

**Reporte del Comité de Evaluación de
Recursos Pesqueros
No. 1 / 2007**

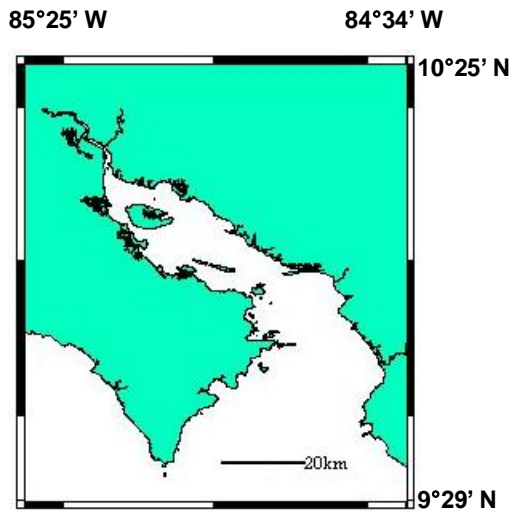
**H. Araya, A. R. Vásquez, B. Marín
(INCOPESCA)**

**J. A. Palacios, R. L. Soto, F. Mejía
(UNA)**

**Y. Shimazu, K.Hiramatsu
(JICA)**

Reporte del Manejo de los Recursos Pesqueros en el Golfo de Nicoya

Hubert Araya U., Ana Rita Vásquez, Berny E. Marín A. (INCOPECSA), José A. Palacios, R. Soto Rojas, Fernando Mejía (UNA), Yasuhiko Shimazu, y Kazuhito Hiramatsu (JICA)



Golfo de Nicoya, Costa Rica

Área: 1,340 km²

Profundidad: 0 - 200m

Temperat. prom.: 26°C

Salinidad: 0 - 34‰

Contenido	
1. Pesquerías en Costa Rica	3
2. Pesquerías en el Golfo Nicoya	9
2. 1. La pesca artesanal	9
2. 2. La pesca semi-industrial	16
3. Evaluación de poblaciones	20
3. 1. Camarón blanco	20
3. 2. Pargo mancha	32
3. 3. Otras especies	45
4. Recomendaciones para el manejo de las pesquerías	53
5. Recomendaciones para las actividades después del Proyecto	59
6. Apéndice (incluidos en el CD):	
6. 1. Cuadros y figuras en el reporte	
6. 2. Estadísticas pesqueras, pesquería artesanal, 1994-2005	
6. 3. Evaluación de Poblaciones (camarón blanco y pargo mancha)	
6. 4. Análisis de crecimiento por frecuencias de tallas (pargo mancha)	
6. 5. Captura por categorías comerciales (pargo mancha)	
6. 6. Cálculos de frecuencias de tallas anuales (pargo mancha)	
6. 7. Cantidad de peces capturados (pargo mancha)	
6. 8. Análisis de YPR y %SPR (otras especies)	
6. 9. Estimación de Z (otras especies)	
6.10. Lista de especies (nombres locales y científicos)	
6.11. Referencias	

1. Pesquerías en Costa Rica

Costa Rica está rodeada de costas en el Océano Pacífico como en el Mar Caribe. Aunque las actividades pesqueras se presentan en ambas costas, en la costa caribeña son de menor envergadura al compararlas con las de la pacífica. El Cuadro 1 muestra los desembarques anuales de las pesquerías en ambas costas durante los últimos 10 años, 1996 -2005, y el promedio de los desembarques totales anuales en el Pacífico superan el 97.3% del total de los desembarques en Costa Rica.

Cuadro 1. Desembarques anuales excepto Tortugas (ton) en Costa Rica, durante el periodo de 1996 -2005

Año	Costa Pacifica		Costa Caribe		Total	
	Capturas	%	Capturas	%	Capturas	%
1996	19713	98.6%	288	1.4%	20000	100.0%
1997	21148	98.2%	388	1.8%	21535	100.0%
1998	17911	98.5%	278	1.5%	18188	100.0%
1999	21009	96.9%	666	3.1%	21675	100.0%
2000	24765	95.9%	1051	4.1%	25816	100.0%
2001	26418	97.1%	796	2.9%	27214	100.0%
2002	25356	97.6%	622	2.4%	25979	100.0%
2003	20101	97.3%	557	2.7%	20657	100.0%
2004	15371	96.6%	535	3.4%	15906	100.0%
2005	16627	96.9%	541	3.1%	17168	100.0%
Promedio	20842	97.3%	572	2.7%	21414	100.0%

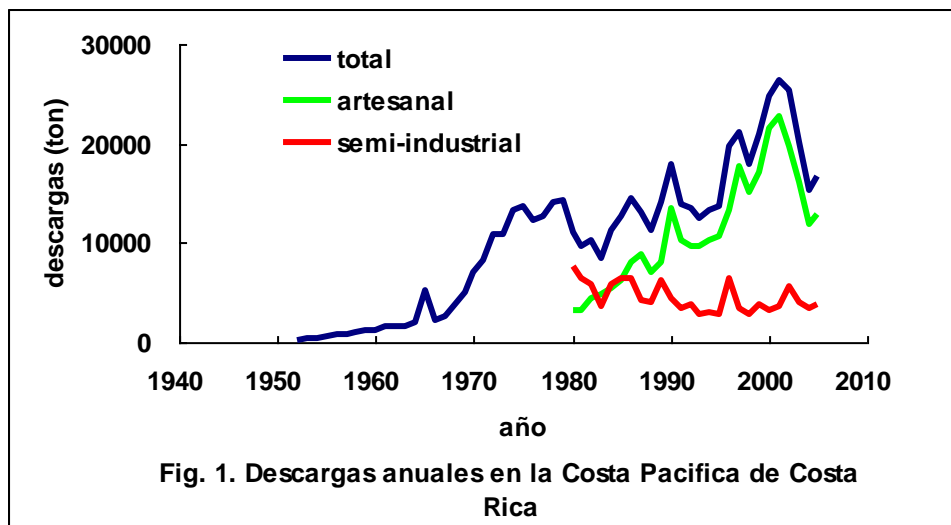
En Costa Rica, actualmente existen 5 tipos de pesquerías en el sector artesanal: trasmallo, línea flotante, línea de fondo, cuerda y pesca manual; y 3 tipos en el sector semi-industrial: arrastre de camarón, red de cerco para sardina y red de cerco para atún. Las principales pesquerías son trasmallo, línea flotante, línea de fondo y arrastre de camarón.

La pesca con trasmallo es la pesquería artesanal más popular en Costa Rica y también lo es en el Golfo de Nicoya, la cual captura principalmente camarón blanco desde 1980. Los pescadores utilizan varios tamaños de luz de malla de acuerdo a la especie objetivo, por ejemplo, la red con luz de malla de 3" o menos para camarón blanco y mayores (3.5 - 8") para especies de peces más grandes, tales como corvina aguada, corvina picuda, corvina reina, pargo mancha, róbalo, etc. La línea de fondo es también utilizada en la zona costera, para la captura de especies como pargo mancha, congrio

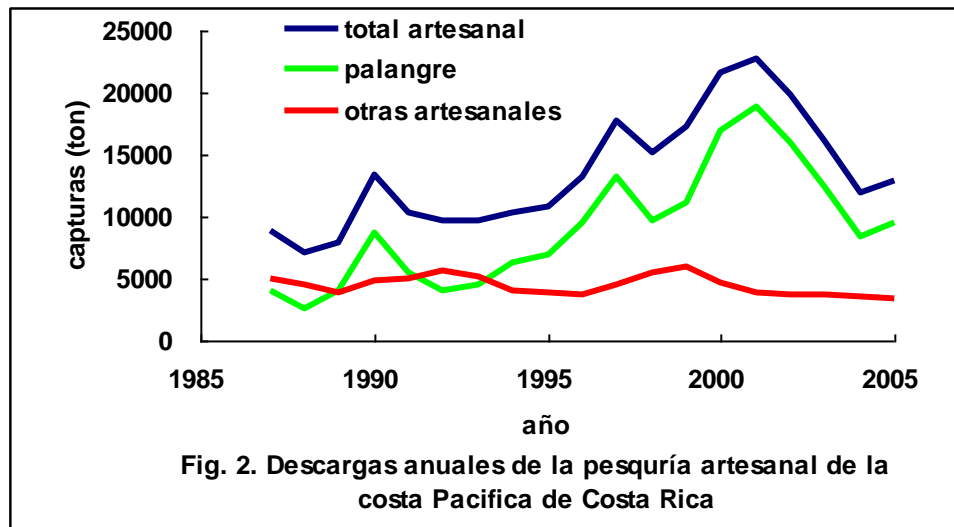
rosado, anguila, cabrilla spp, corvina agria, etc. La línea flotante o palangre se empezó a utilizar a partir de 1987, para capturar dorado para exportar a USA, esta pesca se desarrolló rápidamente y contribuyó al aumento de la producción pesquera en Costa Rica. La pesca de arrastre de camarón blanco inició en 1952 en el Golfo de Nicoya y cerca de 60 barcos arrastreros estaban operando durante estos años. La pesca con red de cerco para sardina inicio en 1968 en el Golfo de Nicoya. En el periodo entre 1976 – 1982, la cantidad de embarcaciones con permiso de pesca para este arte llegó a 10. Sin embargo solo 2 ó 3 embarcaciones se encontraban operando. La pesca con red cerco para atún es operada principalmente por embarcaciones extranjeras y solamente 1 barco costarricense extranjero trabajó en esta pesquería en la última década, precisamente en 1996.

Los registros de desembarques anuales en Costa Rica existen desde 1952, cuando la pesca de arrastre inició en el Golfo de Nicoya, sin embargo estos registros no cuentan con el detalle adecuado. Los desembarques anuales de las flotas semi-industrial y artesanal están disponibles desde 1980 y los registros de desembarques de la pesca artesanal existen desde 1960, cuando ya se reporta la producción de pianguas.

La Fig. 1 muestra los desembarques anuales en la costa Pacífica de Costa Rica, los cuales tienen una tendencia al aumento a partir de los años 50 y registran un máximo en el año 2001, incrementado 140 veces, desde 190 ton a 26400 ton, durante este periodo. Sin embargo, descendiendo lentamente, cerca del 40%, desde el máximo hasta el año 2005. Este incremento en los desembarques se debe al aumento en la producción de la pesca artesanal, las cuales siempre han sido mayores que las de la pesca semi-industrial, a partir de 1986. Por otro lado, los desembarques de la flota semi-industrial no han variado significativamente durante las dos últimas décadas.



La Fig. 2 muestra los desembarques anuales de la pesca artesanal durante el periodo de 1987 - 2005. Las capturas con línea de flote han incrementado considerablemente desde que inició la pesca de dorado a partir de 1987, iniciando con un incremento cercano a 4.5 veces en el 2001, de 4000 ton a 18900 ton. Por otro lado, la producción de las otras pesquerías artesanales, que están operando en la zona costera, tales como trasmallo, línea de fondo y cuerda, permanecen invariables durante las últimas 2 décadas.



EL Cuadro 2 muestra los desembarques anuales de las principales especies capturadas por la pesquería de palangre en la costa Pacífica de Costa Rica, 1987 – 2005. Los desembarques totales de estas especies suman cerca del 75% de los desembarques totales de la pesca artesanal en la costa pacífica sobre el promedio de los últimos 10 años. Así, queda claro que la producción pesquera en Costa Rica incrementa de acuerdo al desarrollo de la pesquería con línea palangrera.

Cuadro 2. Desembarques anuales (ton) de las principales especies capturadas con palangre en la costa pacífica de Costa Rica, 1987-2005

Años	Atún	Dorado	Marlín blanco	Marlín rosado	Pez espada	Pez vela	Tiburón spp	Palangre total (A)	Artesanal total (B)	A/B
1987	23	3380	0	0	0	0	564	3967	8919	44.5%
1988	255	1340	0	0	79	0	877	2550	7120	35.8%
1989	50	2981	0	0	30	0	1006	4067	7962	51.1%
1990	118	6905	0	0	121	0	1537	8682	13449	64.6%
1991	285	3433	0	0	237	0	1477	5432	10357	52.4%
1992	235	1201	218	162	161	0	2099	4075	9655	42.2%

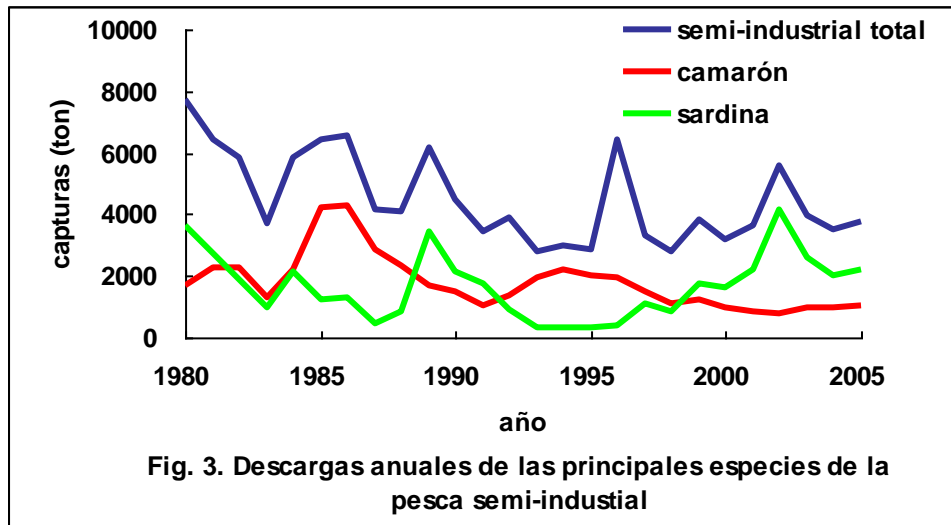
1993	271	1534	215	173	35	0	2230	4458	9660	46.2%
1994	608	1400	282	168	17	775	2969	6219	10326	60.2%
1995	535	1511	344	306	29	1114	3076	6915	10746	64.4%
1996	434	3922	379	322	433	1191	2863	9544	13258	72.0%
1997	942	6302	447	337	1072	1092	3050	13241	17806	74.4%
1998	1203	2489	378	281	419	988	3851	9609	15087	63.7%
1999	1042	3951	690	334	99	1118	3949	11184	17192	65.1%
2000	1098	8370	606	190	407	1239	5031	16942	21593	78.5%
2001	1144	11221	643	274	653	1289	3711	18935	22811	83.0%
2002	1574	7832	662	213	638	1399	3713	16031	19788	81.0%
2003	1397	3969	876	133	178	1002	4839	12393	16114	76.9%
2004	1623	2320	416	234	179	1244	2346	8362	11875	70.4%
2005	1710	3161	820	328	191	767	2476	9453	12870	73.4%
Promedio de 10 años	1217	5354	592	265	427	1133	3583	12569	16839	74.6%

Respecto al sector semi-industrial, operan dos tipos de pesquerías con embarcaciones costarricenses: la pesca de arrastre de camarón y la red de cerco para sardina. El Cuadro 3 y la Fig. 3 muestran los desembarques anuales de las principales especies capturadas por ambas pesquerías: sardina, camarón y el total de los desembarques. Durante el periodo de 1980-2005, no se encuentra una tendencia significativa en los desembarques anuales, aunque los desembarques de camarones y del total de la flota semi-industrial tienen una tendencia débil hacia abajo.

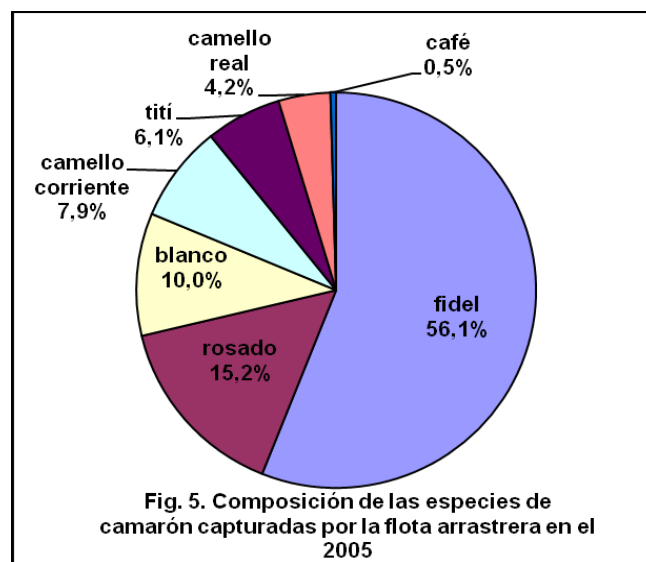
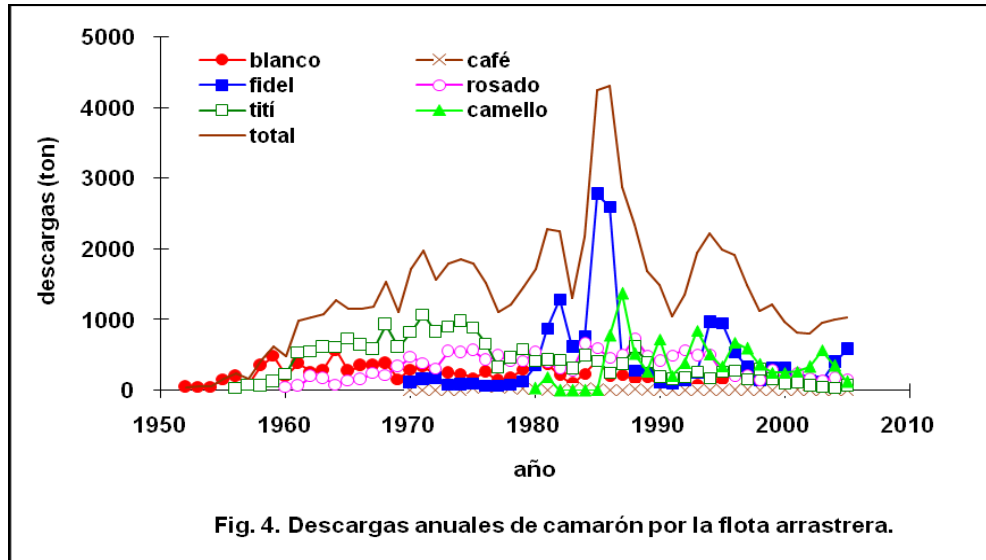
Cuadro 3. Desembarques anuales (ton) de las principales especies de la pesca semi-industrial, 1980-2005

Año	sardinas	camarón	total	Año	sardinas	camarón	total
1980	3655	1716	7712	1993	302	1941	2776
1981	2722	2278	6448	1994	325	2215	2984
1982	1898	2251	5820	1995	303	1991	2863
1983	968	1310	3720	1996	397	1923	6455
1984	2166	2178	5864	1997	1078	1492	3342
1985	1266	4244	6441	1998	871	1122	2824
1986	1278	4311	6531	1999	1770	1215	3817
1987	434	2870	4182	2000	1600	975	3172
1988	849	2338	4065	2001	2177	823	3607
1989	3443	1691	6155	2002	4146	801	5569

1990	2149	1489	4468	2003	2600	954	3986
1991	1743	1051	3445	2004	2039	1002	3496
1992	898	1356	3894	2005	2177	1029	3757



Concerniente a los arrastreros, éstos inicialmente capturaban solo camarón blanco debido a su alto valor en el mercado, pero ellos también han explotado otras especies de camarón debido a la disminución de capturas del blanco; la Fig. 4 muestra las capturas anuales de este grupo. Los arrastreros iniciaron la captura de camarón blanco en 1952, de camarón tití en 1956, de camarón rosado en 1960, camarón café y fidel en 1970, camello corriente en 1980 y de camello real en 1987. Esta pesquería se han movilizadado a áreas más profundas, fuera del Golfo de Nicoya en busca de las diferentes especies. Actualmente, la especie que presenta mayor captura es el camarón fidel, 56% del total de las capturas de camarón en el 2005 como lo muestra la Fig. 5. El camarón blanco se ubica en la tercera posición en las capturas, pero continúa siendo la especie de mayor valor comercial por su alto precio en el mercado (el precio es casi el triple que el del camarón fidel).



