

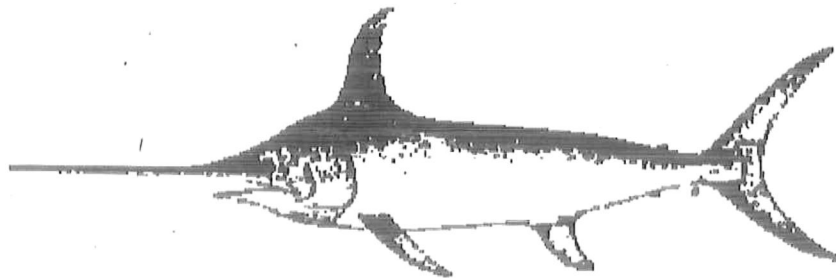


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA



FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

**ESTANDARIZACIÓN DEL ESFUERZO PESQUERO EN LA CAPTURA INCIDENTAL DEL
PEZ ESPADA (*Xiphias gladius*) POR LA FLOTA PALANGRERA ATUNERA JAPONESA
EN EL OCÉANO PACÍFICO ORIENTAL**



T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

OCEANÓLOGO

PRESENTA:

ENRIQUE MOVELLÁN MENDOZA

ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, AGOSTO DE 1994

Resumen

Se aplicó el modelo general lineal para la estandarización del esfuerzo pesquero por parte de la flota palangrera atunera japonesa en la pesca incidental de pez espada (*Xiphias gladius*) en tres zonas del Océano Pacífico Oriental, Hawai (entre 20° y 30° lat. N y 150° y 160° long. W), México (20° y 30° lat. N y 105° y 115° long. W) y Ecuador (entre 0° y 10° lat. N y 80° y 90° long. W) en un periodo de tres años comprendidos entre 1975 y 1977. Los datos de la flota palangrera japonesa fueron proporcionados por el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B.C. y pertenecen a datos del National Research Institute of Far Seas Fisheries, de Shimizu, Japón. Los datos de los periodos analizados se dividieron en trimestres y se aplicó un modelo lineal utilizando variables 'dummy' (1,0) representando los efectos de los tipos de barco, (barco tipo 2 : 50 a 99 tons, barco tipo 3 : 100 a 199 tons y barco tipo 4 : 200 tons o más) trimestres y años, así como interacciones (cuyos valores se obtienen por la multiplicación entre dos variables) entre los mismos. Los modelos se basaron en los propuestos por Jacobson (1992), Miyabe (1989) y Hilborn y Walters (1992), a estos se les aplicó una regresión múltiple y análisis de varianza utilizando el programa estadístico SYSTAT. El criterio de selección del modelo óptimo se basó en el valor de R^2 y el criterio de Akaike (Miyabe, 1989). En Hawai el modelo con interacciones (trimestre 3 * Barco del tipo 3) obtuvo el mayor valor de R^2 y el menor de Akaike siendo en el periodo de estudio el barco de tipo 2 el que mayor CPUE obtiene en el periodo estudiado. En la comparación de las tres zonas sólo se observaron los efectos principales de tiempo y zona, y no se realizaron interacciones. México obtuvo los mayores índices de captura de las tres zonas con valores entre 0.848 y 5.604 considerándose como una zona de alta concentración de pez espada. Hawai obtuvo valores de CPUE entre 0.211 y 1.395. Ecuador obtuvo valores de CPUE entre 0.441 y 2.267

**ESTANDARIZACIÓN DEL ESFUERZO PESQUERO EN LA CAPTURA
INCIDENTAL DEL PEZ ESPADA (*Xiphias gladius*) POR LA FLOTA
PALANGRERA ATUNERA JAPONESA EN EL OCEANO PACÍFICO ORIENTAL**

**TESIS
QUE PRESENTA:**

ENRIQUE MOVELLÁN MENDOZA

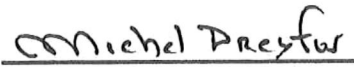
APROBADA POR:



**PRESIDENTE DEL JURADO
DR. OSCAR SOSA NISHIZAKI**



**SINODAL PROPIETARIO
MC. HÉCTOR MANZO MONROY**



**SINODAL PROPIETARIO
MC. MICHEL J. DREYFUS LEÓN**

DEDICATORIA

- *A mi Madre, mi Padre y mis hermanas, (la Monina, la Gorda y la Flaca), por haberme dado el apoyo siempre en todas las decisiones importantes de mi vida y que gracias a él soy ahora lo que soy.*
- *Al resto de mi familia, a mi abuelo José, tíos : Jorge, Gonzalo; tías: Josefina, Guille, Victoria; primos y primas: Mica, Caro, Jorge y Yanire, Gonzalito y a los nuevos agregados: Paulina, Mariana, y Daniel.*

AGRADECIMENTOS:

- *Al Dr. Oscar Sosa Nishizaki, por todo el apoyo, la ayuda y la confianza que un estudiante puede desear de su director de Tesis.*
- *A los M.C. Héctor Manzo Monroy y Michel Dreyfus por su apoyo y sus observaciones para mejorar mi trabajo.*
- *A mis amigos: Elena Thelina, El Tex (☺), Aramis (Miso XOXO), Angel, Roberto M. (Carnalillo), Pablo Rivera, Alejandro Carrillo, Nino, Jorge (...lito) en el orden que mas les parezca.*
- *A E. Salomé C. por estar conmigo en las buenas y en las malas, gracias.*
- *A mí.*

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVO	5
3. MATERIALES Y MÉTODO	6
4. RESULTADOS	10
4.1 Estandarización para Hawai con diferentes tipos de barco. Modelo básico y modelo con interacciones.	14
4.2 Estandarización del esfuerzo para Hawai, México y Ecuador	20
4.2.1 Estandarización del esfuerzo en Hawai.....	22
4.2.2 Estandarización del esfuerzo en México	24
4.2.3 Estandarización del esfuerzo en Ecuador	25
4.2.4 Comparación de la CPUE estandarizado entre Hawai, México y Ecuador	27
5. DISCUSIONES	29
5.1 Estandarización de Hawai	30
5.2 Comparación entre Hawai, México y Ecuador	32
6. CONCLUSIONES.....	34
7. LITERATURA CITADA.....	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. Datos de captura, esfuerzo y CPUE para Hawai, México y Ecuador, por trimestre de cada año.	10
Tabla II. Resultados de los ANOVA y valores de Akaike para Hawai durante el período 1975-1977	16
Tabla III. Valores de los coeficientes de regresión y su antilogaritmo, obtenidos de la regresión múltiple.....	17
Tabla IV. Efecto por trimestre de cada año por tipo de Barco y efecto total de los barcos, para Hawai. Modelo básico.	17
Tabla V. Efecto por trimestre de cada año por tipo de Barco y efecto total de los barcos, para Hawai. Modelo con interacciones.	17
Tabla VI. Valores de CPUE estandarizado por tipo de Barco y Efecto total para Hawai, (Modelo Básico).....	18
Tabla VII. Valores de CPUE estandarizado por tipo de Barco y Efecto total para Hawai, (Modelo con interacciones).	19
Tabla VIII. Resultados del ANOVA con valor de Akaike, para las zonas de Hawai, Ecuador y México para el durante el periodo 1975-77. Modelo general sin interacciones.	21
Tabla IX. Valores de los coeficientes de regresión y su antilogaritmo para el modelo general de Hawai México y Ecuador en el periodo de 1975-1977.....	21
Tabla X. Efectos por trimestre de cada año para Hawai, México y Ecuador en el periodo de 1975-1977 (escala logarítmica).....	22
Tabla XI. CPUE y CPUE std para Hawai para el periodo 1975-1977, con efectos de México y Ecuador.	23
Tabla XII. CPUE y CPUE estandarizado para México en el periodo 1975-1977 con efectos de Hawai y Ecuador.	24
Tabla XIII. CPUE y CPUE estandarizado para Ecuador en el periodo 1975-1977. Bajo efectos de México y Hawai.	26
Tabla XIV. CPUE estandarizado para Hawai México y Ecuador para el periodo 1975-1977.	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pez espada <i>Xiphias gladius</i> . (Nakamura, 1985).....	1
Figura 2. Localización de las áreas de estudio. H = Hawai, M = México, E = Ecuador...7	7
Figura 3. Captura y esfuerzo trimestral para Hawai en el periodo 1975-1977.....	11
Figura 4. Captura y esfuerzo trimestral para México, en el periodo de 1975-1977.	12
Figura 5. Captura y esfuerzo trimestral para Ecuador en el periodo 1975-1977	13
Figura 6. Captura por unidad de esfuerzo para Hawai, México y Ecuador en el periodo 1975-1977 . CPUE=(No. de organismos capturados/No. de anzuelos)*1000.....	14
Figura 7. CPUE estandarizado para Hawai, por tipo de Barco y efecto total de los Barcos. Modelo básico sin interacciones	19
Figura 8. CPUE estandarizado para Hawai, por tipo de Barco y efecto general de los Barcos, (Modelo con interacciones).....	20
Figura 9. CPUE estandarizado para Hawai durante el periodo de 1975-1977 (barco de tipo 4).	23
Figura 10. CPUE estandarizado para México en el periodo 1975-1977.....	25
Figura 11. CPUE estandarizado para Ecuador en el periodo 1975-1977.....	26
Figura 12. CPUE estandarizado para Hawai, México y Ecuador para el periodo 1975-1977.....	27

1. INTRODUCCIÓN

El pez espada *Xiphias gladius* es un organismo robusto que llega a medir 4.5m. de longitud total y pesar hasta 540 kg. (Figura 1). Es una especie oceánica epi- y mesopelágica, que se encuentra en aguas con temperaturas mayores a 13° C, con un intervalo de temperatura superficial óptima entre los 18° y 22° C en el Noroeste del Océano Pacífico. Su distribución geográfica es cosmopolita en aguas tropicales, templadas, y algunas veces en aguas frías de todos los océanos (Nakamura, 1985).

