



informe progresivo

nº
139

Febrero
2001

**Efectos de El Niño 1997-98 sobre la pesquería de los
invertebrados marinos en Lambayeque**

Wilmer Carbajal, Paquita Ramírez y José Maco3

**Biología y pesquería del "tiburón martillo"
(*Sphyrna zygaena*) en Lambayeque, 1991-2000**

Javier Castañeda17

Publicación periódica mensual de distribución nacional. Contiene información de investigaciones en marcha, conferencias y otros documentos sobre temas marítimos. EL INFORME PROGRESIVO tiene numeración consecutiva. Deberá ser citado como Inf. Prog. Inst. Mar Perú.

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ (IMARPE)

Esq. Gamarra y Gral. Valle, Chucuito, Callao.
Apartado 22, Callao, Perú.

Telf. 429-7630 / 420-2000 Fax: 465-6023

Email: imarpe@imarpe.gob.pe

Asesora científica
Dra. Norma Chirichigno Fonseca

Editor científico
Dr. Pedro G. Aguilar Fernández

© 2001, Instituto del Mar del Perú
Esquina Gamarra y General Valle
Apartado Postal 22
Callao, PERÚ
Teléfono 429-7630 / 420-2000
Fax(511) 465-6023
E-mail:imarpe@imarpe.gob.pe

Hecho el depósito de Ley No 2001-0873
Reservados todos los derechos de reproducción total
o parcial, la fotomecánica y los de traducción.

Impresión: Fimart S.A.C.
Av. Del Río III - Pueblo Libre
Teléfono: 424-0662
Tiraje: 300 ejemplares
Terminado de imprimir: diciembre 2001

EFFECTOS DE EL NIÑO 1997-98 SOBRE LA PESQUERÍA DE LOS INVERTEBRADOS MARINOS EN LAMBAYEQUE

Wilmer Carbajal V. Paquita Ramírez D. José Maco P.

Laboratorio Costero de Chiclayo

CONTENIDO

Resumen	3
1. Introducción	4
2. Material y métodos	5
2.1 Área de estudio	5
2.2 Metodología	5
3. Resultados	6
3.1 Composición específica	6
3.2 Desembarques mensuales y TSM	7
3.3 Desembarque de las principales especies de invertebrados	7
3.4 Esfuerzo pesquero y captura por unidad de esfuerzo (CPUE)	10
3.5 Análisis estadístico de las respuestas de los invertebrados a El Niño 1997-98	11
3.5.1 Índice de diversidad de Shannon-Wiener	11
3.5.2 Métodos de clasificación jerárquica	12
3.5.3 Ordenación por escalación multi-dimensional (MDS)	12
3.5.4 Análisis de similitudes (ANOSIM)	13
4. Discusión	13
5. Conclusiones	15
6. Referencias	16

RESUMEN

CARBAJAL, W., P. RAMÍREZ, J. MACO. 2001. Efectos de El Niño 1997-98 sobre la pesquería de los invertebrados marinos en Lambayeque. *Inf. Prog. Inst. Mar Perú* 139: 1-16.

Mediante un enfoque estadístico se determinan las probables respuestas de los invertebrados del litoral del departamento de Lambayeque frente a las perturbaciones ambientales producidas por El Niño (EN) 1997- 98, cuantificando sus efectos sobre las capturas y desembarques de los invertebrados marinos.

El desembarque total de invertebrados entre 1996 y 1998 fue de 632,9 t; resultó mayor DURANTE EN (abril 1997-junio 1998; 452,9 t), seguido por el período posterior (DESPUÉS EN; julio-diciembre 1998; 160,1 t) y período anterior o normal. (ANTES EN; enero 1996 – marzo 1997; 19,9 t). En el período normal se registraron 11 especies de invertebrados, 16 durante el evento cálido y 10 después de éste. La especie que predominó durante el período normal fue el “cangrejo violáceo” *Platyxanthus orbigny*; durante y después de El Niño lo hizo el “langostino tití” *Xiphopenaeus kroyeri*.

Durante la fase normal, la captura por unidad de esfuerzo (CPUE, kg/viaje), fue muy baja; fue notablemente mayor entre octubre 1997 y junio 1998 (El Niño). También se observó un incremento en la CPUE en los meses post-Niño, especialmente en octubre 1998 con la presencia del “langostino tití”.

La diversidad no fue significativamente diferente entre todos los meses, aunque entre los períodos durante y después de El Niño 1997-98 ésta fue ligeramente superior en relación a los meses del período ANTES EN. La ordenación MDS muestra una tendencia de retorno de los meses post-Niño en la dirección pre-Niño, mientras que la prueba del ANOSIM confirmó solamente diferencias significativas entre los períodos ANTES EN vs. DURANTE EN y ANTES EN vs. DESPUÉS EN, mas no entre los períodos DURANTE EN vs. DESPUÉS EN.

Los resultados obtenidos a partir del análisis univariado y multivariado, utilizando a los desembarques como una aproximación de la biomasa, indican que las especies de invertebrados respondieron de manera diferente a El Niño 1997-98, sugiriendo además que las técnicas multivariadas constituyen una herramienta de utilidad para detectar y documentar futuros cambios en las comunidades marinas afectadas por perturbaciones ambientales naturales.

1. INTRODUCCIÓN

Generalmente, en la investigación de los recursos y su pesquería se utilizan los desembarques o capturas por especies como atributos para determinar su disponibilidad. Sin embargo, la ocurrencia de eventos aleatorios naturales como El Niño (EN) pueden afectar tal disponibilidad en determinadas áreas de pesca. Así, los recursos de invertebrados en el ecosistema de afloramiento peruano han evidenciado cambios que son aparentemente coherentes con los observados en el ambiente marino, particularmente con aquellos asociados al Fenómeno El Niño (ARNTZ y VALDIVIA 1985).

La extracción de invertebrados marinos constituye una actividad importante en la pesquería del departamento de Lambayeque, donde casi el total de la flota pesquera artesanal se dedica a la captura de determinadas especies de valor comercial, debido básicamente a su fácil accesibilidad y distribución costera. En el Perú se han registrado 971 especies de moluscos, de los cuales el 5% son comerciales; de manera similar, de las 400 especies de crustáceos, el 5% está constituido por especies comerciales (YAMASHIRO *et al.* 1999).

El Niño 1982-83 produjo cambios negativos y positivos sobre los recursos marinos peruanos. Algunos de los recursos que se vieron favorecidos por este fenómeno fueron la “concha de abanico” *Argopecten purpuratus* en la Isla Lobos de Tierra y Bahía de Sechura, mientras que el “langostino tift” *Xiphopenaeus riveti* lo fue en la franja costera del norte del Perú (ARNTZ y VALDIVIA 1985). El Niño 1997-98 causó efectos similares a aquel de 1982-83, por lo que al presente trabajo pretende contrastar lo señalado anteriormente sobre los recursos potencialmente comerciales con lo referido a años recientes, aportando, de paso, nuevos conocimientos acerca de las probables fluctuaciones en sus capturas.