De acuerdo a los desembarques en los centros de acopio en el Golfo de Nicoya, el Cuadro 4 muestra las descargas anuales de cada sector pesquero durante el periodo 1994 - 2005. Todas las embarcaciones arrastreras y de red de cerco para sardina desembarcan sus capturas en los puestos de recibo ubicados en Puntarenas. El promedio anual de los desembarques en el Golfo de Nicoya para los últimos 12 años suma un 65.5% del total de los desembarques en Costa Rica. Esto evidencia la importancia de este golfo en la producción pesquera del país.

Cuadro 4. Desembarques anuales (ton) en el Golfo de Nicoya, 1994 - 2005

Año	Pesca artesanal	Pesca de arrastre	Pesca de cerco para sardina	Desembarque	Desembarque	% (A/B)
				Total en el Golfo (A)	Total en Costa Rica (B)	
1994	5800	2664	329	8793	13578	64.8%
1995	5993	2547	323	8862	14031	63.2%
1996	7457	2413	463	10333	20149	51.3%
1997	10210	2273	1175	13658	21569	63.3%
1998	9707	1944	792	12443	18274	68.1%
1999	11473	1890	1112	14475	21675	66.8%
2000	13872	1572	1610	17054	25816	66.1%
2001	13746	1443	2365	17554	27214	64.5%
2002	11894	1423	4302	17619	25979	67.8%
2003	10561	1407	2600	14568	20670	70.5%
2004	7674	1406	2091	11171	15906	70.2%
2005	8177	1484	2270	11931	17168	69.5%
Promedio	9714	1872	1619	13205	20169	65.5%

2. Pesquerías en el Golfo de Nicoya

El proyecto publicó el boletín, “Estadísticas pesqueras del Golfo de Nicoya, Costa Rica 1994-2005” en el año 2007. En este boletín, los datos de captura y esfuerzo son recopilados de acuerdo a cada pesquería y a cada zona de pesca. Se utilizó esta información para explicar la situación de las pesquerías y analizar los recursos pesqueros, en el futuro.

2.1 La pesca artesanal

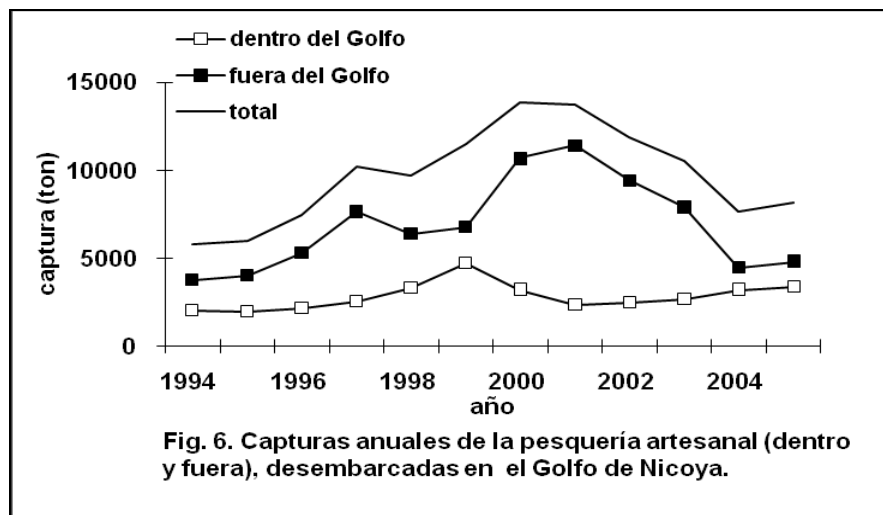
Los desembarques en los puestos de recibo en el Golfo incluyen también las capturas fuera de él. En Puntarenas, existen muchos puestos de recibo para las embarcaciones de la flota palangrera, la cual realiza pesca de altura, cuyo objetivo son especies altamente migratorias: dorado, marlín y atún, que se localizan fuera del Golfo. Las capturas anuales de la pesquería artesanal durante el periodo 1994-2005 se desarrollan en cuatro zonas: zona 1, 2 y 3 dentro del Golfo, y la zona 4 corresponde al área fuera de éste (Apéndice 6.2).

El Cuadro 5 y la Fig. 6 muestran las capturas anuales dentro y fuera del Golfo, utilizando trasmallo, línea de fondo y línea palangrera, desembarcados en los puestos de recibo localizados en este golfo.

El promedio anual de las capturas fuera del Golfo suman un 70.9% del total de los desembarques. La Fig. 6 muestra que las capturas fuera del Golfo (línea palangrera), ha incrementado 3 veces desde el 2001, de 3770 ton a 11400 ton. Por otro lado, las capturas anuales dentro del Golfo (trasmallo y línea de fondo), mantienen casi el mismo nivel.

Cuadro 5. Capturas anuales (ton) por la pesquería artesanal dentro y fuera del Golfo de Nicoya, desembarcadas en este golfo en el periodo 1994 - 2005

Año	Dentro del Golfo	Fuera del Golfo	Total
1994	2029	3772	5800
1995	1974	4018	5993
1996	2151	5305	7457
1997	2555	7655	10210
1998	3309	6397	9707
1999	4700	6773	11473
2000	3204	10669	13872
2001	2350	11395	13746
2002	2476	9418	11894
2003	2662	7900	10561
2004	3202	4472	7674
2005	3361	4816	8177
Promedio	2831	6883	9714
(%)	(29.1%)	(70.9%)	(100.0%)

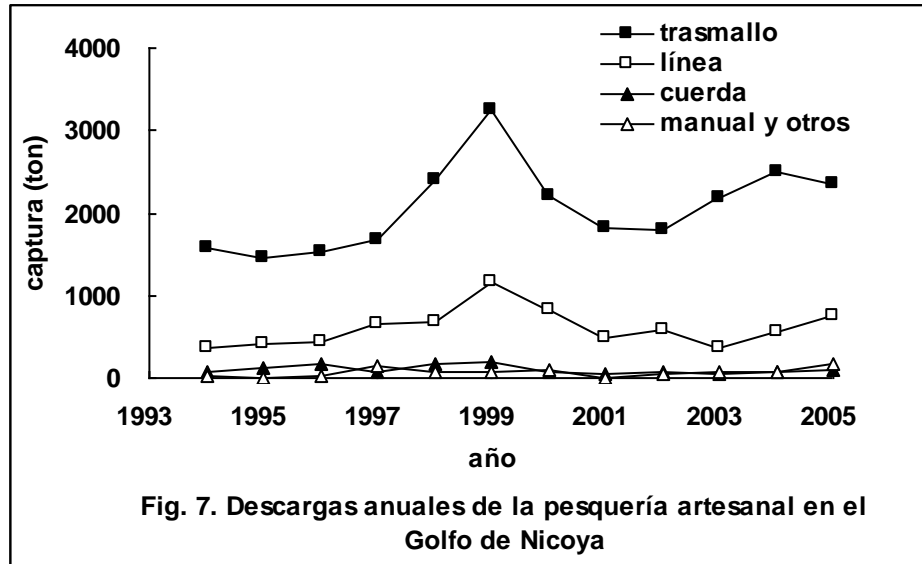


Se observa en el Cuadro 6 y la Fig. 7, las capturas anuales de cada pesquería por parte de la flota pesquera artesanal en el Golfo de Nicoya. La pesquería de línea en esta tabla se refiere principalmente a la pesca con línea de fondo, debido a que la línea palangrera tiene como objetivo al dorado y este tiene sus áreas de pesca fuera del golfo. La pesca con trasmallo es la pesquería artesanal más popular en el golfo y el promedio anual de capturas suma un 72.7 % del total de las capturas y en segundo lugar está la pesca con línea con 21.4%, así las capturas de estas dos pesquerías suman más de 90% de total de capturas. La Figura 6 muestra una tendencia no significativa de las capturas anuales, aunque las capturas con trasmallo y línea de 1999 son extraordinariamente altas.

Cuadro 6. Capturas anuales (ton) por cada pesquería en el Golfo de Nicoya

Año	Trasmallo	Línea*	Cuerda	Manual y otras	Total
1994	1587	357	63	21	2029
1995	1444	408	114	8	1974
1996	1524	434	160	34	2151
1997	1683	663	70	139	2555
1998	2400	668	178	63	3309
1999	3248	1169	206	78	4700
2000	2207	821	81	95	3204
2001	1816	482	46	7	2350
2002	1783	577	76	40	2476
2003	2178	370	47	66	2662
2004	2485	551	81	85	3202
2005	2349	754	94	164	3361
Promedio	2059	605	101	67	2831
(%)	(72.7%)	(21.4%)	(3.6%)	(2.4%)	(100.0%)

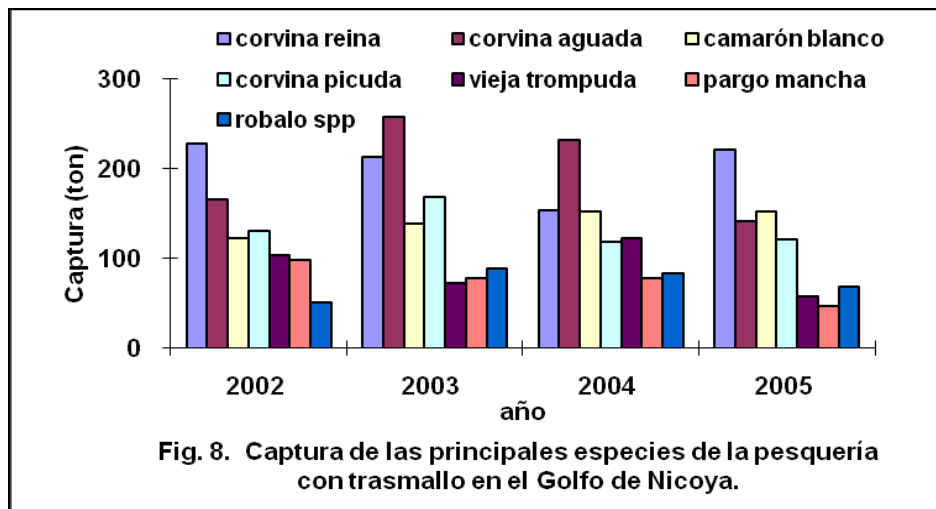
*Principalmente la línea de fondo.



El Cuadro 7 y Fig. 8 muestran las capturas anuales de las principales especies para trasmallo en el Golfo de Nicoya excepto las especies pelágicas como atún negro, macarela y bonito durante el periodo 2002 - 2005. La pesquería de trasmallo para estas especies pelágicas es realizada sólo en la zona 3, cerca del área fuera del Golfo. Las especies objetivo de la pesca con trasmallo dentro del golfo incluyen: corvinas (reina, aguada y picuda) que suman cerca del 25% del total de las capturas y camarón blanco con 6.4%. No existe un cambio significativo en las capturas de las principales especies durante esos cuatro años.

Cuadro 7. Capturas anuales (ton) de las principales especies capturadas con trasmallo en el Golfo de Nicoya, 2002 - 2005

Especies	Año				Promedio	%
	2002	2003	2004	2005		
Corvina reina	228	213	154	221	204	9.3%
Corvina aguada	166	258	232	142	199	9.1%
Camarón blanco	122	139	152	153	141	6.4%
Corvina picuda	131	169	119	122	135	6.2%
Vieja trompuda	104	72	123	58	89	4.1%
Pargo mancha	98	78	78	47	75	3.4%
róbalo spp.	51	89	84	69	73	3.3%
Total (dentro del Golfo)	1783	2178	2485	2349	2199	100.0%



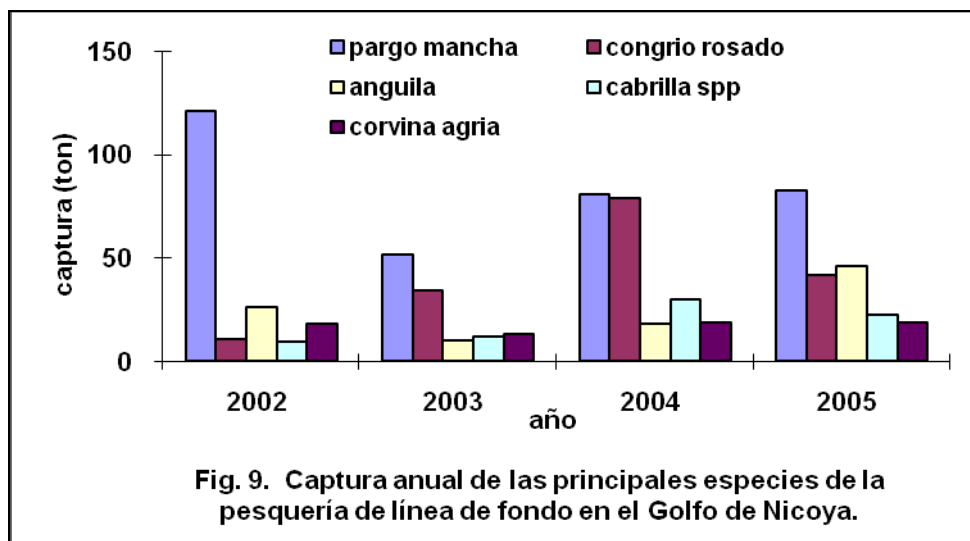
La pesquería de línea de fondo es principalmente realizada en la zona 3, cerca del 80% de las capturas provienen de ésta (Cuadro 8). En el Cuadro 9 y Fig. 9 se muestran las capturas anuales de las principales especies capturadas con línea de fondo en el periodo 2002 - 2005. Es claro que el pargo mancha es la principal especie objetivo con 17.5% del total de capturas y secundariamente el congrio rosado con 8.6%. Las capturas de este último se incrementaron cerca de siete veces entre el 2002 y el 2004.

Cuadro 8. Capturas anuales (ton) para la pesca con línea de fondo en cada zona del Golfo de Nicoya, 1994 - 2005

Año	zona 1	zona 2	zona 3	total
1994	57	105	194	357
1995	101	94	214	408
1996	66	89	279	434
1997	43	71	548	663
1998	60	84	524	668
1999	23	141	1005	1169
2000	28	81	713	821
2001	10	76	396	482
2002	8	79	491	577
2003	10	79	281	370
2004	4	88	459	551
2005	3	72	679	754
Promedio	411	1059	5784	7254
%	5.7%	14.6%	79.7%	100.0%

Cuadro 9. Capturas anuales (ton) de las principales especies capturadas con línea de fondo en el Golfo de Nicoya, 2002 - 2005

Especies	Año				Promedio	%
	2002	2003	2004	2005		
Pargo mancha	121	51	80	82	84	17.5%
Congrio rosado	10	34	78	41	41	8.6%
Anguila	26	10	18	46	25	5.2%
Cabrilla spp	10	12	30	22	18	3.9%
Corvina agria	18	13	19	19	17	3.6%
Total (zona 3)	491	281	459	679	478	100.0%



Además, desde el punto de vista del valor de la captura, las especies de importancia comercial capturadas por la pesquería artesanal se presenta en el Cuadro 10; de tal forma, la principal es el camarón blanco y el valor de su captura asciende a cerca de los 158 de millones de colones, sumando un 27% del valor total. La corvina aguada y la corvina reina le siguen con cerca de un 9% del valor total, luego la corvina picuda y el Pargo mancha con un 7%. Esto significa, que en el Golfo de Nicoya el camarón blanco es la especie más importante económicamente y la mayoría de los pescadores están utilizando un trasmallo con una luz de malla pequeña para su captura.

Cuadro 10. Valor (x 1000 colones) de las capturas de las especies de la pesca artesanal en el Golfo de Nicoya, 2003-2005

No.	Nombre común	Valor en el 2003	Valor en el 2004	Valor en el 2005	Valor promed.	%
1	camarón blanco	584311	604663	717704	635559	27.1%
2	corvina aguada	227893	251695	162264	213951	9.1%
3	corvina reina	151902	122114	363228	212414	9.1%
4	corvina picuda	169261	161050	162790	164367	7.0%
5	pargo mancha	132939	183113	171789	162614	6.9%
6	dorado	40555	105973	188426	111651	4.8%
7	pianguas	98447	93602	126703	106251	4.5%
8	atún negro	59899	105839	130727	98822	4.2%
9	macarela	59376	92848	98716	83647	3.6%
10	róbalo spp	49400	63040	70005	60815	2.6%
11	congrío rosado	23991	74961	51875	50276	2.1%
12	corvina coliamarilla	22636	34090	52840	36522	1.6%
13	cabrilla spp	16172	40805	35387	30788	1.3%
14	barracuda	21849	29530	40860	30746	1.3%
15	camarón spp	1581	26302	41112	22998	1.0%
16	tiburón	16761	17783	25855	20133	0.9%
17	vieja trompuda	10750	22372	16526	16549	0.7%
18	marlin blanco*	1212	5780	41263	16085	0.7%
19	corvina rayada	3220	21438	23537	16065	0.7%
20	atún aleta amarilla*	2608	119	45309	16012	0.7%
21	corvina agria	9830	15481	18260	14524	0.6%
22	langosta del Pacífico	7820	17992	17679	14497	0.6%
23	almeja	9894	9327	23599	14273	0.6%
24	cuminata spp	9407	19127	12586	13707	0.6%
25	bonito	9474	9903	12113	10497	0.4%
26	lisa común	4819	9925	13639	9461	0.4%
27	cinchada	11027	5310	11506	9281	0.4%
28	gualaje	4192	10923	11248	8787	0.4%
29	pargo rojo	3511	10713	10763	8329	0.4%
30	jurel toro	15327	3014	5926	8089	0.3%
	Otros	90058	107493	178689	125413	5.4%
	Total	1870120	2276323	2882923	2343122	100.0%

* Son considerados como capturas en la zona afuera del Golfo de Nicoya.

2.2 La pesca semi-industrial

Todas las embarcaciones de la flota semi-industrial, arrastreros de camarón y cerqueros de sardina, desembarcan sus capturas en Puntarenas. En el pasado, los registros de las estadísticas pesqueras no contaban con detalles de las zonas de pesca, especialmente los arrastreros. Como se mencionó anteriormente, los arrastreros cambian periódicamente de especie objetivo de camarón y así las zonas de pesca (dentro y fuera del Golfo) pueden variar durante el mismo viaje de pesca. En las estadísticas actuales de la pesca semi-industrial, con el objetivo de clasificar la pesca de arrastre de camarón más claramente, los arrastreros son separados en 3 flotas de acuerdo a las especies objetivo año con año. Como se muestra en el cuadro 11, la flota de camarón 1 tiene como objetivo el camarón blanco y el tití, dentro del Golfo; la flota de camarón 2 tiene como objetivo el camarón rosado y el café, los cuales se distribuyen a profundidades de 35-120 m fuera del Golfo, y la flota de camarón 3 tiene como objetivo el Fidel y los llamados camellos los cuales se distribuyen a profundidades mayores de 120 m en la parte fuera del Golfo.