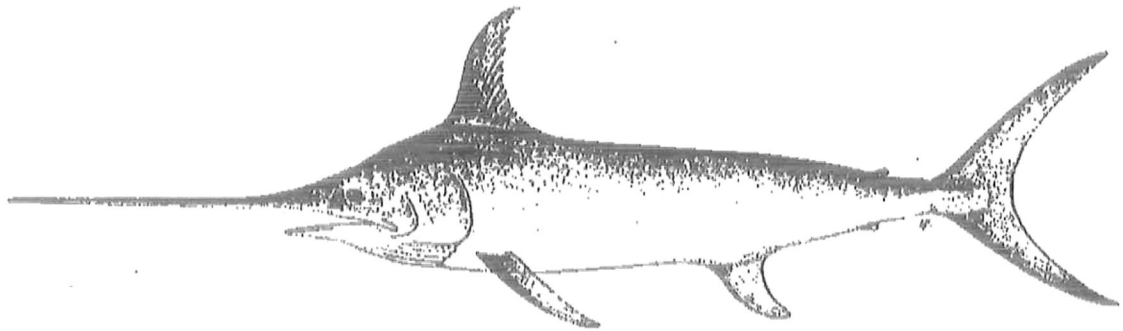


Figura 1. Pez espada *Xiphias gladius*. (Nakamura, 1985)

En el Océano Pacífico el pez espada ha sido capturado principalmente por la flota atunera japonesa como pesca incidental. La pesca en el Pacífico por parte de los japoneses se inició en los años cuarenta, de 1963 hasta 1975 tuvo un esfuerzo de entre 70 y 100 millones de anzuelos, y en el periodo de 1976 a 1978 aumentó hasta 140 millones de anzuelos (Miyabe y Bayliff, 1987). Este país es el segundo mercado más grande de consumo de pez espada, consumen aproximadamente el 30% de la captura mundial, especialmente para la preparación de sashimi y sushi (Sakagawa, 1989).

El palangre (longline) convencional es un arte de pesca que consiste en una línea principal con ramificaciones que pueden variar en número, líneas flotantes y boyas. La sección entre 2 flotadores es llamada canasta y comúnmente cuenta con 6 ramificaciones, y la parte más profunda de la canasta puede alcanzar hasta 150 m. de profundidad (Suzuki *et al.*, 1977). En 1974 se comenzó a utilizar el palangre profundo (Miyabe y Bayliff, 1987) que difiere del convencional en la longitud del cabo principal por canasta y en el número de anzuelos por canasta, considerándose que un palangre convencional tiene de 4 a 6 ramificaciones por canasta, un palangre profundo tiene más de 10, con esto, y suponiendo que el ángulo entre los cabos y los flotadores en ambos tipos de palangre es igual, los anzuelos centrales de la canasta estarán a una mayor profundidad en el palangre profundo, hasta 250 m. de profundidad. (Suzuki y Kume, 1982).

Para 1975 el esfuerzo del palangre profundo fue el 4% del esfuerzo total realizado, pero en el periodo de 1976 - 1978 aumentó fuertemente, registrándose también una captura mayor de pez espada por parte del palangre profundo con respecto a la del palangre convencional en el Pacífico Oriental, (Miyabe y Bayliff, 1987).

En aguas de la costa occidental de México, se realizaron capturas considerables de peces picudos por parte de la flota japonesa. Esta flota tuvo pesca ilimitada desde 1963 hasta finales de 1976, fecha cuando se estableció el límite de las 200 millas de Zona Económica Exclusiva (ZEE). Los japoneses pescaban fuera del límite del mar territorial mexicano (12 millas) y en el golfo de California (Squire y Muhlia-Melo, 1993).

Principalmente durante invierno y primavera, la zona más importante en México para este tipo de pesca está situada al Noroeste del extremo sur de Baja California Sur

y entre Cabo San Lucas y la porción continental de México. Esta "área de concentración" de pez espada se encuentra localizada entre los 105° y 115° de longitud Oeste y los 20° y 30° de latitud Norte (Squire y Muhlia-Melo, 1993).

La flota japonesa que operó en el Pacífico en el período 1975 - 1977 era muy variada en cuanto al tamaño de la embarcación, carnada utilizada, tipo de operación, etc., lo cual hace difícil la interpretación de la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE), por lo que se hace necesaria una estandarización de esfuerzos para poder interpretar más realísticamente dicha CPUE (Miyabe, 1989).

El objetivo principal de la estandarización de esfuerzos ha sido eliminar las tendencias en los índices de captura causadas por la evolución de la flota pesquera hacia barcos, equipo y métodos más eficaces, así como las diferencias entre los barcos, equipo o técnicas pesqueras, mejorando así las estimaciones de la abundancia (Allen y Punsly, 1984).

El método de la estandarización ha sido usado durante varios años con diferentes objetivos:

Joseph y Calkins, (1969), utilizaron la estandarización de esfuerzo para calcular un índice de abundancia que diera la razón de la variabilidad estacional en el Océano Pacífico Oriental.

Uchida, (1976), realizó una estandarización de captura por día de pesca para evaluar el esfuerzo y la abundancia aparente en la pesquería de barrilete en Hawái (*Katsuwonus pelamis*) en el periodo de 1948-1970.

Allen y Punsly, (1984), utilizaron el método de estandarización para obtener índices de abundancia del atún aleta amarilla, (*Thunnus albacares*), en el Océano Pacífico Oriental.

Punsly y Nakano, (1992), realizaron una estandarización de esfuerzos de las tasas de captura con palangre de atunes patudo (*Thunnus obesus*) y aleta amarilla (*Thunnus albacares*) en el Océano Pacífico Oriental durante el periodo de 1975-1987, utilizando el Modelo General Lineal con el objeto de evaluar las tendencias anuales de las tasas de captura y los cambios en la abundancia en diferentes áreas de pesca.

En este trabajo, a diferencia de los anteriores, solo se pretende utilizar la estandarización del esfuerzo pesquero para observar el comportamiento de la flota pesquera que operó en las tres zonas del Océano Pacífico Oriental entre 1975 y 1977,

2. OBJETIVO

Aplicar el Modelo General Lineal para la realización de una estandarización de esfuerzos en la pesca del pez espada, *Xiphias gladius*, en tres zonas del Pacífico Oriental por parte de la flota palangrera japonesa durante el período de 1975-1977.

Comparar los efectos en la CPUE de diferentes tipos de barco en la zona de Hawai, así como los efectos espacio temporales en tres zonas diferentes del Pacífico Oriental.

3. MATERIALES Y MÉTODO

Los datos utilizados en este trabajo fueron proporcionados por el Dr. Oscar Sosa Nishizaki del Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE), y forman parte del grupo de datos del National Research Institute of Far Seas Fisheries, Shimizu, Japón. Se trabajarán solamente datos del periodo 1975 - 1977 para el Pacífico Oriental.

Los datos pertenecen a la flota palangrera atunera del Japón, pesquería en la cual el pez espada es capturado incidentalmente. La estructura de los datos proporcionados contiene el año, mes, trimestre, tipo de operación, tipo de barco, tipo de carnada, latitud, longitud, número de lances, número de anzuelos, y número de organismos capturados de pez espada, marlín rayado, marlín azul, marlín negro y pez vela.

Para los objetivos de esta tesis se ocuparon solamente los datos del año, el trimestre, el tipo de barco, el número de anzuelos, número de organismos capturados de pez espada (*Xiphias gladius*) y la latitud y la longitud donde fueron capturados.

Los datos originales presentaron tres tipos de barcos según las categorías reportadas:

Barco tipo 2: de entre 50 y 99 toneladas.

Barco tipo 3: de entre 100 y 199 toneladas.

Barco tipo 4: de 200 toneladas o más.

Se escogieron 3 zonas del Océano Pacífico Oriental, siendo éstas, la zona cercana a Hawai, ubicada entre los 20° y 30° de latitud Norte y los 150° y 160° de longitud Oeste, la zona de México ubicada entre los 20° y 30° de latitud Norte y los 105°

y 115° de longitud Oeste, y la zona del Ecuador entre los 0° y 10° de latitud Norte y los 80° y 90° de longitud Oeste, (Figura 2).