En este sentido, este trabajo tiene como objetivo principal determinar y documentar los cambios y fluctuaciones de la pesquería de invertebrados marinos en Lambayeque, cuantificando los efectos de El Niño 1997-98 sobre los desembarques de invertebrados marinos; todo ello con la finalidad de aportar nuevos elementos de juicio, particularmente útiles para los pescadores de la zona, a fin de que sean aprovechados adecuadamente frente a futuros eventos El Niño. Para ello se ha planteado como hipótesis: *Las condiciones ambientales durante El Niño 1997-98 afectaron de manera diferente a las distintas especies de invertebrados marinos en Lambayeque y sus pesquerías.*

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Area de estudio

El litoral de Lambayeque se localiza entre Cerro Bayóvar ($6^{\circ}10'$ S) y Punta Chérrepe ($7^{\circ}10'$ S). A lo largo de la línea costera se encuentran varios centros poblados constituidos por caletas y puertos como San José, Pimentel, Santa Rosa, Eten, Lagunas y Chérrepe (Fig. 1).

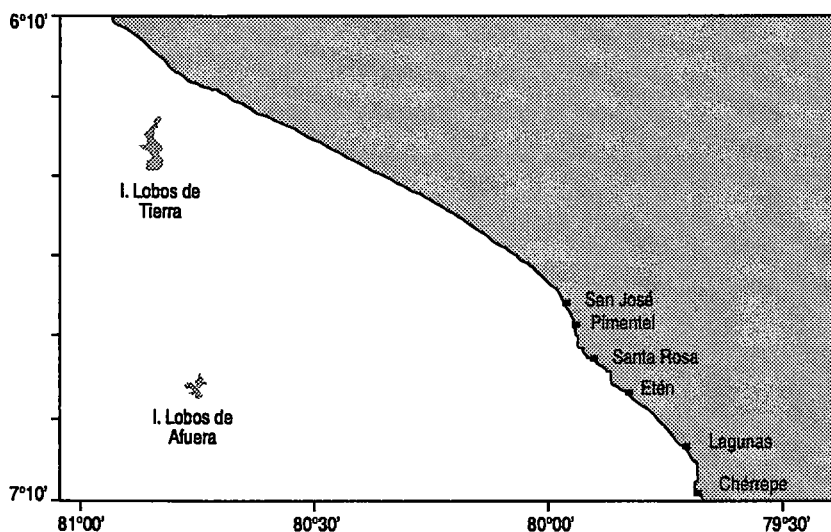


FIGURA 1. Mapa del litoral del departamento de Lambayeque mostrando las zonas de pesca de los invertebrados marinos.

2.2 Metodología

La información de los desembarques (kg) diarios por especie, y tipo de arte fue registrada por personal científico del Laboratorio Costero de Chiclayo, del Instituto del Mar del Perú (IMARPE) en las caletas de San José y Santa Rosa y el puerto de Pimentel (Fig. 1), durante el período comprendido entre enero de 1996 y diciembre de 1998. Adicionalmente, se registraron datos de temperatura superficial del mar (TSM) diaria en la playa de la caleta San José.

Por razones metodológicas se consideraron tres períodos: enero 1996 - marzo 1997 (período antes de El Niño, ANTES EN), abril 1997 - junio 1998 (período durante El Niño, DURANTE EN) y julio - diciembre 1998 (período después de El Niño, DESPUÉS EN).

Se estableció a la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) como índice de abundancia relativa en base a los desembarques y esfuerzos mensuales (GULLAND 1971); esta CPUE se calculó dividiendo las capturas de cada especie por el número de viajes/mes.

El procesamiento estadístico de los datos se realizó con un computador Pentium III, utilizando el programa PRIMER versión 4.0 (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research). Se utilizaron métodos estadísticos univariados y multivariados para analizar los datos de desembarques; se calcularon los índices de diversidad para cada mes así como para cada periodo: antes, durante y después de El Niño.

Se realizó un análisis de ordenación para describir probables patrones temporales en las fluctuaciones de los desembarques (FIELD *et al.* 1982), para lo cual se calcularon matrices triangulares de similitudes de BRAY-CURTIS entre cada par de meses (análisis normal) (BRAY y CURTIS 1957) a partir de los desembarques (pesos) transformados a raíz cuarta. Las matrices estuvieron sujetas a clasificación por el método jerárquico aglomerativo denominado *Unweighted pair-group* (UPGMA), cuyos resultados se presentan en forma de dendrogramas. La significancia de diferencias en los desembarques entre años y entre períodos

antes, durante y después de El Niño fue probada usando un Análisis de Similaridad de una vía (ANOSIM-one way) (CLARKE y GREEN, 1988).

Las especies fueron identificadas mediante el uso de las publicaciones de taxonomía y sistemática de CHIRICHIGNO (1970), MÉNDEZ (1981), ALAMO y VALDIVIESO (1987), mientras que la reubicación taxonómica de *Xiphopenaues riveti* como *Xiphopenaues kroyeri* ha sido documentada por PÉREZ-FARFANTE y KENSLEY (1997) *sensu* KAMEYA *et al.* (1998).

3. RESULTADOS

3.1 Composición específica

Se identificaron 19 especies: 11 (57,89%) moluscos, 7 (36,84%) crustáceos y un equinodermo (5,26 %).

El listado de especies en orden decreciente de sus desembarques ("ranking de especies", Tabla 1) muestra que en el período ANTES EN 1997- 98 se registraron 11 especies; DURANTE EN produjo un moderado incremento a 16 especies; en el período DESPUÉS EN disminuyó a un número aproximado al período normal ANTES EN. En general, en cada período, los moluscos siempre mostraron predominio sobre los otros grupos.

En base a los desembarques registrados, se pudo determinar que para el período previo a El Niño las especies que predominaron fueron *Platyxanthus orbignyi*, *Loligo gahi* y *Thais chocolata*; durante El Niño fueron *Xiphopenaues kroyeri*, *Platyxanthus orbignyi* y *Octopus mimus*. Pasado dicho evento, *Xiphopenaues kroyeri* siguió predominando aunque esta vez seguido por la langosta *Panulirus gracilis* y el pulpo común *Octopus mimus*.

TABLA 1. Especies de invertebrados marinos en orden decreciente de sus desembarque antes durante y después de El Niño 1997-1998, en el litoral de Lambayeque.