Cuadro 11. Precio y zonas de pesca de las principales especies objetivo de camarón usados para la clasificación de las flotas arrastreras en el Golfo de Nicoya, Costa Rica

Flota	Nombre común	Nombre científico	Precio por unidad promedio* (colones/kg, 2005)	Zona de pesca (profundidad en m)
camarón 1	camarón blanco	<i>Litopenaeus occidentalis</i>	6420	Dentro del Golfo, (5-50)
		<i>Litopenaeus stylirostris</i>		
		<i>Litopenaeus vannamei</i>		
	camarón tití	<i>Xiphopenaeus riverti</i>	1070	Dentro del Golfo, (5-50)
<i>Trachypenaeus byrdi</i>				
camarón 2	camarón rosado	<i>Penaeus brevistris</i>	2540	Dentro y Fuera del Golfo, (35-120)
	camarón café	<i>Penaeus californiensis</i>	5900	
camarón 3	Fidel	<i>Solenocera agassizii</i>	1240	Fuera del Golfo, (120-350)
	camello corriente	<i>Heterocarpus vicarius</i>	650	Fuera del Golfo, (350-1,000)
	camello real	<i>Heterocarpus affinis</i>	1350	

*Los datos de la unidad de precio fueron obtenidos de la base de datos de INCOPESCA.

La captura anual y el promedio de la composición de cada especie (promedio de 12 años) para cada flota se muestra en el cuadro 12 y en las Figuras de la 10 a la 12. El camarón blanco y el camarón tití suman cerca del 86% en las capturas de la flota 1, el camarón rosado suma cerca del 73% en las capturas de la flota 2, y el camarón fidel y camello corriente suman cerca del 77% en las capturas de flota 3.

Cuadro 12. Captura anual (ton) de camarón para las diferentes flotas, 1994-2005

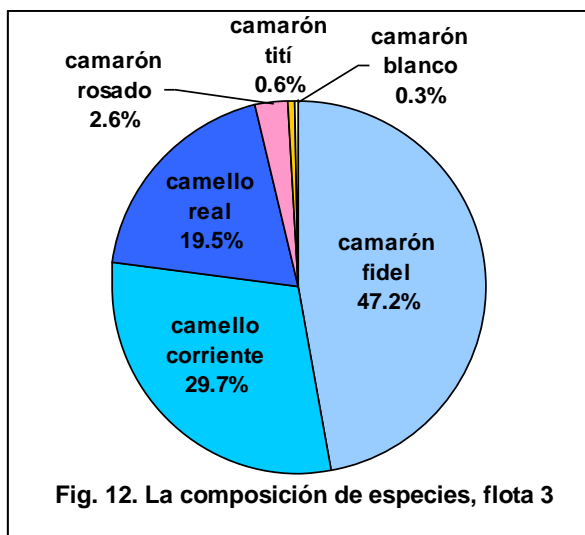
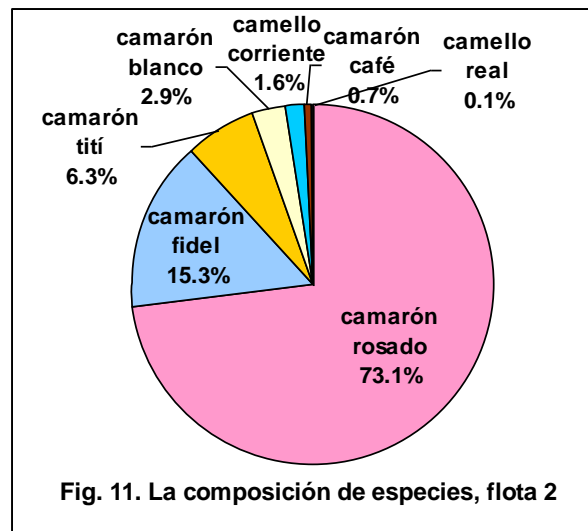
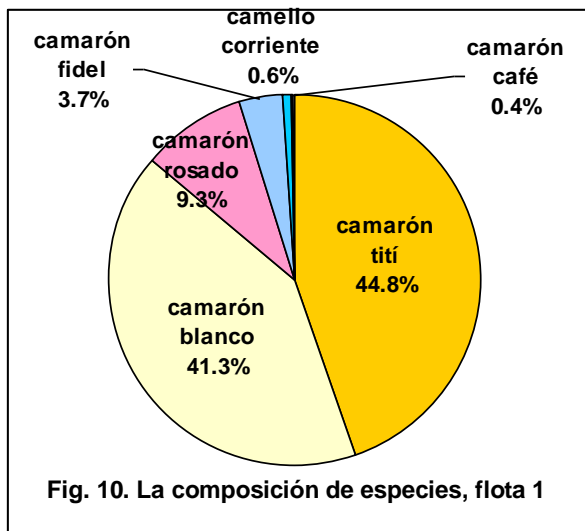
Flota 1								
Año	camarón blanco	camarón café	camarón fidel	camarón rosado	camarón tití	camello corriente	camello real	total
1994	50	1	6	13	134	5	0	209
1995	157	1	25	23	245	0	0	450
1996	203	1	7	28	260	7	0	507
1997	198	0	13	41	148	4	0	406
1998	165	1	4	29	259	0	0	459
1999	177	4	11	41	114	0	0	347
2000	108	1	13	37	77	0	0	237
2001	64	1	5	23	92	0	0	185
2002	97	0	8	27	51	1	0	184
2003	46	0	5	17	44	1	0	114
2004	36	0	6	12	30	0	0	84
2005	89	1	22	21	52	0	0	186
Promedio	116	1	10	26	126	2	0	281
%	41.3%	0.4%	3.7%	9.3%	44.8%	0.6%	0.0%	100.0%

Flota 2								
Año	camarón blanco	camarón café	camarón fidel	camarón rosado	camarón tití	camello corriente	camello real	total
1994	8	3	122	430	24	9	2	597
1995	4	3	64	197	12	18	0	299
1996	6	1	26	151	15	0	0	198
1997	8	0	24	152	9	4	0	197
1998	8	5	8	106	29	1	0	157
1999	8	2	26	198	19	0	0	253
2000	6	2	19	134	19	0	0	179

2001	8	0	11	199	21	1	0	240
2002	8	1	10	140	10	2	0	170
2003	7	0	11	119	9	7	0	153
2004	5	1	44	128	4	3	0	186
2005	5	2	64	105	7	0	0	184
Promedio	7	2	36	171	15	4	0	234
%	2.9%	0.7%	15.3%	73.2%	6.3%	1.6%	0.1%	100.0%

Flota 3

Año	camarón blanco	camarón café	camarón fidel	camarón rosado	camarón tití	camello corriente	camello real	total
1994	1	0	840	68	15	266	213	1404
1995	3	0	870	42	14	221	100	1249
1996	2	0	507	25	11	532	141	1218
1997	2	0	305	10	2	422	172	914
1998	1	0	137	3	1	177	188	506
1999	1	0	253	11	1	57	190	514
2000	1	0	301	5	1	80	173	563
2001	1	0	125	7	2	159	113	407
2002	2	0	105	5	1	183	158	454
2003	2	0	115	10	2	341	234	704
2004	3	0	351	25	5	254	92	731
2005	8	1	490	30	4	81	43	657
Promedio	2	0	367	20	5	231	152	777
%	0.3%	0.0%	47.2%	2.6%	0.6%	29.7%	19.5%	100.0%

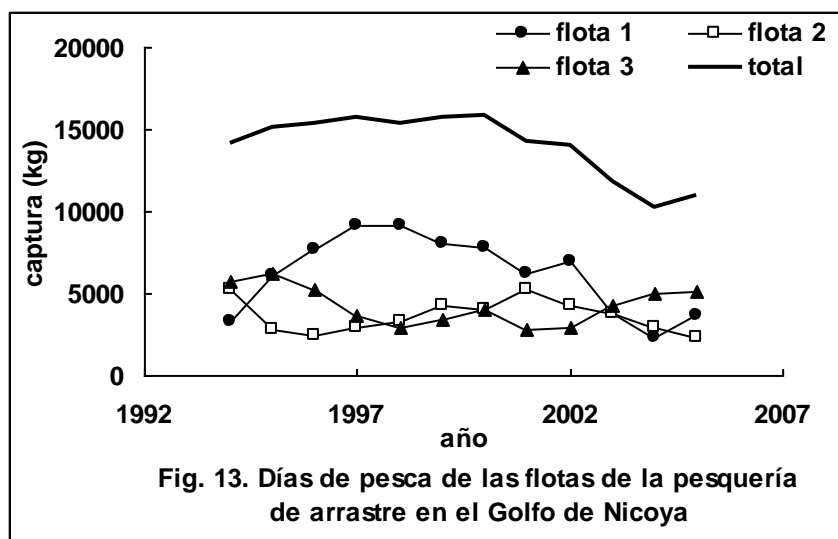


Como se mencionó anteriormente, el camarón blanco es el más atractivo para los arrastreros por su alto valor económico sobre las otras especies, y sus zonas de pesca están cercanas a los puestos de recibo, implicando menores costos de viaje. De tal manera, se podría entender la situación del recurso de camarón blanco mediante el cambio en la cantidad de esfuerzo de los arrastreros contra esta especie.

El Cuadro 13 y la Figura 13, muestran el número de días de pesca de cada flota durante el periodo 1994-2005. El esfuerzo de pesca para camarón blanco (flota 1) presenta un máximo en 1998, con 9156 días, y entonces, la cantidad de esfuerzo bajo un 40% de ese pico en los años recientes y el esfuerzo pesquero del camarón fidel (flota 3) ha excedido al del camarón blanco en estos años.

Cuadro 13. Número de días de pesca de las flotas de arrastre

Año	Flota 1	Flota 2	Flota 3	total
1994	3239	5265	5677	14181
1995	6070	2865	6166	15101
1996	7635	2406	5277	15318
1997	9121	2906	3718	15745
1998	9156	3264	2904	15324
1999	8090	4249	3372	15711
2000	7838	4044	3989	15871
2001	6162	5225	2860	14247
2002	6897	4277	2903	14077
2003	3752	3784	4274	11810
2004	2345	2918	4967	10230
2005	3635	2317	5075	11027



3. Evaluación de Poblaciones

3.1. Camarón blanco

3.1.1. Información de fondo para la evaluación de poblaciones del camarón blanco en el Golfo de Nicoya.

El recurso camarón blanco del Golfo de Nicoya consiste de tres especies del género *Litopenaeus*: *L.*

occidentalis, *L. stylirostris*, y *L. vannamei*. De los resultados de la investigación del proyecto en el 2003, la proporción de estas tres especies capturadas por los arrastreros fue de un 57%, 37%, y 6%, respectivamente. La composición de especies de estos camarones pudo haber sido diferente en los inicios de la pesquería de los años 1950s, cuando no había restricciones para los arrastreros en las áreas de pesca y el Golfo de Nicoya podría haber tenido diferentes condiciones ambientales a las actuales. Especialmente, la población de *L. vannamei*, la cual habita aguas menos profundas respecto a las otras dos especies y ahora aparece muy poco en las capturas, pudiendo haber decrecido en los primeros años. Sin embargo, estas tres especies tienen registros en las estadísticas pesqueras como “camarón blanco”, porque ellas tienen características biológicas y ecológicas similares además tienen el mismo valor en el mercado. Así, los autores evalúan estos tres recursos de camarón como una sola población, usando las capturas anuales y la captura por unidad de esfuerzo (CPUE).

Generalmente, la mayoría de los juveniles de camarones peneidos crecen en regiones estuarinas y costeras, moviéndose luego a la zona más externa (zona 3) a desovar. Así, los patrones de migración de estas especies pueden apreciarse como se muestra en la Fig. 14, considerando las características geográficas del Golfo. La zonas 1 y 2 son sitios de crecimiento de juveniles gracias a que estas son zonas de manglar y con profundidades menores a 10 m e influenciadas por ríos. Las regiones, desde fuera de la costa de Puntarenas hasta fuera de Tárcoles (zona 3), con profundidades de 20-50 m son consideradas como zonas principales de reproducción. Estas regiones son también importantes sitios de pesca de arrastre de camarón y la mayoría de camarones grandes capturados por los arrastreros tienen las gónadas bien desarrolladas. Considerando las épocas de reproducción de camarón blanco, la Fig. 15 muestra los resultados de la observación de los estados de madurez obtenidos en el Proyecto. Se observa que la proporción de hembras maduras es un poco mayor en los meses de marzo a julio que en los otros meses, Palacios (2000) reporta dos máximos reproductivos, de mayo a agosto y de noviembre a febrero.

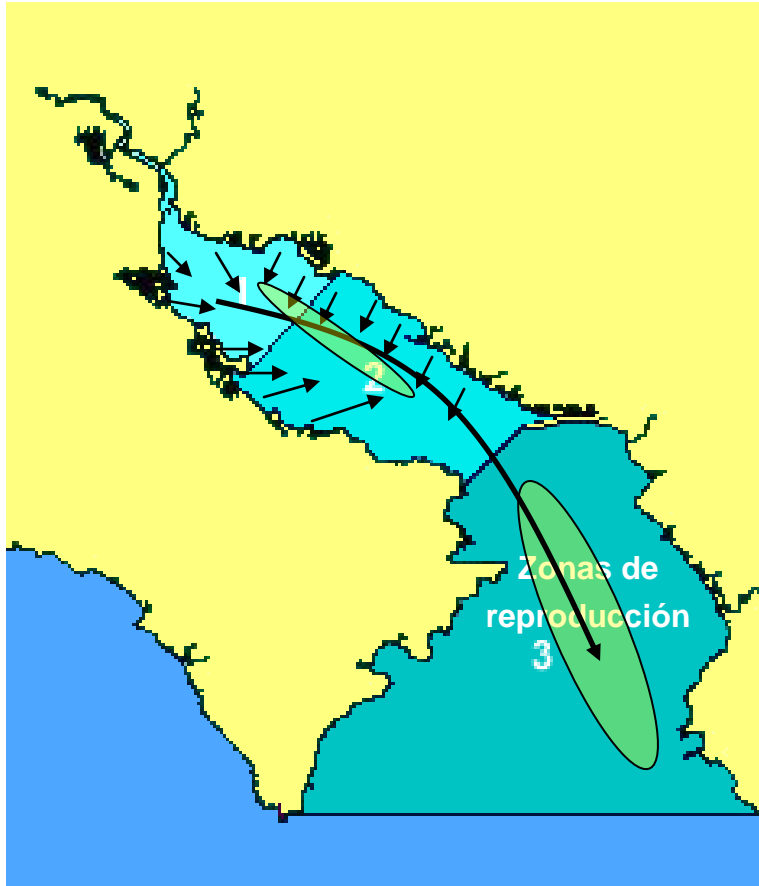


Fig. 14. Patrones de migración observados para el camarón blanco en el Golfo de Nicoya

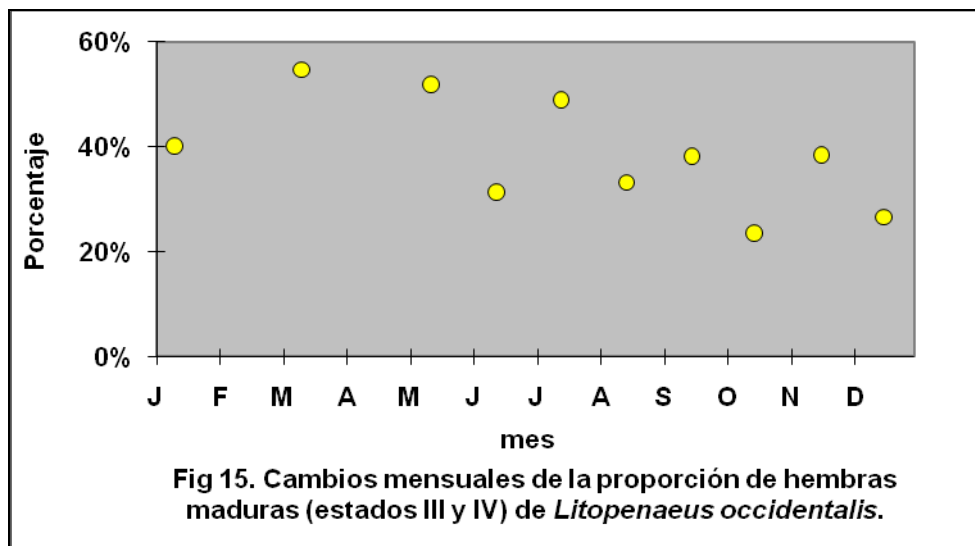
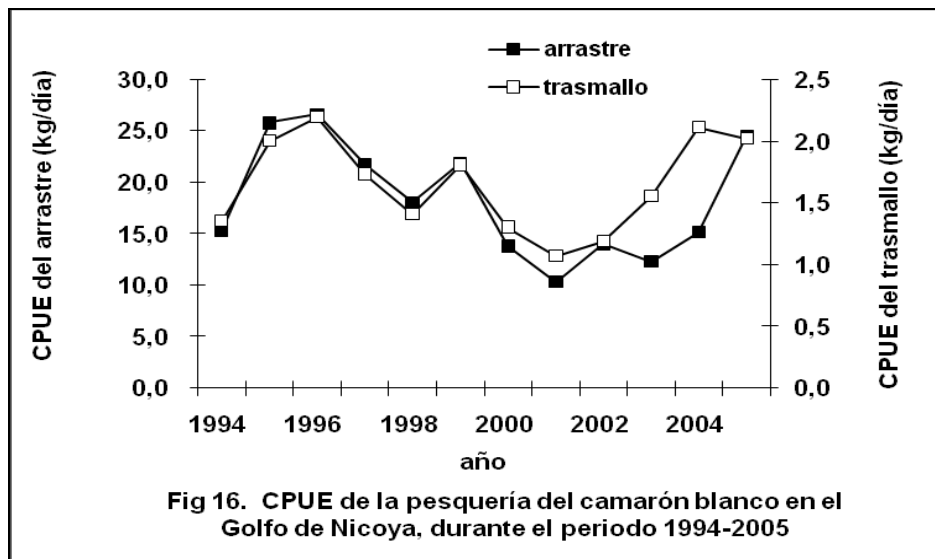


Fig 15. Cambios mensuales de la proporción de hembras maduras (estados III y IV) de *Litopenaeus occidentalis*.

Actualmente, el recurso de camarón blanco está siendo utilizado por dos tipos de pesquerías, arrastre y trasmallo. La pesca con trasmallo es operada principalmente en las zonas 1 y 2, de poca profundidad, y la de arrastre es realizada únicamente en la zona 3, regulado por la Ley de Pesca. Por lo tanto, cuando analizamos el patrón de migración mostrado en la figura 14, parece que el trasmallo está utilizando una parte del recurso en la ruta de migración hacia la zona de reproducción, y los arrastreros están utilizando el recurso propiamente en la zona de reproducción. La Fig. 16 muestra los cambios de CPUE (kg/día) de ambas pesquerías durante el periodo 1994-2005. Esta tendencia, similar en los cambios del CPUEs, también sugiere que ambas pesquerías están utilizando la misma población de camarón blanco.



3.1.2. Evaluación de poblaciones basada en los datos de estadísticas pesqueras

La pesquería de camarón blanco inició en el Golfo en 1952 con la pesca de arrastre y luego la pesca con trasmallo se unió en 1980.

El cuadro 14 muestra las capturas anuales de camarón blanco y el número de embarcaciones de arrastre y de trasmallo. La Figura 17 muestra el cambio de las capturas anuales para ambas pesquerías durante el periodo de 1952-2005. Y el Cuadro 15 muestra las capturas promedio anuales y el número de embarcaciones de cada década desde 1958, cuando la pesca de arrastre inició a mayor escala. El dato en paréntesis en este cuadro indica el número de embarcaciones convertidas de trasmalleras a arrastreras utilizando una relación de CPUE promedio (kg/día) durante el periodo de 1994-2005 (cuadro 16). Esto es, el CPUE de los arrastreros es igual a 18.3 kg/día y el CPUE de los trasmalleros es igual a 1.6 kg/día, así la relación de ambos CPUEs es igual a 11.1. La Fig. 18 muestra las capturas anuales promedio y el CPUE de cada década, el CPUE calculado mediante el

uso del número de embarcaciones arrastreras después de agregarle el número de embarcaciones trasmalleras convertidas a arrastreras.