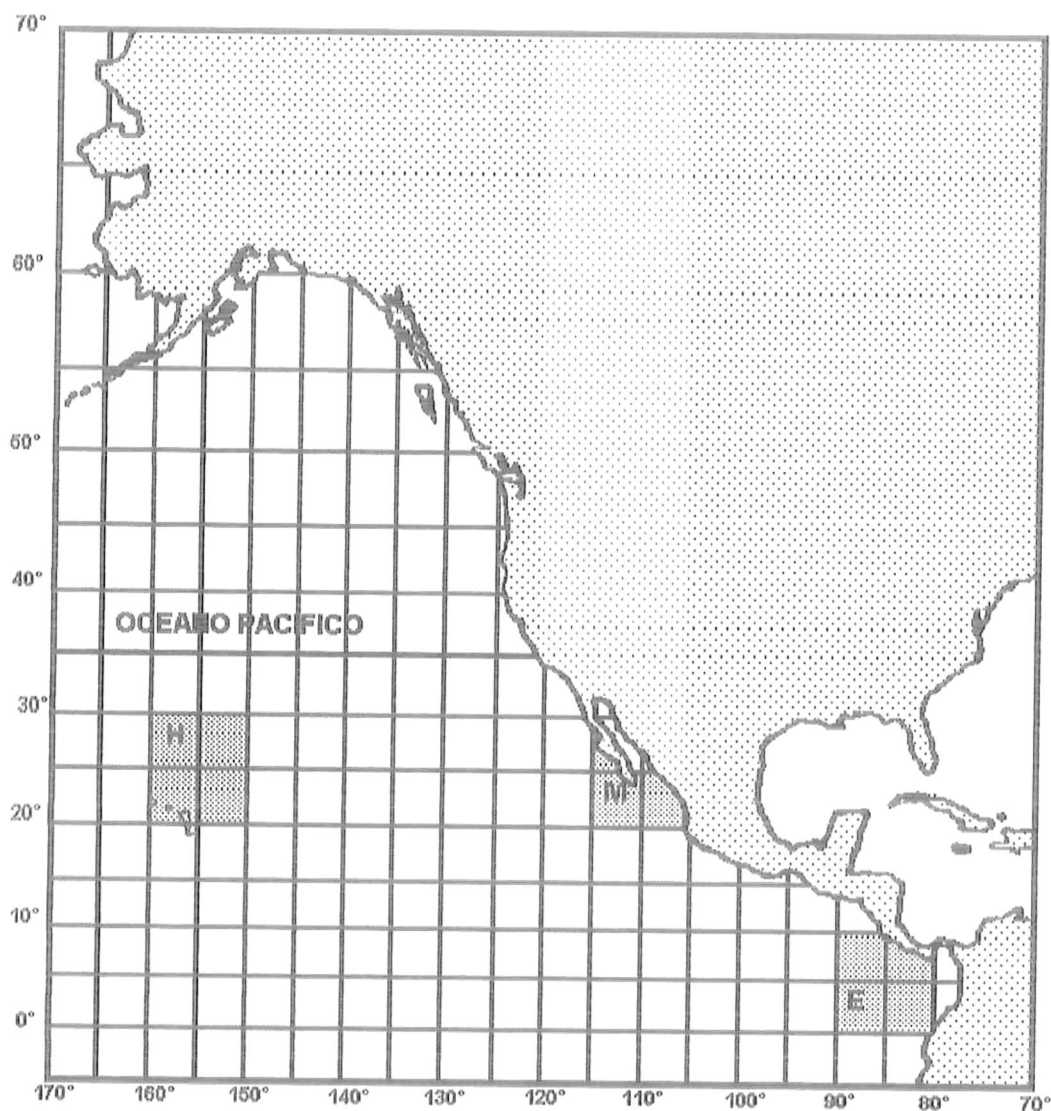


Figura 2. Localización de las áreas de estudio. H = Hawai, M = México, E = Ecuador.

Los datos de captura y esfuerzo se utilizaron para obtener un índice de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) según la ecuación:

$$CPUE = (\text{Número de peces capturados} / \text{Número de anzuelos}) * 1000.$$

Para el cálculo de la estandarización de esfuerzos, el primer paso consistió en transformar la variable dependiente (CPUE) de tal forma que los datos se distribuyeran normalmente; la transformación se hizo al obtener el Logaritmo natural del CPUE. Se aplicó un modelo de regresión múltiple basado en el utilizado por Miyabe (1989), Hilborn y Walters (1992) y principalmente el usado por Jacobson (1992), que introduce variables "dummy". Las regresiones múltiples y análisis de varianza (ANOVA) se hicieron utilizando el programa estadístico SYSTAT. El valor de R^2 junto con el criterio de Akaike (AIC) fueron utilizados como criterios para seleccionar el modelo adecuado, el modelo con el menor valor de Akaike nos da la mejor selección, (Miyabe, 1989). La ecuación básica del Modelo General Lineal es (Hilborn y Walters, 1992):

$$Y_i = p_1 X_{i,1} + p_2 X_{i,2} + \dots + p_n X_{i,n} + e_{i,j}$$

Donde Y_i es una observación, las p 's son los coeficientes o efectos que van a ser estimados, las X 's son las variables independientes, y e es el error. Esta ecuación es muy parecida a la ecuación normal de regresión múltiple, pero difiere en que las X 's pueden ser no solo variables continuas, sino variables discretas (0,1). Un modelo lineal donde todas las $X_{i,j}$ usan variables "dummy" es llamado modelo de diseño experimental (Hilborn y Walters, 1992).

En nuestro caso Y_i corresponde a el logaritmo natural de CPUE, se obtuvo el logaritmo natural con el fin de normalizar los datos. Las X 's corresponden a los efectos tomados en cuenta para la estandarización (trimestre, año, tipo de barco, zona, etc.).

El criterio de Akaike (AIC) fue calculado de acuerdo a la siguiente fórmula, (Anónimo, 1987):

$$AIC = n \cdot \ln(SSE/n) + 2p$$

Donde n es el número de observaciones, SSE es error de la suma de cuadrados del ANOVA, y p es el número de parámetros incluyendo el intercepto. El modelo en el cual se obtenga el menor valor del criterio de Akaike se determina como el mejor modelo (Miyabe, 1989).

Para Hawai, primeramente se propuso un modelo con los efectos principales (Tipo de barco, trimestre, año); posteriormente, a este modelo se le añadieron interacciones para ver el efecto de cada tipo de barco en cada trimestre de los años analizados, así como el efecto total de los barcos, en el que se suman los valores de los coeficientes de todos los barcos presentes para saber el valor del efecto en conjunto.

En los modelos utilizados para las tres zonas en conjunto, Hawai, Ecuador y México, el Barco del tipo 4 se tomó como constante, debido a que era el único que se presentó en México y Ecuador, por lo que en Hawai se descartaron los barcos del tipo 2 y 3 para observar sólo el efecto del barco de tipo 4 para las tres zonas. Las regresiones se hicieron en relación a Hawai. Para estas zonas no se realizaron interacciones, solo se tomaron en cuenta los efectos principales sobre la CPUE; el trimestre, el año, y las zonas.

Los valores de los coeficientes de regresión (p) de las variables del modelo en escala logarítmica nos indican el efecto de cada una de ellas. Para obtener el valor de la CPUE estandarizado se aplicó la fórmula según Jacobson, (1992):

$$CPUE_{std} = e^{(\sum pD + \text{Media cuadrática del residuo}/2)}$$

Donde $\sum pD$ es la suma de los coeficientes para la zona, el trimestre, el año o el tipo de barco.

4. RESULTADOS

Con los datos proporcionados se realizaron los cálculos de Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) para cada una de las zonas a analizar. En la Tabla I. se muestran los datos de captura en número de organismos, esfuerzo en número de anzuelos, y CPUE por zonas y por trimestres de cada año.*

Tabla. I. Datos de captura, esfuerzo y CPUE para Hawai, México y Ecuador, por trimestre de cada año. *

AÑO	T	HAWAI			MÉXICO			ECUADOR		
		CAP.	ESF.	CPUE	CAP.	ESF.	CPUE	CAP.	ESF.	CPUE
1975	1	582	1368561	0.425	83	20328	4.083	375	1111876	0.337
	2	9	16431	0.547	2341	386045	6.064	250	252271	0.990
	3	4	28996	0.137	1394	826896	1.685	2067	3524805	0.586
	4	555	1273152	0.435	1357	545855	2.486	3935	5093734	0.772
1976	1	2777	3111830	0.892	5241	781369	6.707	871	2085117	0.417
	2	67	116973	0.572	1906	794240	2.399	337	1085761	0.310
	3	6	92797	0.064	900	1572494	0.572	412	596128	0.691
	4	2275	4235004	0.537	2369	1291541	1.834	1984	2398706	0.827
1977	1	1799	1999739	0.899	550	246272	2.233	2811	2327274	1.207
	2	1	4950	0.202	1388	526152	2.638	4410	3018296	1.461
	3	83	905196	0.091	0	0	_____	1864	1639901	1.136
	4	2125	4574731	0.084	8	14820	0.539	2363	2393111	0.987

*CAP. = Captura en # de organismos, T = trimestre, ESF.= Esfuerzo en # de anzuelos, CPUE = ((Número de org./Número de anz) * 1000)

Hawai muestra una periodicidad en el transcurso de los tres años, aplicándose el esfuerzo principalmente en el período de invierno, entre los trimestres 4 y 1 (figura 3).

En esta zona la mayor captura fue lograda en el primer trimestre de 1976 (2,777 ejemplares), mientras que el mayor esfuerzo se aplicó en el cuarto trimestre de 1977 (4,574,731 anzuelos).

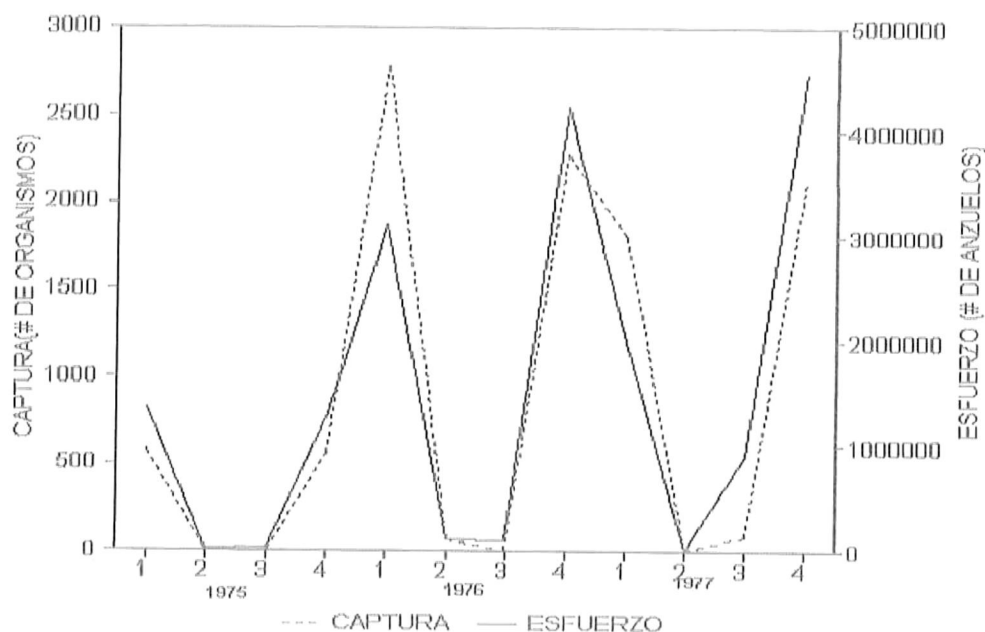


Figura 3. Captura y esfuerzo trimestral para Hawai en el período 1975-1977.