Antes EN	Número de orden	Durante EN	Número de orden	Después EN	Número de orden
<i>Platyxanthus orbignyi</i>	1	<i>Xiphopenaues kroyeri</i>	1	<i>Xiphopenaues kroyeri</i>	1
<i>Loligo gahi</i>	2	<i>Platyxanthus orbignyi</i>	2	<i>Panulirus gracilis</i>	2
<i>Thais chocolata</i>	3	<i>Octopus mimus</i>	3	<i>Octopus mimus</i>	3
<i>Pollicipes elegans</i>	4	<i>Pollicipes elegans</i>	4	<i>Fusinus dupetitthouarsi</i>	4
<i>Octopus mimus</i>	5	<i>Thais chocolata</i>	5	<i>Pollicipes elegans</i>	5
<i>Panulirus gracilis</i>	6	<i>Panulirus gracilis</i>	6	<i>Hexaplex brassica</i>	6
<i>Tivela hians</i>	7	<i>Malea ringens</i>	7	<i>Thais chocolata</i>	7
<i>Malea ringens</i>	8	<i>Penaeus vannamei</i>	8	<i>Malea ringens</i>	8
<i>Cancer setosus</i>	9	<i>Loligo gahi</i>	9	<i>Penaeus vannamei</i>	9
<i>Donax sp.</i>	10	<i>Hexaplex brassica</i>	10	<i>Cyprea cervinetta</i>	10
<i>Loxechinus albus</i>	11	<i>Loxechinus albus</i>	11		
		<i>Callinectes arcuatus</i>	12		
		<i>Dosidicus gigas</i>	13		
		<i>Cancer setosus</i>	14		
		<i>Donax sp.</i>	15		
		<i>Sinum cymba</i>	16		

3.2 Desembarques mensuales y TSM

Durante 1996, antes del inicio del evento El Niño, se observó que la TSM permaneció por debajo de los 20 °C, a excepción del verano cuando alcanzó el valor máximo de 21,7 °C en marzo (Fig. 2). A partir de febrero de 1997 se observó un incremento en este parámetro, con valores moderadamente altos (alrededor de 24 °C) entre marzo y agosto de 1997, y valores muy altos entre noviembre 1997 y abril 1998, llegando hasta 28,95 °C en febrero 1998. Desde junio 1998 nuevamente se registraron valores <20 °C, con tendencia a disminuir hacia fines de 1998. La temperatura superficial del mar (TSM) promedio para los períodos antes, durante y después de El Niño fue de 19,17 °C; 24,58 °C y 18,51 °C, respectivamente.

Durante enero 1996 – marzo 1997 (período ANTES EN) los desembarques fueron muy bajos, y nunca superaron los 3.500 kg; el valor más alto se registró en setiembre con 3.457 kg. Durante abril 1997 – junio 1998 (período DURANTE EN) se observó un notable incremento en los desembarques, particularmente entre octubre 1997 y marzo 1998, cuando se llegó a registrar hasta 122.582 kg (febrero 1998) (Fig. 2).

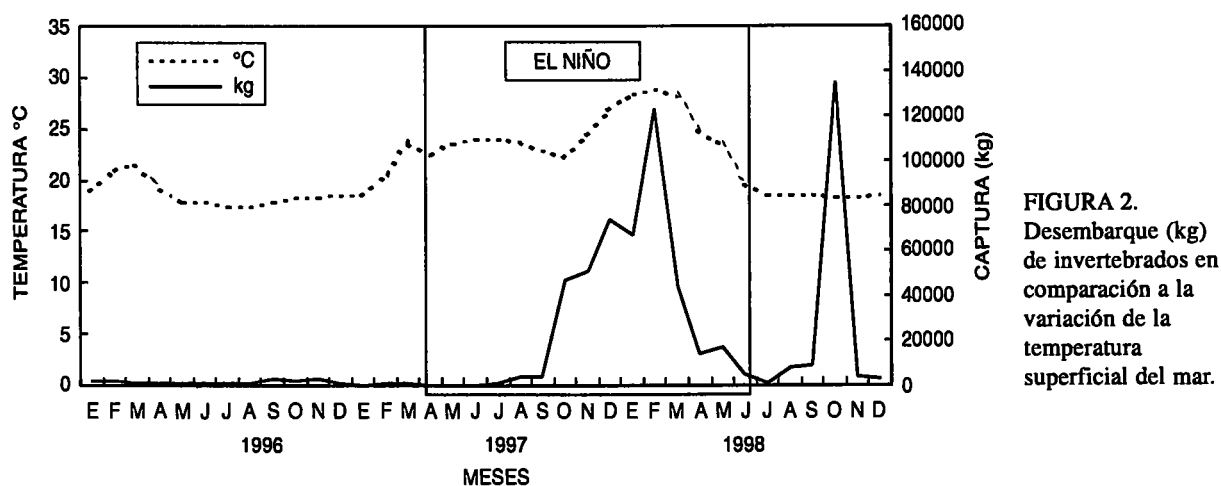


FIGURA 2. Desembarque (kg) de invertebrados en comparación a la variación de la temperatura superficial del mar.

Durante el período DESPUÉS EN, los desembarques no superaron la cifra de 9.000 kg/mes, excepto en octubre 1998 cuando, principalmente debido a los desembarques del "langostino titi" *Xiphopenaeus kroyeri*, se alcanzó los 135.141 kg.

Así mismo, se observa que con el aumento de la temperatura durante El Niño los recursos invertebrados también mostraron un incremento en sus desembarques, coincidiendo ambos en sus picos máximos durante febrero 1998. Sin embargo, también se observó un segundo pico en octubre 1998 no asociado al ascenso de la temperatura sino más bien a un incremento en el esfuerzo pesquero (Fig. 6).

3.3 Desembarques de las principales especies de invertebrados

En el período ANTES EN, los desembarques totales alcanzaron 19.939 kg. El "cangrejo violáceo" *Platyxanthus orbigny* (17.154 kg; 86,0%) fue la especie de mayor abundancia, seguido por el calamar común *Loligo gahi* (822 kg; 4,1 %) y el caracol *Thais chocolata* (700 kg; 3,5 %) (Fig. 3 y Tabla 2).

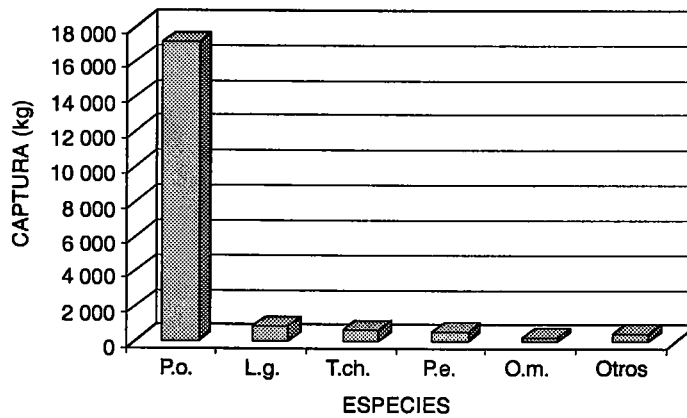


FIGURA 3. Desembarque total de las principales especies de invertebrados antes de El Niño 1997- 98, en el litoral de Lambayeque (P.o. = *P. orbignyi*, L.g.= *L. gahi*, T.ch.= *T. chocolata*, P.e.= *P. elegans*, O.m.= *O. mimus*)

TABLA 2. Desembarques mensuales (kg) de las especies de invertebrados antes de El Niño 1997-98, en el litoral de Lambayeque.