Cuadro 14. La captura de camarón blanco (ton) y el número de embarcaciones operadas en el Golfo de Nicoya por la pesca de arrastre y trasmallo, 1952-2005

Año	Captura total	Arrastre		Trasmallo		Año	Captura total	Arrastre		Trasmallo	
		Captura	Nº de barcos	Captura	Nº de barcos			Captura	Nº de barcos	Captura	Nº de barcos
1952	43	43	4	0	0	1979	293	293	54	0	0
1953	51	51	4	0	0	1980	356	356	57	0	N/A
1954	56	56	4	0	0	1981	375	371	57	5	502
1955	159	159	4	0	0	1982	219	212	57	6	615
1956	199	199	4	0	0	1983	90	89	57	1	761
1957	86	86	4	0	0	1984	235	235	57	0	800
1958	354	354	17	0	0	1985	501	420	57	81	N/A
1959	492	492	29	0	0	1986	247	205	58	42	N/A
1960	206	206	42	0	0	1987	317	219	58	98	N/A
1961	380	380	42	0	0	1988	230	152	57	78	N/A
1962	270	270	42	0	0	1989	252	193	52	59	N/A
1963	295	295	42	0	0	1990	130	66	42	64	N/A
1964	572	572	42	0	0	1991	224	100	38	124	N/A
1965	272	272	42	0	0	1992	189	58	39	131	N/A
1966	352	352	42	0	0	1993	240	81	38	160	N/A
1967	351	351	42	0	0	1994	164	59	51	105	1168
1968	383	383	42	0	0	1995	347	164	56	183	1149
1969	158	158	42	0	0	1996	420	211	64	209	1163
1970	301	301	42	0	0	1997	374	208	64	166	1142
1971	334	334	42	0	0	1998	353	175	60	178	1324
1972	232	232	42	0	0	1999	447	186	64	261	1150
1973	243	243	42	0	0	2000	276	115	61	161	1987
1974	235	235	42	0	0	2001	183	73	61	110	1187
1975	173	173	42	0	0	2002	229	107	55	122	1055
1976	261	261	42	0	0	2003	193	55	52	139	943
1977	138	138	42	0	0	2004	196	44	42	152	878
1978	189	189	51	0	0	2005	255	103	41	152	762

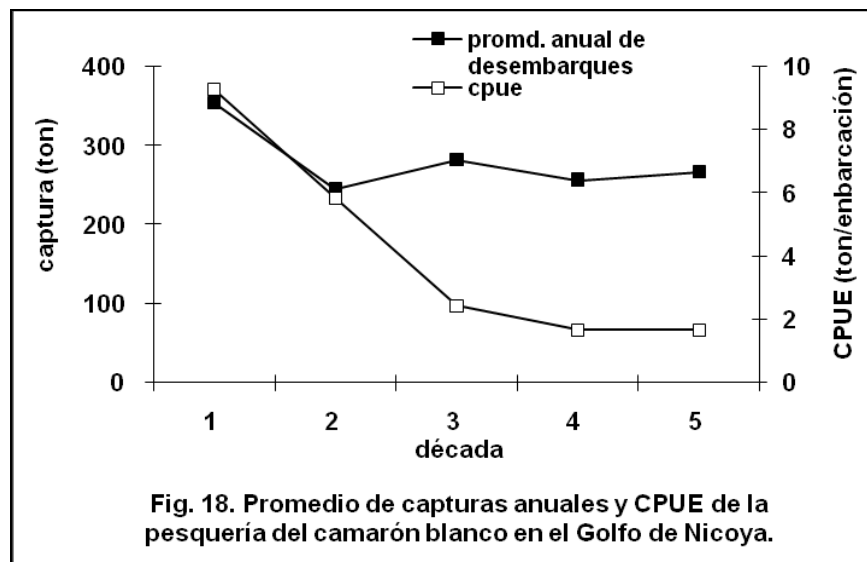
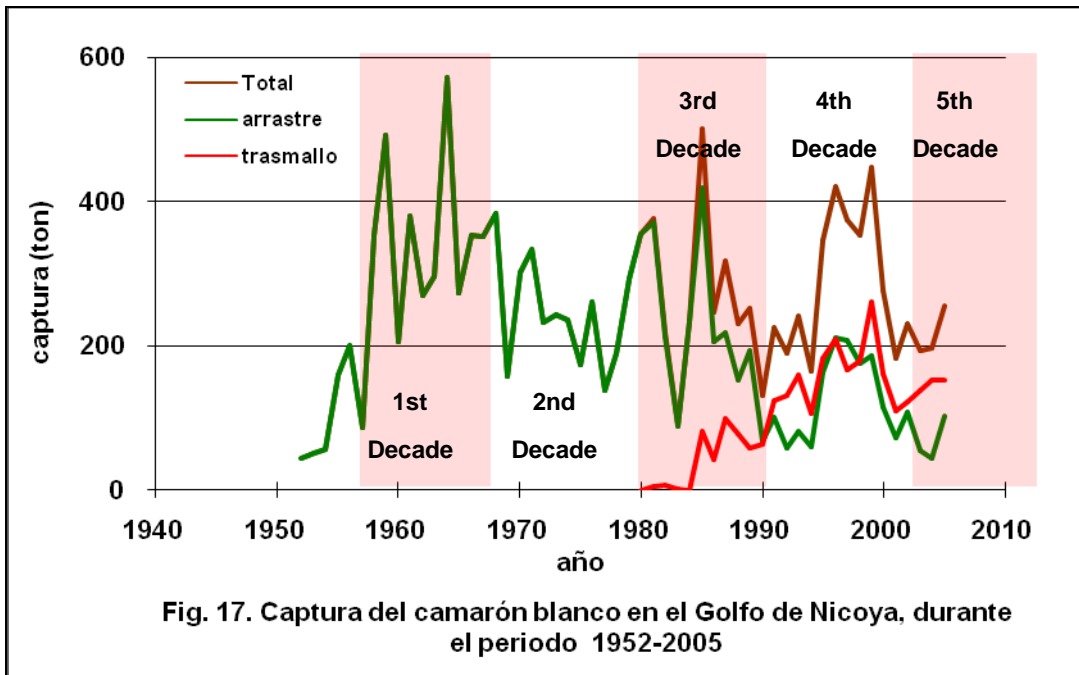
Cuadro15. Capturas anuales promedio (ton) y número de embarcaciones en cada década desde 1958

Década	Año	Total		Arrastre		Trasmallo	
		Cap. Anual promed.	Promd. de barcos	Cap. Anual promed.	Promd. de barcos	Cap. Anual promed.	Promd. de barcos
1	1958 - 1967	355	38	355	38	0	0
2	1968 - 1977	246	42	246	42	0	0
3	1978 - 1987	282	116	259	56	29	670 (60)
4	1988 - 1997	257	154	129	50	128	1156 (104)
5	1998 - 2005	267	159	107	55	159	1161 (104)

* El número en paréntesis es el número de embarcaciones equivalente a la pesca de arrastre. Este valor es calculado a través de la relación CPUE de arrastrero: trasmalleros = 1 : 11.1

Cuadro 16. CPUE de la pesca del camarón blanco en el Golfo de Nicoya, 1994-2005

Año	Arrastre (flota 1)			Trasmallo (zonas 1 y 2)			Relación (A/B)
	Captura (kg)	Nº días de pesca	CPUE (kg/día) (A)	Captura (kg)	Nº días de pesca	CPUE (kg/día) (B)	
1994	49691	3239	15.3	98189	72456	1.4	11.3
1995	156673	6070	25.8	166458	83130	2.0	12.9
1996	203263	7635	26.6	198046	90328	2.2	12.1
1997	198396	9121	21.8	158530	91486	1.7	12.6
1998	165428	9156	18.1	173667	123058	1.4	12.8
1999	177149	8090	21.9	252738	139940	1.8	12.1
2000	108171	7838	13.8	156805	120144	1.3	10.6
2001	63810	6162	10.4	107517	100148	1.1	9.6
2002	96706	6897	14.0	120502	101404	1.2	11.8
2003	46187	3752	12.3	136609	87856	1.6	7.9
2004	35645	2345	15.2	149668	70924	2.1	7.2
2005	89324	3635	24.6	148372	73480	2.0	12.2
Promedio			18.3			1.6	11.1



Como se observa en el Cuadro 14 y la Fig. 17, aunque la pesquería de camarón con trasmallo no había comenzado y solamente los arrastreros habían operado en la primera y segunda década, el promedio anual de las capturas de la segunda década (246 ton) es cerca del 30% menor que los de la primera década (355 ton). Esto significa que el número de arrastreros fue excedido en la segunda década. Si se quiere regresar a los niveles de captura anuales existentes en la primera década, se tiene que disminuir cerca del 10% del número de embarcaciones arrastreras, de 42 a 38 embarcaciones (sin considerar el cambio de capturabilidad de los arrastreros).

Desde la tercera década, los trasmalleros y los arrastreros se unieron en la pesquería de camarón en el Golfo y entonces los promedios anuales de las capturas de arrastre fueron disminuyendo a menos de 1/3 de éstas (107 ton) en la quinta década; sin embargo la captura anual promedio, de arrastre y de trasmallo, se estabilizó alrededor de las 250 ton. Esto sugiere que la pesca con trasmallo ha aumentado la utilización de la población de este recurso, por lo tanto, se ha incrementado el esfuerzo sobre el camarón blanco desde la articulación de ambas pesquerías. Pero la captura anual por trasmallo también ha tenido una tendencia a la disminución desde 1999 (261 ton) y la captura anual del 2005 fue de 152 ton, esto podría ser un signo de la sobre-explotación también para la pesca con trasmallo. Suponiendo que el promedio de las capturas anuales de la primera década (355 ton) se acerque al Máximo Rendimiento Sostenible (MRS) de la población de camarón blanco en el Golfo de Nicoya, el nivel de producción después de la segunda década (250 ton) es claramente el resultado de la sobrepesca.

Por otro lado, desde el punto de vista del CPUE (Fig. 18), el CPUE en la quinta década (1.7 ton/embarcación) es cercano a un 1/6 de la primera década (9.3 ton/embarcación), aún después de la segunda década. Aunque las capturas promedios anuales son estables (cerca de 250 ton), el CPUE de la quinta década es menor que la mitad de tales capturas. Esta situación es por supuesto no rentable, especialmente para la pesca de arrastre, porque la pesca de trasmallo puede generar ingresos, no sólo de la captura de camarón sino que también de la pesca de escama. De hecho, al ser menos rentable, la actividad provocó que las embarcaciones arrastreras cambiaran la especie objetivo (de camarón blanco a camarón de profundidad) desde la segunda década, y algunos se vieron obligados a detener sus actividades de pesca.

Para concluir, se considera que la situación actual de la pesquería de camarón blanco ha venido presentando una sobrepesca desde la segunda década (1968-1977) y por lo tanto, el esfuerzo pesquero debería ser reducido a los niveles de la primera década. Esto, si se usa el número de arrastreros, 38 embarcaciones podría ser un objetivo del manejo. En el caso de que se iguale la distribución del esfuerzo de pesca entre la pesca de arrastre y la pesca de trasmallo, 19 arrastreros y 211 trasmalleros (19 x 11.1) podría ser otro objetivo, pero sería necesario el control de la capturabilidad de estas embarcaciones para mantener estas condiciones mediante este manejo pesquero, así el recurso camarón blanco podría recuperarse gradualmente en el futuro y finalmente podría ser utilizado sosteniblemente, alrededor del nivel de las capturas anuales de la primera década (355 ton).

3.1.3. Evaluación de poblaciones bajo el modelo de producción excedentaria no equilibrado (non equilibrium surplus-production model)

La pesquería de camarón en el Golfo comenzó en 1952 por los arrastreros, como se explica en el capítulo 1 de este reporte y desde entonces, las capturas de esta especie han sido incluidas en el libro de estadísticas pesqueras en Costa Rica (Estadísticas Pesqueras del Golfo de Nicoya, Costa Rica 1994-2005). Se reporta que la pesca con trasmallo inició las capturas de camarón desde 1980 y las capturas de esta pesquería excedieron a las de la pesca con arrastre desde 1990s. Los desembarques de este producto en ambas pesquerías se realizan sin la cabeza, disminuyendo la posibilidad de obtener mayor información acerca de la estructura de edades de la población.

Bajo esta situación, la evaluación de la población de camarón blanco, mediante el modelo de producción excedentaria, fue realizado utilizando los datos de captura durante el periodo de 1952-2005, y los datos de la CPUE durante el periodo de 1994-2005. Los métodos de cálculo se realizaron siguiendo la metodología expuesta en el libro “Modeling and quantitative methods in fisheries” (Haddon, 2001), usando Excel y su función solver. Los detalles de los cálculos se mencionan en el apéndice 6.3.

El modelo de producción excedentaria distribuye equilibradamente los efectos del reclutamiento, crecimiento y mortalidad natural de la biomasa de la población, como una función simple de la producción, sin la diferenciación en la estructura de edades, tallas, sexo u otras diferencias en la biomasa de la población y por lo tanto las estimaciones se hacen más simples.

La ecuación básica se muestra en la siguiente modificación de Pella y Tomlinson (1969):

$$C = qEB = \frac{r}{p} B \left[1 - \left(\frac{B}{K} \right)^p \right]$$

Donde q= coeficiente de capturabilidad, E= esfuerzo de pesca, B= biomasa poblacional, r = parámetro de la tasa de crecimiento de la biomasa, K= promedio del nivel de biomasa explotable, y C = captura total. Si p=1, entonces la ecuación anterior es equivalente al modelo de Schaefer. Y si p es muy cercano a cero, la ecuación se vuelve equivalente al modelo de Fox.

Para un fácil entendimiento, primeramente se muestran los resultados del modelo de producción excedentaria en la Figura 19. El promedio del CPUE (kg/embarcación) de cada década (capítulo anterior) es utilizado para el cálculo. Se obtuvo un Máximo Rendimiento Sostenible (MRS) de 432 ton y 348 ton para los modelos de Schaefer y Fox, respectivamente.

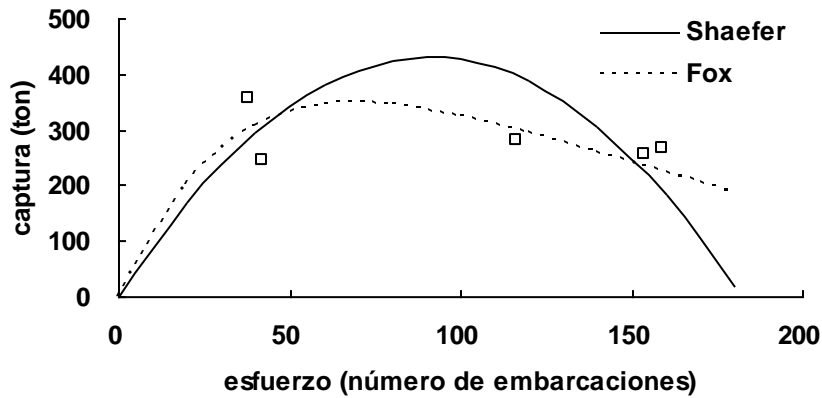


Fig. 19 Resultados del MRS de acuerdo a los modelos de producción excedentaria de Schaefer y Fox

Es importante indicar, que el modelo de producción excedentaria se puso fuera de moda desde los años 1980s, este cambio fue producto de la necesidad de asumir que las poblaciones siendo evaluadas estuvieron a menudo demasiado en equilibrio y así, a menudo guiaban a obtener conclusiones optimísticas. Hilborn (1979) analizó muchas situaciones y demostró que los datos utilizados fueron homogéneos y en consecuencia, fueron poco informativos acerca de la dinámica de las poblaciones en estudio. Sin embargo, los modelos de producción excedentaria ya no necesitan asumir equilibrio para permitir que los datos se ajusten a las estadísticas pesqueras. El método de no equilibrio para fijar los modelos implica que ellos son capaces de representar la dinámica de la población.

El modelo de producción de no equilibrio es descrito utilizando el modelo Pella-Tomlinson:

$$B_{t+1} = B_t + \frac{r}{p} B_t \left[1 - \left(\frac{B_t}{K} \right)^p \right] - C_t$$

Donde B_{t+1} = biomasa explotable al inicio del año $t+1$, B_t = biomasa explotable al inicio del año t , y C_t = captura total en el año t .

Y los parámetros r , q , y K ($=B_0$ en este documento), son obtenidos a través del método de mínimos cuadrados:

$$SSQ = \sum (I - \hat{I})^2$$

Donde $I = CPUE_{observado} = \frac{C_t}{E_t}$ y $\hat{I} = CPUE_{estimado} = qB_t$

Para llevar a la realidad este modelo de dinámica de poblaciones, se relaciona el CPUE con la biomasa poblacional (B) y el coeficiente de capturabilidad (q), que es igual a la proporción de la población total seleccionada por unidad de esfuerzo. La mayor asunción en el uso de este modelo es que la relación entre el CPUE y la biomasa de la población es constante ($C/E=qB$). Esta relación implica que el coeficiente de capturabilidad, q, permanece constante a lo largo del tiempo. De hecho, porque los pescadores tienden a mejorar lo que ellos hacen, así continuamente improvisan artes de pesca y prácticas pesqueras que mejoran la efectividad de cada unidad de esfuerzo a lo largo del tiempo. Este esfuerzo de arrastramiento (effort creep) es a menudo considerado en cuanto a los cambios realizados para mejorar la capacidad pesquera.

Claramente, suponer que “q” es una constante es más bien una sobre-simplificación, Prager (1994) puntualiza que si existiera la duda que el coeficiente de capturabilidad cambia de repente, el modelo del no equilibrio podría ser aplicado como si existieran dos series temporales de captura y de tasas de captura. Los mismos parámetros (r, K, B₀, y tal vez p) podrían aplicarse a cada serie temporal y lograr el ajuste al mismo tiempo. Sin embargo sería necesario tener parámetros “q” como existan series temporales separadas y estas necesitan ser ajustadas separadamente.

En algunas pesquerías se ha sugerido que existe un incremento constante proporcional en capturabilidad cada año. Por ejemplo, en la pesquería del camarón tigre del norte de Australia, el incremento proporcional en la efectividad del esfuerzo, formalmente aceptado por los manejadores e industria, es un 5% por año (Pownall, 1994). Así, se necesita que:

$$q_t = q_0 \times q_{inc}^t$$

donde q_t es la capturabilidad en el año t y q_0 es la capturabilidad en el primer año.

Además, el mejor CPUE (kg/día) disponible de la población de camarón blanco en la pesquería de trasmallo en la zona 1 y 2, se obtuvo de los datos de captura y las estadísticas de esfuerzo durante el periodo 1994-2005, por lo que este valor será utilizado de ahora en adelante.

El cuadro 17 y las figuras 20 y 21 muestran los resultados de éste análisis, usando los modelos de Schaefer y Fox. En este análisis, se supone que $K=B_0$ porque todos los datos de captura desde los inicios de la pesquería de camarón blanco (desde 1952) fueron empleados.