En México, se observa un comportamiento diferente al de Hawai, aquí, la captura obtenida varía mucho sin estar directamente ligada al esfuerzo utilizado (ver figura 4). La mayor captura fue obtenida durante el primer trimestre de 1976 con un total de 5,241 organismos y un esfuerzo de 781,369 anzuelos, los datos de este período dan la CPUE más alto para México en todo el período de estudio. Sin embargo, el mayor esfuerzo que se aplicó fue de 1,572,494 anzuelos en el tercer trimestre de 1976 y sólo redituó en 900 organismos capturados, durante los cuatro cuartos de 1977 se observa

una considerable disminución del esfuerzo aplicado con la consiguiente disminución en la captura.

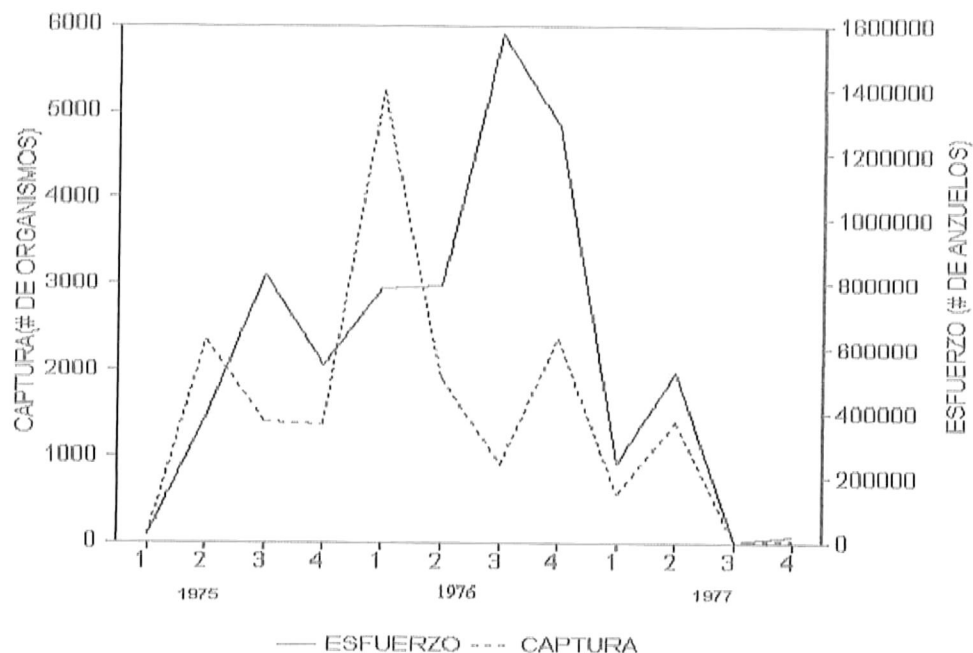


Figura 4. Captura y esfuerzo trimestral para México, en el período de 1975-1977.

En el Ecuador, las capturas y los esfuerzos aplicados tienen un comportamiento muy relacionado uno con el otro, las capturas aumentan con el aumento en el esfuerzo y viceversa entre 1975 y 1976 (figura 5). La mayor captura fue obtenida en el cuarto trimestre de 1975 con un total de 3,935 ejemplares y un esfuerzo de 5,093,734 anzuelos, que es el mayor esfuerzo aplicado en los tres años. Para 1977 hay una disminución en el esfuerzo, pero un aumento considerable en las capturas, con el consiguiente incremento en los valores de CPUE.

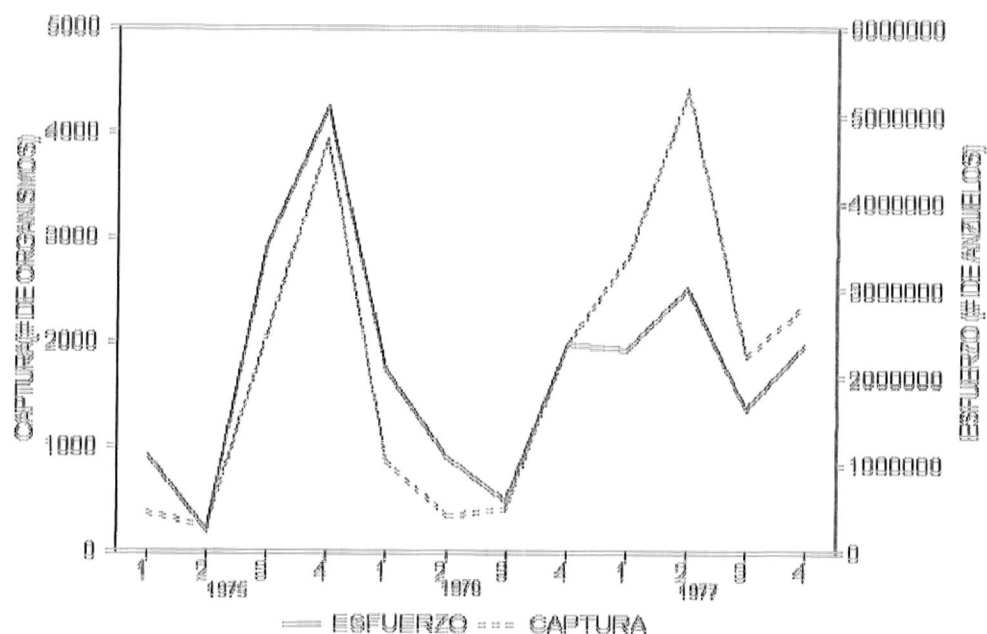


Figura 5. Captura y esfuerzo trimestral para Ecuador en el periodo 1975-1977

La figura 6 que muestra el comportamiento de la Captura por unidad de esfuerzo (CPUE), nos enseña que durante 1975 y hasta el segundo trimestre de 1976, en México se encuentran los valores más altos de CPUE con respecto a Hawai y a Ecuador, durante la segunda mitad de 1976 y en 1977 sus valores disminuyen considerablemente, pero siguen siendo más altas que las otras dos zonas estudiadas. Hawai tiene una CPUE que muestra una periodicidad que corresponde a mismo comportamiento que la gráfica de sus capturas y esfuerzos con un aumento de su índice de captura que comienza en el cuarto trimestre de cada periodo de análisis y una disminución que llega a su máximo durante el tercer trimestre. Ecuador en cambio muestra un aumento de los valores de CPUE desde el tercer trimestre de 1976 hasta el tercer trimestre de 1977, donde empieza a disminuir. En general los valores de CPUE

de Ecuador son mayores durante los tres años en comparación con los de Hawai, excepto en los primeros dos trimestres de 1976 donde Hawai muestra valores mayores.

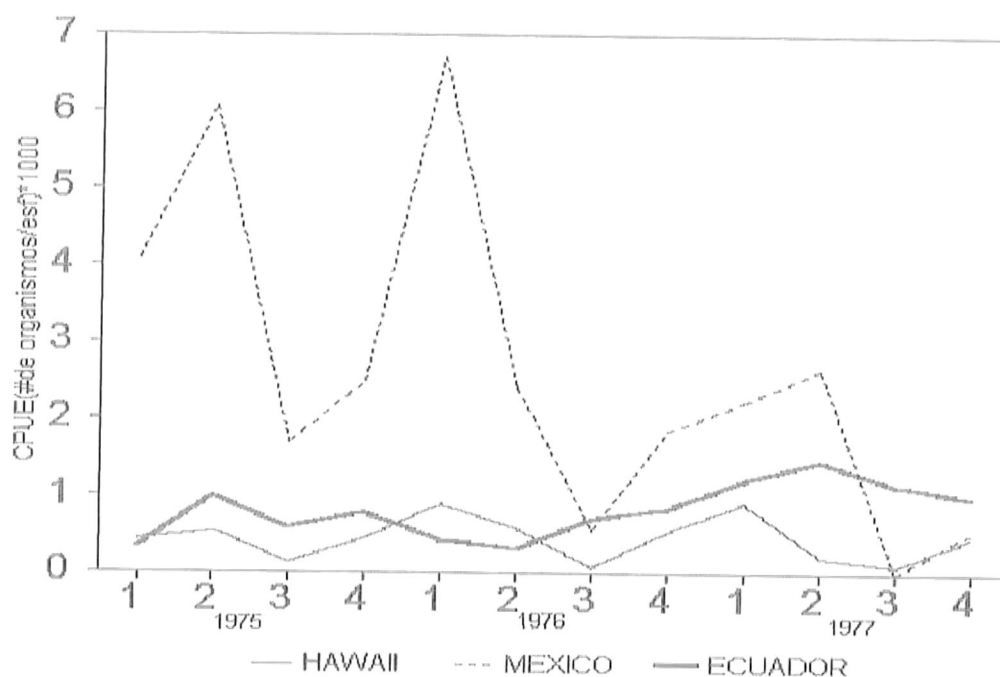


Figura 6. Captura por unidad de esfuerzo para Hawai, México y Ecuador en el período 1975-1977 . CPUE=(No. de organismos capturados/No. de anzuelos)*1000

4.1 Estandarización para Hawai con diferentes tipos de barco. Modelo básico y modelo con interacciones.

Para esta zona, se realizaron varias regresiones con diferentes modelos con el objeto de encontrar aquel que describiera mejor el efecto del tipo de barco, el trimestre y el año. El modelo básico utilizado fue:

$$\ln(\text{CPUE}) = \ln U(1,2,75) + \ln \text{trim}(2) + \ln \text{trim}(3) + \ln \text{trim}(4) + \ln B(3) + \ln B(4) + \ln 1976 + \ln 1977$$

Donde:

$\ln U(1,2,75)$ = Efecto del trimestre 1, barco tipo 2 y 1975

$Lntrim(2)$ = Efecto del trimestre 2

$Lntrim(3)$ = Efecto del trimestre 3

$LnB(3)$ = Efecto del barco tipo 3

$LnB(4)$ = Efecto del barco tipo 4

$Ln1976$ = Efecto del año 1976

$Ln1977$ = Efecto del año 1977

A éste modelo básico se le añadieron interacciones para ver el efecto del trimestre con el tipo de barco. Las interacciones añadidas al modelo original fueron:

+ $Lntrim(2) * Lnbarco(3)$

+ $Lntrim(2) * Ln barco(4)$

+ $Lntrim(3) * Ln barco(3)$

+ $Lntrim(3) * Ln barco(4)$

+ $Lntrim(4) * Ln barco(3)$

+ $Lntrim(4) * Ln barco(4)$

Los resultados arrojados por las regresiones múltiples y los ANOVA (ver Tabla II), nos indican que el modelo general más la interacción $trim(3)* barco(3)$ tiene un valor de R^2 de 0.789 (95% de significancia) que es el mayor entre todos los modelos propuestos, lo cual indica que explica casi el 80% del modelo, así también el valor del criterio de Akaike es el menor, lo que nos indica el mejor modelo a seleccionar (Miyabe, 1989).

