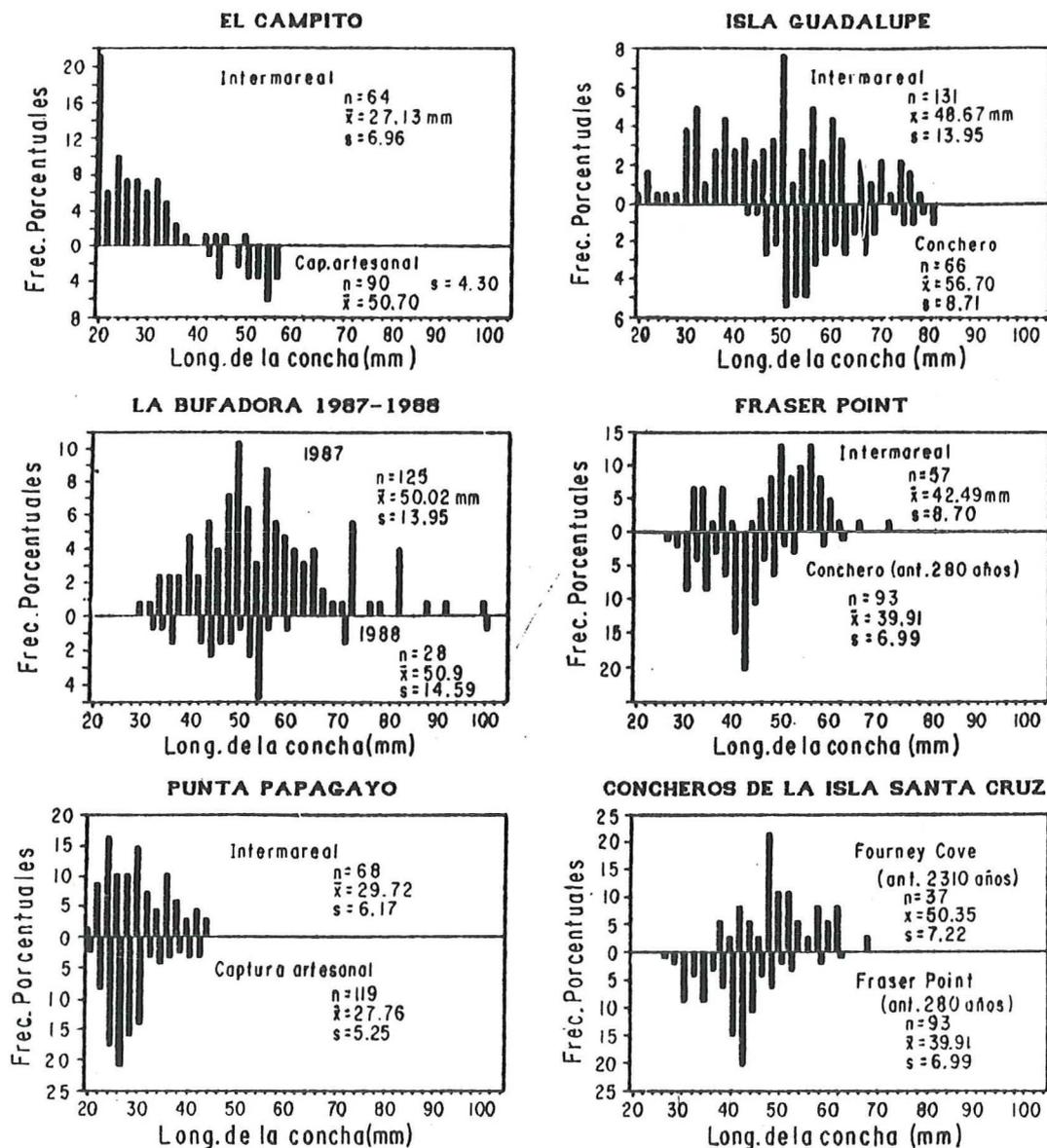


Figura 4: Frecuencias porcentuales de tallas de *Lottia gigantea* en concheros y en las capturas de pescadores artesanales, y en el intermareal correspondiente. Se incluye las frecuencias porcentuales de La Bufadora antes y después de una tormenta.

42.49 ± 8.73 mm; b) para el conchero (n=93), la talla media fué de 39.91 ± 6.99 mm. La diferencia fue estadísticamente significativa ( $t_{calc} = -2.709$ ,  $t_{0.975, 120} = 1.96$ ) (Fig. 4).

### 5.3.1.3 Comportamiento de la talla media de las capturas artesanales en las cinco localidades estudiadas.

Las muestras de capturas artesanales mostraron un gradiente decreciente de tallas en la siguiente secuencia: Isla Guadalupe, Fourney Cove (mayor antigüedad), El Campito, Fraser Point (muestra reciente) y Punta Papagayo (Fig. 5).

Las diferencias mostraron ser significativas (Tabla VI). La prueba a posteriori de rangos múltiples (int. conf. 95%) presentó cuatro grupos homogéneos: a) Punta Papagayo; b) Fraser Point; c) Fourney Cove - El Campito; d) Isla Guadalupe.

### 5.3.1.4 La mortalidad natural (disturbio físico).

La talla media de la población de La Bufadora, antes y después de la tormenta de enero de 1988, no tuvo variación significativa, mostrando que este agente de mortalidad no es selectivo por tallas. La población existente en la Bufadora en 1987 era de 125 ejemplares; la que sobrevivió a la tormenta de enero de 1988, fué de 29 ejemplares, lo que representa una mortalidad del 77.6 %. En 1987 la talla media fué 55.313 ± 10.895 mm; en 1988 la talla media fué

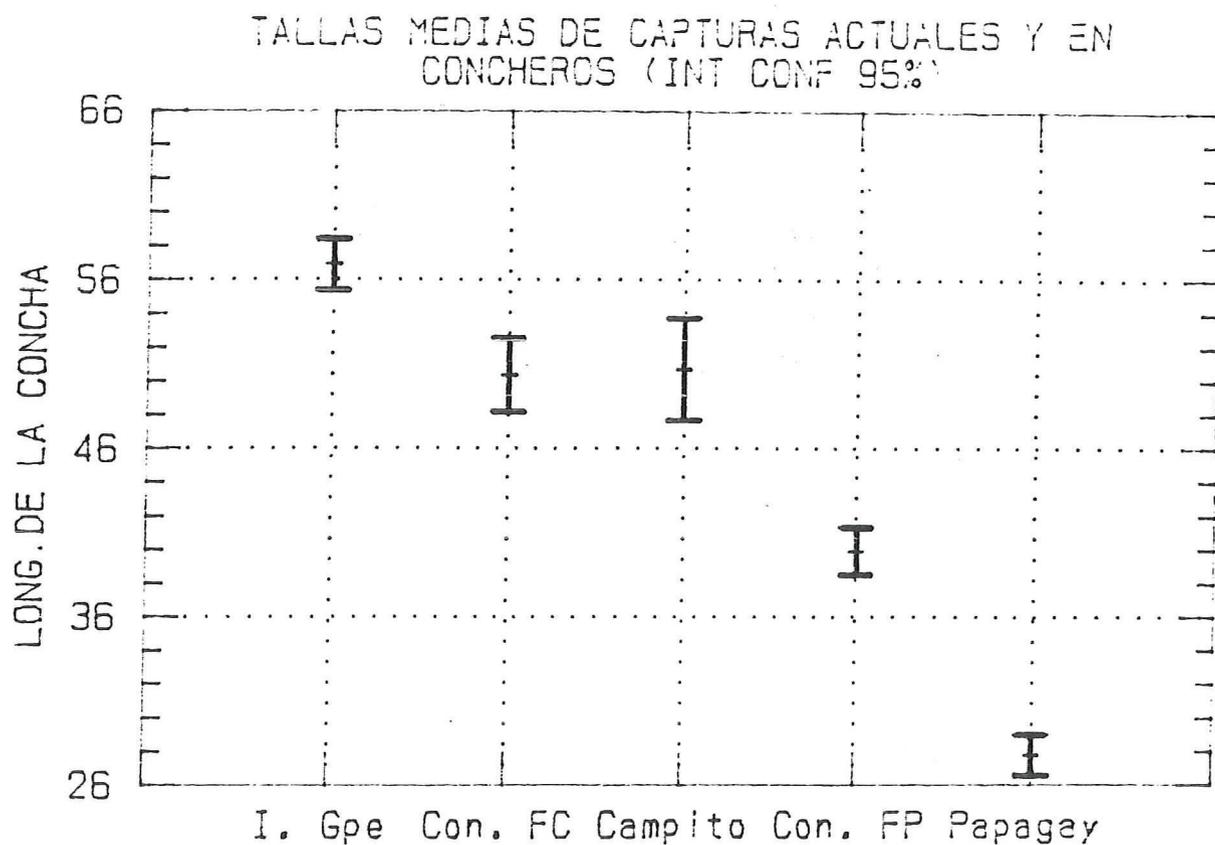


Figura 5: Longitud de la concha de *Lottia gigantea* (media e Int. Conf. 95 % utilizando Varianza global) extraídas en capturas artesanales. Se consideran extracciones actuales y en concheros.

Tabla VI: Resumen del Análisis de Varianza de las tallas de *Lottia gigantea* en capturas artesanales actuales y en concheros.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	g.l.	Media Cuadrática	F	Nivel de Signif.
Entre	45785.500	4	11446.375	241.501	.000
Dentro	16209.728	342	47.397		
Totales (corregidos)	61995.228	346			

98.929 ± 14.599 mm (Fig. 4). Las diferencias no fueron estadísticamente significativas a un nivel del 95 % ( $t_{calc} = 1.355$ ,  $t_{0.975, 120} = 1.96$ ).

### 5.3.2 La explotación artesanal y otros agentes de disturbio: caracterización

Los lugares utilizados muestran un mosaico de condiciones en los atributos medidos, con un grado de explotación que va de la explotación nula a máxima, con exposición al oleaje de mediana a muy alta, y con diferente grado de rugosidad del sustrato; en un solo caso se detectó la presencia de un herbívoro competidor representado por el abulón (Tablas VII y VIII).

En cada localidad se asignó un valor numérico de disturbio total, compuesto por las aportaciones de los disturbios individuales. La localidad con el mayor disturbio total (grado cinco) fué Punta Morro, donde la mayor aportación provino de la explotación, la cual fue máxima (grado cuatro), mientras que la energía del oleaje aportó mucho menos (1/5 del total). Fraser Point NW, y Los Cantiles tuvieron valor de cuatro en la escala de disturbio total, pero al interior de este valor hubo matices que los diferenciaron: el grado de explotación fue nulo (grado cero) en Fraser Point NW, y alto en Los Cantiles (grado tres); mientras que la presencia de abulón fue alta (grado tres), en

Tabla VII: Caracterización de los lugares de muestreo.

LOCALIDAD	PARAJE	SUS- TRATO	ENERGIA DEL OLEAJE	ACTIVIDAD HUMANA			PRESENCIA DE ABULON
				ACTUAL		PASADO	
				Lottia	OTROS		
San Quintín	Chorera	L	M	B	M	M	NO
	Lobera	L	A	N	M	M	NO
	Cantiles	R	M	A	A	A	NO
Ensenada	P Morro	R	M	A	A	A	NO
	Bufadora	L	MA	N	N	N	NO
Isla Sta Cruz	Fraser P	L	MA	N	N	N	NO
	Fraser NW	L	M	N	N	N	SI

(\* ) MA=Muy Alta; A=Alta ;M=Media ; B=Baja; N=Nula; L=Liso; R=Rugoso

Tabla VIII: Composición del disturbio en las localidades: a) representación numérica de los diferentes factores de disturbio en las localidades; b) ordenamiento ideal según el grado de disturbio total.

(a)

	La Bufadora	Fraser P	Fraser P NW	Lobera	Chorera	Cantiles	P. Morro
Grado de Explotación	0	0	0	1	2	3	4
Energía del Oleaje	3	3	1	2	1	1	1
Presencia de Abulón	0	0	3	0	0	0	0
Disturbio Total	3	3	4	3	3	4	5

(b)

	La Bufadora	Fraser P	Lobera	Chorera	Fraser P NW	Cantiles	P. Morro
Disturbio Total	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*
					*	*	*

Fraser Point NW, y nula en Dos Cantiles. La energía del oleaje aportó en forma semejante en ambas localidades (grado uno).

Las restantes localidades tuvieron un disturbio total de grado tres, aunque mostraron variaciones al interior. La presencia de abulón no contribuyó al disturbio en ninguna de las cuatro localidades. En La Bufadora y Fraser Point la explotación no aportó al disturbio total, el cual estuvo compuesto en un 100% por la energía del oleaje que fué muy alta en ambos (grado tres). En La Lobera y La Chorera el disturbio total estuvo compuesto por la explotación y la energía del oleaje, aunque con diferente balance en cada localidad: en La Lobera el grado de explotación fué bajo (grado uno) y la energía del oleaje fué alta (grado dos), mientras que en La Chorera el grado de explotación fué mediano (grado dos) y la energía del oleaje mediana (grado uno).

De este modo las localidades ordenadas según un grado creciente de explotación no conservan la misma relación ordinal una vez calculado el disturbio total (Tabla VIIIa). En un ordenamiento ideal según el grado de disturbio total (Tabla VIIIb) quedan colocados en un extremo La Bufadora y Fraser Point con un grado tres de disturbio total que proviene totalmente del oleaje; en el otro extremo se sitúa Punta Morro con un grado de disturbio máximo que proviene

casi totalmente de la explotación. Las otras cuatro localidades se ordenan de izquierda a derecha: La Lobera; La Chorera; Fraser Point NW y Los cantiles, según un gradiente decreciente del oleaje y un gradiente creciente de explotación y presencia de abulón.

### 5.3.3 Estructura poblacional de *Lottia gigantea* en relación con la explotación artesanal y otros agentes de disturbio.