Especies	ene.	feb.	mar.	abr.	may	jun.	jul.	ago.	set.	oct.	nov.	dic.	ene.	feb.	mar.	Total	%
<i>Platyxanthus orbignyi</i>	1743	1550	643	1189	804	690	1173	1207	3422	6	1970	860	390	685	822	17154	86,03
<i>Loligo gahi</i>	103	10	0	21	1	0	0	0	0	15	554	0	0	118	0	822	4,12
<i>Thais chocolata</i>	0	650	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	700	3,51
<i>Pollicipes elegans</i>	300	80	0	0	0	0	80	0	0	0	127	0	0	0	0	587	2,94
<i>Octopus mimus</i>	0	22	0	58	0	5	1	40	28	0	14	40	40	15	0	263	1,32
<i>Panulirus gracilis</i>	0	37	1	0	0	0	2	3	6	1	19	9	9	60	15	162	0,81
<i>Tivela hians</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160	160	0,80
<i>Malea ringens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	0,25
<i>Cancer setosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	20	0,10
<i>Donax sp.</i>	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0,10
<i>Loxechinus albus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0,01
TOTAL	2146	2369	644	1268	805	695	1256	1250	3457	22	2684	909	439	878	1117	19939	100,0

Los desembarques en el período DURANTE EN alcanzaron valores muy altos, totalizando 452.941 kg, 22,7 veces más que el período anterior. La especie con mayor desembarque fue el "langostino tití" *Xiphopenaeus kroyeri* (419.491 kg; 92,6 %), seguido a gran distancia por *Platyxanthus orbignyi* (13.559 kg; 2,9 %) y el "pulpo" *Octopus mimus* (12.031 kg; 2,6 %) (Fig.4, Tabla 3).

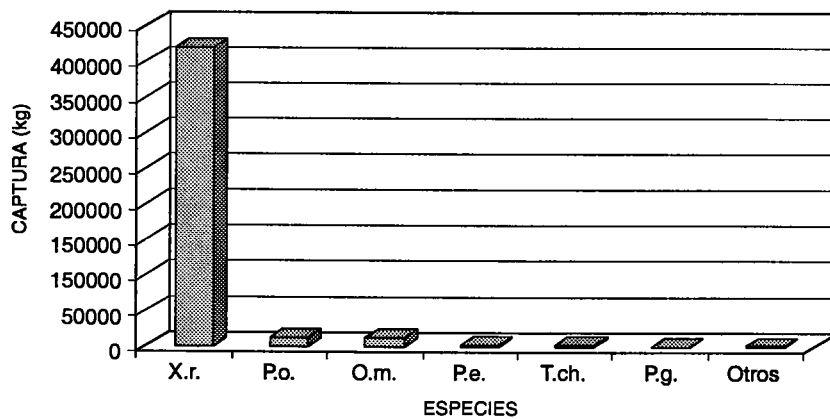


FIGURA 4. Desembarque total de las principales especies de invertebrados durante El Niño 1997-98, en el litoral de Lambayeque (X.r.= *X. kroyeri*, P.o.= *P. orbignyi*, O.m.= *O. mimus*, P.e.= *P. elegans*, T.ch.= *T. chocolata*, P.g.= *P. gracilis*).

TABLA 3. Desembarques mensuales (kg) de las especies de invertebrados durante el Niño 1997-98, en el litoral de Lambayeque.

Especies	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	set.	oct.	nov.	dic.	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	Total	%
<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>	0	0	0	225	467	290	36967	50726	73427	65935	119918	40837	10800	15252	4647	419491	92,61
<i>Platyxanthus orbigny</i>	154	45	51	1122	1666	3545	6921	9	2	44	0	0	0	0	0	13559	2,99
<i>Octopus mimus</i>	2	0	0	0	0	0	0	168	707	978	2399	3257	2396	1470	654	12031	2,66
<i>Pollicipes elegans</i>	0	0	0	0	0	200	2985	120	100	0	0	0	0	0	0	3405	0,75
<i>Thais chocolata</i>	320	0	0	10	1709	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2039	0,45
<i>Panulirus gracilis</i>	5	0	1	20	7	1	3	73	10	158	193	354	155	39	42	1061	0,23
<i>Malea ringens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	430	434	40	904	0,20
<i>Penaeus vannamei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	140	25	225	0,05
<i>Loligo gahi</i>	0	0	0	0	1	0	1	7	6	10	70	7	0	0	0	102	0,02
<i>Hexaplex brassica</i>	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	67	0,01
<i>Callinectes arcuatus</i>	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	12	0	16	0,004
<i>Loxechinus albus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	20	0,004
<i>Dosidicus gigas</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5	2	0	0	0	0	8	0,002
<i>Cancer setosus</i>	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0,001
<i>Donax</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0,001
<i>Sinum cymba</i>	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0,001
TOTAL	490	50	57	1377	3850	4036	46882	51107	74252	67130	122582	44455	13841	17367	5465	452941	100

El desembarque total de los invertebrados después de la fase cálida de El Niño (DESPUÉS EN, junio - diciembre 98) alcanzó los 160.060 kg, cantidad 2,8 veces menor que la registrada para el período anterior. Las capturas mensuales del langostino tití *Xiphopenaeus kroyeri* disminuyeron notoriamente, sin embargo la cifra de los desembarques de este recurso se incrementó altamente en octubre permitiendo que esta especie contribuyera con 153.607 kg (95,9%), seguida distanciadamente por la langosta *Panulirus gracilis* con 3.778 kg (2,3 %) y *Octopus mimus* con 1.945 kg (1,2 %) (Fig. 5 y Tabla 4).

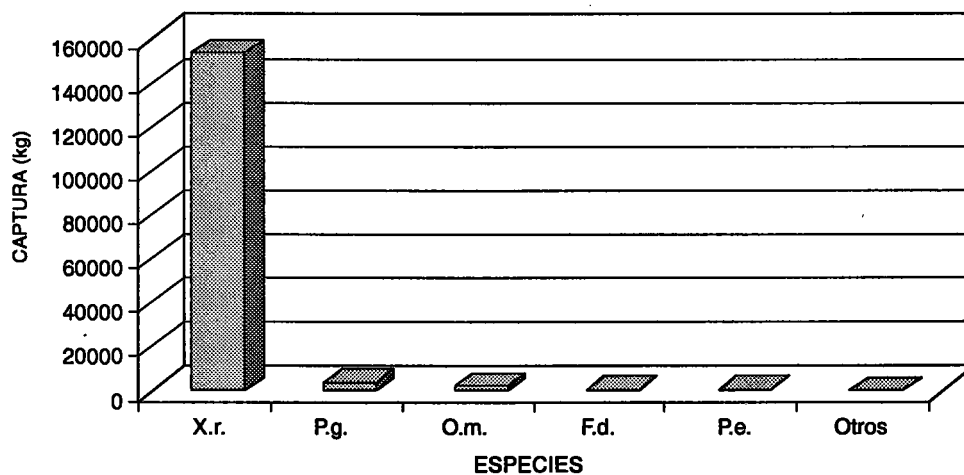


FIGURA 5. Desembarque total de las principales especies de invertebrados después de El Niño 1997-98, en el litoral de Lambayeque (X.r.= *X. kroyeri*, P.g.= *P. gracilis*, O.m.= *O. mimus*, F.d.= *F. dupetitthouarsi*, P.e.= *P. elegans*).