Cabe señalar también que el modelo básico sin interacciones nos explica el efecto de las variables principales de una forma muy aceptable, ya que tiene un valor de R^2 de 0.765 (muy cercano al modelo con interacciones) y es el segundo de entre todos con el

menor valor de Akaike (6.993) por lo que el modelo puede ser utilizado para la explicación de los efectos principales en el caso de no querer utilizar interacciones.

Tabla II. Resultados de los ANOVA y valores de Akaike para Hawai durante el período 1975-1977. *

Modelo		GL	SC	CM	F	R ²	AIC
Básico	Reg	8	69.052	8.632	8.527	0.765	6.993
	Resid	21	21.258	1.012			
+t(2)B(3)	Reg	9	69.222	7.691	7.294	0.766	8.762
	Resid	20	21.089	1.054			
+t(2)B(4)	Reg	9	69.222	7.691	7.294	0.766	8.762
	Resid	20	21.089	1.054			
+t(3)B(3)	Reg	9	71.225	7.914	8.293	0.789	5.866
	Resid	20	19.085	0.954			
+t(3)B(4)	Reg	9	69.130	7.691	7.253	0.765	8.888
	Resid	20	21.181	1.059			
+t(4)B(3)	Reg	9	70.263	7.807	7.788	0.778	7.294
	Resid	20	20.048	1.002			
+t(4)B(4)	Reg	9	69.718	7.746	7.523	0.772	8.072
	Resid	20	20.593	1.030			

*Reg. = regresión, resid = residuo, GL = grados de libertad, SS = suma de cuadrados, CM = media cuadrática, AIC = valor del criterio de Akaike

Los valores de los coeficientes de regresión (Tabla III), indican los efectos individuales de cada barco en la zona de Hawai por trimestre obtenidos de la regresión. El efecto de cada barco así como el efecto total se calcula aritméticamente a partir de los valores en escala logarítmica, tanto para el modelo básico como para el que contiene interacciones (ver Tablas IV y V).

Tabla III. Valores de los coeficientes de regresión y su antilogaritmo, obtenidos de la regresión múltiple.

variable	Modelo Básico		Con interacciones	
	valor(Ln)	valor(real)	valor(Ln)	valor(real)
U(1275)	-0.636	0.529	-0.581	0.559
trim(2)	0.348	1.416	0.403	1.496
trim(3)	-1.706	0.181	-2.253	0.105
trim(4)	0.365	1.440	0.265	1.303
barco(3)	0.493	1.637	-0.782	0.457
barco(4)	0.599	1.820	-.0530	0.588
1976	0.043	1.043	-0.043	0.9579
1977	0.222	1.248	0.277	1.319
t(3)B(3)			1.314	3.721

Tabla IV. Efecto por trimestre de cada año por tipo de Barco y efecto total de los barcos, para Hawai. Modelo básico.

Año	trimestre	Barco(2)	Barco(3)	Barco(4)	Total
1975	1	-0.636	-0.143	-0.037	0.456
	2	-0.288	0.205	0.311	0.804
	3	-2.342	-1.849	-1.743	-1.250
	4	-1.001	-0.508	-0.402	0.091
1976	1	-0.593	-0.100	0.006	0.499
	2	-0.345	0.148	0.254	0.747
	3	-2.299	-1.806	-1.700	-1.207
	4	-0.958	-0.465	-0.359	0.134
1977	1	-0.414	0.079	0.185	0.678
	2	-0.666	0.427	0.533	1.026
	3	-2.120	-1.627	-1.521	-1.028
	4	-0.779	-0.286	-0.180	0.313

Tabla V. Efecto por trimestre de cada año por tipo de Barco y efecto total de los barcos, para Hawai. Modelo con interacciones.

Año	trimestre	Barco(2)	Barco(3)	Barco(4)	Total
1975	1	-0.581	-1.363	-1.111	-1.893
	2	-0.178	-0.960	-0.708	-1.490
	3	-2.834	-2.302	-3.364	-2.832
	4	-0.316	-1.098	-0.846	-1.628
1976	1	-0.624	-1.406	-1.154	-1.936
	2	-0.221	-1.003	-0.751	-1.533
	3	-2.877	-2.345	-3.407	-2.875
	4	-0.359	-1.141	-0.889	-1.671
1977	1	-0.304	-1.086	-0.834	-1.616
	2	0.099	-0.683	-0.431	-1.213
	3	-2.557	-2.025	-3.087	-2.555
	4	-0.039	-0.821	-0.569	-1.351

A partir de los valores de las tablas IV y V, se calculó el valor de la CPUE estandarizado según la fórmula propuesta por Jacobson (1992):

$$CPUE\ std = e^{(\sum pD + media\ cuadrática\ del\ residuo/2)}$$

Los valores de la CPUE estandarizado del modelo básico (sin interacciones) son mayores que los de la CPUE sin estandarizar en todos los tipos de barco y por consiguiente también con el total de los barcos (ver tabla VI y Figura 7). El modelo con interacciones muestra una disminución en los valores con respecto a los del modelo básico, estos valores son mas cercanos a los valores originales de CPUE (Ver Tabla VII y Figura 8), de todos los barcos, el barco de tipo 3 es el que más se acerca a los valores originales de CPUE y el barco del tipo 2 es el que presenta valores mayores. Durante el trimestre 3 de todos los años que es cuando hay una disminución en los índices de captura el barco de tipo tres tiene un mayor valor de CPUE estandarizado con respecto a la CPUE sin estandarizar, el barco de tipo dos, en cambio muestra un mayor efecto durante el resto del año.

Tabla VI. Valores de CPUE estandarizado por tipo de Barco y Efecto total para Hawai., (Modelo Básico).

Año	trimestre	CPUE	Barco(2)	Barco(3)	Barco(4)	Total
1975	1	0.425	0.8781	1.4376	1.5984	2.6169
	2	0.547	1.2436	2.0360	2.2637	3.7062
	3	0.137	0.1595	0.2611	0.2903	0.4752
	4	0.435	0.6096	0.9980	1.1096	1.8167
1976	1	0.892	0.9167	1.5008	1.6686	2.7319
	2	0.572	1.1747	1.9232	2.1383	3.5008
	3	0.064	0.1665	0.2725	0.3030	0.4961
	4	0.537	0.6364	1.0419	1.1584	1.8965
1977	1	0.899	1.0964	1.7950	1.9957	3.2674
	2	0.202	1.5527	2.5421	2.8264	4.6274
	3	0.091	0.1991	0.3260	0.3624	0.5933
	4	0.084	0.7611	1.2461	1.3854	2.2682

Tabla VII. Valores de CPUE estandarizado por tipo de Barco y Efecto total para Hawaii, (Modelo con interacciones).

Año	trim	CPUE	Barco(2)	Barco(3)	Barco(4)	Total
1975	1	0.425	0.9012	0.4123	0.5305	0.2427
	2	0.547	1.3485	0.6169	0.7937	0.3631
	3	0.137	0.0947	0.1612	0.0557	0.0949
	4	0.435	1.1747	0.5374	0.6914	0.3163
1976	1	0.892	0.8633	0.3949	0.5081	0.2325
	2	0.572	1.2918	0.5910	0.7603	0.3478
	3	0.064	0.0907	1.1544	0.0534	0.0909
	4	0.537	1.1252	0.5148	0.6623	0.3030
1977	1	0.899	1.1889	0.5439	0.6998	0.3201
	2	0.202	1.7789	0.8138	1.0471	0.4790
	3	0.091	0.1249	0.2127	0.1735	0.1252
	4	0.084	1.5496	0.7089	0.9121	0.4173

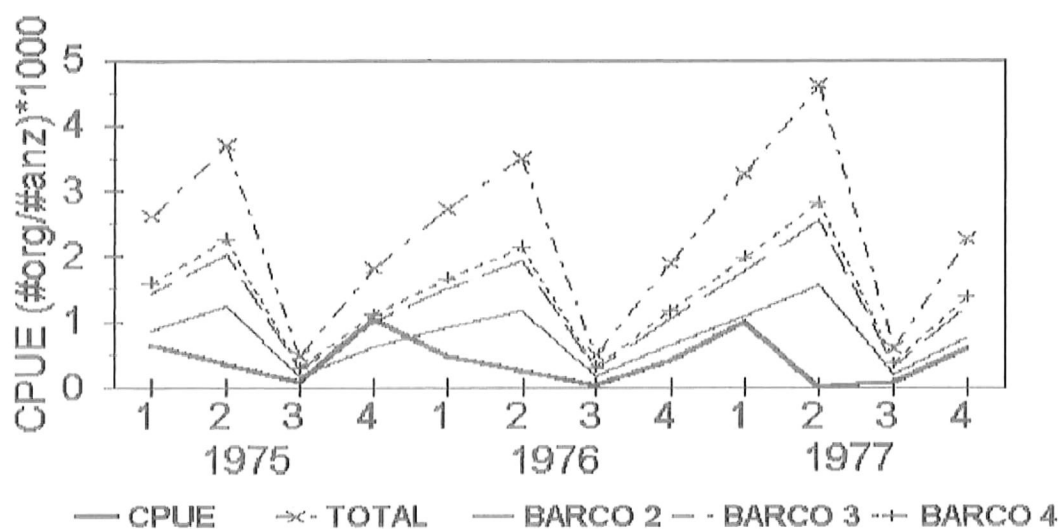


Figura 7. CPUE estandarizado para Hawaii, por tipo de Barco y efecto total de los Barcos. Modelo básico sin interacciones