En general la disminución de tallas con el mayor grado de explotación quedó razonablemente explicada por el mismo gradiente de explotación, aunque las pruebas a posteriori sugieren que puede haber otros factores involucrados con los cuales se relacione las variaciones observadas en otros atributos poblacionales como la proporción de sexos y clases de edad.

En general todas las pruebas a posteriori agruparon las localidades en forma consistente. Punta Morro siempre ocupó el extremo correspondiente al grado máximo de disturbio, y La Bufadora, Fraser Point, y la Lobera el extremo correspondiente a un disturbio total bajo, aunque según la variable considerada, hubo variaciones que permiten visualizar el mosaico de respuestas poblacionales a las diferentes condiciones ambientales.

### 5.3.3.1 Estructura poblacional por tallas

La talla media tendió a disminuir a medida que aumentó la explotación, desde un extremo de ejemplares de  $55.016 \pm 13.695$  mm a un mínimo de  $28.4 \pm 6.8$  mm en Punta Morro (Figs. 6 y 7). La diferencia de las tallas medias fué significativa (Tabla IX). La prueba a posteriori de rangos múltiples (int. conf. 95%) formó cinco grupos homogéneos: a) Punta Morro; b) Los Cantiles y Fraser Point NW; c) Fraser Point NW y la Chorera; d) Fraser Point y la Lobera; e) la Bufadora (Tabla XIII).

### 5.3.3.2 Composición de la población según sexo y clase de edad.

La proporción de sexos no estuvo claramente relacionada con el gradiente de explotación, sino más bien con el disturbio total. La proporción de machos tendió a ser mayor en condiciones de disturbio intermedio (La Lobera 58.76%, La Chorera 60%) y menor en condiciones de mayor disturbio (37% en Fraser Point, 20% en Los Cantiles y 26% en Punta Morro) (Fig. 8).

La proporción de individuos jóvenes y viejos tampoco estuvo estrictamente relacionada con un gradiente de explotación sino con el disturbio total. El número de animales con conchas erosionadas y con gran número de incrustaciones, considerados como "viejos" tendió a ser mayor

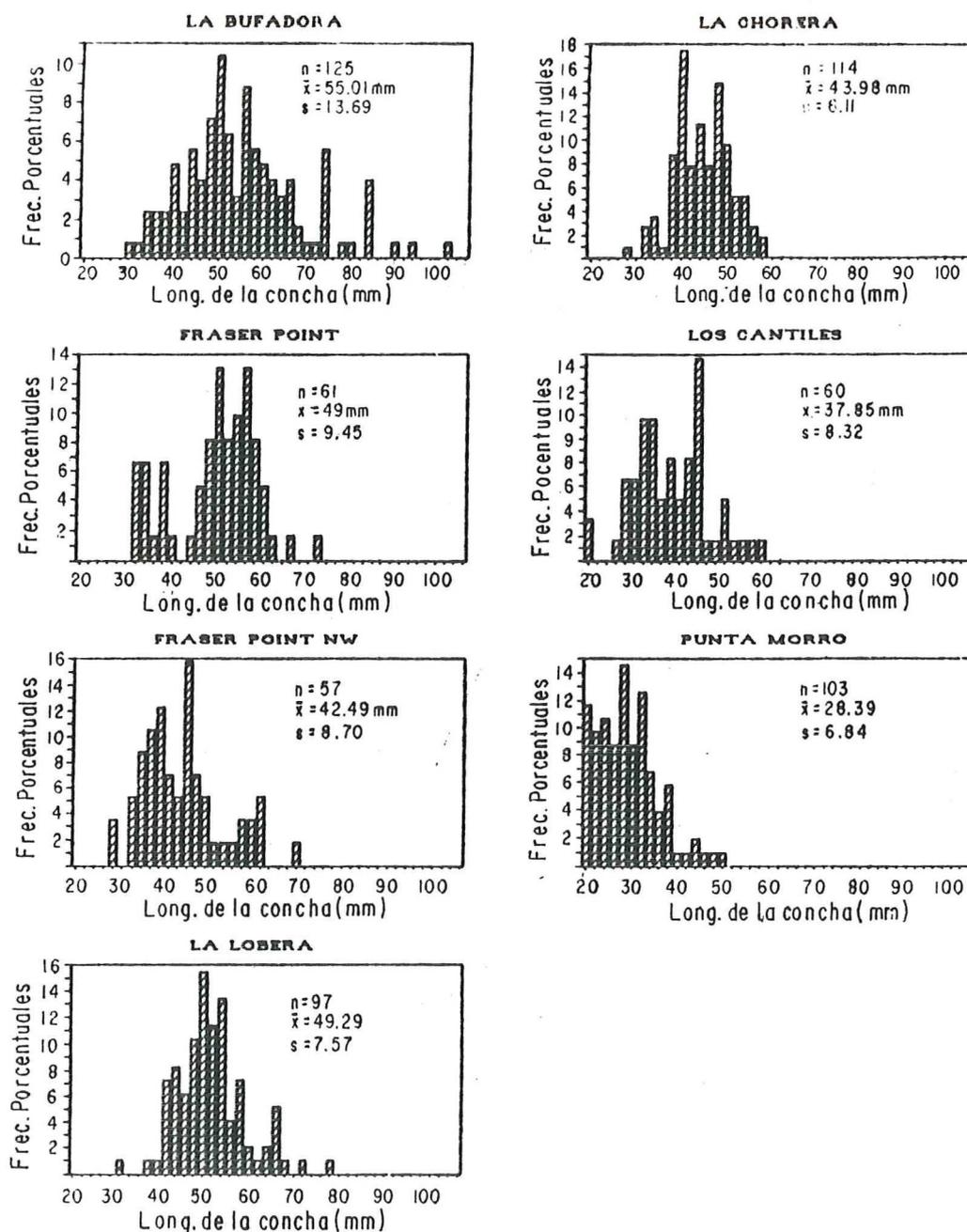


Figura 6: Frecuencias porcentuales de talla de *Lottia gigantea* en localidades con distinto grado de disturbio total.

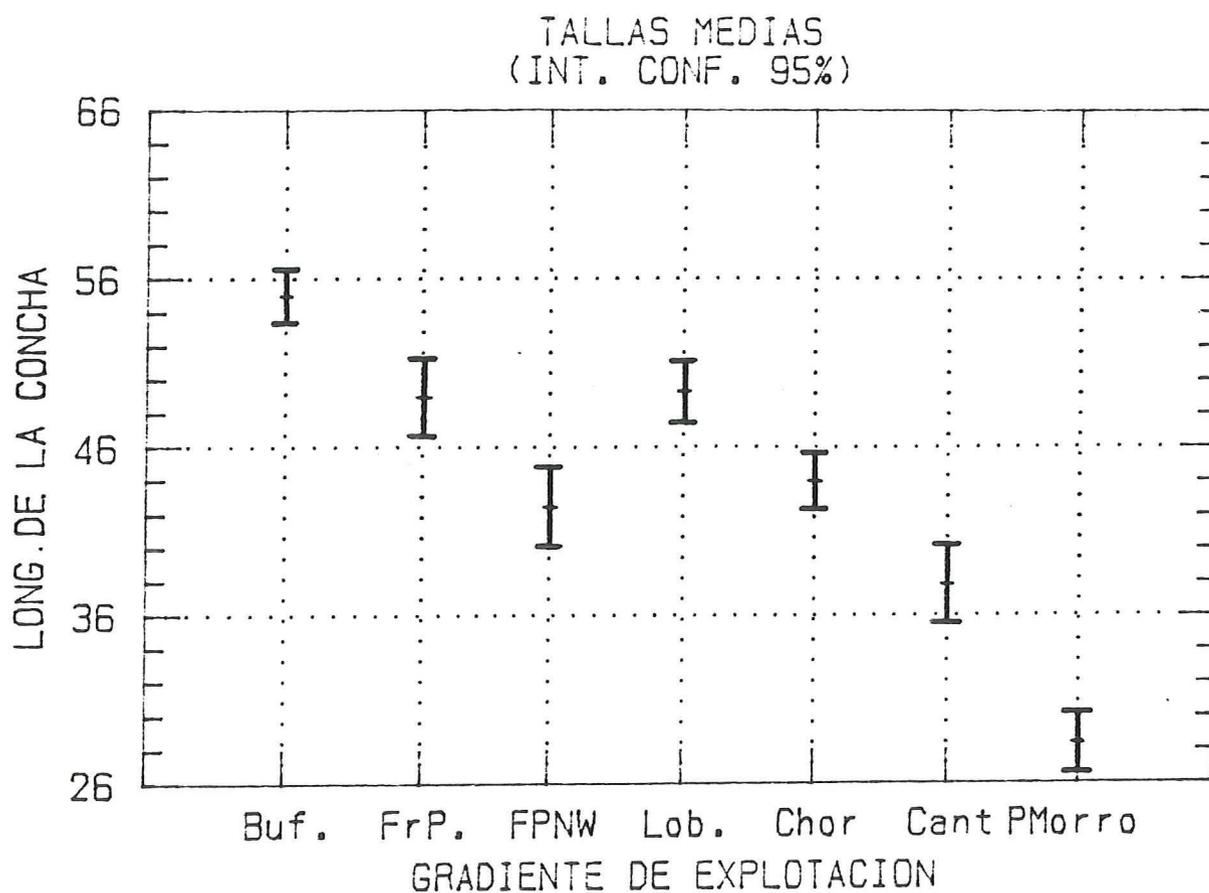


Figura 7: Tallas de la población intermareal (media e Int. Conf. 95 % utilizando varianza global), de *Lottia gigantea* a lo largo de un gradiente de explotación.

Tabla IX: Resumen del Análisis de Varianza de las tallas en localidades con distinto grado de disturbio total.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	g.l.	Media Cuadrática	F	Nivel de Signif.
Entre	46860.922	6	7810.1537	92.647	.000
Dentro	51422.838	610	84.2997		
Totales (corregidos)	98283.760	616			

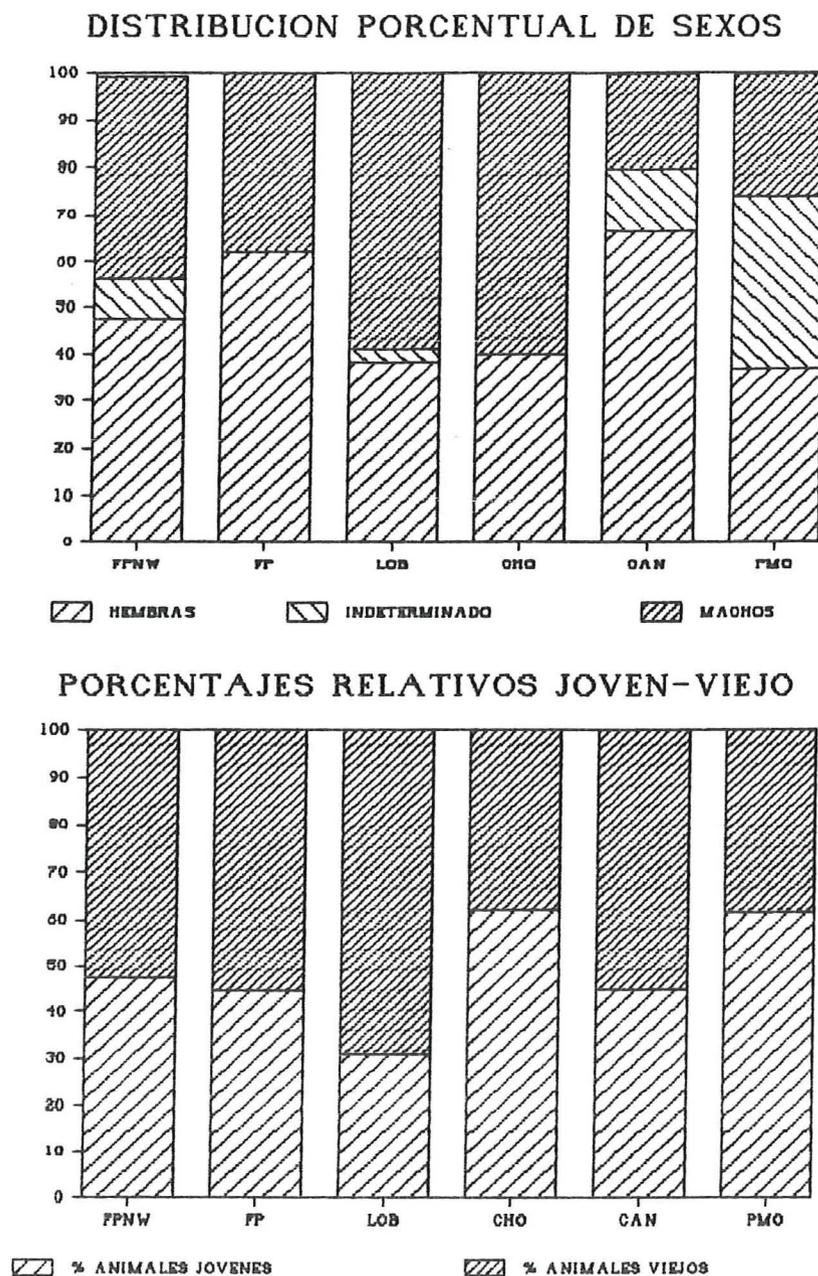


Figura 8: Distribución porcentual de sexos y porcentajes relativos joven-viejo de *Lottia gigantea* en localidades con diferente grado de disturbio total.

en localidades con disturbio intermedio (La Lobera 69.07% y 55 % en Los Cantiles), mientras que el porcentaje de animales jóvenes tendió a ser mayor en lugares con mayor disturbio (47.3% en Fraser Point NW, 61.17% en Punta Morro) (Fig. 8).

#### 5.3.3.3 Por talla y sexo

Tanto la talla media de los machos como de las hembras disminuyó según un gradiente creciente de explotación, aunque mostraron diferencias en el número y calidad de los grupos formados por las pruebas a posteriori.