TABLA 4. Desembarques mensuales (kg) de las especies de invertebrados después de El Niño 1997-98, en el litoral de Lambayeque.

Especies	jul.	ago.	set.	oct.	nov.	Dic.	Total	%
<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>	634	7566	8379	134768	2260	0	153607	95,97
<i>Panulirus gracilis</i>	53	11	390	327	682	2315	3778	2,36
<i>Octopus mimus</i>	400	0	72	37	539	897	1945	1,22
<i>Fusinus dupetitthouarsi</i>	300	0	0	0	0	150	450	0,28
<i>Pollicipes elegans</i>	0	0	85	0	110	30	225	0,14
<i>Hexaplex brassica</i>	0	0	0	0	24	0	24	0,01
<i>Thais chocolata</i>	0	0	0	0	20	0	20	0,01
<i>Malea ringens</i>	0	0	0	7	0	0	7	0,004
<i>Penaeus vannamei</i>	0	0	1	2	0	0	3	0,002
<i>Cypraea cervinetta</i>	0	0	0	0	1	0	1	0,0006
TOTAL	1387	7577	8927	135141	3636	3392	160060	100

3.4 Esfuerzo pesquero y captura por unidad de esfuerzo (CPUE)

La extracción de los recursos de invertebrados se realiza utilizando embarcaciones artesanales de las caletas San Rosa y San José, adaptadas con artes específicos para la captura tales como: redes cortineras y de arrastre, y a la "pinta" en los caballitos de totora en el puerto de Pimentel.

El esfuerzo pesquero determinado en base al número de viajes y de lanchas muestra que el número de viajes fue mayor en los meses de setiembre (1372), octubre (815) y noviembre (513) del período ANTES EN; en el período DURANTE EN el número de viajes fue mayor entre julio y octubre 1997, y entre diciembre 1997 y febrero 1998 (Fig. 6). El número de viajes fue marcadamente inferior DESPUÉS EN, alcanzando su valor máximo en octubre 1998 con 265 viajes. Comparativamente, el esfuerzo fue mayor durante El Niño 1997-98.

Con relación al número de lanchas, se produjo una fluctuación casi regular durante el estudio, aunque con una mayor estabilidad durante El Niño indicando una actividad permanente de éstas en las faenas de pesca, el mayor número se presentó entre julio 1997 y febrero 1998, coincidiendo con el período de máximo número de viajes.

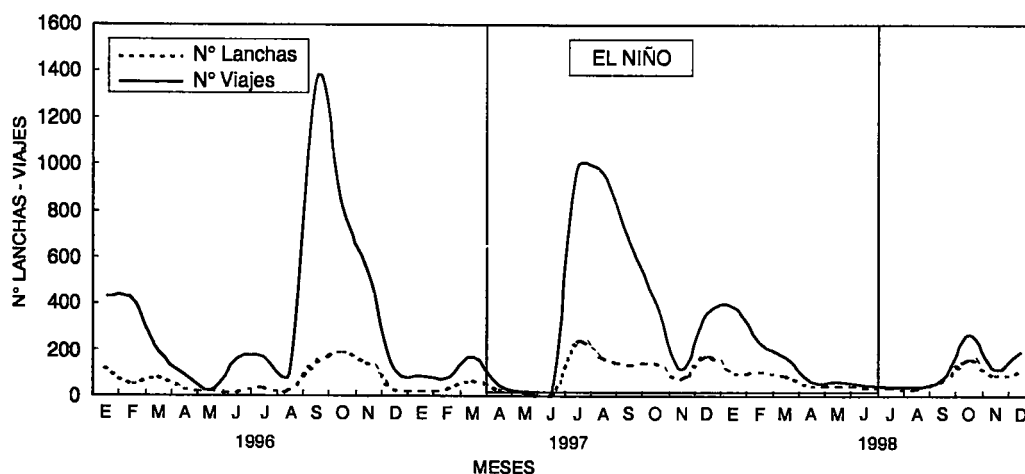


FIGURA 6. Esfuerzo pesquero de los invertebrados medido como el número de lanchas y viajes mensuales en Lambayeque.

Durante la fase normal, la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) calculada como kg/viaje, fue muy baja y estuvo estrechamente asociada con las capturas mensuales; sin embargo ésta fue notablemente mayor entre octubre 1997 y junio 1998 (Fig. 7), en los meses de El Ni-

ño, observándose además una relación más fluctuante entre la CPUE y desembarques mensuales para este período. También se observó un incremento en la CPUE en los meses post-Niño, especialmente durante octubre 1998 con la presencia del recurso "langostino titi".

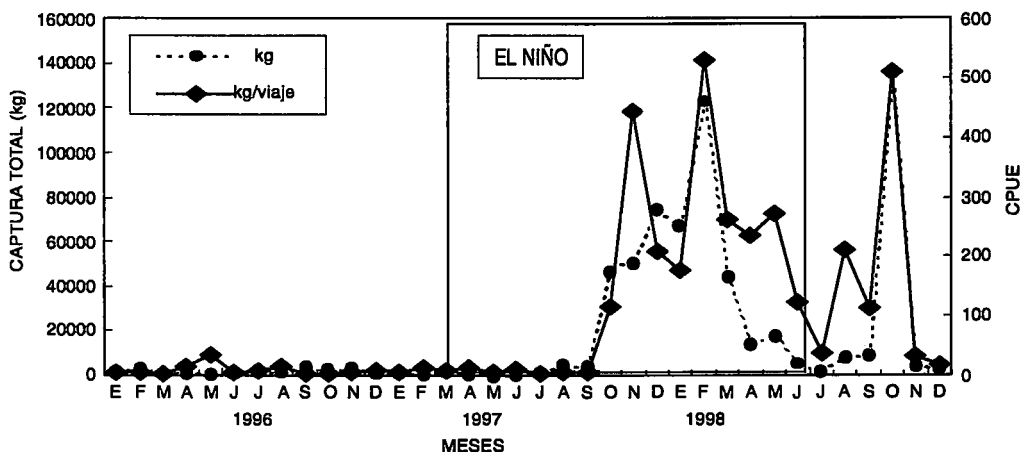


FIGURA 7. Captura total y captura por unidad de esfuerzo (CPUE, kg/viaje) mensual de los recursos invertebrados de Lambayeque.

3.5 Análisis estadístico de las respuestas de los invertebrados a El Niño 1997-98

3.5.1 Índice de diversidad de Shannon-Wiener

El índice de diversidad de SHANNON-WIENER (H') durante el período pre-Niño fue mayor en los meses del verano (1,33) y primavera (1,10) 1996, así como en el verano (1,32) 1997; durante el período El Niño (a diferencia del período anterior) los valores de H' mostraron un incremento en el invierno (1,43 en agosto) 1997, disminuyeron hacia la primavera 1997 y verano 1998 (Figs. 8 y 9). Las altas diversidades se presentaron nuevamente hacia finales del evento (otoño 1998) e inicios de la fase post-Niño, cuando la diversidad mostró sus valores más altos (1,69 en agosto y 1,53 en noviembre). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre los 3 períodos analizados.