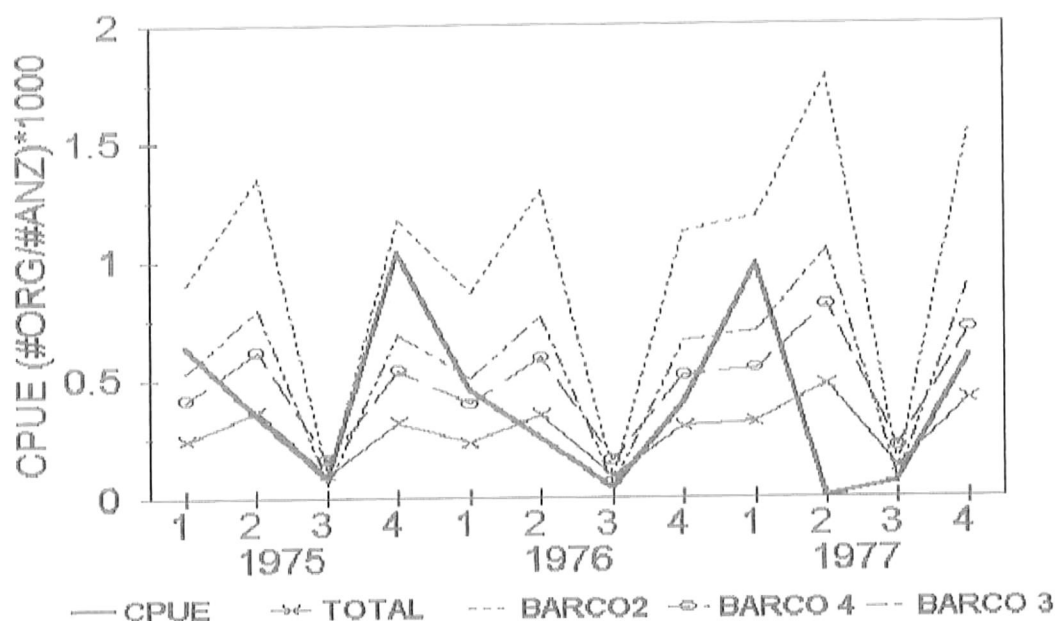


Figura 8. CPUE estandarizado para Hawai, por tipo de Barco y efecto general de los Barcos, (Modelo con interacciones).

4.2 Estandarización del esfuerzo para Hawai, México y Ecuador

El modelo utilizado para el análisis de estas tres zonas en conjunto, se basó sólo en el barco de tipo 4, debido a que éste era el único tipo de barco presente en las zonas de Ecuador y México. Por ésta razón, los barcos de tipo 2 y 3 que si estaban presentes en la zona de Hawai no se tomaron en cuenta. El modelo hace la comparación del efecto de la pesca en las zonas de Ecuador y México con respecto a Hawai. En esta ocasión no se utilizaron interacciones, ya que solo se intenta observar el efecto de las variables principales. El modelo utilizado fue el siguiente:

$$\begin{aligned} \ln(\text{CPUE}) = & \ln U(H, 1, 75) + \ln \text{trim}(2) + \ln \text{trim}(3) + \ln \text{trim}(4) + \ln 1976 + \ln 1977 + \\ & + \ln \text{MEX} + \ln \text{ECU} \end{aligned}$$

Donde:

$LnU(H,1,75)$ = Efecto de Hawai en el primer trimestre de 1975

$Lntrim(2)$ = Efecto del trimestre 2

$Lntrim(3)$ = Efecto del trimestre 3

$Lntrim(4)$ = Efecto del trimestre 4

$Ln1976$ = Efecto de 1976

$Ln1977$ = Efecto de 1977

$LnMEX$ = Efecto de México

$LnECU$ = Efecto de Ecuador

Los resultados arrojados por el análisis de varianza (ANOVA) de la regresión múltiple, están descritos en la Tabla VIII. Estos resultados muestran un valor de R^2 de 0.552 lo que nos explica arriba del 50 % de la variación existente, su valor de F parcial de 3.852 y un valor del criterio de Akaike de -1.057.

Tabla VIII. Resultados del ANOVA con valor de Akaike, para las zonas de Hawai, Ecuador y México para el durante el periodo 1975-77. Modelo general sin interacciones.

	GL	SC	CM	F	R^2	AIC
Reg	8	24.256	3.032	3.852	0.552	-1.057
Resid.	25	19.680	0.787			

Al igual que en el caso del análisis de Hawai, se ocuparon los valores de los coeficientes de regresión obtenidos por la regresión múltiple para obtener el valor en escala logarítmica de los efectos de las variables empleadas en el modelo (Tabla IX).

Tabla IX. Valores de los coeficientes de regresión y su antilogaritmo para el modelo general de Hawai México y Ecuador en el periodo de 1975-1977.

variable	valor(Ln)	valor(aritmético)
U(H,1,75)	-0.180	0.835
trim(2)	0.120	1.127
trim(3)	-1.207	0.299
trim(4)	-0.265	0.767
1976	-0.561	0.570
1977	-0.310	-0.733
México	1.390	4.014
Ecuador	0.485	1.624

Los valores de los efectos en escala logarítmica de México, Hawai y Ecuador por trimestre de cada año son calculados a partir de los valores de los coeficientes de regresión de la Tabla IX (Jacobson, 1992) y se muestran en la Tabla X.

Tabla X. Efectos por trimestre de cada año para Hawai, México y Ecuador en el periodo de 1975-1977 (escala logarítmica).

Año	trimestre	Hawai	México	Ecuador
1975	1	-0.180	1.210	0.305
	2	-0.060	1.330	0.425
	3	-1.387	0.003	-0.902
	4	-0.445	0.945	0.040
1976	1	-0.741	0.649	-0.256
	2	-0.621	0.769	-0.136
	3	-1.948	-0.558	-1.463
	4	-1.006	0.384	-0.521
1977	1	-0.490	0.900	-0.005
	2	-0.370	1.020	0.115
	3	-1.697	-0.307	-1.212
	4	-0.755	0.636	-0.270

4.2.1 Estandarización del esfuerzo en Hawai

El cálculo de la estandarización de esfuerzos para Hawai se hizo al igual que anteriormente, de acuerdo a la fórmula propuesta por Jacobson(1992).

$$CPUE\ std = e^{(\sum \beta D + Media\ cuadrática\ del\ residuo/2)}$$

En este caso el valor de la media cuadrática del residuo es de 0.787 (ver Tabla VIII), en la Tabla XI se encuentran los valores estandarizados de CPUE para Hawai del barco de tipo 4 para el periodo de 1975 a 1977. Los resultados nos indican que la mayor captura por unidad de esfuerzo se presenta de manera casi periódica durante los 2 primeros trimestres de cada año con una consecuente disminución alrededor del tercer trimestre, haciendo una comparación, se observa que a diferencia de la curva de

la CPUE no estandarizado el mayor valor se encontró en el primer de 1975 y no en el primer trimestre de 1977 (figura 9).

Tabla XI. CPUE y CPUE std para Hawai para el periodo 1975-1977, con efectos de México y Ecuador.

Año	trimestre	CPUE	CPUEstd
1975	1	0.299	1.238
	2	0.261	1.395
	3	0.120	0.370
	4	0.451	0.949
1976	1	0.658	0.706
	2	0.506	0.796
	3	0.058	0.211
	4	0.667	0.541
1977	1	2.373	0.908
	2	0.202	1.023
	3	0.044	0.271
	4	0.862	0.696

*CPUE solo del barco de tipo 4

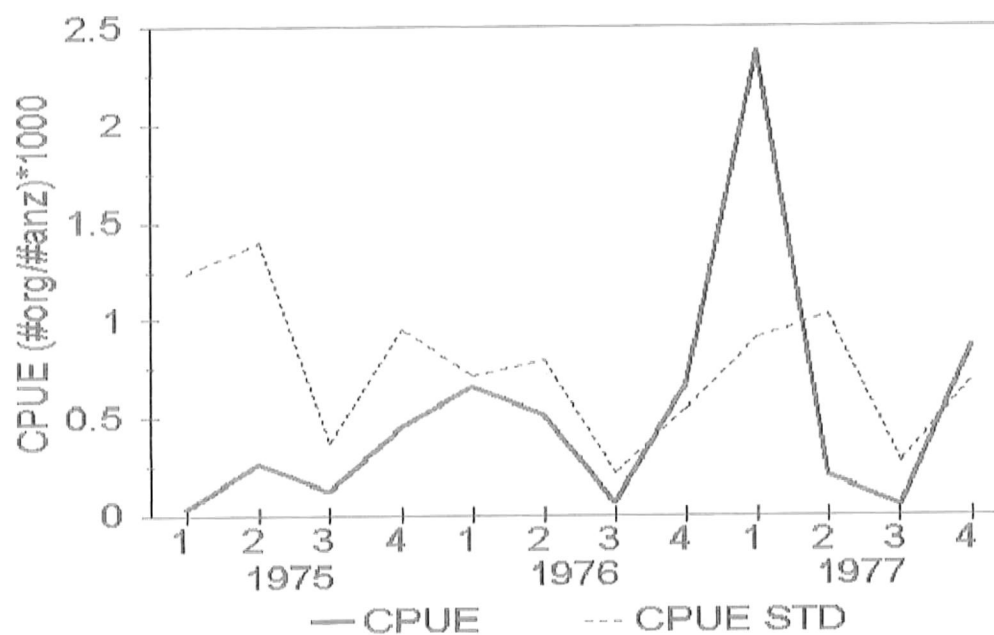


Figura 9. CPUE estandarizado para Hawai durante el periodo de 1975-1977 (barco de tipo 4).