En los machos, la talla media varió entre un máximo de  $47.9 \pm 8.3$  mm en La Lobera a un mínimo de  $31.4 \pm 6.5$  mm en Punta morro (Figs. 9, y 10). El análisis de varianza (Tabla Xa) mostró diferencias significativas. La prueba a posteriori de rangos múltiples (int. conf. 95 %) presentó tres grupos homogéneos: Punta Morro y los Cantiles; Fraser Point NW, la Chorera y Fraser Point; Fraser Point y la Lobera (Tabla XIII).

En las hembras, la talla media osciló entre un máximo de  $52.2 \pm 8.2$  mm en Fraser Point a un mínimo de  $31.2 \pm 6.4$  mm en Punta Morro (Figs. 9 y 10). Las diferencias entre muestras de las distintas localidades fué significativa (Tabla Xb). La prueba a posteriori de rangos múltiples (int. conf. 95%) presentó cuatro grupos homogéneos: a) Punta Morro; b) los Cantiles, la Chorera y Fraser Point NW; c) la Lobera y Fraser

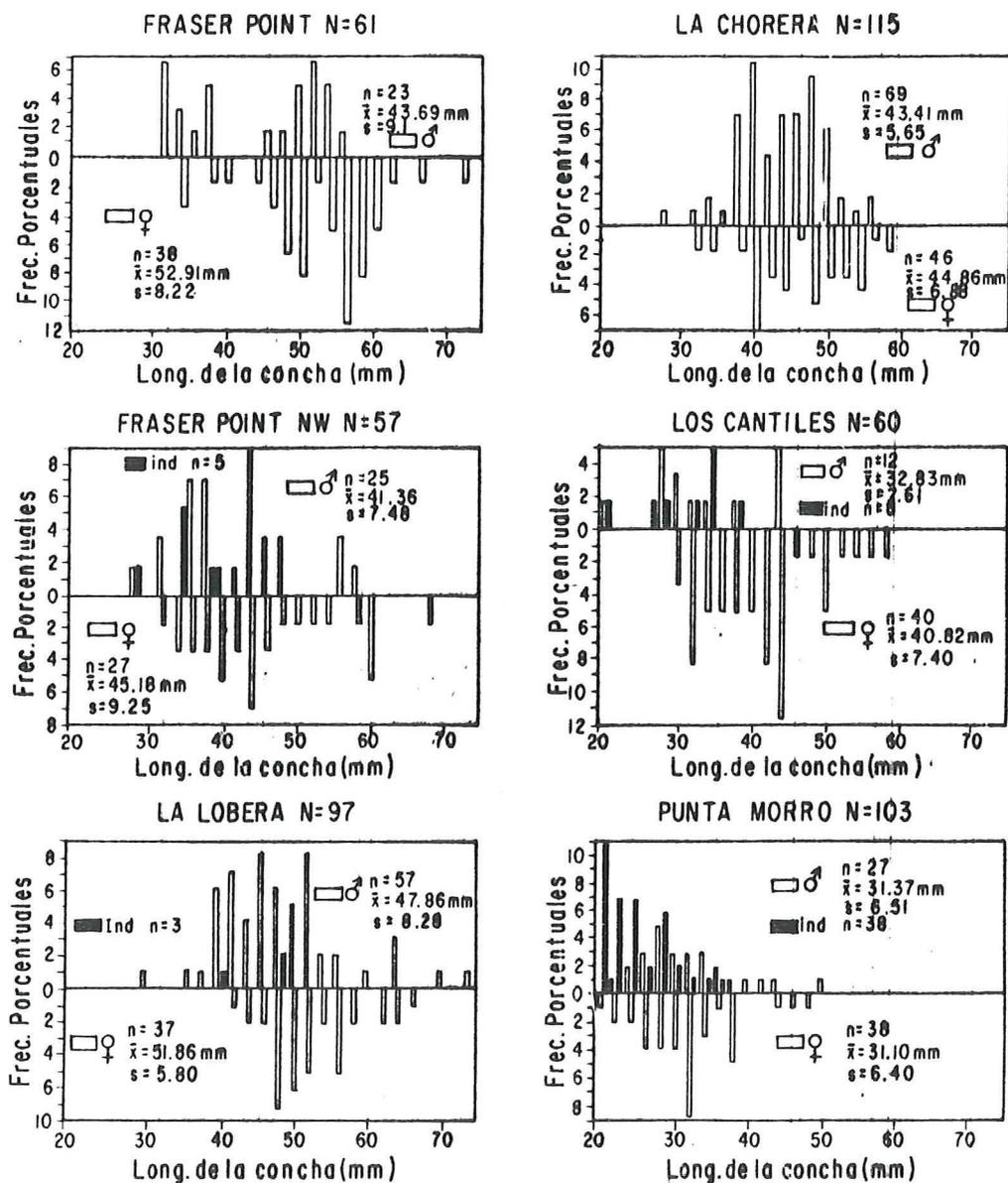


Figura 9: Frecuencias porcentuales de tallas de *Lottia gigantea* según sexos en las distintas localidades.

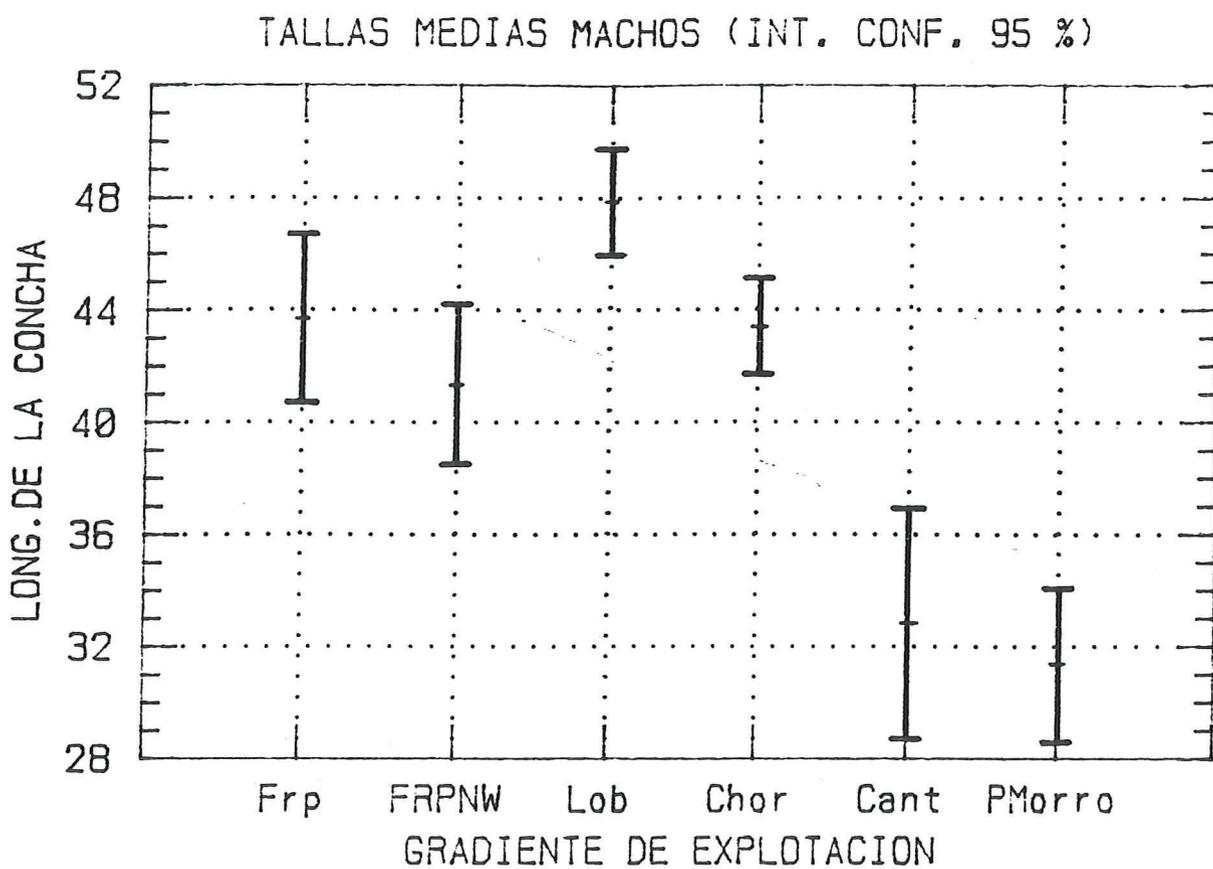


Figura 10: Tallas de machos de *Lottia gigantea* (media e Int. Conf. 95 % utilizando Varianza global) a lo largo de un gradiente de explotación.

Tabla X: Resumen del Análisis de Varianza de tallas por sexo en localidades con distinto grado de disturbio total: a) machos; b) hembras.

(a)

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	g.l.	Media Cuadrática	F	Nivel de Signif.
Entre	6213.639	5	1242.7278	23.587	.000
Dentro	10906.107	207	52.6865		
Totales (corregidos)	17119.746	212			

(b)

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	g.l.	Media Cuadrática	F	Nivel de Signif.
Entre	11629.292	5	2325.584	44.004	.000
Dentro	11575.268	219	52.8551		
Totales (corregidos)	23204.560	224			

Point (Figs. 9 y 11).

#### 5.3.3.4 Por talla y clase de edad

La talla media de ambas clases de edad tendió a disminuir a lo largo de un gradiente de explotación, aunque mostraron diferencias en el número y calidad de los grupos formados por las pruebas a posteriori.

Los animales jóvenes variaron sus tallas entre  $47.5 \pm 8.56$  mm en La Lobera y  $25.7 \pm 5.86$  mm en Punta Morro (Figs. 12 y 13). Las diferencias entre las muestras (Tabla XIa) fueron significativas. La prueba a posteriori de rangos múltiples (int. conf. 95%) presentó 3 grupos homogéneos: a) Punta Morro; b) los Cantiles y Fraser Point NW; c) la Chorera, Fraser Point y la Lobera (tabla XII).

La talla media de los animales viejos varió entre  $51.4 \pm 8.3$ mm en Fraser Point,  $50.1 \pm 6.9$ mm en La Lobera y  $32.6 \pm 6.2$ mm en Punta Morro (Figuras 12 y 14). El análisis de varianza mostró diferencias significativas (ANOVA,  $F= 43.242$ ,  $p=0$ ; Tabla XIb). La prueba a posteriori de rangos múltiples (int. conf. 95%) presentó 4 grupos homogéneos: a) Punta Morro; b) los Cantiles; c) la Chorera y Fraser Point NW; d) Fraser Point NW, la Lobera y Fraser Point (Tabla IX).

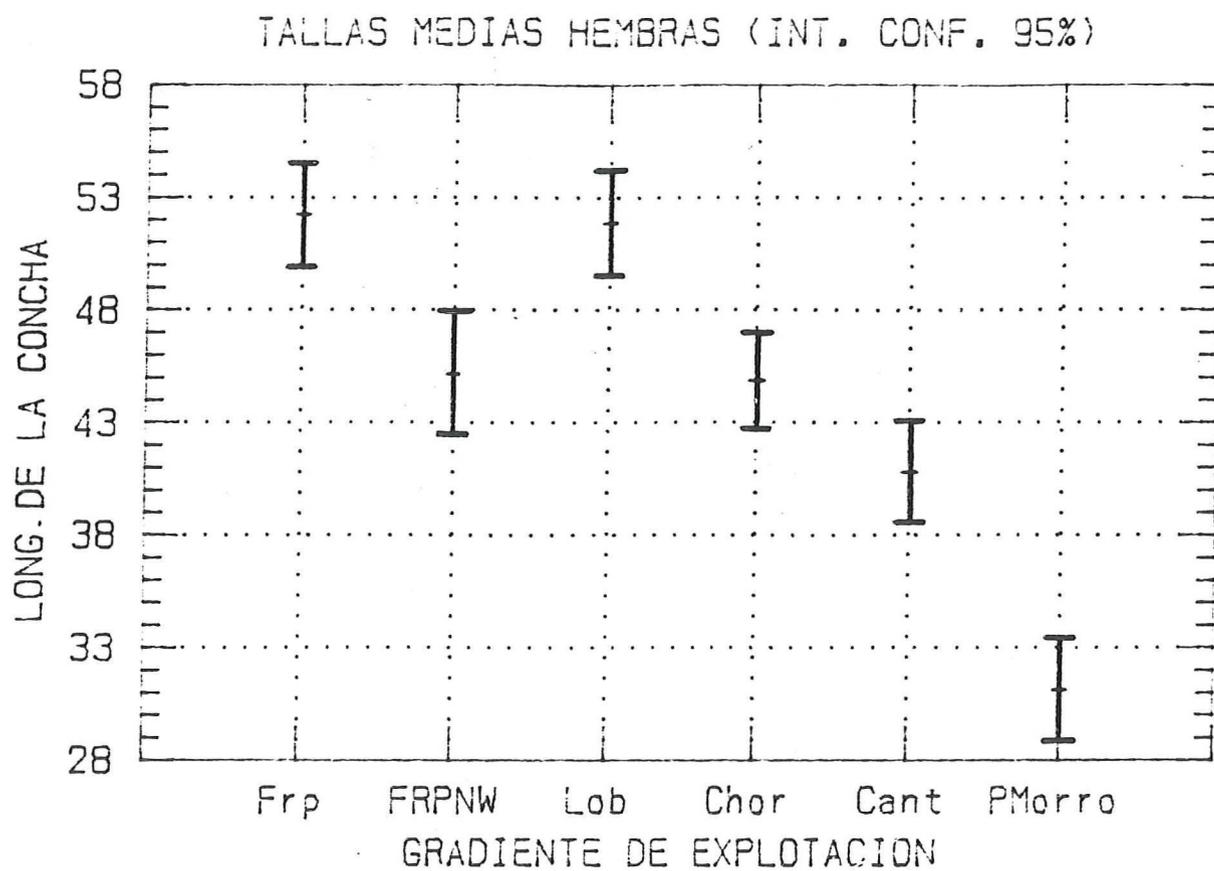


Figura 11: Tallas de hembras de *Lottia gigantea* (media e Int. Conf. 95 % utilizando Varianza global) a lo largo de un gradiente de explotación.