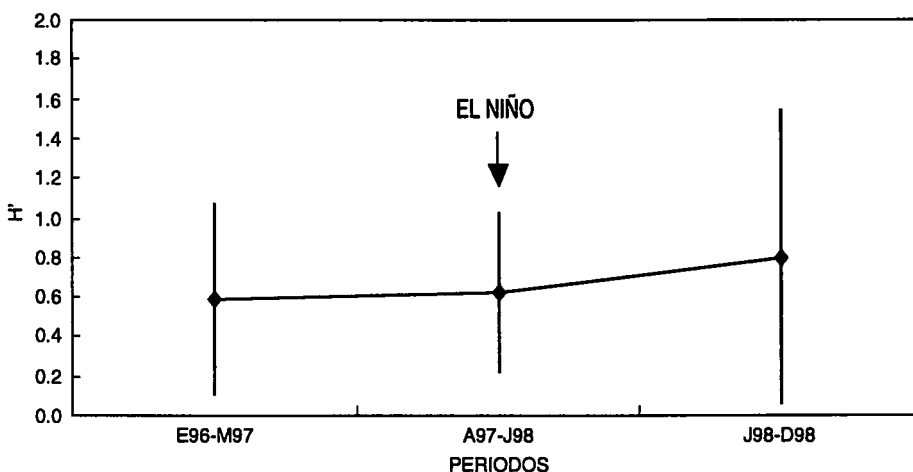


FIGURA 8. Índice de diversidad de SHANNON-WIENER (H') para el período antes, durante y después de El Niño 1997-1998 en el litoral de Lambayeque.

Los valores de la diversidad promedio para cada uno de los períodos estudiados indican que ésta es levemente inferior durante la fase normal, incrementándose hacia la fase El Niño y post-Niño (Fig. 9).

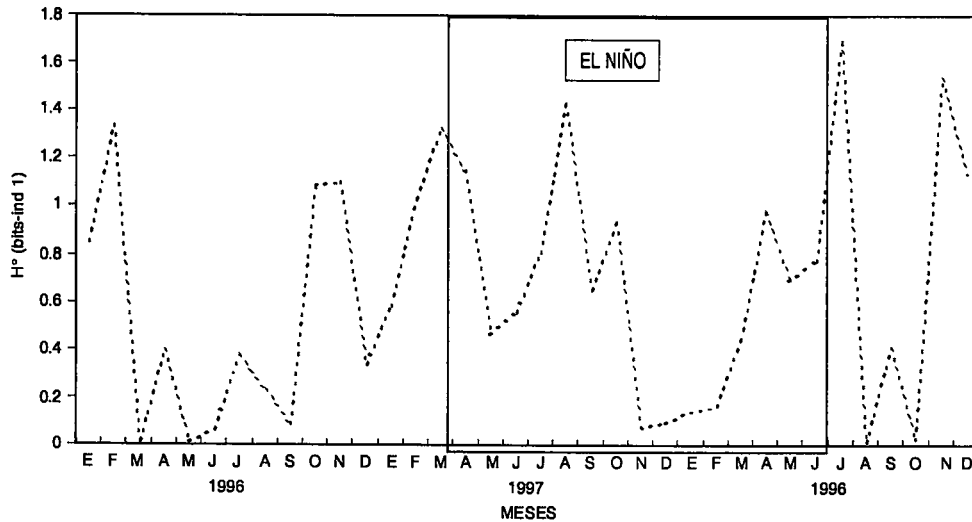


FIGURA 9. Indices de diversidad de SHANNON-WIENER (H') promedio para las fases antes, durante y después de El Niño 1997- 1998 en Lambayeque.

3.5.2 Métodos de clasificación jerárquica

El dendrograma de los meses correspondientes a las tres fases de estudio, basada en los desembarques con transformación a raíz cuarta, indica que a un nivel de similitud de ca. 43 % se presentan cuatro grupos importantes de meses. Los grupos A + B comprenden a meses de los periodos antes y durante El Niño; (abril a setiembre 1997). En el grupo C se identifican a los meses comprendidos entre octubre 1997 y noviembre 1998, mientras que en el D están los meses julio y diciembre 1998.

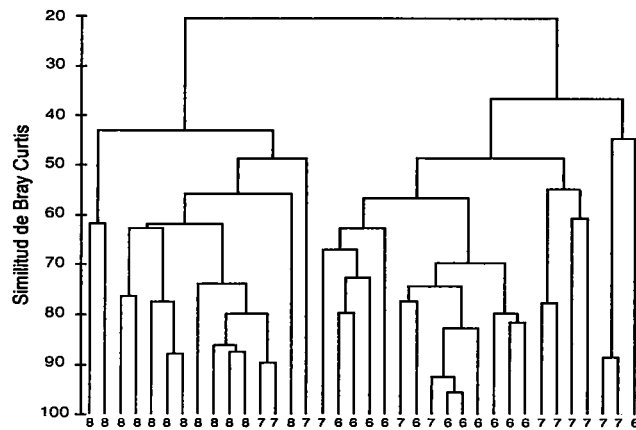


FIGURA 10. Dendrograma de clasificación jerárquica a partir de las similitudes de BRAY-CURTIS para datos de desembarques (kg) de invertebrados transformados a raíz cuarta (Los números representan los meses de cada año: 6 = 1996, 7 = 1997, 8 = 1998).

3.5.3 Ordenación por escalación multi-dimensional (MDS)

El análisis de ordenación MDS se basó en los pesos de los desembarques de las 19 especies identificadas, con transformación a raíz cuarta. En el diagrama MDS bi-dimensional (coeficiente de estrés igual a 0,14) (Fig.11) se observan dos grupos: el primero de ellos (hacia el lado inferior derecho de la configuración) está constituido por todos los meses pertenecientes a la fase previa a El Niño y por la mayoría de los meses iniciales correspondientes a la fase caliente; mientras que el otro grupo, ubicado en la parte media del

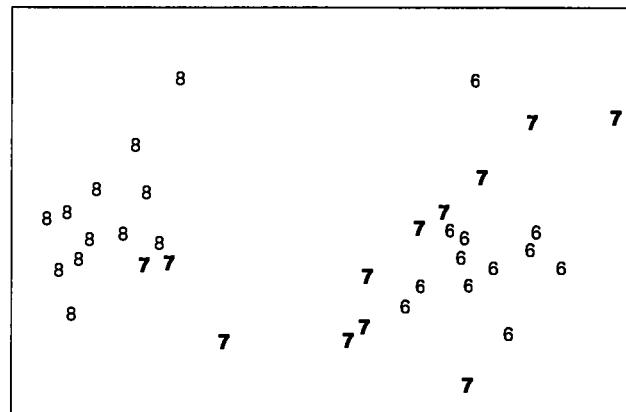


FIGURA 11. Ordenación MDS bi-dimensional de los meses en base a los desembarques con transformación raíz cuarta (6 = 1996, 7 = 1997, 8 = 1998)

lado izquierdo de la configuración, está formado por los meses post-Niño y por los meses intermedios y finales de la fase El Niño.