Cuadro 17. Los valores estimados de los parámetros del modelo de producción excedentaria y los resultados de la evaluación de poblaciones del camarón blanco en el Golfo de Nicoya

Modelo de Schaefer				Modelo de Fox			
r	0.58	B2005	672443	r	0.41	B2005	331635
K	1967623	B2005/K	34%	K	1868360	B2005/K	18%
B0	1967623	MSY	286940	B0	1868360	MSY	283947
q ₀	1.57E-06	Emsy	96845	q ₀	1.97E-06	Emsy	61365
qinc	1.061	E2005	125757	qinc	1.118	E2005	114072

Recomendación de la reducción del esfuerzo: 23%

Recomendación de la reducción del esfuerzo: 46%

- r : Tasa de crecimiento de la población
- K : Nivel promedio de biomasa anterior a la explotación (kg)
- B₀ : Biomasa virgen (kg)
- q₀ : Capturabilidad en el primer año
- qinc : Incremento constante de la capturabilidad
(la capturabilidad en año t (qt) es calculado en $qt = q_0 * qinc^t$)
- B2005 : Biomasa explotable al inicio del año 2005 (kg)
- MRS : Máximo rendimiento sostenible (kg)
- Emrs : Esfuerzo para MRS (días de pesca)
- E2005 : Esfuerzo en el año 2005 (días de pesca)

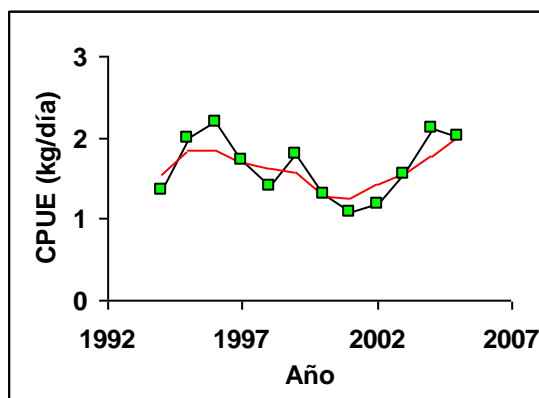


Fig. 20. CPUE observado como una línea irregular con un model óptimo representado por la línea roja más lisa (Schaefer)

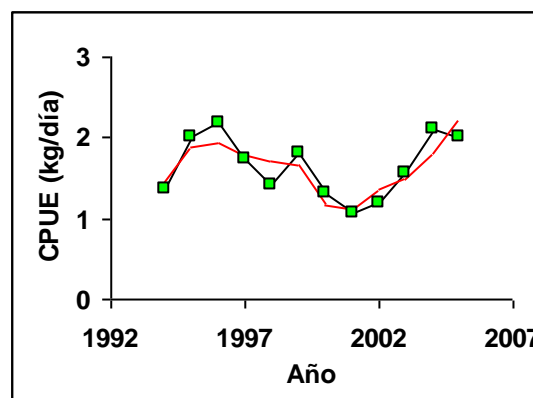


Fig. 21. CPUE observado como una línea irregular con un model óptimo representado por la línea roja más lisa (Fox)

De los resultados, los análisis basados en los modelos de Schaefer y Fox brindan casi los mismos valores de K y MRS (cerca de 1900 y 285 ton respectivamente) pero niveles muy diferentes en la reducción del esfuerzo para los Emrs (23% y 46%) respectivamente. De igual forma estos análisis proveen el incremento constante de la capturabilidad y este fue del 6.1% y 11.8%, respectivamente.

Comparando estos resultados con los de la sección previa (resultados de las estadísticas pesqueras), los análisis utilizando el modelo de Fox brindan una estimación cercana al nivel de reducción del esfuerzo. Haddon (2001) refiere el mismo análisis para el camarón tigre australiano *Penaeus esculentus* y *Penaeus semisulcatus*, usando el modelo de Fox.

En el caso de escoger la reducción del esfuerzo del 46% para el manejo pesquero e igualmente aplicarlo tanto a la pesquería de arrastre como a la de trasmallo, las reducciones del número de embarcaciones son de 19 arrastreros y 299 trasmalleros, (41 arrastreros y 650 embarcaciones trasmalleras operaron en el 2005). Y las capturas anuales en los niveles de MRS (284 ton) serán analizadas en el futuro para este manejo. Sin embargo el MRS estimado por este análisis depende de la biomasa al inicio del año, que es cuando la biomasa de camarón blanco incrementa, los valores más altos de MRS y los más bajos de Emrs pueden ser estimados. Así, los valores finales del MRS podrían ser similares a los estimados en la sección anterior.

De alguna forma, el análisis del modelo de producción es más sencillo para ejecutar porque se puede incorporar a los nuevos datos de CPUE anuales y así podrían ser aplicados cada año para monitorear la situación actual del recurso del camarón blanco. Además, la reducción del esfuerzo pesquero puede ser alcanzada de formas diferentes a la reducción del número de embarcaciones, por ejemplo, vedas en tiempo y por zona y regulaciones de equipo o artes de pesca.

3.2. Pargo mancha

3.2.1. Información de fondo en la evaluación de poblaciones de pargo mancha en el Golfo de Nicoya

En el Golfo de Nicoya, el pargo mancha está distribuido principalmente en la zona 3 y en la parte externa de éste, siendo una de las especies de peces más importantes con altos valores en el mercado. Las zonas de reproducción y crianza se muestran en la Fig. 22, información obtenida mediante encuestas a pescadores. Las zonas de reproducción determinadas son áreas con profundidades de 25-70 m, y las de crianza, donde abundan juveniles con tallas menores a los 15 cm de longitud total, se ubican en áreas cerca de los manglares. Según los pescadores, los especímenes

maduros se localizan en estas zonas de reproducción a lo largo de todo el año, pero principalmente durante la época lluviosa, normalmente de mayo a noviembre. También, los resultados del estudio de madurez durante el periodo de 2002-2003 muestran que el IGS de las hembras tiene valores máximos alrededor de marzo y setiembre (Fig. 23).



Fig. 22. Zonas de reproducción y crianza del pargo mancha en el Golfo de Nicoya

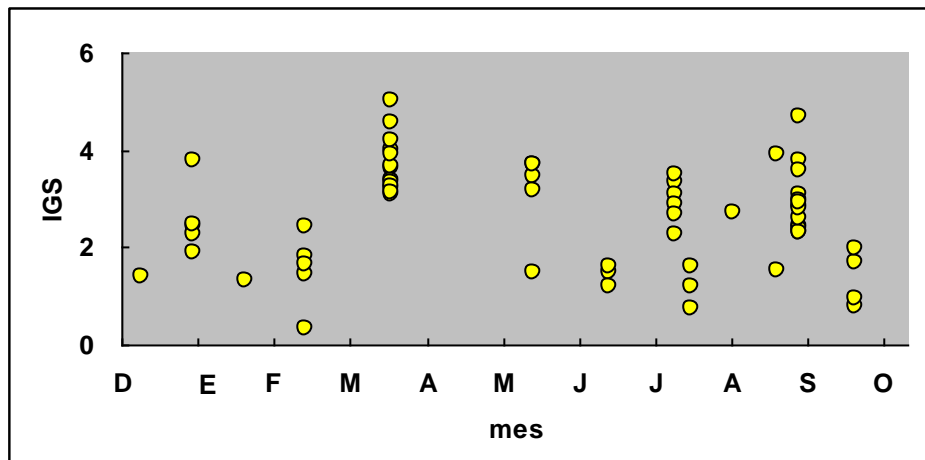


Fig. 23. Cambios mensuales del IGS de las hembras de pargo mancha

Rojas (1997) investigó la madurez del pargo mancha en el Golfo de Nicoya y reporta que las épocas de reproducción son de abril a mayo y de agosto a octubre, y que la longitud de primera madurez ($L_{50\%}$) fue de 31.7-34.3 cm de longitud total (Lt). Rodríguez (2003) estudió el pargo mancha en Guatemala y reportó que la edad a la cual alcanzó la talla de primera madurez fue a los 4.5 años, correspondiendo a una talla de 29 cm de longitud total, calculado mediante la estimación de la ecuación de crecimiento. Además, el proyecto estimó que el $L_{50\%}$ para las hembras fue de 43.7 cm de longitud total, siendo mayor a los dos valores antes mencionados. Esto puede ser producto del análisis macroscópico realizado a las gónadas y al faltante de muestreo en diferentes tallas. De hecho, García (2006) realizó observaciones histológicas de las gónadas en el laboratorio del proyecto, reportando un $L_{50\%}$ de 31-34 cm.

La Fig. 24 muestra la proporción mensual promedio (%) de las capturas de especímenes grandes (PM 2-4) de Pargo mancha durante 12 años, 1994-2005, estimados de los datos de precio unitario almacenados en la base de datos de INCOPESCA. La proporción de capturas de peces grandes provee información de migración de reproductores debido a que las zonas de reproducción también son consideradas como buenos sitios de pesca, esto a partir de los resultados obtenidos a través de las entrevistas antes mencionadas. La proporción aumenta en agosto y permanece alta hasta enero del siguiente año, volviendo a subir en abril, esto es el resultado de las migraciones reproductivas y coincidiendo con las épocas de desove monitoreadas por Rojas (1997).

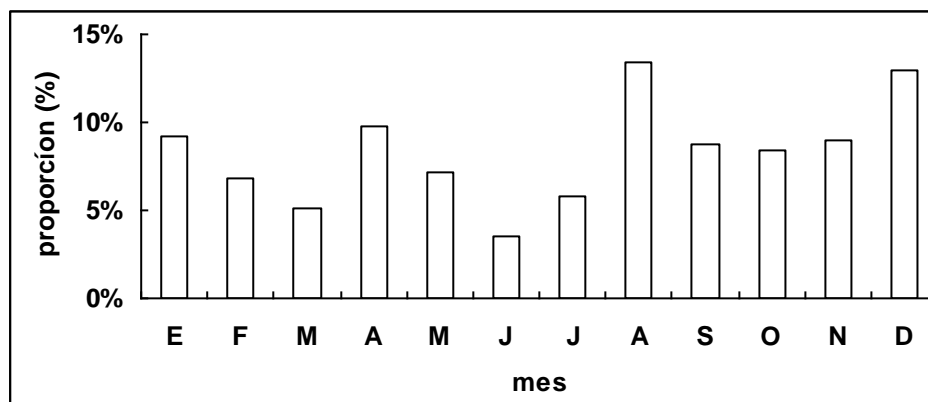
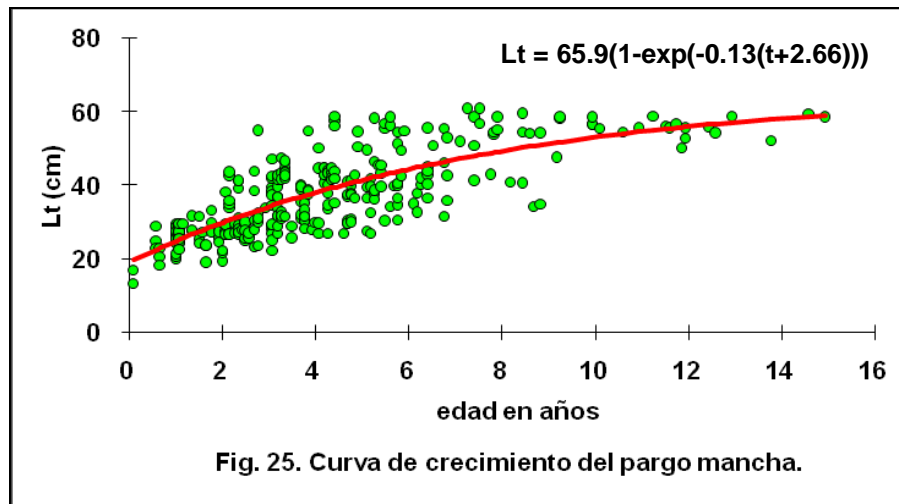


Fig. 24. Promedio mensual en la proporción de las capturas de especímenes grandes (PM 2-4) de pargo mancha

En resumen, el Pargo mancha habita en la zona 3 y fuera del Golfo, los juveniles crecen en áreas de manglar y gradualmente se mueven a áreas de mayor profundidad a como van creciendo. Las zonas de reproducción tienen profundidades de 25-70 m. El desove se da durante todo el año con dos

máximos, de abril a mayo y de agosto a diciembre, correspondientes al inicio y fin de la época lluviosa, el $L_{50\%}$ considerado es de 31-34 cm de longitud total.

Acerca de su crecimiento, se estimaron los parámetros utilizando datos de frecuencia de tallas recolectados en los puestos de acopio de pescado y los resultados de observaciones de otolitos. La ecuación de crecimiento de von Bertalanffy, estimada a partir del análisis de las frecuencia de tallas, es $L_t = 60.7(1-\exp(-0.32(t+0.59)))$ (refiérase a los detalles del cálculo en el apéndice 6.4). Y la ecuación de crecimiento estimada a partir de la lectura de otolitos es $L_t = 65.9(1-\exp(-0.13(t+2.66)))$, como se muestra en la Fig. 25. Rodríguez (2003) estudió el crecimiento del pargo mancha en Guatemala a través de la observación de sus vértebras y estimó su ecuación de crecimiento como $L_t = 66.4(1-\exp(-0.13(t-0.03)))$.



3.2.2. Evaluación de poblaciones usando estadísticas pesqueras

El pargo mancha del Golfo de Nicoya es principalmente capturado con trasmallos y línea de fondo, también es una de las especies frecuentemente capturada en la pesca de arrastre. El Cuadro 18 y Fig. 26 muestran las capturas anuales (ton) de esta especie para cada pesquería en el Golfo. No hay una tendencia en las capturas anuales durante el periodo 1994-2005, variando de 118 - 299 ton.

Cuadro 18. Capturas anuales (ton) del pargo mancha para cada pesquería en el Golfo de Nicoya

Año	Cuerda	Línea de fondo	Trasmallo	Arrastre	Otras	total
1994	1	64	108	8	0	180
1995	3	57	52	6	0	118
1996	5	71	51	15	0	143
1997	1	181	53	64	0	299
1998	2	95	71	56	0	223
1999	5	54	108	18	0	183
2000	0	64	104	21	0	189
2001	2	67	111	29	0	209
2002	3	125	98	60	0	286
2003	3	51	78	39	0	171
2004	8	80	78	29	0	195
2005	3	82	47	33	0	165
Promedio	3	83	80	31	0	197
(%)	1.6%	41.9%	40.6%	16.0%	0.0%	100.0%

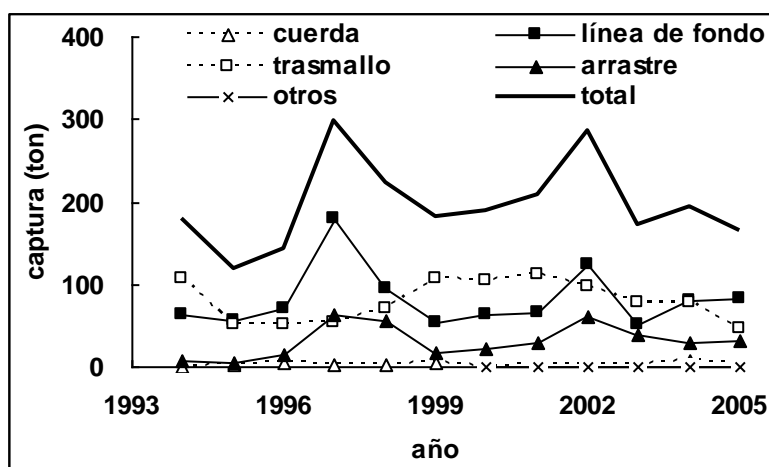


Fig. 26. Captura anual de pargo mancha por cada pesquería

El precio unitario del pargo mancha es establecido de acuerdo a las categorías comerciales de las tallas: juveniles (llavero), PM 0-1, PM 1-2 y PM 2-4, con pesos promedios cercanos a 140g, 330g, 650g y 1500g respectivamente, y las tallas mayores tienen precios mayores. En la base de datos del INCOPECA, no existen datos de captura para cada categoría comercial, pero se encuentran los

datos de captura por cada unidad de precio. Por otro lado, las capturas anuales de cada categoría comercial se estimaron a través de la separación de la distribución de frecuencias de los precios unitarios en cuatro distribuciones normales (en función de las 4 categorías) utilizando Excel. En este método las capturas anuales de cada categoría comercial son estimadas automáticamente al utilizar la captura (peso) como frecuencias. Los detalles de éste método se muestran en el apéndice 6.5.

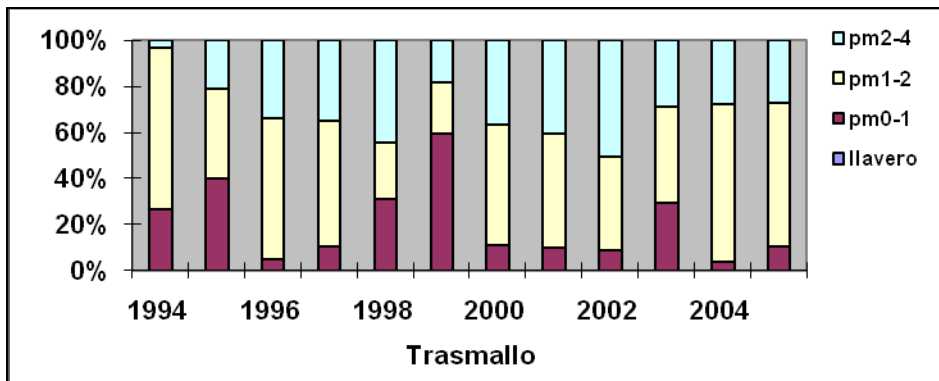
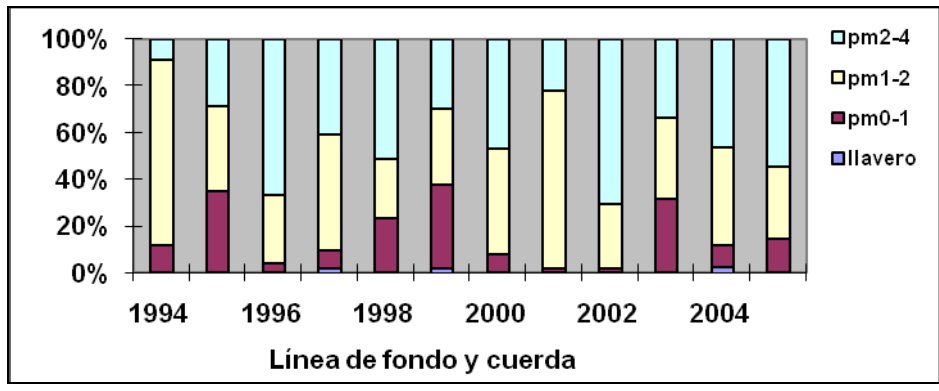
El Cuadro 19, muestra las capturas de Pargo mancha para cada categoría comercial en el Golfo de Nicoya, obtenidos por este método. La Fig. 27 muestra la proporción (%) de la captura de categorías comerciales en cada pesquería durante el periodo 1994-2005. En el promedio de estos 12 años, las capturas de línea de fondo fueron de 44.4% de peces grandes (PM 2-4) y 41.6% de tallas medias (PM 1-2), y el trasmallo capturó 48.3% de talla media (PM 1-2) y 30.6% tallas grandes (PM 2-4), Por otro lado, la pesca de arrastre capturó 78.3% de peces de tallas pequeñas (PM 0-1). Respecto a los cambios de proporción de las categorías comerciales mostradas en la Fig. 26, no se presenta una tendencia en la pesquería de línea de fondo ni en la de trasmallo, pero en la pesca de arrastre la proporción de peces de tallas grandes (PM 2-4) ha incrementado desde el 2002.