4.2.2 Estandarización del esfuerzo en México

México muestra en este caso, los mayores valores de CPUE tanto estandarizado como sin estandarizar, en comparación con Hawai y Ecuador. Los valores de la CPUE estandarizado oscilan alrededor de los valores originales, excepto durante el primer trimestre de 1976 donde se alcanza el mayor valor de CPUE con un valor de 6.707 con respecto al valor de 2.836 de la CPUE estandarizado. Los datos muestran una tendencia a disminuir a partir del primer trimestre de 1976. Los valores más bajos de CPUE normal y estandarizado se encuentran en el tercer trimestre de cada año y los más altos durante el primer trimestre, mostrando cierta periodicidad al igual que Hawai. (Ver Tabla XII y figura 10).

Tabla XII. CPUE y CPUE estandarizado para México en el periodo 1975-1977 con efectos de Hawai y Ecuador.

Año	trimestre	CPUE	CPUEstd
1975	1	4.083	4.970
	2	6.064	5.604
	3	1.685	1.486
	4	2.486	3.813
1976	1	6.707	2.836
	2	2.399	3.197
	3	0.572	0.848
	4	1.834	2.176
1977	1	2.233	3.645
	2	2.638	4.110
	3	0	1.090
	4	0.539	2.796

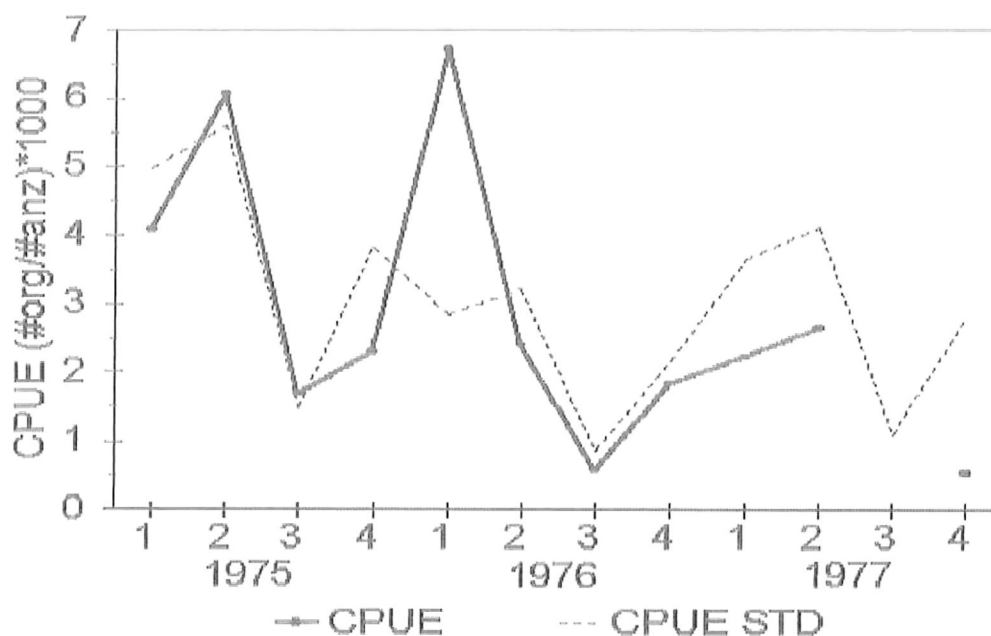


Figura 10. CPUE estandarizado para México en el periodo 1975-1977.

4.2.3 Estandarización del esfuerzo en Ecuador

En el caso de Ecuador, la CPUE sin estandarizar muestra una tendencia a incrementar sus valores con el paso del tiempo, mientras que la CPUE estandarizado nos indica que también existe cierta periodicidad en la captura, y al igual que en México y Hawai, los menores valores de cada año se presentan durante el tercer trimestre. El mayor valor de CPUE estandarizado (2.010) se presenta durante el segundo trimestre de 1975, los demás picos se presentan en el cuarto trimestre de 1975 y el primero de 1977. (Tabla XIII y figura 11)

Tabla XIII. CPUE y CPUE estandarizado para Ecuador en el periodo 1975-1977. Bajo efectos de México y Hawai.

Año	trimestre	CPUE	CPUEstd
1975	1	0.337	2.010
	2	0.990	2.267
	3	0.586	0.601
	4	0.772	1.542
1976	1	0.417	1.147
	2	0.310	1.293
	3	0.691	0.343
	4	0.827	0.880
1977	1	1.207	1.474
	2	1.461	1.662
	3	1.136	0.441
	4	0.987	1.131

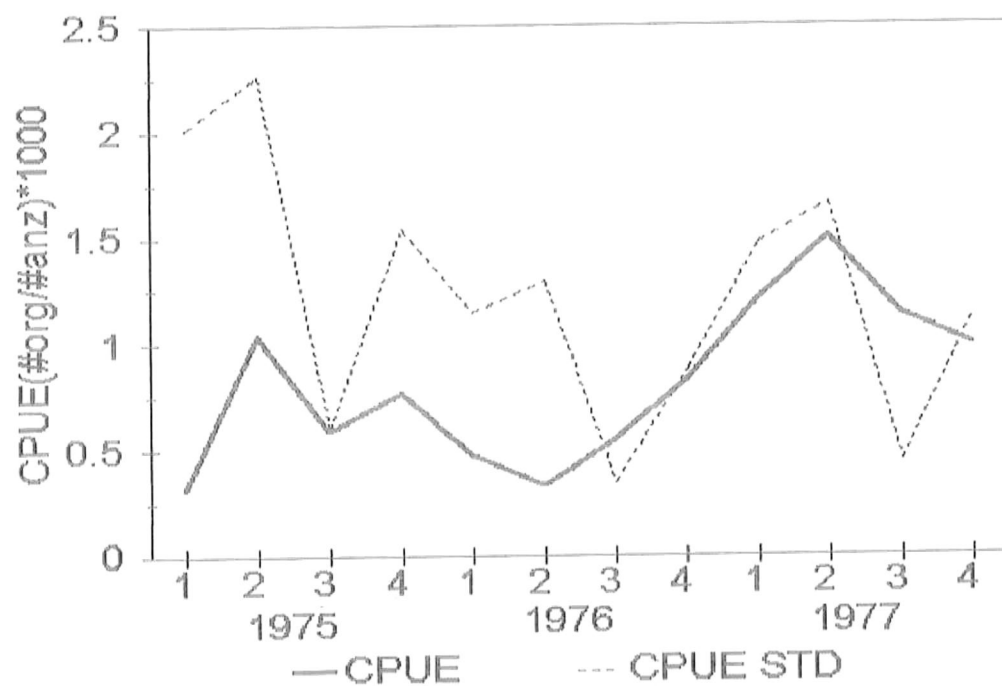


Figura 11. CPUE estandarizado para Ecuador en el periodo 1975-1977

4.2.4 Comparación de la CPUE estandarizado entre Hawai, México y Ecuador

Para el efecto de hacer la comparación entre Hawai México y Ecuador, en base a los resultados obtenidos para cada zona en particular, se juntaron los datos de la CPUE estandarizado en una sola tabla (Tabla XIV) y se graficaron para ver mas claramente las diferencias entre los indices de captura por zona y trimestre de cada año (figura 12).

Tabla XIV. CPUE estandarizado para Hawai México y Ecuador para el periodo 1975-1977.

Año	trimestre	CPUE std Hawai	CPUE std México	CPUE std Ecuador
1975	1	1.238	4.970	2.010
	2	1.395	5.604	2.267
	3	0.370	1.486	0.601
	4	0.949	3.813	1.542
1976	1	0.706	2.836	1.147
	2	0.796	3.197	1.293
	3	0.211	0.848	0.343
	4	0.541	2.176	0.880
1977	1	0.908	3.645	1.474
	2	1.023	4.110	1.662
	3	0.271	1.090	0.441
	4	0.696	2.796	1.131

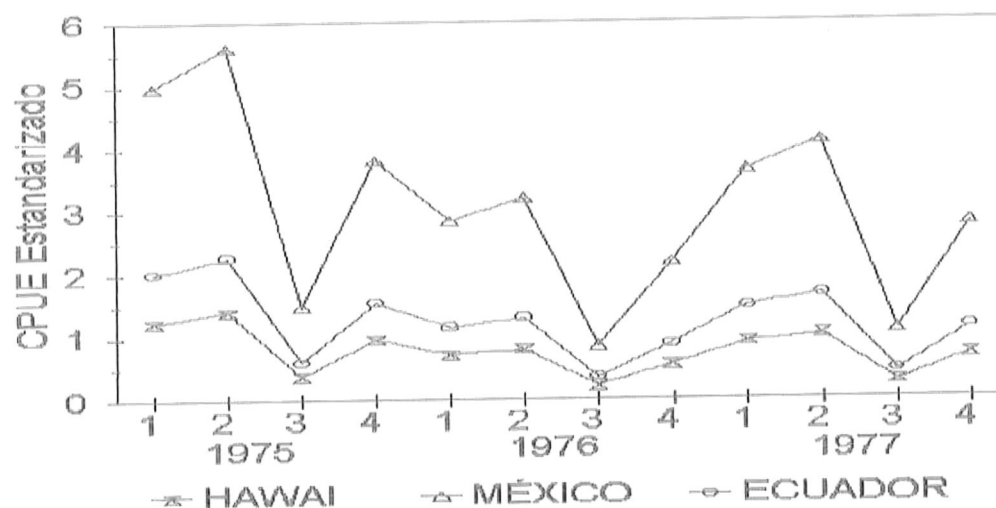


Figura 12. CPUE estandarizado para Hawai, México y Ecuador para el periodo 1975-1977.