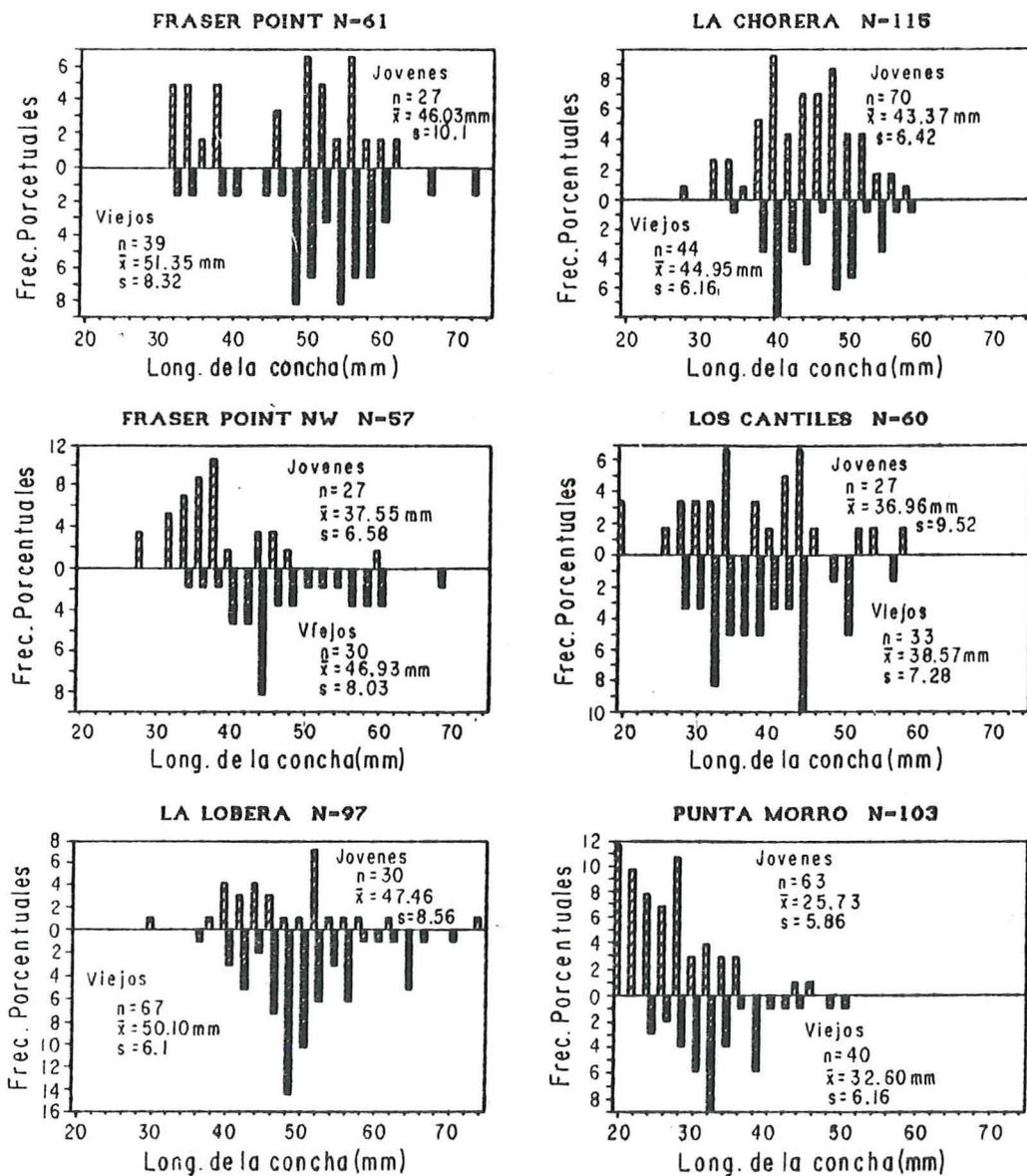


Figura 12: Frecuencias porcentuales de tallas en ejemplares jóvenes y viejos de *Lottia gigantea* en las distintas localidades.

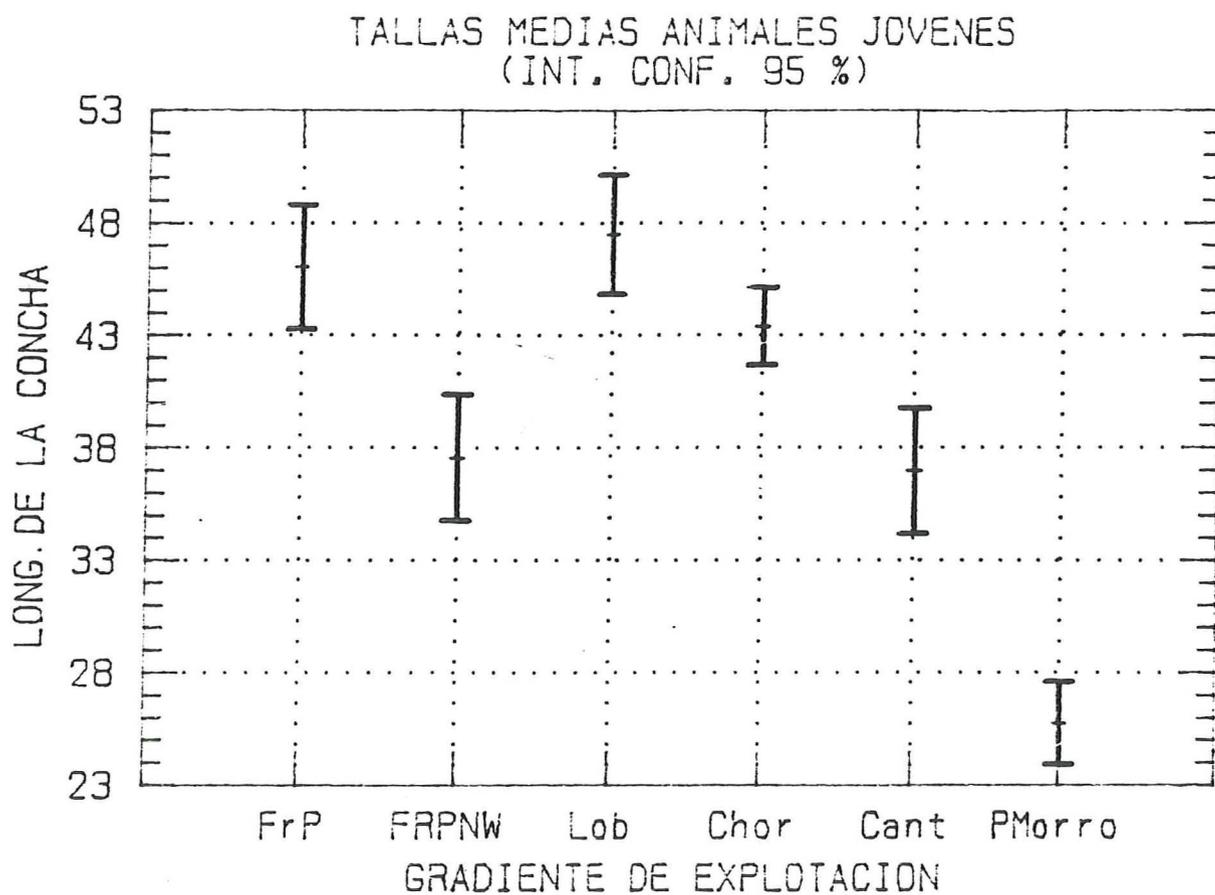


Figura 13: Tallas de animales jóvenes de *Lottia gigantea* (media e Int. Conf. 95 % utilizando Varianza global) a lo largo de un gradiente de explotación.

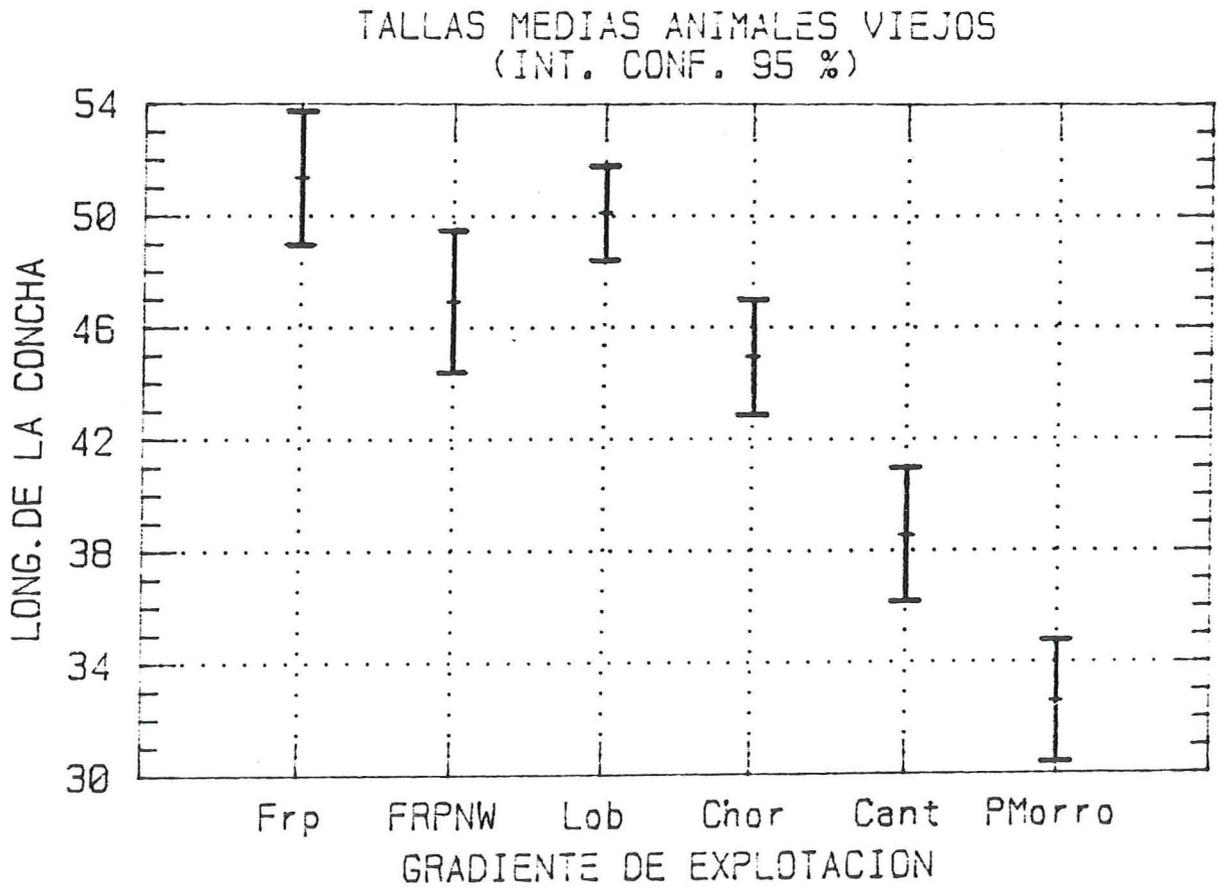


Figura 14: Tallas de animales viejos de *Lottia gigantea* (media e Int. Conf. 95 % utilizando varianza global) a lo largo de un gradiente de explotación.

Tabla XI: Resumen del Análisis de Varianza de tallas por clases de edad en localidades con distinto grado de disturbio total: a) animales jóvenes; b) animales viejos.

(a)

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	g.l.	Media Cuadrática	F	Nivel de Signif.
Entre	15954.389	5	3190.8797	58.021	.000
Dentro	13088.815	238	54.9950		
Totales (corregidos)	29043.213	243			

(b)

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	g.l.	Media Cuadrática	F	Nivel de Signif.
Entre	10717.879	5	2143.5750	43.242	.000
Dentro	11996.246	242	49.5713		
Totales (corregidos)	22714.125	247			

### 5.3.3.5 por clase de edad y número de MMC

El número de Marcas Macroscópicas de Crecimiento (MMC) tendió a disminuir con un aumento de disturbio total, tanto en animales jóvenes como en viejos, aunque varió el número y calidad de los grupos formados por la prueba a posteriori.

El número de MMC en los animales jóvenes osciló entre  $4.1 \pm 1.6$  MMC en Fraser Point y  $2.3 \pm 0.6$  MMC en Punta Morro (Figs. 15 y 16). El Análisis de Varianza (Tabla XIIa) detectó diferencias significativas. La prueba a posteriori de rangos múltiples presentó tres grupos homogéneos: a) Punta Morro, los Cantiles y Fraser Point NW; b) Fraser Point NW y la Chorera; c) la Lobera y Fraser Point (Tabla XIII).

En los animales viejos el número de MMC osciló entre  $7.7 \pm 1.6$  MMC en Fraser Point y  $3.4 \pm 0.9$  MMC en Los Cantiles (Figs. 15 y 17). El número de MMC en las distintas localidades (Tabla XIIb) fue significativamente diferente. La prueba a posteriori de rangos múltiples presentó cuatro grupos homogéneos: a) los Cantiles, Punta Morro y Fraser Point NW; b) Fraser Point NW y la Chorera; c) la Lobera; d) Fraser Point (Tabla XII).