Cuadro 19. Capturas (ton) de Pargo mancha para cada categoría comercial en el Golfo de Nicoya, 1994-2005

Línea de fondo y Cuerda						Trasmallo					
Año	juvenil	pm0-1	pm1-2	pm2-4	total	Año	juvenil	pm0-1	pm1-2	pm2-4	total
1994	0	7	51	6	65	1994	0	28	75	4	108
1995	0	21	22	17	60	1995	0	20	20	11	52
1996	0	3	23	51	77	1996	0	3	31	17	51
1997	3	15	90	75	182	1997	0	5	29	19	53
1998	0	23	24	49	96	1998	0	22	17	32	71
1999	1	22	20	19	63	1999	0	61	23	19	103
2000	0	5	29	30	64	2000	0	11	55	38	104
2001	0	1	52	15	68	2001	0	11	55	46	111
2002	1	2	35	89	126	2002	1	8	41	50	100
2003	0	17	19	18	54	2003	0	23	33	22	78
2004	2	8	37	41	88	2004	1	2	54	22	78
2005	0	12	26	47	86	2005	0	5	29	13	47
Promedio	1	11	36	38	86	Promedio	0	17	38	24	80
	0.8%	13.2%	41.6%	44.4%	100.0%		0.3%	20.7%	48.3%	30.6%	100.0%

Arrastre					
Año	juvenil	pm0-1	pm1-2	pm2-4	total
1994	1	4	4	0	8
1995	0	6	0	0	6
1996	0	12	3	0	15
1997	1	53	9	2	64
1998	0	43	11	2	56
1999	1	16	0	0	18
2000	0	20	0	1	21
2001	0	23	6	0	29
2002	0	37	10	14	60
2003	2	21	0	16	39
2004	1	20	0	7	29
2005	5	24	1	3	33
Promedio	1	23	4	4	31
	3.0%	73.8%	11.2%	12.0%	100.0%

Total					
Año	juvenil	pm0-1	pm1-2	pm2-4	total
1994	1	40	130	10	181
1995	1	47	42	28	118
1996	0	17	57	68	143
1997	4	73	127	95	299
1998	0	87	53	83	223
1999	2	99	44	38	183
2000	0	36	83	69	189
2001	0	35	113	61	209
2002	1	47	85	153	286
2003	3	60	52	56	171
2004	4	30	90	70	195
2005	6	41	56	62	165
Promedio	2	51	78	66	197
	1.0%	25.9%	39.5%	33.7%	100.0%



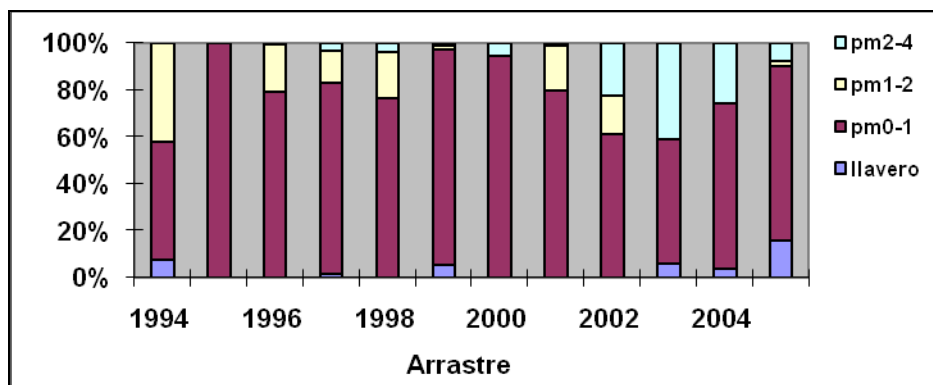


Fig. 27. Proporción de capturas comerciales por categorías de Pargo mancha en cada pesquería, 1994-2005

Como se mencionó anteriormente, no se presenta una tendencia descendente en las capturas de pargo mancha, identificada a partir de los datos de estadísticas pesqueras durante el periodo de 1994-2005. Aunque es un problema para el manejo de los recursos, que los arrastreros estén capturando pargos de tallas pequeñas. La pesca con línea de fondo y el trasmallo que capturan más del 80% del total, se dirigen a la pesca de peces de tallas medias y grandes (PM 1-2 y PM 2-4).

Se considera que la situación actual de la pesquería del pargo mancha no es tan crítica como para que el recurso llegue a decrecer abruptamente. Sin embargo, los arrastreros han incrementado sus capturas al iniciar con la categoría PM 2-4, situación que no se presentaba anteriormente. Esto podría haber sido causado porque los arrastreros comenzaron a tener a esta especie como uno de los grupos objetivo en sus actividades pesqueras para mejorar los ingresos que dejaban de percibir por la sobre-explotación de la población de camarón blanco. En el caso de que algunos arrastreros iniciaron estas capturas a través del aumento en la luz de malla (reemplazando a redes con luz de malla grande), aunque este es pesca ilegal, sus zonas de pesca para el pargo mancha podrían ser las anteriormente mencionadas como zonas de reproducción. Si un tipo de pesca ilegal como este se ejecutó recientemente, podría causar la disminución rápida del recurso. Por lo tanto, esto es una fuerte recomendación al INCOPECA para que investigue sobre el tema.

3.2.3. Evaluación de poblaciones mediante Análisis de Población Virtual (APV)

La información biológica del pargo mancha utilizada para los APV es la siguiente:

1. Ecuación de crecimiento: $L_t = 65.9(1 - \exp(-0.13(t+2.66)))$; calculada a partir de los datos de la lectura de otolitos (Katayama, Experto a corto plazo JICA, 2005)
2. Relación longitud-peso: $Y = 0.0216 * X^{2.8129}$; calculado a partir de los datos obtenidos en las actividades del proyecto (Informe corto no.1, 2003)

3. Talla de la primera madurez y edad de primera madurez ($L_{50\%}$): 31-34 cm o 4.5 años; basado en Rojas (1997), Rodríguez (2003), García (2006)
4. Mortalidad natural (M): $M=0.230$; calculado a través de la ecuación de $M1\%=-\ln(0.01)/\text{longevidad}$, asumiendo que la longevidad es de 20 años (Documento técnico de Pesca de la FAO No. 306/1)

El número de peces capturados en todas las edades y clases de años usadas para el APV es calculado con el procedimiento siguiente (refiérase a los detalles de cálculo en los apéndices 6.6 y 6.7).

1. La distribución anual de frecuencias por unidad de longitud (1cm) de cada pesquería fue calculado utilizando las capturas antes mencionadas para cada categoría comercial (Cuadro 18), la frecuencia de tallas de cada categoría comercial y la relación longitud-peso.
2. El total de la distribución anual de frecuencias por unidad de longitud (1cm) fue calculada sumando las de la pesca de trasmallo, línea de fondo y arrastre.
3. El número de peces de todas las edades fue calculado utilizando el método de fraccionamiento (Documento técnico de Pesca de la FAO No. 306/1).

El cuadro 20 muestra el número de capturas para todas las edades y clases de años, 1994-2005, obtenidos mediante el procedimiento antes mencionado.

Cuadro 20. Número de capturas de todas las edades y clases anuales, 1994-2005

Año	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
1	13655	10159	3398	36631	11808	27995	6005	6539	13307	24147	28771	39798
2	44327	50555	19482	82205	92541	107173	39325	38687	51733	66360	36848	49578
3	65031	71269	31184	115834	131858	147094	59555	59537	78161	91781	51689	65463
4	85826	40385	39672	98235	62154	59878	60749	76273	68037	51099	62686	47336
5	67266	23932	31605	69825	32930	27298	45674	60038	49766	30204	49029	31938
6	44937	16435	23043	48930	23745	18508	32326	41689	37486	21364	34636	22871
7	10987	7231	13863	22998	15957	8963	16038	16961	28027	11976	16597	13063
8+	6552	15431	36568	51737	44577	20786	37561	33394	81630	30458	37857	33535

Así, el APV (análisis de población virtual) del recurso pargo mancha se llevó a cabo (refiera los detalles de los cálculos en el apéndice 6.3). El número poblacional, la mortalidad por pesca (F) y la relación Desovante-Recluta (S-R siglas en inglés) obtenida para este APV se muestra en los Cuadros 21-23 y Fig. 28. La Fig. 29 muestra el cambio de la biomasa desovante (SSB siglas en inglés) y los reclutas por biomasa de población desovante (RPS siglas en inglés). En el APV, se utilizó la ecuación de Pope para el cálculo del número poblacional y la F terminal ($F_{8+, 2005}$) fue igualada para el $F_{7, 2005}$

utilizando la función solver de Excel. La ojiva de madurez utilizada para la estimación del SSB (siglas en inglés) fue supuesta en 25%, 50%, 75% y 100% se utilizaron las siguientes edades: 3, 4, 5 y 6+, respectivamente. En la relación S-R, la SSB correspondió al número de la población de un año de edad del siguiente año, y la RPS fue calculada dividiendo el número poblacional para un año de edad entre SSB del año anterior.

Cuadro 21. Número de población para todas las edades y clases anuales obtenidos a partir de la APV

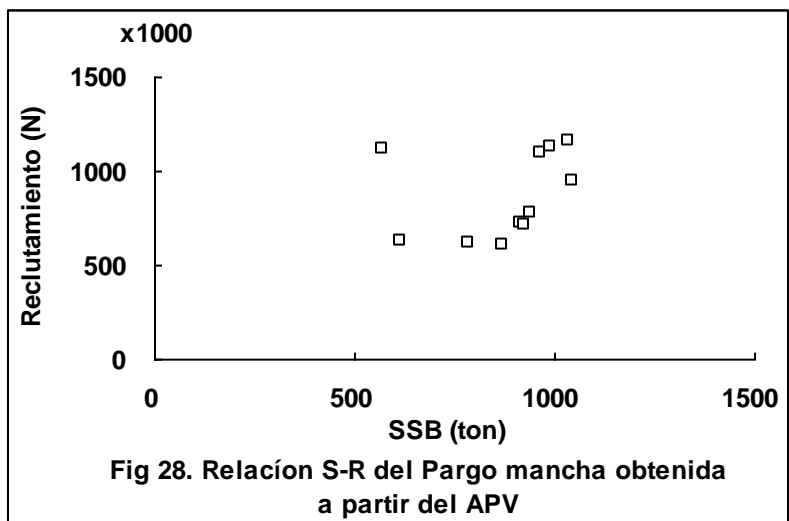
Edad	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
1	980204	1098816	1127342	1161269	948754	773728	727313	714755	608491	615019	630353	1116337
2	800311	766433	863766	892451	889782	743098	589644	572373	561922	471482	467006	475065
3	558437	596204	563742	668751	635634	624302	494745	433322	420173	400244	315367	338115
4	448385	385624	410063	420003	427971	387383	364803	339912	291138	264094	236125	204438
5	294822	279673	270318	290366	246068	284555	254343	235631	202024	170621	164235	131692
6	225711	174235	200823	186553	168415	166110	201700	161325	133659	116119	108610	86760
7	246680	139239	123752	138982	104575	112614	115451	131406	90989	72759	73196	55403
8+	147096	297155	326443	312656	292141	261173	270395	258718	265007	185046	166963	142233

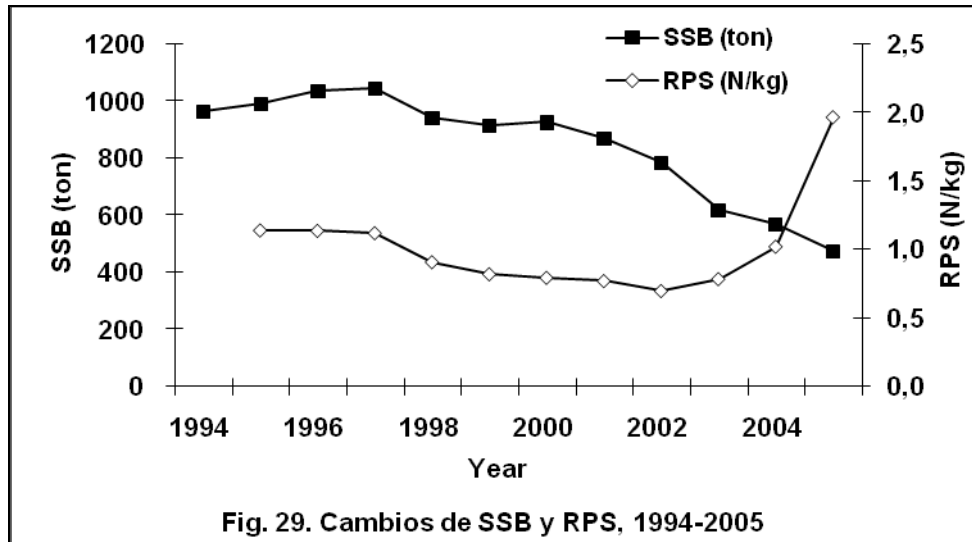
Cuadro 22. Mortalidad por pesca (F) para todas las edades y clases anuales obtenidas a partir de APV

Edad	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
1	0.02	0.01	0.00	0.04	0.01	0.04	0.01	0.01	0.03	0.05	0.06	0.04
2	0.06	0.08	0.03	0.11	0.12	0.18	0.08	0.08	0.11	0.17	0.09	0.12
3	0.14	0.14	0.06	0.22	0.26	0.31	0.15	0.17	0.23	0.30	0.20	0.24
4	0.24	0.13	0.11	0.30	0.18	0.19	0.21	0.29	0.30	0.24	0.35	0.30
5	0.30	0.10	0.14	0.31	0.16	0.11	0.23	0.34	0.32	0.22	0.41	0.32
6	0.25	0.11	0.14	0.35	0.17	0.13	0.20	0.34	0.38	0.23	0.44	0.35
7	0.05	0.06	0.13	0.21	0.19	0.09	0.17	0.16	0.42	0.20	0.29	0.31
8+	0.05	0.06	0.13	0.21	0.19	0.09	0.17	0.16	0.42	0.20	0.29	0.31

Cuadro 23. Relación S-R obtenida a partir de APV

Año	SSB (ton)	Reclutamiento (N)	RPS (N/kg)
1994	964	980204	
1995	991	1098816	1.14
1996	1036	1127342	1.14
1997	1044	1161269	1.12
1998	942	948754	0.91
1999	915	773728	0.82
2000	927	727313	0.80
2001	871	714755	0.77
2002	783	608491	0.70
2003	617	615019	0.79
2004	568	630353	1.02
2005	475	1116337	1.97





Los resultados de F para todas las edades se muestran en el cuadro 21, la edad para la máxima explotación es considerada a los 3 años y un promedio de F después de los tres años en el 2005 fue de 3.0. Como se muestra en la Fig. 28, la SSB ha continuado decreciendo desde 1998 pero la RPS ha estado incrementando en estos 3 años, aunque tuvo una tendencia a la disminución durante el periodo 1996-2002.

Finalmente, se hicieron predicciones usando RPS y F recientes (refiérase al detalle del cálculo en el Apéndice 6.3), se hicieron predicciones de SSB y la producción para los siguientes dos casos:

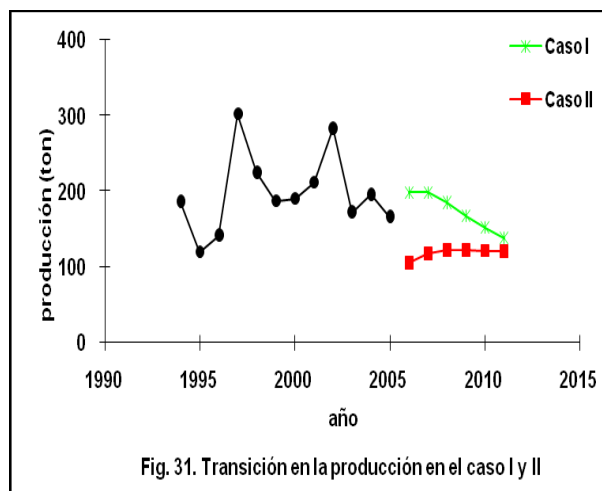
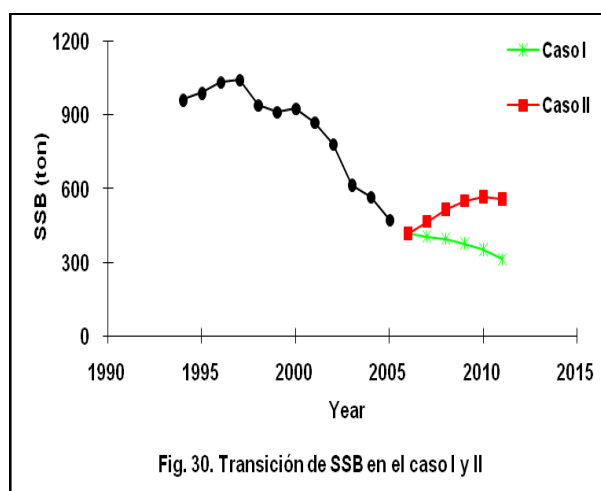
Caso I: Usando el RPS promedio de los últimos 4 años y la F del 2005

Caso II: Usando el RPS promedio de los últimos 4 años y $0.5 \cdot F$ del 2005

El número de reclutas después del 2006 fue calculado a partir del RPSs y el SSB del 2005. El Cuadro 24 y las Figuras 30 y 31 muestran los resultados de éstos cálculos. En el caso I, la SSB continúa con una tendencia hacia abajo; en el caso II el nivel de SSB tiende a recuperarse hasta un nivel alrededor de las 560 ton en varios años.

Cuadro 24. Resultados de las predicciones de SSB y producción (después del año 2006)

Año	Caso I			Caso II		
	SSB (ton)	Reclutamiento (N)	Producción (ton)	SSB (ton)	Reclutamiento (N)	Producción (ton)
1994	964	980204	187	964	980204	187
1995	991	1098816	120	991	1098816	120
1996	1036	1127342	142	1036	1127342	142
1997	1044	1161269	303	1044	1161269	303
1998	942	948754	225	942	948754	225
1999	915	773728	188	915	773728	188
2000	927	727313	190	927	727313	190
2001	871	714755	212	871	714755	212
2002	783	608491	284	783	608491	284
2003	617	615019	173	617	615019	173
2004	568	630353	196	568	630353	196
2005	475	1116337	167	475	1116337	167
2006	418	531027	199	418	531027	106
2007	406	467423	198	467	467423	118
2008	396	453572	185	516	521698	123
2009	377	443143	167	550	576951	122
2010	351	421741	152	567	614275	122
2011	313	392634	139	557	634148	121



Como se menciona anteriormente, se usó el RPS para las predicciones del recurso pargo mancha pero, es necesario validarlo. El RPS de los últimos tres años y el número de reclutas ha incrementado y así las medidas inmediatas del manejo pesquero de esta especie podrían no ser urgentes. Sin embargo, uno de los resultados del APV, la tendencia a la disminución del SSB desde 1997, podría ser una advertencia del recurso y si se quiere recuperar el SSB, se requeriría de una reducción del esfuerzo pesquero cercano al 50%. Por lo tanto, se debe realizar un monitoreo cuidadoso del recurso pargo mancha en el Golfo de Nicoya, especialmente poniendo atención a los cambios en las capturas de los especímenes grandes.

3.3. Otras especies

Desde Octubre del 2002, el proyecto ha recolectado la información de las características biológicas y de captura de algunas especies de peces de importancia comercial para realizar la evaluación de sus poblaciones a futuro. Se recomienda un análisis de APV para estas especies como en el caso del pargo mancha, sin embargo para ello se requiere de datos de captura de un periodo mínimo de 10 años. Al no existir, la evaluación se realizó utilizando métodos generales como: producción por reclutamiento (YPR siglas en inglés) y el porcentaje de biomasa desovante por reclutamiento (%SPR siglas en inglés), para las especies de peces de las cuales se ha obtenido suficiente información para esos análisis.

3.3.1. Información de fondo sobre la evaluación de poblaciones de las principales especies de peces en el Golfo de Nicoya.

Se recolectó información que se utilizó para la evaluación de poblaciones de diversas especies de peces importantes a través de las actividades del proyecto.