3.5.4 Análisis de similitudes (ANOSIM)

Para evaluar las diferencias en los desembarques de las especies de invertebrados entre períodos se aplicó la prueba de aleatoriedad/reasignación conocida como ANOSIM. Los resultados indican que existieron diferencias significativas al 5% entre los períodos ANTES EN versus DURANTE EN y ANTES EN versus DESPUÉS EN. Las fases DURANTE EN versus DESPUÉS EN no mostraron diferencias entre sí (Tabla 5).

TABLA 5. Resultados del ANOSIM- una vía. Los valores tabulados son los niveles porcentuales de significancia ($P < 0,05$) entregados por la rutina ANOSIM (* significativamente diferentes).

Muestras (meses)	Fase o Períodos	Muestras comparadas	Nivel de significancia
A = 1-15	Antes EN	A vs. B	0 % *
B = 16-30	Durante EN	A vs. C	0% *
C = 31-36	Después EN	B vs. C	36,2%

4. DISCUSIÓN

Durante el evento El Niño, en el litoral de Lambayeque, se produjo un incremento en el número de especies de invertebrados, particularmente de crustáceos, lo cual se debió al avance de las Aguas Ecuatoriales Superficiales y en menor grado de Aguas Tropicales Superficiales; estas últimas trajeron como consecuencia una ampliación en el rango de distribución latitudinal de especies como el "langostino blanco" *P. vannamei*, el "langostino tití" *X. kroyeri* y el "cangrejo jaiwa" *Callinectes arcuatus*, especies propias de la zona norte del Perú, cerca del Ecuador.

Un hecho importante es aquel relacionado con el listado de especies en orden decreciente en base a sus desembarques ("ranking de especies"). El "cangrejo violáceo" *P. orbigny* ocupaba el primer lugar en el período normal y el segundo durante El Niño después de *X. kroyeri*; sin embargo pasado El Niño, el cangrejo violáceo disminuyó grandemente pasando a ocupar su lugar *X. kroyeri* y la "langosta" *P. gracilis*. En este sentido, ARNTZ *et al.* (1988) han indicado que durante El Niño se presenta una invasión y proliferación de especies de langostinos al sur de Paita, tales como *X. kroyeri* el cual constituye un nuevo recurso explotable. Del mismo modo, dichos autores también han señalado que después de este evento, aparecen nuevos recursos como la langosta, que extienden su área de distribución hacia el sur. Por tanto, estos hechos coinciden con lo registrado en esta investigación y que podrían ser considerados como efectos positivos de El Niño 1997-1998. En general, se puede indicar que pasado el evento cálido, el número de especies rápidamente vuelve a sus valores normales (10 - 11 especies).

Durante El Niño 1982-1983, se sugirió que deberían mejorarse las estadísticas de pesca sobre las diferentes especies de invertebrados para permitir una separación detallada de las es-

pecies desembarcadas, así como la inclusión de datos de esfuerzo pesquero y CPUE (ARNTZ y VALDIVIA 1985). En este estudio se ha puesto énfasis en este tipo de información, la cual permitirá analizar si el aumento en los desembarques es producido por un desarrollo positivo del stock o por un aumento en el esfuerzo pesquero.

La explotación de los recursos invertebrados en el Pacífico suroriental se ve afectada de manera positiva en algunos casos, y negativa en otros, por cambios en la abundancia, distribución y comportamiento de sus poblaciones, causados por alteraciones climáticas inducidas por El Niño.

En general, el efecto sobre la pesca artesanal de los mariscos fue más bien positivo; los desembarques fueron mucho mayores que en épocas normales. Sin embargo, este aumento se basó en unas pocas especies: *X. kroyeri*, *O. mimus*, *P. elegans*, *P. gracilis*.

Los desembarques de algunas especies disminuyeron, especialmente los de cangrejos (p.e. cangrejo violáceo), erizo y mayoría de los caracoles. La mayoría de los cambios positivos fueron del orden post-Niño (proliferación de langostinos, aparición de langostas, etc.), mientras que los cambios negativos se hicieron aparentes en verano-otoño de 1998 (mortalidad de moluscos y crustáceos) (ARNTZ 1989).

El caracol que mostró mayores desembarques durante El Niño fue la especie saprófaga *Thais chocolata*, la cual quizá se vio beneficiada por la mortalidad de muchos organismos y por presentar una gran resistencia al aumento de la temperatura (ARNTZ y VALDIVIA 1985). Las bajas diversidades observadas durante el otoño e invierno del período normal se debieron a la gran dominancia de *Platyxanthus orbigny* en las capturas, mientras que las bajas diversidades registradas durante la primavera 1997 y verano 1998 de El Niño y finales de invierno - inicios de primavera 1998 del post-Niño se debió al predominio de *Xiphopenaeus kroyeri*. En general, se observó que la diversidad durante El Niño presentó un patrón opuesto a aquel mostrado en el período normal.

Métodos estadísticos multivariados fueron utilizados para discriminar o establecer la presencia de cambios faunísticos a lo largo de una escala temporal (entre períodos antes, durante y después de El Niño). La sensibilidad de respuesta de estos métodos los ha convertido en un instrumento importante en la evaluación de los cambios de la comunidad, sin embargo éstos adquieren mayor relevancia cuando relacionan dichos cambios a variables ambientales (CARBAJAL 1994). En general, esta clase de relación ha sido abordada mediante los denominados análisis canónicos; sin embargo, en este estudio por consideraciones biológicas se prefirió una ordenación basada solamente en las matrices de similitud. Así, las técnicas de clasificación y ordenación por MDS se han constituido en una herramienta muy útil para analizar patrones de cambio en grupos de especies espacial y temporalmente complejas.

En el contexto señalado, la clasificación jerárquica de promedio ponderado (UPGMA) ayuda a encontrar "grupos naturales" de muestras, en donde las muestras dentro de un grupo son más similares que las muestras en grupos diferentes. Los grupos de meses conformados por este método y mostrados en el dendrograma correspondiente pueden ser considerados como asociaciones que se encuentran reflejando las diferencias ambientales reales de la zona litoral de Lambayeque (principalmente de temperatura) durante los períodos estudiados. Particularmen-

te, es importante indicar que el grupo B estuvo constituido mayoritariamente por meses del período ANTES EN, mientras que el grupo C lo estuvo por un gran número de meses del período DURANTE EN. El grupo D estuvo íntegramente constituido por meses del período DESPUÉS EN.