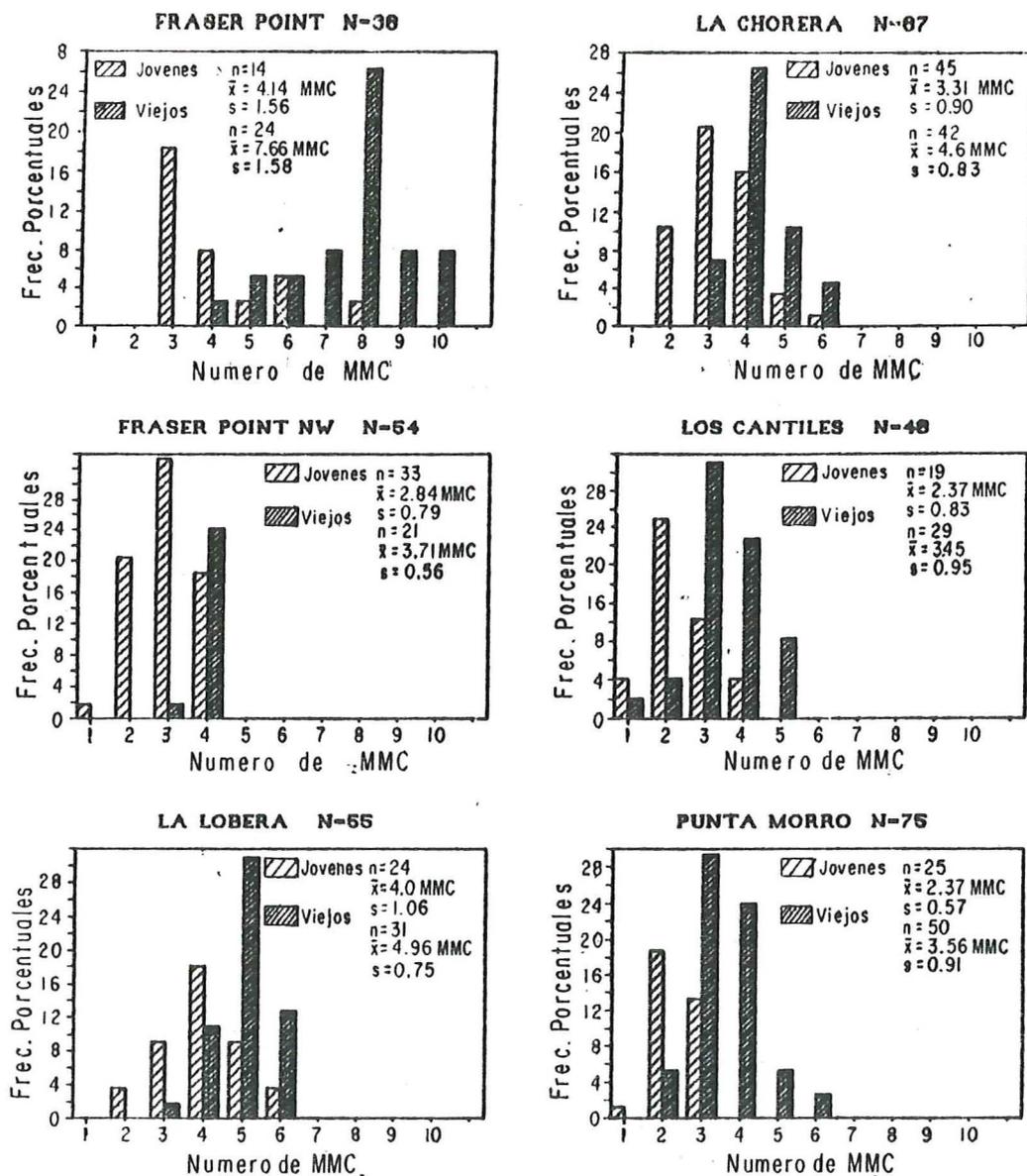


Figura 15: Distribución porcentual del número de MMC en animales jóvenes y viejos en localidades con distinto grado de disturbio total.

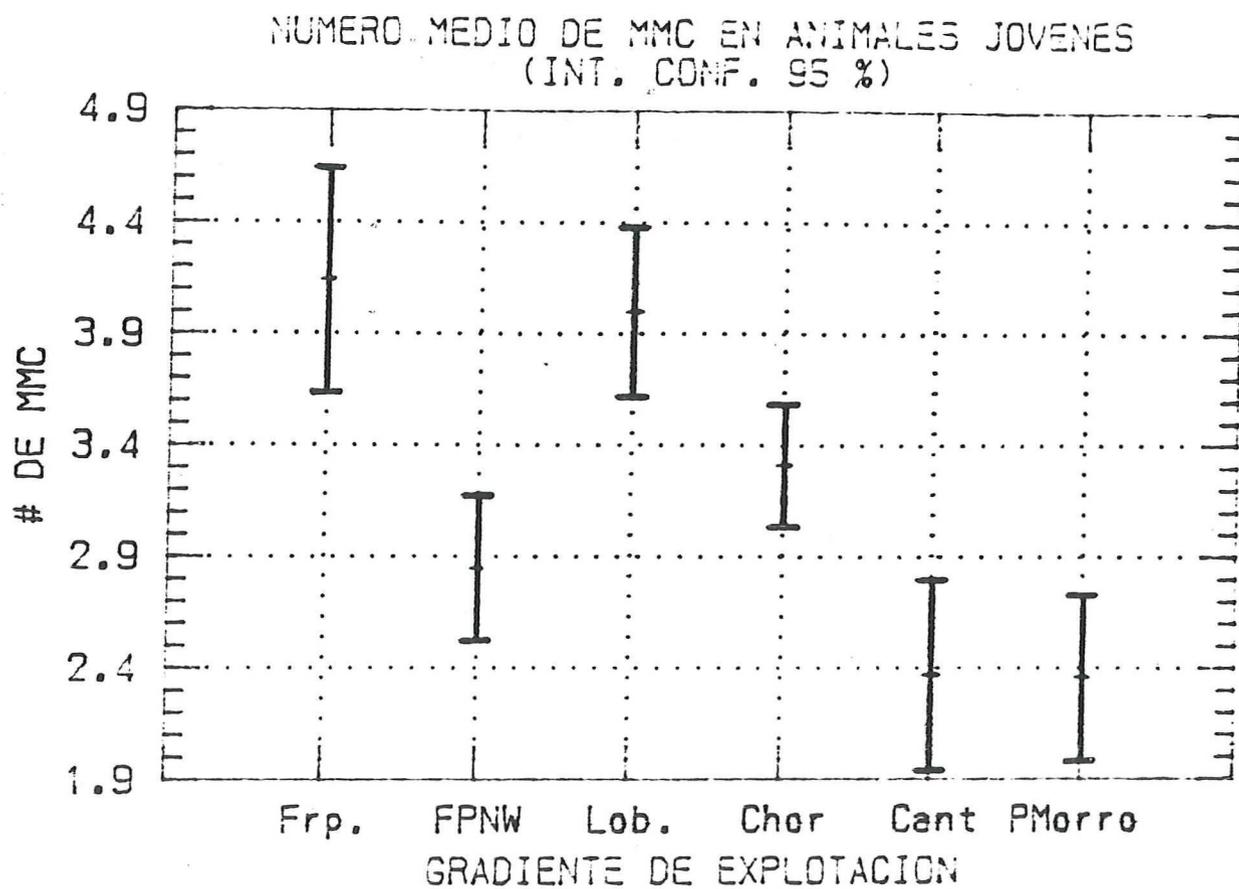


Figura 16: Número de MMC (media e Int. Conf. 95 % utilizando Varianza global) en animales viejos de *Lottia gigantea* a lo largo de un gradiente de explotación.

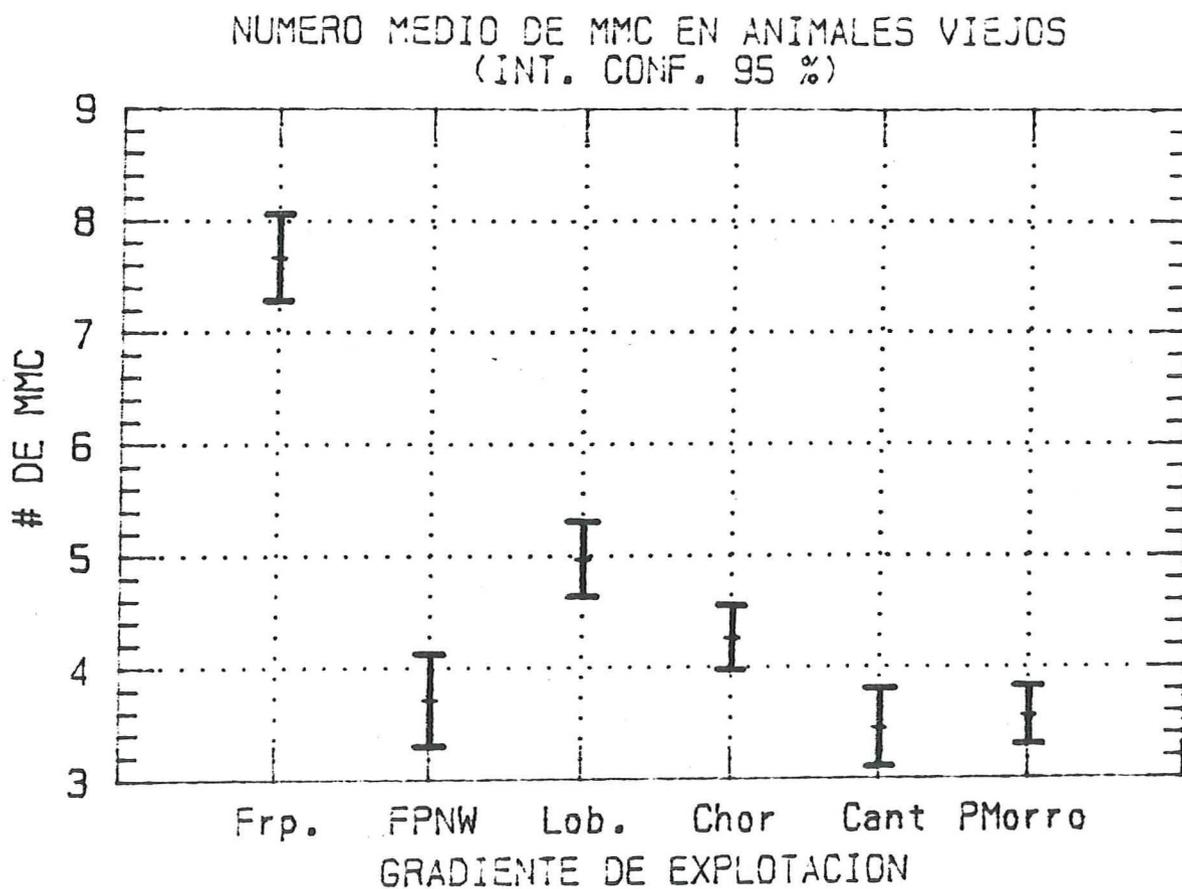


Figura 17: Número de MMC (media e Int. Conf. 95 % utilizando Varianza global) en animales jóvenes de *Lottia gigantea* a lo largo de un gradiente de explotación.

Tabla XII: Resumen del Análisis de Varianza del número de MMC por clases de edad en localidades con distinto grado de disturbio total: a) animales jóvenes; b) animales viejos.

(a)

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	g.l.	Media Cuadrática	F	Nivel de Signif.
Entre	62.46154	5	12.492309	13.963	.000
Dentro	137.78221	154	.894690		
Totales (corregidos)	200.24375	159			

(b)

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	g.l.	Media Cuadrática	F	Nivel Signif.
Entre	338.12662	5	67.625324	74.148	.000
Dentro	174.19825	191	.912033		
Totales (corregidos)	512.32487	196			

Tabla XIII: Grupos homogéneos formados por la prueba de rangos múltiples (Intervalo de confianza del 95%) a posteriori del análisis de varianza correspondiente.

* Gr. Homógeno * Variable *	1	2	3	4	5
Tallas en General	P. Morro	Cantiles FPNW	FPNW Chorera	Fr P. Lobera	Bufadora
Tallas animales jóvenes	P. Morro	Cantiles FPNW	Chorera Fr P. Lobera		
Tallas animales viejos	P. Morro	Cantiles	Chorera FPNW	FPNW Lobera Fr P.	
Tallas de Hembras	P. Morro	Cantiles Chorera FPNW	Lobera Fr P.		
Tallas de Machos	P. Morro Cantiles	FPNW Chorera Fr. P	Fr. P Lobera		
‡ de MMC animales Jóvenes	P. Morro Cantiles FPNW	FPNW Chorera	Lobera Fr P.		
‡ de MMC animales Viejos	Cantiles P. Morro FPNW	FPNW Chorera	Lobera	Fr. P	

## VI DISCUSION

Los resultados de este trabajo muestran, en primer término, que en las costas de Baja California existe recolección activa de varios invertebrados para ser utilizados como carnada en trampas de langosta, si bien la captura experimental con diferentes tipos de carnada no mostró que la efectividad sea una causa real de preferencia.

En segundo lugar, muestra que la extracción artesanal modela la estructura poblacional por tallas, y que en el caso de especies con ciclo biológico complejo, como es el caso de *Lottia gigantea*, existen también profundas modificaciones en la proporción de sexos y de clases de edad. No menos importante resulta el efecto de otros disturbios (además del antrópico representado por la explotación), conformando un concepto de disturbio total que resulta ineludible para una interpretación cabal del proceso.

### 6.1 Caracterización de la extracción artesanal de invertebrados .

No existía información sistematizada sobre los tipos más comunes de carnada utilizados en la costa de Baja California, a excepción en cierto modo de los trabajos de Chenaut (1985) y Chapa-Saldaña (1964), con lo cual se justifica haber

invertido esfuerzo para recabar información de primera mano sobre las carnadas más comunmente utilizadas y su modo de obtención.

Esta etapa del trabajo debió ser paciente y discreta, ya que en principio se encontró un gran recelo por parte de los pescadores, cooperativas y funcionarios hacia toda persona que se interesase en un tema relacionado con la captura de un producto tan valioso en el mercado como es la langosta.

Sin embargo, invirtiendo un buen tiempo en convivencia, fué posible recabar información valiedera sobre los tipos de carnada utilizados, modo de obtención de esta, forma de operación y problemas relacionados con el uso de los diferentes tipos de carnada.