Reproducción y Madurez

A partir de la información obtenida a través de entrevistas a pescadores, las zonas de reproducción de la corvina aguada y la corvina reina en el Golfo son presentadas en la Fig. 32. De acuerdo a esto, las zonas de desove de la c. aguada se localizan en la parte Norte de la Isla de Chira, al oeste de la Isla Bejuco, en el canal entre las Islas Bejuco y Caballo, y en la parte este de la Isla Caballo. La c. reina desova en tres sitios: al oeste de Isla Chira, al este de Isla Venado y en la parte norte de playa Naranjo. Los desoves de estas dos especies se presentan durante todo el año.

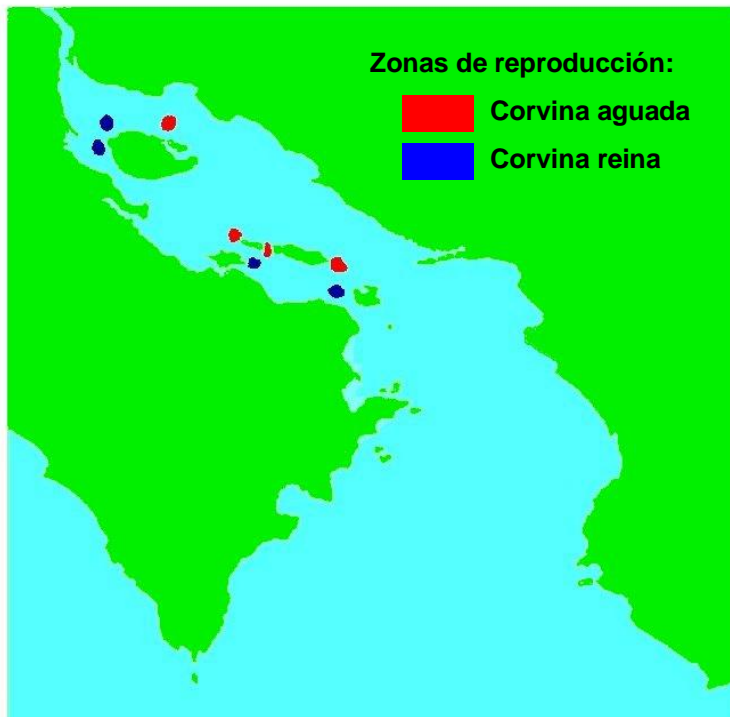


Fig. 32. Zonas de reproducción de la corvina aguada y la corvina reina en el Golfo de Nicoya.

La información sobre las épocas de desove de las 4 especies de peces: barracuda, corvina agria, corvina aguada y corvina picuda, fueron obtenidas del análisis del Índice gonadosomático (GSI) en el Proyecto. La Fig. 33 muestra los cambios en el GSI de éstas especies, una tendencia similar se presenta en barracuda, corvina aguada y Corvina picuda, que tienen valores altos alrededor de abril, mientras que más datos son necesarios para conocer la tendencia de corvina agria.

La Fig. 34 muestra la longitud de primera madurez ($L_{50\%}$) para: corvina agria, corvina aguada y corvina picuda obtenidas en las actividades del Proyecto. El $L_{50\%}$ de estas especies fue estimado en 50.0 cm, 33.2 cm y 32.7 cm, respectivamente.

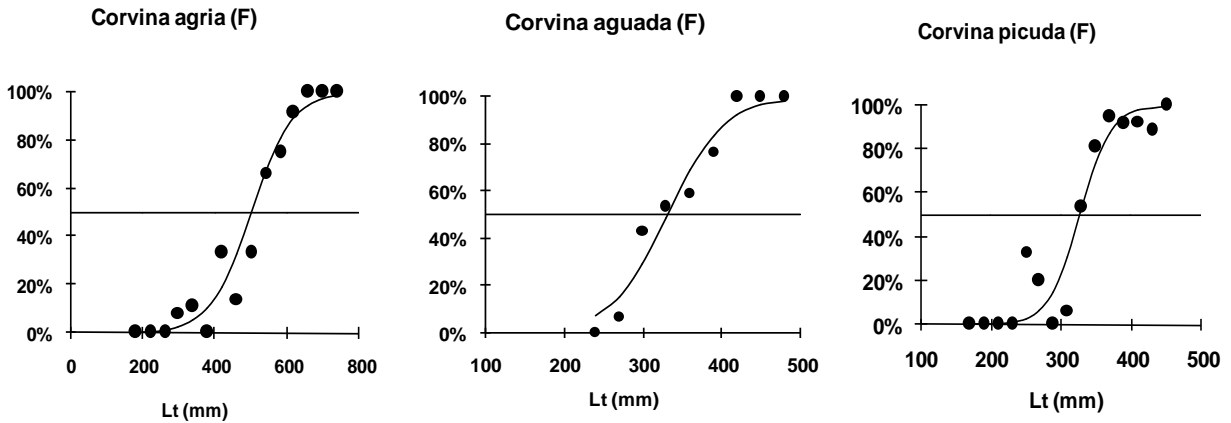


Fig. 34. Longitud de primera madurez ($L_{50\%}$) para las hembras de: Corvina agria, Corvina aguada y Corvina picuda en el Golfo de Nicoya

Parámetros de Crecimiento

Los parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy para: barracuda, corvina aguada y corvina picuda fueron estimados de la lectura de otolitos que se muestra en la Fig. 35.

barracuda: $L_t = 97.0 \cdot (1 - \exp(-0.092 \cdot (t + 2.333)))$

corvina aguada: $L_t = 60.8 \cdot (1 - \exp(-0.196 \cdot (t + 1.013)))$

corvina picuda: $L_t = 42.5 \cdot (1 - \exp(-0.743 \cdot (t - 0.678)))$

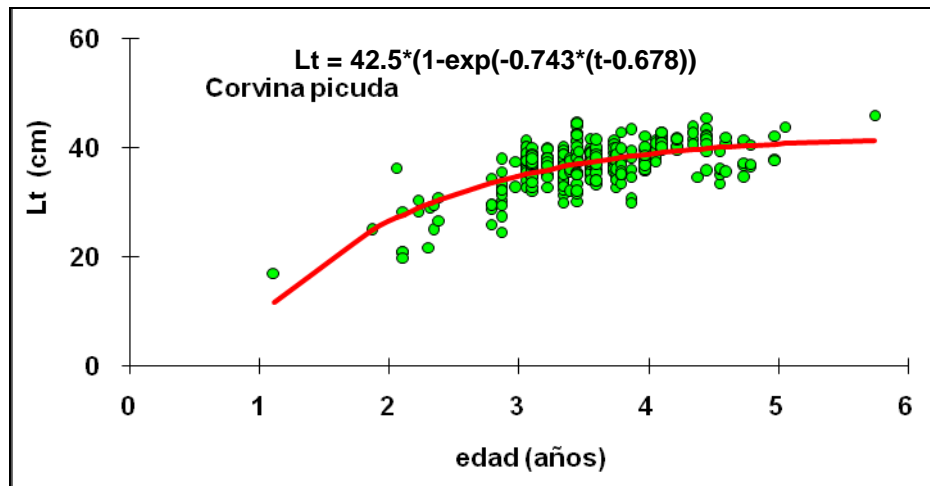
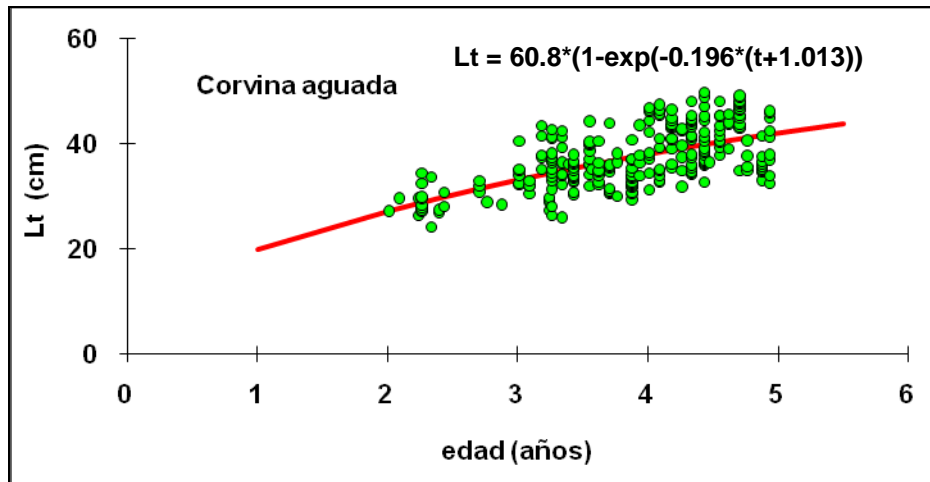
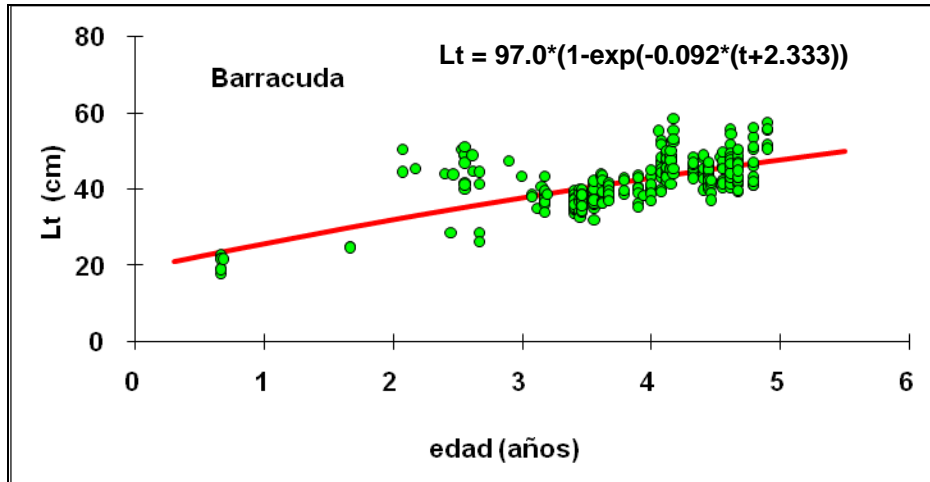
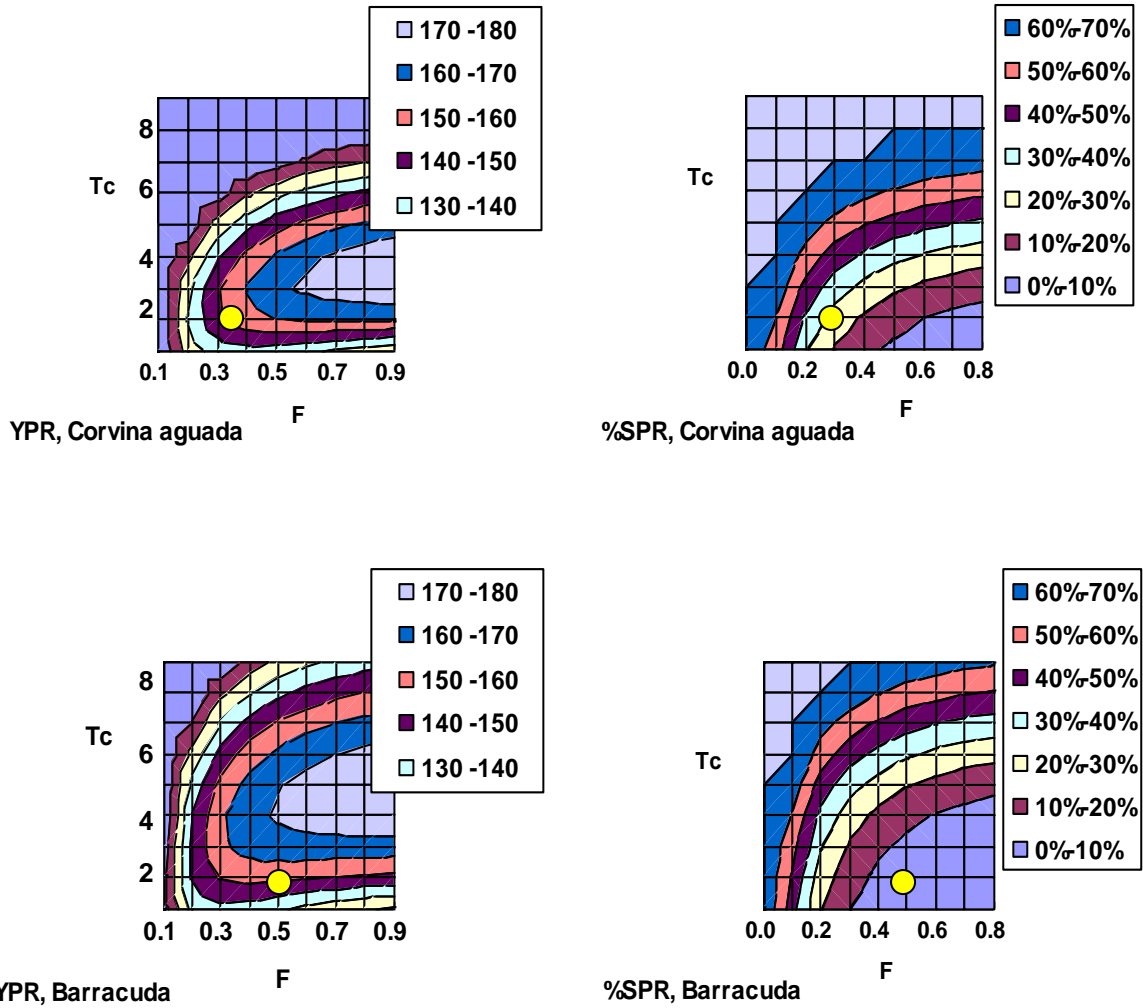


Fig. 35. Curvas de crecimiento de barracuda, corvina aguada y corvina picuda en el Golfo de Nicoya, basados en la lectura de otolitos.

3.3.2. Evaluación de poblaciones para el análisis de producción por recluta (YPR) y porcentaje de biomasa de la población desovante por reclutamiento (%SPR)

Se realizó la evaluación de poblaciones para: barracuda, corvina aguada y corvina picuda mediante el análisis de YPR y %SPR, por medio de la información antes mencionada. La Fig. 36 muestra los resultados, en esta figura, los puntos amarillos indican la mortalidad por pesca actual (F) y la edad a la primera captura (Tc). Los detalles de los cálculos de YPR y %SPR se muestran en el apéndice 6.8.



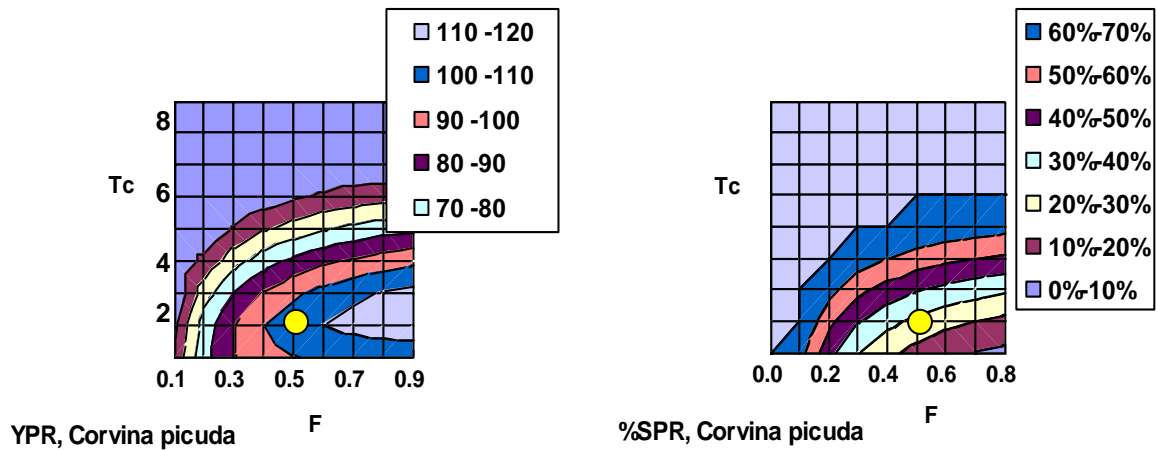


Fig. 36. Resultados del análisis de YPR y % SPR

La F y Tc actuales fueron estimados a través de la composición por edades de las capturas anuales de 2004 y 2005, los cuales fueron obtenidos a partir de la información de: frecuencias de tallas, relación longitud-peso, ecuación de crecimiento y captura anual (observar los detalles en el apéndice 6.9).

El cuadro 25 muestra la composición de edad en el número de capturas y la Fig. 37 muestra la estimación de la mortalidad total (Z) por medio del análisis de regresión. Así, Z para barracuda, corvina aguada y corvina picuda fue de 0.74, 0.64 y 1.01, respectivamente. La mortalidad natural (M) fue estimada con la ecuación de $M1\% = -\ln(0.01)/\text{longevidad}$, suponiendo una longevidad de 20, 15 y 10 años para barracuda, corvina aguada y corvina picuda, se obtuvo $M1\% = 0.23, 0.31$ y 0.46 , respectivamente. De esta forma el F para estas especies es igual a 0.51, 0.34 y 0.55 en su orden, mediante la ecuación de $F = Z - M$.

Cuadro 25. Número de peces capturados de todas las edades

barracuda, 2005		corvina picuda, 2004		corvina aguada, 2004	
Edad	Número	Edad	Número	Edad	Número
1	1755	1	10875	1	14953
2	29030	2	82472	2	96741
3	63472	3	123043	3	146714
4	40200	4	50488	4	132210
5	16215	5	15534	5	69463
6	4409	6	6239	6	32350
7	2485	7+	27645	7	18283
8	2219			8	8349
9	850			9	5291
10+	761			10	2822
				11+	7490

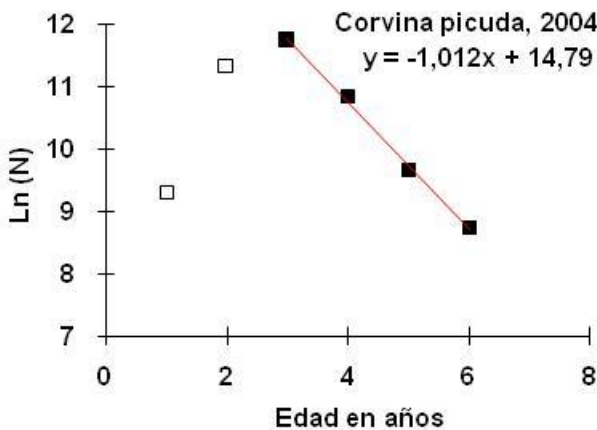
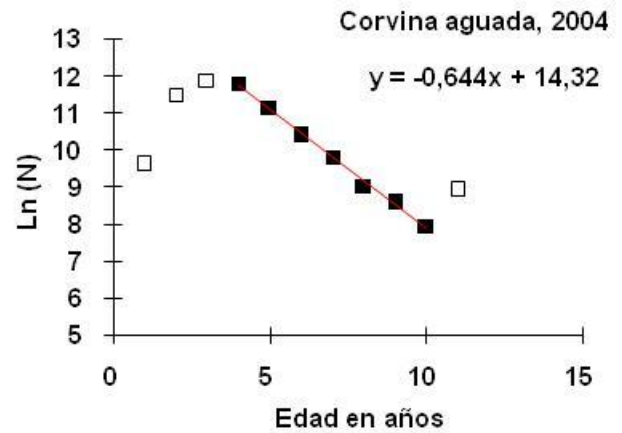
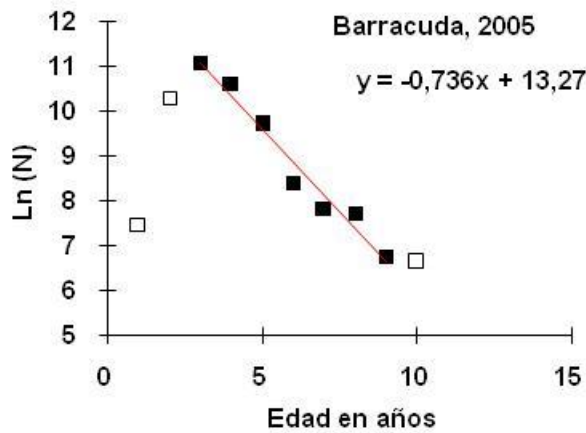


Fig. 37. Estimación de la mortalidad (Z) mediante el análisis de regresión

A partir de los resultados de la evaluación de poblaciones de estas tres especies, se considera que la pesquería de la barracuda necesita incrementar la edad (talla) de primera captura o reducir el esfuerzo pesquero; y las pesquerías de las otras dos especies no se encuentran en mala situación. Sin embargo, recordando lo anteriormente mencionado acerca de la metodología de evaluación con procedimientos aproximados, los resultados obtenidos proveen recomendaciones no tan seguras; por otro lado es importante mencionar que la corvina aguada y corvina picuda también son capturadas en la pesca de arrastre de camarón, sin embargo estos datos no están disponibles. Así, los resultados de la evaluación de estas dos especies son optimistas, pero una mayor cantidad de datos son esenciales para obtener una evaluación más precisa de la población.