La ordenación MDS de la presente investigación, a través de la inspección detallada de la configuración del diagrama reveló que existe una tendencia de la comunidad por retornar a las condiciones pre- Niño, describiendo un movimiento en el sentido horario de las manecillas de un reloj. Este hallazgo coincide con las respuestas mostradas en otras latitudes por otros tipos de comunidades frente a El Niño. Así, WARWICK *et al.* (1990) han informado que la comunidad de especies de coral en Indonesia durante El Niño 1982-83 también presenta la tendencia a retornar a las condiciones iniciales que se presentaron durante 1981, antes de El Niño 1982-1983. Esto confirma la idea de que la composición por especies y desembarques entre períodos son marcadamente diferentes entre períodos antes y después, tal como lo sugiere el análisis de similitudes. De esta manera el análisis MDS no hace más que confirmar la apreciación de que muchas de las especies exhibieron patrones de distribución que difieren en varias etapas de sus ciclos de vida.

El análisis estadístico, mediante la prueba ANOSIM - 1 vía, indicó que no existió diferencia significativa entre los períodos durante y después de El Niño; ello sería como consecuencia de la gran similitud en las capturas de *X. kroyeri* para ambos períodos, particularmente en las medidas de BRAY-CURTIS luego de la transformación a raíz cuarta de los datos de las capturas.

Los resultados obtenidos sugieren la existencia de respuestas de los atributos faunísticos de las especies de invertebrados a El Niño 1997-98, mostrando además (y tal como lo sostienen WARWICK y CLARKE 1991) que las técnicas multivariadas constituyen una herramienta de gran utilidad para detectar y documentar futuros cambios en las comunidades marinas afectadas por perturbaciones ambientales naturales, como El Niño.

5. CONCLUSIONES

1. Se registraron 11 especies antes, 16 durante y 10 después de El Niño 1997-98, en la pesquería de invertebrados en el litoral del departamento de Lambayeque.
2. La especie que predominó durante el período normal, ANTES EN, fue el cangrejo violáceo *Platyxanthus orbigny*, mientras que DURANTE EN y DESPUÉS EN predominó el langostino tití *Xiphopenaeus kroyeri*.
3. La TSM promedio para los períodos antes, durante y después de El Niño fue de 19,17 °C; 24,58 °C y 18,51 °C, respectivamente.
4. El desembarque total entre 1996 y 1998 fue de 632.940 t, siendo mayor DURANTE EN con 452.941 t, seguidos por la fase DESPUÉS EN con 160.060 y ANTES EN con 19.939 t.
5. El esfuerzo pesquero estimado en base al número de viajes fue mayor durante el período El Niño; mientras que éste en base al número de lanchas mostró un patrón regular durante los tres períodos.
6. La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) calculada como kg/viaje, fue notoriamente mayor durante El Niño y en menor grado después de éste.
7. La diversidad medida como el Índice de SHANNON-WIENER (H') mostró notables fluctuaciones durante el estudio, debido principalmente a la dominancia de *P. orbigny* en el período

do ANTES EN y de *X. kroyeri* en los períodos DURANTE EN y DESPUÉS EN. En general, la diversidad durante El Niño presentó un patrón opuesto al observado durante el período normal.

8. El análisis de clasificación jerárquica mostró la presencia de cuatro grandes grupos, en donde los grupos con los meses correspondientes a los períodos antes y durante fueron los que mostraron una mayor similitud.

9. El diagrama de MDS muestra un patrón de recuperación de la comunidad de los invertebrados hacia las condiciones iniciales de pre-Niño, confirmando la apreciación de que la composición específica y volumen de los desembarques entre los diversos períodos estudiados son diferentes.

10. La prueba de ANOSIM-una vía indicó que al 5% de confianza no existe diferencia significativa entre los períodos durante y después de El Niño 1997-1998.

11. Los métodos multivariados aportaron mayores evidencias de los cambios ocurridos en la comunidad a lo largo de una escala temporal, siendo la ordenación por escalación multidimensional la técnica más sensible en el monitoreo de la fase de recuperación en los últimos meses.

6. Referencias

- ALAMO, V. y V. VALDIVIEZO. 1987. Lista sistemática de moluscos marinos del Perú. Bol. Vol. Extraord. Inst. Mar Perú. 184 pp.
- ARNTZ, W. E. y E. VALDIVIA. 1985. Incidencia del fenómeno "El Niño" sobre los mariscos en el litoral peruano, p.91-101. En : ARNTZ, W., A. LANDA y J. TARAZONA (eds.). "El Niño": su impacto en la fauna marina. Bol. Vol. Extraord. Inst. Mar Perú. 222 pp.
- ARNTZ, W. E., E. VALDIVIA y J. ZEBALLOS. 1988. Impact of El Niño 1982-1983 on the commercially exploited invertebrates (mariscos) of the Peruvian shore. Meeresforsch., 32:3-22.
- ARNTZ, W. 1989. Efectos de El Niño 1982-1983 sobre los mariscos del Pacífico sureste. pp. 5-7. En: Taller de trabajo sobre efectos biológicos del fenómeno "El Niño" en ecosistemas costeros del Pacífico sureste, 5 -14 Octubre, Islas Galápagos (Ecuador). Informe de Reuniones de Trabajo N° 87, COI. 105 pp.
- BRAY, J. R. y J. T. CURTIS. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. Ecol. Monogr. 27: 325 - 349.
- CARBAJAL, W. 1994. Efectos del enriquecimiento orgánico sobre la macroinfauna sublitoral de la Bahía San Vicente, Chile central. Tesis Magister en Ciencias, mención Oceanografía. Universidad de Concepción, Chile. 121 pp.
- CHIRICHIGNO, N. 1970. Lista de crustáceos del Perú (Decapoda y Stomatopoda) con datos de su distribución geográfica. Inf. Inst. Mar Perú 35: 95 pp.
- CLARKE, K. R. y R. H. GREEN. 1988. Statistical design and analysis for a "biological effects" study. Mar. Ecol. Prog. Ser. 46: 213 - 226.
- FIELD, J. G., K. R. CLARKE y R. M. WARWICK. 1982. A practical strategy for analysing multispecies distributions patterns. Mar. Ecol. Prog. Ser., 8 : 37-52.
- GULLAND, J. 1971. Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de especies. Edit. Acribia-FAO, Zaragoza. 164 pp.
- KAMEYA, A., V. MOSCOSO y M. LLEELLISH. 1998. Los crustáceos decápodos y estomatópodos del Perú. Inf. Inst. Mar Perú 136:80-109.
- MÉNDEZ, M. 1981. Claves de identificación y distribución de los langostinos y camarones (Crustacea: Decapoda) del mar y ríos de la costa del Perú. Bol. Inst. Mar Perú, 5: 170 pp.
- WARWICK, R. M. y K. R. CLARKE. 1991. A comparison of some methods for analysing changes in benthic community structure. J. Mar. Biol. Ass. U.K. 71: 225-244.
- WARWICK, R. M., K. R. CLARKE, y SUHARSONO. 1990. A statistical analysis of coral community responses to the 1982-83 El Niño in the Thousand Islands, Indonesia. Coral Reefs 8:171-179.
- YAMASHIRO, C., M. SOTO, J. ARGÜELLES, G. CASTILLO y P. VILLEGAS. 1999. Informe Anual 1998 del Seguimiento de la Pesquería de Invertebrados. Inf. Interno IMARPE. 14 pp.