Por lo lento del proceso de acercamiento a los pescadores, no fueron muchas las localidades investigadas; sin embargo cubren razonablemente el rango de situaciones presentes en Baja California, ya que se recabó información tanto de pescadores asociados a cooperativas como de pescadores independientes, y aún de pescadores furtivos.

Las carnadas identificadas pueden agruparse en dos grandes categorías: las que poseen valor comercial en si mismas, tales como el caracol, el abulón y el abulón chino, y las que solo se explotan con fines de carnada y eventualmente consumo humano doméstico, como la lapa gigante y los

quitones. Es precisamente de este hecho que surge el primer contraste de usos conflictivos, que lleva a preguntarse hasta que punto la eficiencia de una carnada, como por ejemplo el abulón, justifica su uso, o si por el contrario podría destinarse a estos fines otras especies de menor valor.

## 6.2 Evaluación experimental de la efectividad relativa de las distintas carnadas.

Un resultado interesante del trabajo en los campos pesqueros es que en todos ellos se capturaba langosta, independientemente de la carnada utilizada y que en casi todos los casos cada tipo de carnada era alabada como la mejor posible.

Otro hecho coincidente es que en todos los casos se da testimonio del trabajo que implica conseguir carnada suficiente para operar las trampas, puesto que cada tipo de carnada presenta inconvenientes equivalentes, ya sea de accesibilidad (caracol), densidad (abulón), ó riesgo (*Lottia*).

Chenaut (1985) cita que para los pescadores de los islotes Benitos (cerca de Isla de Cedros), el producto de cinco horas de buceo de caracol alcanza para cuatro días de operación de pesca de langosta. En los casos observados con caracol, la operación podría no ser tan costosa puesto que se usan para carnada los caracoles mas pequeños que resultan de

un buceo comercial y que no son aceptados por la planta procesadora, los cuales son vendidos o canjeados por langosta.

En ese sentido, el experimento de campo apoya la idea de que cualquier carnada es igualmente eficiente, y sugiere que de existir algún tipo de carnada sintética, barata, que pudiera ser almacenada a temperatura ambiente durante varios meses, y que durase tres o cuatro días en las trampas, su adopción por parte de los pescadores sería inmediata, principalmente teniendo en cuenta el esfuerzo necesario para conseguir carnada natural. Tal esfuerzo evidentemente es real, y se puso de manifiesto al realizar el experimento de campo ya que por la gran cantidad de carnada consumida por cada trampa, sumado a lo azaroso de su recolección, hizo imposible la provisión regular de todos los tipos de carnada utilizados.

Sin embargo los resultados del experimento de campo deben ser tomados con precaución, puesto que si bien el diseño original cubría todas las variables correctamente, en la práctica sus bondades se vieron reducidas. En primer lugar no fué posible experimentar con todas las carnadas ni se pudo proveer regularmente la cantidad suficiente. En segundo lugar no se pudo trabajar con el número originalmente previsto de 30 trampas ya que la tormenta previa al experimento destruyó la mayoría de las trampas prometidas. Algunos datos

negativos, por otro lado podrían ser poco realistas puesto que pueden muy bien provenir de sustracciones furtivas de la captura por parte de otros pescadores, dado su alto valor en el mercado. Por último el número de días de experimentación quizás hubiera sido suficiente con condiciones meteorológicas constantes, pero en la práctica se vió que la marejada interfiere con las operaciones. De realizarse en el futuro alguna experiencia similar se debería tener en cuenta lo dicho anteriormente a la hora de planear el experimento.

### 6.3 Estructura poblacional en una especie sujeta a explotación artesanal: *Lottia gigantea*

#### 6.3.1 Discusion general

Los resultados del modo en que la captura artesanal incide sobre la estructura poblacional de *Lottia gigantea* coinciden, en principio, con circunstancias bien documentadas en la literatura mostrando que la explotación disminuye la talla media de la población (Cushing, 1981). Sin embargo en el caso particular explorado en este trabajo, surgen derivaciones interesantes dada la biología tan particular de la especie, básicamente su hermafroditismo protándrico y su capacidad de envejecer sin aumentar de talla. De haberse tratado de una especie más convencional en su biología, los

resultados no hubieran podido ser explorados más allá de una diferencia significativa de la talla media de la población en localidades explotadas y no explotadas.

La evidencia directa de que la extracción artesanal significa un disturbio sobre la estructura poblacional de *Lottia*, y que este es fundamentalmente diferente de los disturbios naturales, proviene del análisis de las capturas (actuales y en el pasado) y del análisis de los efectos de una tormenta.

En efecto, en los tres lugares en que se pudo comparar la talla de la captura artesanal actual con la población intermareal correspondiente, la diferencia fué siempre significativa. Esto, junto al análisis de los concheros, demostró que la captura artesanal opera y operó selectivamente sobre las tallas mayores, mientras que los efectos de una tormenta sobre la población de la Bufadora no presentó ningún patrón selectivo y todas las tallas se vieron afectadas por igual. La población de La Bufadora resultó ideal para identificar el efecto de la causa más probable de mortalidad (tormentas), ya que lo inaccesible del lugar previene la mortalidad por pesca y *Lottia* es de por sí una especie que carece prácticamente de enemigos naturales.

El efecto modelador de la extracción sobre la estructura poblacional por tallas se ve igualmente claro en la comparación de las localidades estudiadas según su grado de

explotación, aunque también resulta claro que el gradiente de explotación por sí solo no explica todas las diferencias de tallas y mucho menos otros atributos poblacionales. Si bien las localidades fueron seleccionadas con la intención de muestrear un gradiente de explotación, una vez en el campo se observó que otros factores de disturbio, tales como la exposición al oleaje y la presencia de competidores como el abulón deben ser tenidos en cuenta para entender el cuadro general. Estos factores, sumados a la explotación, producen un gradiente de disturbio total que difiere del gradiente de explotación, y es este gradiente que se utiliza preferentemente en las interpretaciones de la dinámica poblacional en este trabajo.

La identificación de variables tales como el oleaje y la presencia de competidores, así como la medición de otras variables poblacionales aparte de la talla, resultaron justificadas porque en conjunto permiten entender los procesos que se operan en el seno de la población. De este modo las Marcas Macroscópicas de Crecimiento (MMC) resultaron un buen modo de visualizar la frecuencia de disturbio en una localidad; la proporción de sexos ayuda a comprender el papel que cumple el hermafroditismo en la adaptación de las poblaciones a diferentes condiciones de disturbio; la proporción joven vs viejo nos posibilita ver el papel que cumplen las estrategias de crecimiento en respuesta al

disturbio total.

Tomando solamente en cuenta el gradiente de explotación, las tallas medias crecientes a lo largo del gradiente Punta Morro, Cantiles, Chorera, Fraser Point, Lobera, Bufadora resultan coherentes, pero Fraser Point NW presenta una talla menor de la que cabría esperar. Las tallas de todos los animales (jóvenes, viejos, machos, hembras) de Fraser Point NW son sensiblemente inferiores a lo que se esperaría, pareciendo más bien una localidad con un grado intermedio de explotación, que una en la que no se ha producido explotación en por lo menos 20 años. Tal disturbio, sin embargo, está representado en el paraje por la presencia de abulón.

La presencia de abulón negro coexistiendo con *Lottia* es un hecho altamente infrecuente en la actualidad, puesto que en la mayoría de las localidades bajacalifornianas el abulón ha experimentado una fuerte presión de explotación. Sin embargo la situación de Fraser Point NW configura un escenario que de alguna manera puede considerarse el original de la costa rocosa bajacaliforniana, donde la competencia interespecífica se daría de acuerdo a los principios generales de Dayton (1971). Esta presencia de abulón significa una frecuencia de molestia que asemejaría esta situación con lugares de alta explotación, lo cual se ve reflejado en los datos de MMC (que en este estudio se toman como indicadores de frecuencia de disturbio) que

efectivamente muestran que el número de MMC (tanto en los jóvenes como en los viejos) es semejante al de localidades con un alto grado de explotación.

La talla de los individuos de Fraser Point también es inferior a lo que cabría esperar considerando únicamente el gradiente de explotación antedicho, pero resulta altamente llamativo que este fenómeno se exprese solamente en los individuos de sexo masculino (tanto jóvenes como viejos). En principio esto se puede explicar por el disturbio que en esa localidad representa el oleaje, situación que queda comprobada por el alto número de MMC. En cambio, que sean únicamente los machos los que presentan esta reducción de talla requiere una explicación más compleja, posiblemente asociada a el cambio de sexo en respuesta a presiones externas.

El cambio de sexo en invertebrados marinos (particularmente la protandria) así como su significado evolutivo y adaptativo ha recibido considerable atención en los últimos años (Ghiselin, 1974; Warner, 1975; Charnov y Bull, 1977; Hoagland, 1978; Policansky, 1982).

En las estrategias reproductivas de las lapas, todavía se desconoce el significado adaptativo de la protándria. Si con un incremento de tamaño, la hembra ganara más en fecundidad que un macho, entonces convendría ser macho primero y luego hembra, aunque no está claro el alcance de este razonamiento

en casos de fertilización externa (como es el caso de *Lottia gigantea*). Posiblemente exista un umbral de tamaño por debajo del cual resulta antieconómico producir huevos (energéticamente mas caros que la esperma). Dicho umbral, en el caso de *Lottia* sería variable, y estaría determinado en cada localidad por condiciones ambientales. El balance de sexos parece también estar relacionado con la competencia intraespecífica ligada a la densidad poblacional y a la mortalidad. Las especies de lapas con mayor competencia intraespecífica tienen una predominancia de machos en la población; dentro de ellas, *Lottia* presenta una mayor proporción de machos en condiciones de disturbio intermedio que en condiciones de disturbio alto.

*Lottia* es una especie que presenta hermafroditismo protándrico (Wright y Lindberg, 1982; Lindberg y Wright, 1985; Wright, 1989). Sin embargo, poco es lo que se ha escrito sobre el papel que dicha característica cumple en la modificación de las proporciones relativas de los sexos como respuestas a condiciones ambientales. Históricamente este hermafroditismo se sospechó a partir de la existencia de pocas hembras de tallas inferiores y una mayoría de hembras en las tallas superiores, para luego confirmarse por observaciones directas del cambio de sexo en animales marcados (Wright y Lindberg, 1982). Este hecho es coherente con el cambio de sexo en otros invertebrados, donde cambian a

hembra las tallas mayores, capaces de soportar mayor número de huevos. El momento en que esto ocurre en la vida de cada individuo es variable en los distintos grupos de invertebrados, y depende de muchos factores, existiendo casos bien probados de relación con la densidad (Charnov, 1979), adquisición de territorio (Charnov y Bull, 1977), arribo a cierta talla determinada (Hoagland, 1978). Inclusive se ha postulado que es posible que el momento en que ocurre el cambio de sexo sea determinado genéticamente (Hoagland, 1978), sin que hasta el momento se haya encontrado un ejemplo concreto.

En todos los trabajos citados sobre *Lottia*, se advierte énfasis en el análisis de la talla a que ocurre dicho cambio. Este estudio permite visualizar, sin embargo que en *Lottia* la talla es un descriptor relativamente pobre, y que contando con suficiente diversidad de escenarios para documentar la estructura poblacional, puede identificarse, para una misma talla un mosaico de situaciones biológicas subyacentes en cuanto al sexo y la edad.

Los resultados del presente trabajo muestran claramente que existe una relación entre el grado de disturbio total y la proporción de sexos, aumentando la proporción de hembras a medida que aumenta el disturbio total como el caso de Los Cantiles y Punta Morro. Esto implicaría: a) que el cambio de sexo está fuertemente influenciado por factores ambientales y

que la frecuencia en la que se produce el cambio de sexo es función directa del grado de disturbio presente en la localidad; b) En casos extremos de disturbio todos los posibles transexuales cambian de sexo tan pronto como les resulta biológicamente posible. En este extremo de disturbio, se observa que una disminución del grado de disturbio (Punta Morro - Los Cantiles), se refleja inmediatamente en un aumento de las tallas globales y de las hembras, mientras que la talla de los machos permanece invariable, sugiriendo que, es posible que se esté también frente a un límite biológico de cambio de sexo.

En general, las lapas poseen una gran flexibilidad en el ritmo de crecimiento, dentro de un rango característico determinado genéticamente. Sin embargo, no se considera que haya hasta el momento suficientes pruebas que permitan separar variaciones determinadas genéticamente de aquellas fenotípicas debidas a disponibilidad de alimento (Branch, 1981).

Un ejemplo claro relacionando la velocidad de crecimiento con la disponibilidad de sustrato sería el presentado por Giesel (1969, citado en Branch op. cit.) sobre dos formas de *Collisella digitalis*: una lapa oscura, de crecimiento rápido (siete u ocho mm/año) que habita la roca desnuda y otra pálida, de crecimiento lento (0.5 mm/año) que vive entre los percebes.

La relación inversa entre el coeficiente de Von Bertalanffy (K) y la mortalidad fué tempranamente plasmada en un modelo por Sutherland (1970). Los resultados de este estudio encuadran a *Lottia* dentro de los lineamientos generales de este modelo. La relación entre el disturbio total y la proporción de animales jóvenes y viejos muestra que en condiciones de alto disturbio total, donde se supondría una alta mortalidad, la estrategia preferida es la de crecimiento rápido (Punta Morro, Los Cantiles), mientras que en condiciones de bajo disturbio total, donde se supondría que existe una baja mortalidad, se ve favorecida la estrategia de crecimiento lento (La Lobera y Fraser Point).

La coexistencia de ambos tipos de organismos ya había sido notada por Lindberg y Wright (1985), con observaciones nítidas de ejemplares de crecimiento lento (caracterizados por una gran erosión de la concha así como un gran número de incrustaciones), junto a individuos de crecimiento rápido (caracterizados por presentar conchas sin erosión ni incrustaciones y con un clásico patrón de damero, ya sea en la totalidad o por lo menos en los bordes de la concha). Sin embargo la proporción de estos animales no había sido explícitamente asociada con condiciones ambientales donde cada una de estas estrategias pudiera resultar favorable.