4. Recomendación para el manejo de las pesquerías.

Los resultados de la evaluación del recurso fueron totalmente descritos en el capítulo anterior. Estas son obviamente las mejores evidencias científicas disponibles sobre las cuales, las decisiones deberían de ser tomadas para dirigirnos hacia el manejo sostenible de las pesquerías.

Cuando las bases científicas son preparadas y recomendadas a las autoridades del gobierno, es muy común el recibir críticas, opiniones o desafíos contra las recomendaciones que son urgentes y necesarias para regular la pesquería. Si esto se debe a falta de entendimiento, entonces es muy importante el escuchar y responder a estas, como una de las funciones importantes de la organización que hizo el análisis y las recomendaciones. Desde este punto de vista, los resultados del análisis descrito en el capítulo anterior son importantes de revisar cortamente aquí, antes de hacer las recomendaciones.

Para la pesquería de camarón blanco: fue una fortuna el tener datos históricos de captura de esta especie, desde el comienzo de las estadísticas pesqueras en este país. Como es reconocida la naturaleza de esta especie, ésta realmente consiste de tres diferentes especies, *Litopenaeus occidentalis*, *L. stylirostris* y *L. vannamei*. La composición reciente de la especie fue examinada en este proyecto y presentada en 3.1.1 de este reporte, pero es desafortunado el no tener datos históricos de la composición de las especies. Sin embargo, estas tres especies tienen similitudes en características biológicas y ecológicas y por lo tanto pareciera no ser inadecuado el tratarla como una sola especie en este análisis. Ellas son capturadas por la misma pesquería y en los mismos pescaderos y por lo tanto, no existe otra manera que no sea tratarla como una sola especie para los propósitos de manejo.

La identidad de la población podría ser otro problema a ser revisado en el futuro. Mientras tanto, parece adecuado el tratarla como una sola población en el Golfo de Nicoya, desde que ésta es sostenida por similares CPUE entre dos pesquerías operando en diferentes partes del Golfo (Fig. 16).

Una historia larga de explotación nos da suficientes datos para el análisis con el modelo de producción bajo el supuesto de que la naturaleza de la población tiene intensidades pesqueras sostenidas a través de más de 50 años. Si el tomar series de tiempo cortas, para un mayor parecido en cuanto a características ecológicas, pero con menor confiabilidad para la estimación, o el tomar series de tiempo más largas para mayor confiabilidad, pero con algunos posibles cambios en características ecológicas las cuales podrían afectar la utilidad de los estimados, esto fue una decisión a tomar. Todas estas consideraciones, sin embargo, son simplemente conceptuales y por lo tanto, nosotros no podemos discutir más sin tener hechos probados. Al usar el modelo de producción con datos de captura desde el inicio de la pesquería tiene una ventaja al estimar la biomasa inicial sin explotar.

En relación con las series de esfuerzo pesquero y CPUE para estimar parámetros del modelo de producción, nosotros hemos recogido información de la base de datos del INCOPECA a partir de 1994 y sobre las pesquerías de arrastre y de trasmallo. Desde que esta especie se distribuye principalmente en el Golfo de Nicoya y sus vecindades, la selección fue hecha para la flota “camarón 1”, y la flota de trasmallo en zonas 1 y 2, las cuales tienen como blanco de operación a esta especie entre los barcos arrastreros de camarón. Series de CPUE fueron calculadas en términos de captura en Kg/día. El índice relativo de CPUE estimado entre estas dos pesquerías es muy estable y confiable durante el periodo disponible para comparar (tabla 16). Así, las series de tiempo de captura total durante 1952 y 2005 y CPUE ajustado durante 1994 y 2005 son datos razonablemente mejores a utilizar. Con estas consideraciones dadas, se puede decir que los análisis están de una base racional.

Los resultados de los análisis que mejor se ajustan, los cuales fueron obtenidos mediante CPUE de la pesquería de trasmallo, indicaron que el esfuerzo pesquero debería de reducirse un 23% en el caso del Modelo de Schaefer o 46% en el caso del Modelo de Fox. **Entre los dos modelos, el último debería ser tomado, juzgándose por un valor de probabilidad más alto.** Mientras la captura promedio anual de camarón blanco en el Golfo de Nicoya fue de 266 toneladas durante los pasados 56 años, el MSY estimado es de 284 toneladas con el modelo de Fox, lo cual indica una dirección positiva a introducir regulaciones de esfuerzo. Esta diferencia no indica, que no es necesario introducir regulación, porque la biomasa estimada muestra una alta declinación después del pico de 1995 y una subsiguiente paralización desde 2002. Aun desde un análisis más simple en 3.1.2, un claro signo de

sobre-pesca es evidente. Así, el CPUE ha estado decreciendo en las recientes 4 décadas, mientras tanto, las capturas totales son algo estables. En adición, las pesquerías de camarón, de arrastre y de trasmallo, han venido compitiendo sobre el mismo recurso de camarón blanco en el Golfo de Nicoya.

En conclusión, se deben de dar pasos hacia la reducción del esfuerzo pesquero en un 46%. Si esta reducción es tomada, esta debería de ser compartida equitativamente por las dos pesquerías en operación. Esto es, el reducir 1672 ($3635 \times 0,46$) días de operación de los arrastreros de camarón y 34570 ($73480 \times 0,46$) días de la pesquería con trasmallo. Si este control es difícil de implementar, entonces puede ser obtenido mediante la reducción de 19 barcos de arrastre de camarón y 299 embarcaciones trasmalleras. Al mismo tiempo, es muy importante el regular la pesquería con un sistema más fortalecido y con autoridad para obtener una efectividad mayor en la implementación de las medidas de manejo recomendadas.

4.1. Recomendaciones para el manejo del camarón blanco

Recomendación 1: Para asegurarnos del alcanzar un beneficio a largo plazo con el MSY, un paso inmediato debe de ser tomado para reducir el 46% del esfuerzo de la pesquería de arrastre de camarón y de la de trasmallo. Estas reducciones serán logradas ya sea reduciendo los días de operación o reduciendo 19 barcos camaroneros de arrastre y 299 embarcaciones trasmalleras.

Recomendación 2: Con el objetivo de asegurarnos de los efectos de las medidas regulatorias, inspecciones deben de ser realizadas a través de todo el año para controlar operaciones de pesca ilegal y el uso de artes de pesca ilegales, principalmente en cuanto al tamaño luz de malla. El Dpto. de Investigación del INCOPECA ha reportado que en el caso de los trasmalleros, la ilegalidad puede ser de hasta un 90% en algunas comunidades.

Recomendación 3: Un examen más amplio de la captura incidental (la que es descargada para consumo) y de la mortalidad incidental (la descartada) debe de ser implementado en la pesquería de arrastre de camarón para estimar la posible presión sobre los juveniles de los principales recursos pesqueros.

Recomendación 4: Talleres o seminarios deben de ser implementados en las comunidades pesqueras para diseminar y educar a los pescadores en pesca sostenible con la explicación de los resultados del proyecto.

Para el recurso de pargo mancha: Este tiene superioridad sobre otras especies, debido que sus capturas han sido reportadas como cuatro categorías de mercado en las facturas recolectadas por el INCOPESCA, como información estadística. Esta información no ha sido incluida en la base de datos, pero la estimación de ésta fue posible de realizarse basados en información guardada sobre precio unitario, como fue explicado en el apéndice 6.5. La captura anual por peso y por tamaño de las categorías de mercado en tres pesquerías diferentes (línea planera y cuerda, trasmallo y arrastre) fue convertida en composición por longitud y además a composición por edad, usando una clave longitud-edad basada en el estudio de otolitos. Así, las capturas en número por edad fueron calculadas para el periodo de 1994 a 2005 (tabla 20).

Con los datos de captura por edad así compilados, se estuvo listo para aplicar análisis de población virtual, el cual nos da el número de población por clase anual y que aparece en las capturas en la matriz de datos por edad (tabla 21) y la correspondiente matriz del coeficiente de mortalidad por pesca (tabla 22). Este procedimiento ha sido ampliamente usado como uno de los métodos estándares de evaluación de recursos. Aspectos técnicos en el cálculo del número de población y el coeficiente de mortalidad por pesca bajo cierta clase de restricción, especialmente mortalidad por pesca terminal y sobre la edad 8 fue fijada a ser igual a la edad 7, son comúnmente usados por doquier y los resultados obtenidos fueron adecuados.

La biomasa de la población desovante (SSB) para el periodo de 1994 a 2005 mostró una declinación gradual con un menor descenso de reclutamiento (Fig. 28) así que no urgente pero sí un cuidadoso monitoreo de esta población es sugerida. Una serie de proyecciones futuras bajo dos diferentes escenarios fueron implementadas y demostraron que una continuación de la corriente intensidad pesquera reducirá SSB y subsecuentemente las capturas. Sin embargo, dada la considerable variación en las capturas en los últimos once años, tal tendencia podría ser difícil de detectar dentro de un corto periodo de tiempo en el futuro. Por lo tanto, la conclusión de una evaluación es una clase de aviso de que con la menor urgencia, esta población debe de ser monitoreada cuidadosamente en capturas, CPUE, composición por edad, reclutamiento y SSB.

El análisis anterior depende de una clave longitud edad y el supuesto de un coeficiente de mortalidad natural, los cuales no pueden ser estimados independientemente. La clave longitud edad y la curva de crecimiento podrían necesitar un posterior estudio para una evaluación más avanzada.

4.2. Recomendaciones para el manejo de pargo mancha

Recomendación 1: Aunque medidas regulatorias urgentes no son necesarias de tomar, el estado de esa población debe de ser cuidadosamente monitoreado en captura, CPUE, composición por edad, reclutamiento y biomasa de la población desovante. La acumulación de datos para esta población, por al menos tres años, podría aclarar una tendencia sobre la cual los pasos necesarios deban de ser considerados.

Recomendación 2: La pesquería con énfasis en el pargo mancha, por parte de los barcos de camarón de arrastre debe de ser restringida.

Recomendación 3: La clase anual 2005 debe ser cuidadosamente trazada para confirmar si el alto reclutamiento de esta clase es real o aparente.

Recomendación 4: Regulaciones adicionales para el manejo deberían de ser consideradas, tales como el crear áreas cerradas para el criadero de este recurso.

Para otras especies: Una continuación, para coleccionar datos pesqueros y características biológicas, debería ser estimulada. Un análisis preliminar de barracuda, corvina aguada y corvina picuda mostró algunos resultados interesantes para manejo como fue explicado en Sección 3.3. Con datos acumulados e información de la población, la evaluación será mucho más refinada y confidente.

4.3. Otras recomendaciones hacia el manejo sostenible de las pesquerías

1) Educación y diseminación: El Dpto. de Extensión Pesquera del INCOPECA debería de ejecutar una capacitación permanente al sector pesquero acerca de las regulaciones pesqueras y de las buenas prácticas pesqueras, así éste tendrá una mejor comprensión de la pesca sostenible.

2) Regulación e inspección: La regulación y vigilancia por parte de las autoridades responsables, tales como el Dpto. de Protección y Registro del Incopeca y el Servicio de Guardacostas, debería de ser fortalecida para excluir cualquier tipo de pesca ilegal. Tal actividad debería de cubrir no solamente el periodo de veda, pero también el resto del año. Inspecciones en los sitios de descarga podrían ser efectivas especialmente durante la veda, combinados con los que se realizan en el mar. Otras regulaciones adicionales, tales como limitar el caballaje del motor, deberían también ser consideradas.

3) Facilidades de investigación en el INCOPESCA: En el INCOPESCA, un grupo debería de ser formado con personal quien haya tenido experiencia en biología pesquera, manejo de recursos, política pesquera, control de calidad y estadística pesquera. Este grupo debería hacer su esfuerzo para enfrentar temas relacionados con el manejo sostenible de las pesquerías y control de calidad.

4) Reexaminación para predecir estaciones altas de desove: Una veda debería de ser más efectiva, si se implementa durante los picos altos de las estaciones de desove, para así prevenir la explotación de la biomasa de la población desovante y entonces tener un buen reclutamiento. Desde que los picos podrían variar año por año, debido a la fluctuación del medio ambiente, la duración y fecha de comienzo de la veda debería de ser ajustada basada en predicción. Reexaminación de este tema debería de ser ejecutado.

5) Evaluación del efecto de la veda: La efectividad de la veda que se hace cada año, es necesario que sea evaluada. Tal evaluación en el corto tiempo debería ser dirigida a chequear la CPUE de la pesquería antes y después del periodo de veda. Evaluación de series de tiempo más largas será obtenida para examinar el subsecuente reclutamiento en el siguiente año. Sin embargo, tal efecto solamente será obtenido con el análisis de datos de los consiguientes años, con o sin veda, alternativamente. Aunque parece difícil el realizar esta clase de experimentos, el análisis debería ser enfrentado en las vías posibles.

6) Cooperativas pesqueras: Los pasos deberían de ser tomados, para promover las cooperativas pesqueras en las comunidades pesqueras ubicadas alrededor del Golfo de Nicoya, para que los pescadores crezcan con el sentido del buen manejo en su propia operación pesquera y una buena cooperación para un mejor manejo de las cooperativas a través de la comercialización de sus productos y un buen entendimiento de las prácticas para pesca sostenible. Además, un programa de educación es necesario para capacitar pescadores claves con conocimiento y liderazgo para promover cooperativas pesqueras autosuficientes. Al gobierno se le pide, el promover máquinas de hielo para tales cooperativas pesqueras, para mejorar la frescura de los productos y así producir un mejor valor adicional. Tal inversión podría mejor ser recompensada en el largo plazo mediante prácticas de manejo sostenible de las pesquerías y proveer de productos frescos al consumidor, junto a un alto ingreso a los pescadores.

7) Promoción de zonas de pesca restringidas: Un método indirecto para reducir el esfuerzo pesquero es el mantener áreas geográficas, tales como zonas de desove o de crianza, como zonas protegidas o excluir algún tipo especial de pesquería en éstas. Un buen ejemplo existe alrededor de la I. de Chira, especialmente en Palito, donde una área pesquera ha sido vedada para la pesca con

trasmallo, permitiéndose solo la pesca con cuerda. Esto ha sido muy exitoso y apoyado por la mayoría de los pescadores. Además, otros pescadores trabajan con eco-turismo, lo cual permite a ellos el encontrar una mejor forma de vida, así que ellos puedan dejar de pescar, reduciendo el esfuerzo pesquero. Otras comunidades, con similares tipos de proyectos, tales como I. Venado y Tárcoles deberían de ser considerados.

5. Recomendaciones para las actividades después del proyecto

Nosotros, los miembros del Comité de Evaluación de Recursos, nos gustaría recomendar el apoyo de las siguientes actividades, por parte de la UNA e INCOPECA, después del proyecto, para ejecutar un buen manejo de las pesquerías en Costa Rica en el futuro.

1) La continuación del Comité de Evaluación de Recursos después del proyecto

Este proyecto ha proveído un buen espacio para el INCOPECA y la UNA en cuanto a la coordinación de actividades relacionadas con el manejo del recurso pesquero. Para un manejo adecuado de los recursos pesqueros, el trabajo administrativo, basado en razones científicas es esencial. Esto es, las razones científicas son utilizadas por los creadores de políticas, para decidir las regulaciones y también para el pescador, para que este enterado de la situación actual de los recursos pesqueros. En este proyecto, el personal de la UNA está principalmente encargado de la colección de las características biológicas y el análisis de datos, y el personal del INCOPECA está principalmente encargado en la colección y captura de datos y en hacer las regulaciones. Esta compartición de actividades está bien adaptada a la naturaleza de ambas organizaciones. Por lo tanto, se recomienda que ambas organizaciones continúen teniendo reuniones regulares del Comité, para intercambiar información y opiniones entre los miembros. Y, si es necesario, miembros adicionales seleccionados de otras organizaciones podrían ser escogidos para ejecutar el apropiado manejo de las pesquerías en el futuro.

2) Recopilación de las estadísticas pesqueras anuales

Los datos exactos de captura por especie son esenciales para la evaluación de los recursos. Sin embargo, las estadísticas pesqueras por especie no existen en este país, excepto por unas pocas especies, en general, las estadísticas pesqueras son compiladas para grupos comerciales. Después de comenzado el proyecto, los datos de captura de esos grupos comerciales fueron cambiados a captura por especie, usando los datos de composición de especie obtenidos y actualmente, las

capturas por especie están disponibles desde 2002. El boletín “Las estadísticas pesqueras en el Golfo de Nicoya 1994-2005” fue publicado en marzo 2007, basado en las capturas de cada especie y el método de pesca.

Debido a la importancia de los datos de captura por especie, se recomienda altamente que el INCOPESCA copie información anual y distribuya ésta como un suplemento a la anterior publicación, publicando un nuevo boletín de las estadísticas pesqueras, las cuales resumen la tendencia de la captura y la situación de los sectores pesqueros, cada 5 años.

3) Continuación de la información biológica y datos de captura de las principales especies comerciales

La información biológica y los datos de captura son también esenciales para la evaluación del recurso. Sin embargo, el periodo del proyecto de 5 años es demasiado corto para estudiar todo acerca de las principales especies pesqueras del Golfo de Nicoya. En el curso del proyecto, nosotros hemos estudiado la composición de las especies capturadas y la frecuencia de tallas de las principales especies, crecimiento, maduración y migración de especies tales como el camarón blanco, pargo mancha, barracuda, corvina agría, corvina aguada, corvina picuda y corvina reina, pero nosotros estamos sintiendo la necesidad de más investigación, para obtener información confiable. Por ejemplo, nosotros necesitamos más estudios para definir los parámetros de crecimiento de la corvina agría y reina y nosotros necesitamos re-examinar la madurez (L50) de todas las especies blanco, mediante métodos histológicos, en concordancia con el aviso de la Dra. Alida García Cagide.

Nosotros también necesitamos un trabajo adicional en la composición de datos de captura, especialmente, la captura por los barcos arrastreros camaróneros y en la frecuencia de tallas de las principales especies, especialmente, las de llavero de pargo mancha. Además, los mapas batimétricos obtenidos mediante el sistema de información geográfico (GIS) podría proveer información muy importante relacionada con la ecología y pesquerías de las principales especies. Esto es, de los mapas batimétricos nosotros podemos estimar las rutas migratorias y zonas de desove de las principales especies y así, los creadores de políticas puedan utilizar ésta para decidir regulaciones tales como la protección de zonas. Por lo tanto, se recomienda que la UNA e INCOPESCA continúen la investigación antes mencionada, aun después del proyecto.