El panorama total sin embargo, es más complejo cuando se integran todos los atributos y se incorporan los datos de los concheros.

Los datos de los concheros resultan interesantes en primer lugar, porque la muestra más antigua tiene las tallas mayores y la más moderna las menores, lo que sugiere que la explotación fué progresivamente disminuyendo la talla media de la población y se fueron extrayendo por consiguiente tallas cada vez más pequeñas.

Esto es coherente con datos arqueológicos mostrando que los primitivos habitantes de las Islas del Canal (principalmente pueblos de habla Chumash) ejercían sobre los recursos litorales marinos una presión de explotación muy superior a la ejercida por los habitantes de tierra firme, simplemente por no tener la posibilidad de suplementar su dieta con productos de la caza, como sus equivalentes continentales, (Glassow, 1980). Si bien esto limitó la densidad poblacional en las islas con respecto a la tierra firme, 4.76 hab/km<sup>2</sup> y 8.09 hab/km<sup>2</sup> respectivamente (King, 1971), la presión era considerable y se ejercía no solo para la explotación de especies con fines alimenticios sino también para fines ornamentales. En todos los concheros de las islas es muy frecuente la presencia de herramientas destinadas a perforar conchas junto a restos de conchas rotas perforadas y se ha sugerido que esa actividad era muy

importante, y constituyó la principal mercadería de intercambio entre las islas y el continente; prueba de ello es que la mayoría de los adornos con conchas hallados en el continente provienen de las islas (King, op. cit.).

De este modo los datos de los concheros estudiados muestran que la reducción en talla de los ejemplares de *Lottia* son coherentes con una explotación intensa. Se podría cuestionar el uso de esta especie para ilustrar tal relación puesto que *Lottia* nunca constituyó el grueso de la captura intermareal sino que más bien fué un rubro subordinado a incursiones de recolección de otras especies intermareales de consumo preferencial. En efecto, en los concheros estudiados, *Lottia* constituye una especie acompañante de otras especies, principalmente abulón y choros (también se observaron varios huesos de mamíferos marinos así como vértebras de pez). Sin embargo, esto es precisamente lo que hace interesante el análisis de *Lottia*, ya que al ser una especie subpreferida la evolución de las tallas en las capturas permite reconstruir el modo en que operaba totalmente la explotación en el intermareal, según el razonamiento de que la presión sobre las especies subpreferidas comienza cuando las preferidas escasean.

El cambio en la composición y dominancia de las especies en los concheros pertenecientes al grupo de islas conocidas como "Islas del Canal" es un hecho ampliamente reconocido,

(Rozaire, 1967; Orr, 1968; Meighan, 1959; McKusic y Warren, 1959; Reinman, 1964) aunque las explicaciones para este fenómeno difieren: por un lado se atribuyen a cambios en preferencias alimentarias de los antiguos pobladores (Reinman, 1964); por el otro, a un agotamiento local de las poblaciones explotadas (Meighan 1959). Ultimamente, ha cobrado mucha fuerza esta segunda postura, con interpretaciones sobre el papel de especie clave (sensu Paine, 1966) de los primitivos habitantes sobre las comunidades intermareales de las islas Aleutianas (Simenstad et al., 1978) y han dado nueva vigencia a la propuesta de que el hombre primitivo no actuó como un "depredador prudente" de los recursos naturales sino que hasta pudo haber causado la extinción total de ciertas especies, como lo hicieron los primitivos habitantes de Norte América con algunos vertebrados pleistocenos.

Esta última postura queda reforzada con un par de evidencias: a) una reconstrucción histórica de los concheros de las islas del canal mostraría que los estratos más profundos (más antiguos) tienen una predominancia de conchas de abulón (Meighan, 1959; Glassow, 1980) mientras que los estratos medios y superiores tienen una predominancia de conchas de choros (*Mytilus californianus*); b) las tallas de *Lottia* de Fournery Cove, el más profundo de los estratos

muestreados (2300 años), son mayores que las de Fraser Point, que corresponde a los primeros centímetros del estrato superficial (280 años).

Esto permite interpretar que las conchas de Fourny Cove (2310 ± 150 años) corresponden al fin de una etapa con alta explotación de abulón e inicios de explotación de *Lottia*. La baja capacidad de recuperación del abulón (talla de primera madurez 90 mm; Palmer, 1907), explica que no haya ocurrido una recolonización. Luego, habría ocurrido una explotación intensa de otros invertebrados tales como el mejillón, el cual posee una alta capacidad de recuperación que explicaría su permanencia, y la explotación se habría extendido y acentuado sobre otras especies. En el caso particular de *Lottia* esto habría causado la extracción de tallas progresivamente menores, situación que queda certificada con el conchero de Fraser Point (280 ± 150 años) que correspondería a una etapa de gran presión sobre toda la comunidad intermareal.

En este punto de la interpretación resulta útil incorporar los datos de explotación actual. Los datos de la Chorera y de Los Cantiles-Punta Morro-Punta Papagayo guardan paralelismo con los de Fourny Cove y Fraser Point, donde la talla de *Lottia* es progresivamente menor, y efectivamente corresponden con el gradiente certificable de explotación de los recursos intermareales. La Chorera también correspondería

con el final de una etapa de intensa explotación de abulón e inicios de explotación de recursos subordinados (ausencia total de abulón, aunque con testimonios de su existencia e intensa explotación; tallas mayores de *Lottia*).

Un hecho llamativo es que las capturas, tanto actuales como pasadas, y aún en los lugares más explotados, nunca incluyeron organismos menores de 20 mm de longitud. Este hecho es coincidente con una tendencia muy difundida en la explotación de diversos organismos intermareales en diferentes partes del mundo. En trabajos realizados en Chile (Moreno, Sutherland, Jara 1984; Castilla, Durán, 1985; Durán, Castilla y Oliva, 1987; Moreno, Lunecke y López 1985; Oliva y Castilla, 1986), Sudáfrica (Hockey y Bosman, 1986), Australia (Meehan, 1982; Catterall y Poiner, 1987), Papúa Nueva Guinea (Swalding, 1976), Gales (Hancock, 1970), la talla de los menores organismos colectados por los mariscadores intermareales osciló entre 20 y 30 mm de longitud de concha. Sin embargo solo Catterall y Poiner (1987) mencionan explícitamente este límite, en el resto de los trabajos esa información puede extraerse de leer los histogramas. En ningún caso se proporciona información sobre las causas que motivan esa "talla inferior de rechazo". Es decir, que en la recolección artesanal de invertebrados intermareales (ya sea para consumo o para carnada)

independientemente de la especie y del lugar considerado, consciente o inconscientemente se desecha los animales por debajo de los 20- 30 mm de longitud.

La existencia de esta talla mínima de rechazo sugiere un punto muy interesante: que cualquier especie intermareal sujeta a explotación artesanal, cuyos individuos sean capaces de reproducirse por debajo de esa talla, tiene de alguna manera su supervivencia asegurada. Tal parece ser el caso de *Lottia*, lo cual explicaría la permanencia de esta especie en lugares con gran presión de explotación tales como Punta Morro y Punta Papagayo. Este razonamiento no sería válido, sin embargo, en especies utilizadas con fines ornamentales, ya que los individuos más valiosos para la confección de joyería artesanal son precisamente los más pequeños, como es el caso del abulón o *Merita* sp. cuyas conchas adornan gran cantidad de aretes en los escaparates de las tiendas que ofrecen souvenirs a los turistas.

Las Marcas Macroscópicas de Crecimiento (MMC) en *Lottia gigantea* no habían sido descritas en la literatura especializada en el tema, tal vez porque no son visibles en la totalidad de los organismos. Sin embargo, a nivel poblacional es posible extraer cierta información de las conchas en las que si se puede apreciar dicha característica.

*Lottia gigantea*, al igual que otras lapas territoriales como *Patella longicosta* y *P. cochlear*, es de crecimiento comparativamente lento y depende de una provisión regular pero limitada de alimento proporcionada por el jardín algal presente en cada territorio (Branch, op. cit.), el cual es defendido activamente (Galbraith, 1965; Stimson, 1970; Wright, 1982). Esta fuente de alimentación no puede ser sobrepastoreada, por lo que el animal debe adaptar su ritmo de crecimiento a la disponibilidad de sustrato. Si tenemos en cuenta que en dichos organismos el crecimiento no es continuo sino que bajo ciertas circunstancias pueden envejecer sin aumentar de tamaño (Wright y Lindberg, 1982), el número de MMC puede estar relacionado con periodos de disponibilidad de sustrato y por consiguiente de mayores cantidades de alimento.

Cada marca representaría el momento en que, habiendo agotado todas las capacidades de un territorio, el animal detiene su crecimiento a la espera de condiciones más favorables. No aparentan estar relacionadas con periodos absolutos de tiempo sino que mas bien indican la frecuencia de disturbio en una localidad.

Con esta interpretación, considerando el número de MMC como indicadores de la frecuencia con que se presentan eventos favorables de crecimiento, el análisis de los grupos homogéneos muestra que el número de MMC se relaciona en forma

más o menos inversa con el gradiente de disturbio total independientemente de cual sea el origen del mismo. Esto se ve claramente en el agrupamiento de Punta Morro y Los Cantiles (donde existe explotación pero no hay abulón) con Fraser Point NW (donde no hay explotación pero hay abulón), advirtiéndose un menor número de MMC en lugares donde el disturbio total es mayor. Resulta particularmente interesante que la presencia de abulón significa para la población de *Lottia* un disturbio de intermedio a alto (Fraser Point NW quedó agrupada simultáneamente con La Chorera, de disturbio intermedio y con Los Cantiles y Punta Morro, de disturbio alto).

### 6.3.2 Modelo del efecto del gradiente de disturbio total en tiempo y espacio sobre la estructura poblacional de *Lottia gigantea*.

El modelo conceptual presentado en la figura 18 integra el conjunto de datos y situaciones encontrados en tiempo y espacio de las poblaciones de *Lottia gigantea*, y permite reconstruir las etapas de explotación en los litorales rocosos Californianos.

De acuerdo a este modelo, al aumentar la presión de explotación se produce una disminución en las tallas de las capturas y una disminución de las tallas intermareales; la diferencia entre ambas tallas disminuye gradualmente hasta

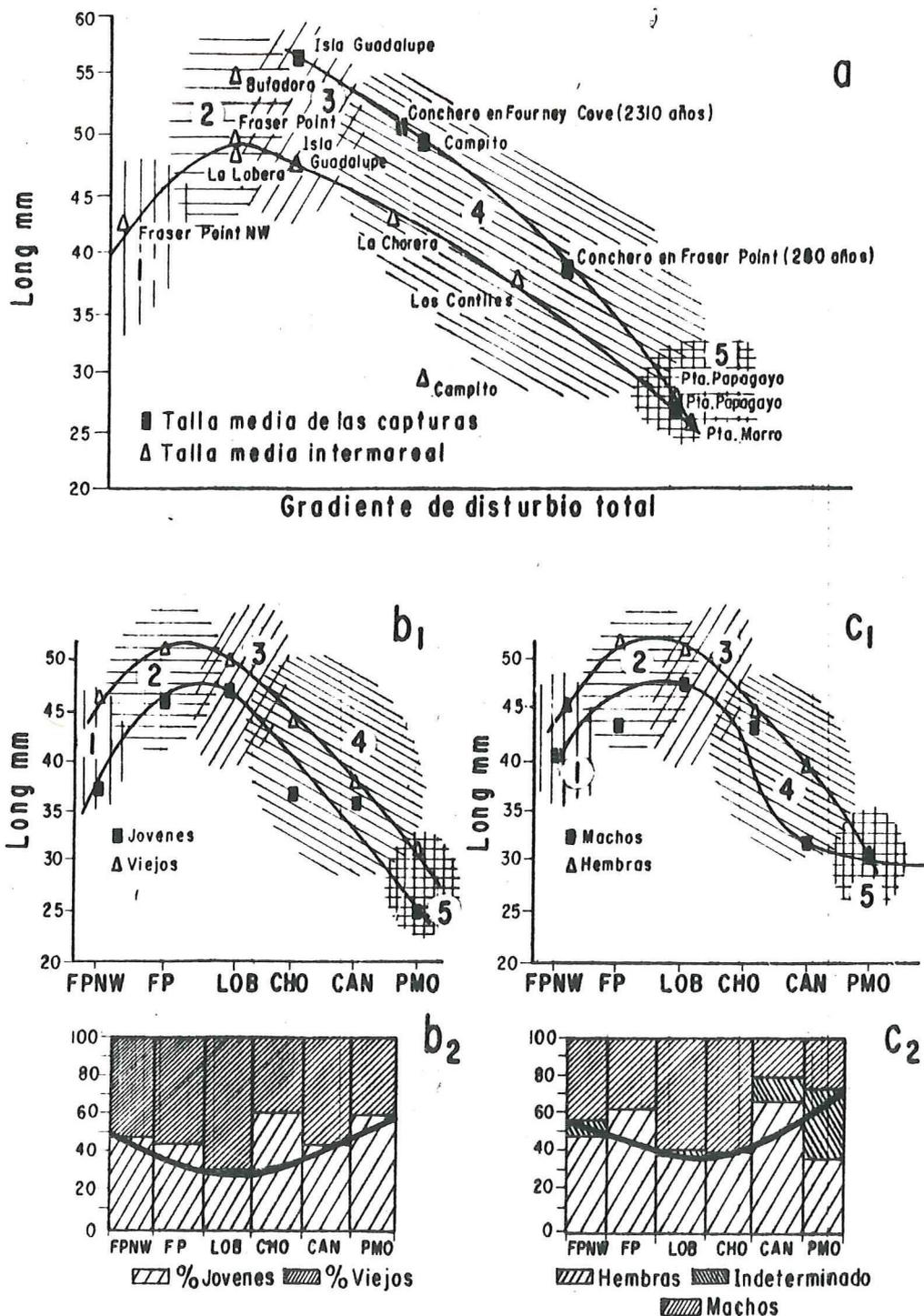


Figura 18: Modelo del efecto del gradiente de disturbio total en tiempo y espacio sobre la estructura poblacional de *Lottia gigantea* (a), con desglose por clase de edad (b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub>) y sexo (c<sub>1</sub>, c<sub>2</sub>). Los números arábigos representan las diferentes etapas de explotación.

hacerse casi nula. Sin embargo, los diferentes sexos reflejan de manera muy diferente esta relación total a medida que se incrementa el disturbio total. La talla de las hembras, siempre superior a la de los machos, está siempre cercana a la talla máxima del lugar. La de los machos, por el contrario presenta una distribución más compleja. Esto indica que, si tenemos en cuenta el hermafroditismo de la especie, la talla de los machos es la variable de ajuste de la especie frente al disturbio. En cambio, la talla media de jóvenes y viejos no parece ser muy importante como factor de adaptación de la especie frente al disturbio, ya que se nota mayor correspondencia con respecto a la talla total y al grado de disturbio (los jóvenes siempre presentaron una talla media inferior a la de los viejos).

En una primera etapa (representada por Fraser Point NW), en lo que sería históricamente el paisaje intermareal primitivo, se presenta la coexistencia de las lapas con el abulón, que significa disturbio biológico en forma de competencia por el espacio (Fig. 18a).

En una segunda etapa, ya sea por causas naturales (exceso de oleaje como en La Bufadora y Fraser Point) o artificiales (captura artesanal como en La Lobera,), el competidor ha desaparecido, lo que se traduce en un aumento de la talla media total de las lapas (Fig. 18a).

En una tercera etapa, representada por Isla Guadalupe, cercano al punto de agotamiento total de la población de abulón, comienza la extracción de los ejemplares mayores de *Lottia*; la talla media de los ejemplares capturados es muy superior a la talla media de los animales presentes en el intermareal (Fig. 18a).

En la cuarta etapa, representada por La Chorera, Los Cantiles, El Campito y la muestra del conchero en Fraser Point (280 años), se aumenta la presión sobre la población de *Lottia* lo que se traduce en una disminución de las tallas medias de los animales capturados, paralelamente a una disminución de las tallas medias de los animales intermareales; la diferencia entre ambas tallas medias se reduce progresivamente; en este punto el abulón habría desaparecido casi totalmente del intermareal, y la baja capacidad de recuperación de esta especie (talla de primera madurez aproximadamente 90 mm; Palmer, 1907) explicaría que no hubiera recuperado la dominancia. La muestra del conchero en Fournery Cove (2300 años) quedaría cabalgando entre el fin de la tercera etapa y el comienzo de la cuarta (Fig. 18a).

La quinta y última etapa sería cuando la talla intermareal se acerca al límite por debajo del cual no existe captura (talla de rechazo, entre 20 y 30 mm); la talla media de las capturas, coincide con la talla media de los individuos intermareales, la población se halla sometida a la

máxima presión, solo sobrevive en el intermareal gracias a la capacidad de los individuos de reproducirse en tallas inferiores a los 30 mm, esta situación está representada por Punta Papagayo y Punta Morro (Fig. 18a)

Este modelo principal puede desglosarse a su vez según clases de edad y sexo. El comportamiento de las clases de edad dentro del modelo principal propuesto muestra que en cada etapa los animales jóvenes presentan tallas inferiores a los animales viejos de cada localidad, pero ambas clases de edad siguen el patrón seguido por las tallas globales (Fig. 18b1). La proporción de animales jóvenes disminuye al reducirse la competencia del abulón, para aumentar gradualmente a medida que aumenta la presión de explotación sobre *Lottia* (Fig. 18b2).

El comportamiento de las tallas de los sexos dentro del modelo principal muestra que en todos los casos las tallas medias de los machos resulta inferior a la talla de las hembras; la talla de las hembras acompaña la distribución de las tallas globales mientras que la talla de los machos sigue una distribución más compleja interceptándose ambas distribuciones alrededor de los 30 mm de longitud de concha (Fig. 18c1). La proporción de hembras disminuye al disminuir la presión por competencia de abulón y aumenta a medida que aumenta la presión de explotación (Fig. 18c2).

## VII CONCLUSIONES

1) En las costas de Baja California existe recolección activa de varios invertebrados para ser utilizados como carnada en trampas de langosta,

2) La captura experimental con diferentes tipos de carnada mostró que la efectividad no es una causa real de preferencia.

3) La estructura poblacional de *Lottia*, una especie sujeta a explotación artesanal, está influenciada por la extracción y otros disturbios (físicos como el oleaje), (biológicos como la presencia de abulón). El concepto de disturbio total en cada localidad resulta ineludible para una interpretación cabal del proceso.

4) La captura artesanal en la actualidad y en el pasado (tal como se reconstruye de los datos de los concheros) opera selectivamente sobre las tallas mayores. Los disturbios naturales físicos como el oleaje no son selectivos por tamaño. El disturbio biológico representado por el abulón es selectivo para las tallas mayores

5) La extracción artesanal modela la estructura poblacional por tallas; en el caso de especies con ciclo biológico complejo, como es el caso de *Lottia gigantea*, existen también profundas modificaciones en la proporción de sexos y de clases de edad.

6) Existe una relación entre el grado de disturbio total y la proporción de sexos, aumentando la proporción de hembras a medida que aumenta el disturbio total.

7) La relación entre el disturbio total y la proporción de animales jóvenes y viejos muestra que en condiciones de alto disturbio la estrategia preferida es la de crecimiento rápido, mientras que en condiciones de bajo disturbio total se ve favorecida la estrategia de crecimiento lento.

8) Los datos de extracción artesanal de *Lottia* muestran que no se capturan ejemplares de menos de 20 - 30 mm conformando este límite una "talla mínima de rechazo". Este límite coincide numéricamente en diversas pesquerías artesanales de diferentes invertebrados intermareales en distintas partes del planeta, aunque no siempre ha sido explícitamente reconocido.

9) Las Marcas Macroscópicas de Crecimiento (MMC) en *Lottia gigantea* resultaron un buen indicador de la frecuencia de disturbio en una localidad. No aparentan estar relacionadas con períodos absolutos de tiempo.

10) El modelo conceptual integra el conjunto de datos y situaciones encontrados en tiempo y espacio de las poblaciones de *Lottia gigantea*, permite reconstruir e interpretar las etapas de explotación en los litorales rocosos Californianos.

## LITERATURA CITADA

- Branch, G.M. (1981). The biology of Limpets: physical factors, energy flow, and ecological interactions. *Oceanogr. mar. biol. A. Rev.* 19: 235-379
- Castilla, J.C., Durán, L.R. (1985). Human exclusion from the rocky intertidal zone of central Chile: the effects on *Concholepas concholepas* (Gastropoda).- *Oikos* 45: 391-399.
- Catterall, C.P., Poiner, I. R. (1987). The potencial impact of human gathering on shellfish populations, with reference to some NE Australian intertidal flats.- *Oikos* 50: 114-122.
- Chapa-Saldaña H. (1964). Contribución al conocimiento de las langostas del Pacífico Mexicano y su pesquería.- Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras.- Dirección General de Pesca e Industrias Conexas (México).
- Charnov, E.L. (1979). Natural selection and sex change in pandalid shrimp: test of a life-history theory.- *Am. Nat.* 113: 715-734.
- Charnov E.L.; Bull J., (1977). When is sex environmentally determined?.- *Nature, Lond.* 266: 828-830.-

- Chenaut, V. (1985). Los pescadores de Baja California (costa del Pacífico y Mar de Cortés).- Centro de Investigaciones y Estudios Superiores de Antropología Social. Cuadernos de la Casa Chata. (México)
- Connell, J.H. (1974). Field experiments in marine ecology. in MARISCAL, ed. "Experimental Marine Biology": 21-54.
- Cushing, D.H. (1981) Fisheries Biology: a study in population dynamics. The University of Wisconsin Press.
- Daley, G.P. (1975). The effects of the reproductive cycle on seasonal growth trends in the owl limpet, *Lottia gigantea*. Bull. Am. malac. Un. 1975: 69
- Dayton, P. K. (1971). Competition, disturbance and community organization: the provision and subsequent utilization of space in a rocky intertidal community.- Ecol. Monogr. 41: 351-389.
- Durán L.R., Castilla J.C., Oliva, D. (1987). Intensity of human predation on rocky shores at Las Cruces in central Chile.- Environmental Conservation, 14 (2): 143-149.
- Galbraith, R. T. (1965). Homing behavior in the limpets *Acmaea digitalis* and *Lottia gigantea*. - Amer. Midland Naturalist 74: 245-246
- Ghiselin, M.T., (1969). The evolution of hermaphroditism among animals.- Q. Rev. Biol. 44: 189-208.-

- Glassow, M.A. (1980). Recent developments in the Archaeology of the Channel Islands.- D.M. Power (ed), The California Islands: Proceedings of a multidisciplinary symposium. Santa Barbara Mus. Na. Hist.: 77-79
- Hancock, D.A. (1970). The role of predators and parasites in a fishery for the mollusc *Cardium edule* L. - Proc. Adv. Study Inst. Dynamics Number Popul. (Oosterbeek. 1970): 419-439.
- Hoagland, E.K. (1978). Protandry and the evolution of environmentally-mediated sex change: a study of the mollusca.- *Malacologia*, 17 (2): 365-391
- Hockey, P.A., Bosman, A.L. (1986). Man as an intertidal predator in Transkei: disturbance, community convergence and management of a natural food resource.- *Oikos* 46: 3-14
- King, C. (1971). Chumash inter-village economic exchange. *Indian Historian* 4: 31:43
- Lindberg, D.R., Wright, W.G. (1985). Patterns of sex change of the protandric patellacean limpet *Lottia gigantea* (Mollusca: Gastropoda).- *Veliger* 27: 261-265.
- McKusik, M.B., Warren, C.N. (1959). Introduction to San Clemente Island archaeology. Univ. California Los Angeles Archaeol. Surv., Ann, Rep., 1958-1959: 107-136

- Meehan, B. (1982). Shell bed to shell midden.- Aust. Inst. Aboriginal Studies. Globe Press, Melbourne.
- Meighan, C.W. (1959). The Little Harbor site, Catalina Island: an example of ecological interpretation in archaeology. Amer. Antiquity 24: 383-405
- Moreno, C.A., Lunecke, K.M., Lepez, M.I. (1986). The response of an intertidal *Concholepas concholepas* (Gastropoda: Muricidae) population to protection from Man in southern Chile and the effects on benthic sessile assemblages.- Oikos 46: 359-364
- Moreno, C.A., Sutherland, J.P., Jara, H.F. (1984). Man as a predator in the intertidal zone of southern Chile.- Oikos 42: 155-160.
- Oliva D., Castilla J.C. (1986). The effect of human exclusion on the population structure of key-hole limpets *Fissurella crassa* and *F. limbata* on the coast of central Chile. Marine Ecology, 7(3): 201-217.
- Orr, P.C. (1968). Prehistory of Santa Rosa Island. Santa Barbara Museum of Natural History, Santa Barbara, Calif.
- Paine, R.T. (1966). Food web complexity and species diversity.- Am. Nat. 100: 65-75.
- Palmer, C.F. (1907). The anatomy of California Haliotidae.- Phil. Acad. Nat. Sci. 59: 396-407.

- Policansky, D. (1982). Sex change in plants and animals.-  
Ann. Rev. Ecol. Syst. 13: 471-175
- Reinman, F.M. (1964). Maritime adaptation on San Nicolas  
Island, California: a preliminary and speculative  
evaluation. Univ. California Los Angeles Archaeol. Surv.,  
Ann. Rep. 1963-1964: 50-84.
- Rickefs, R.E. (1983) The economy of nature (Second edition).  
Chiron press U.S.A..
- Ricketts E.F., Calvin J. (1939). Between Pacific Tides.  
Stanford University Press, Stanford. Ca. U.S.A..
- Rozaire, C.E. (1967). Archaeological considerations regarding  
the Southern California Islands. Pp 327-336 in R.N.  
Philbrick, ed., Proceedings of the symposium on the  
biology of the California Islands. Santa Barbara Botanic  
Garden, Santa Barabara, Calif.
- Simenstad, C.A., Estes, J.A., Kenyon, K.W. (1978). Aleuts,  
sea otters, and alternate stable-state communities.-  
Science, Vol. 200: 403-411.
- Sokal R.R., Rohlf F.J. (1979). Biometría. Ed. Blume, Madrid,  
832 pp.
- Stimson, J. (1970). Territorial behavior of the owl limpet,  
*Lottia gigantea* .- Ecology Vol. 51 No. 1: 113-118

- Stimson, J. (1973). The role of the territory in the ecology of the owl limpet *Lottia gigantea* (Gray). *Ecology* 54: 1020-1030.
- Sutherland, J.P. (1970). Dynamics of high and low populations of the limpet *Acmaea scabra* (Gould). *Ecol. monogr.* 40: 169-188.
- Swalding, P. (1976). Central Province shellfish resources and their utilization in the prehistoric past of Papua New Guinea.- *Veliger* 19: 293-302
- Warner, R. R. (1975). The adaptive significance of sequential hermaphroditism in animals.- *Am. Nat.* 109: 61-82.
- Wright, W.G. (1982). Ritualized behavior in a territorial limpet.- *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 60: 245-251.
- Wright, W.G. (1989). Intraspecific density mediates sex-change in the territorial patellacean limpet *Lottia gigantea* .- *Marine Biology* 100: 353-364.
- Wright, W.G., Lindberg, D.R. (1982). Direct observations of sex change in the patellacean limpet *Lottia gigantea*. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 62: 737-738