La figura 12 muestra el comportamiento que tuvieron los índices de captura del barco del tipo 4 para las tres zonas analizadas, en ella se ve claramente que siguen la misma pauta a lo largo del tiempo, el aumento en el índice de captura es entre el cuarto y segundo trimestre de cada año, mientras que se observa una disminución en el tercer trimestre.

5. DISCUSIONES

El esfuerzo aplicado en las tres zonas analizadas en este periodo de 3 años, nos muestra que no fue homogéneo entre ellas. En Hawai, el esfuerzo se concentró principalmente durante el tercer y cuarto trimestre de cada año. Así mismo, se observa una periodicidad en estos 3 años (figura 3). Sus valores de CPUE muestran los valores más altos entre el cuarto y segundo trimestre de cada año (figura 6).

La zona ubicada en México, muestra un mayor esfuerzo entre el segundo y cuarto trimestre de 1975 y 1976, pero se aprecia una disminución del esfuerzo a partir de 1977 (figura 4), esta disminución en el esfuerzo aplicado a la zona, puede ser atribuible a la institución de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de 200 millas náuticas a partir de mediados de 1976. Sin embargo, el Índice de captura de peces espada después del decreto de la ZEE es considerable, ya que se obtienen altos valores de CPUE en comparación con las otras dos zonas de estudio donde se aplicó en general mayor esfuerzo. Esto viene a respaldar la teoría de que la zona comprendida entre los 20° y 30° de latitud Norte y los 105° y los 115° de longitud Oeste es una zona de concentración de pez espada, (Squire y Muhlia-Melo, 1993).

En esta zona, los valores de CPUE la mayoría de los trimestres presentan valores mayores de CPUE en comparación con las otras dos zonas analizadas (figura 6), esto es un indicio también de que ésta zona en particular existe una gran concentración de pez espada.

Ecuador es la zona donde más esfuerzo se aplicó durante los tres años, y por consiguiente, donde hubo mayor número de organismos capturados en total. El

esfuerzo se aplicó sin una preferencia claramente marcada por algún trimestre en especial (figura 5). De las tres zonas, en Ecuador y México se obtuvieron las mayores capturas entre el segundo y el cuarto trimestre, esto coincide con lo señalado por Miyabe y Bayliff en 1987, en su estudio anotan que el esfuerzo en aguas costeras se concentra principalmente entre el segundo y cuarto trimestre frente a las costas de Baja California, y en la zona del Ecuador durante todo el año.

5.1 Estandarización de Hawai

Los modelos elegidos para la realización de la estandarización de esfuerzos para esta zona en particular, fueron el modelo básico sin interacciones, para observar solo los efectos principales y el que contiene la interacción ($+ t(3) * B(3)$). El modelo sin interacciones tiene un R^2 de 0.765 y un valor de Akaike de 6.993 que es el segundo de menor valor después del que obtuvo el modelo con interacción.

Los resultados de la estandarización de esfuerzo permitieron observar el efecto de cada tipo de barco a lo largo de los tres años analizados. En la figura 7 se muestran los valores obtenidos para los tres años de análisis, en general, los valores obtenidos para cada tipo de barco de CPUE estandarizado son mayores que los valores de CPUE sin estandarizar, la figura muestra que los mayores índices de captura se obtienen durante el segundo trimestre de cada año, siendo el barco de tipo cuatro, (≤ 200 toneladas) el que consigue los mayores índices de captura seguido por el barco de tipo 3 (entre 100 y 199 toneladas) y el barco de tipo 2 (de entre 50 y 99 toneladas). En este caso comparando los valores de CPUE con los de CPUE estandarizado se puede inferir que

el barco de tipo 4 es el que obtiene los mayores índices de captura en comparación con los otros dos tipos presentes en esta zona.

Al modelo básico, se le intentó añadir varias interacciones al mismo tiempo, pero debido a que el programa estadístico (SYSTAT) no soportaba la información, se tuvieron que añadir al modelo una por una, y al comparar los resultados del ANOVA y el criterio de Akaike se seleccionó el modelo adecuado.

El modelo con interacción presenta el mayor valor de R^2 (0.789) y el menor valor del criterio de Akaike de todos los modelos propuestos (5.866). La R^2 nos indica que el modelo explica casi el 80% de los efectos, cabe señalar que todos los modelos propuestos para esta zona tienen un valor de R^2 mayor a 0.75. La figura 8 nos indica, al igual que el modelo básico, que el mayor índice de captura se obtiene durante el segundo trimestre de cada año. Sin embargo, los índices de captura de los barcos de tipo tres y de tipo cuatro, así como del total de los barcos, son menores a la CPUE sin estandarizar durante la mayor parte del periodo de análisis cuando ésta alcanza sus mayores valores, y aumenta cuando este disminuye. En cambio, el barco del tipo 2 presenta las mismas tendencias de aumento o disminución de sus índices de captura a lo largo del periodo pero siempre presenta valores más altos que la CPUE sin estandarizar. El modelo nos muestra que el barco de tipo 2 es el que tiene mayor eficiencia en la pesca del pez espada en esta zona en el periodo de 1975 a 1977 a diferencia del modelo sin interacciones en el que el barco de tipo 4 es aquel que obtiene los mayores índices de captura.

Las diferencias entre los índices de captura entre los dos modelos pueden deberse a la mayor capacidad de captura por parte de tipo cuatro en el caso del modelo básico

sin interacciones. En cambio, el modelo con interacción nos sugiere que el barco de tipo 2 es el que tiene mayor eficacia en la captura de organismos de pez espada en la zona durante el periodo. De acuerdo con el criterio de Miyabe (1989) el modelo con interacciones es el que nos explica mejor el efecto de cada tipo de barco en la zona de Hawai durante el periodo de 1975-1977.

5.2 Comparación entre Hawai, México y Ecuador

Como se mencionó en la metodología, en el caso de México y Ecuador, los datos con los que se trabajó, indican que en estas zonas el barco de tipo 4 es el que principalmente realizaba pesca, los otros tipos de barco no aparecían o solo lo hacían muy esporádicamente, por lo que no se tomaron en cuenta. Debido a esto, para comparar las tres zonas, en Hawai solo se tomó en cuenta la CPUE del barco de tipo 4 para ver el efecto espacio temporal de esta embarcación en las tres zonas.

En este caso solo se tomaron los efectos principales, y no se realizaron interacciones. El modelo, después de aplicarle el ANOVA, tuvo como resultados un valor de R^2 de 0.552 que nos explica un poco más del 50% de los efectos, un valor del criterio de Akaike de -1.057 y un valor de 0.787 para la Σ CM del error, útil en el cálculo de la CPUE estandarizado según la fórmula de Jacobson (1992).

México es la zona con un mayor índice de captura. A pesar del decreto de la ZEE, a mediados de 1976 (Squire y Muhlia-Melo, 1993), con la consecuente disminución del esfuerzo aplicado por parte de los palangreros japoneses, la CPUE conserva valores muy altos, lo que nos indica que es una zona de gran concentración de pez espada a lo

largo de todo el año comparada con Ecuador y Hawai. Centros de alta concentración de organismos ha sido reportada para otros picudos, por ejemplo Miyabe y Bayliff (1987) reportan que cerca del 85% de la captura de pez vela que se obtiene en aguas costeras se encuentra en la zona comprendida entre Baja California y Panamá.

Ecuador presentó índices de captura mucho menores que México y un poco más altos que Hawai. De las tres zonas escogidas para la estandarización de esfuerzos, las zonas costeras (México y Ecuador) obtuvieron mayor índice de captura, lo que nos indica una mayor abundancia de pez espada para estas zonas costeras durante el periodo comprendido entre 1975 y 1977.

De acuerdo con Bartoo y Coan (1989) en el océano Pacífico presenta tres zonas donde existe una pesca importante el pez espada, hay donde la pesca se concentra en ciertas áreas y al parecer, ésta no es meramente accidental, sino debida a la alta concentración de organismos o a que se considera la zona como de alto riesgo para el organismo, éstas zonas comprenden aproximadamente el 15% de las zonas de pesca en el Pacífico y la zona donde se encuentra México cae dentro de este rango. También separan otras zonas donde considera que la pesca de pez espada es en realidad meramente circunstancial a la pesca del atún y corresponde a un 50% del total en el Pacífico, a esas zonas corresponden las zonas de Ecuador y Hawai.

6. CONCLUSIONES

La aplicación del modelo general lineal para la estandarización de esfuerzos, resultó ser una herramienta útil para la interpretación más objetiva de la abundancia relativa del recurso en las zonas analizadas en este trabajo. Al poder definir cual es el papel real que tienen los diferentes tipos de barco en una zona específica a lo largo del tiempo se pueden aplicar medidas administrativas más adecuadas para el aprovechamiento del recurso.

En este trabajo la aplicación de la técnica de estandarización del esfuerzo pesquero sirvió para observar el comportamiento de la flota analizada, sin pretender utilizarla en este caso para conocer las condiciones del recurso, para lo cual se hubiese tenido que analizar un periodo de tiempo mucho más amplio.

Se encontró que la adición de interacciones en el caso de Hawai, cambia los efectos de los tipos de barcos a lo largo del período de análisis con respecto al modelo sin interacciones, siendo el barco de tipo 2 (50-99 toneladas) el que mayores índices de captura obtiene en los tres años analizados.

Al comparar los índices de captura entre Hawai, México y Ecuador se encontró que las tres zonas tienen el mismo comportamiento a lo largo del tiempo con incrementos en los índices de captura entre el cuarto y segundo trimestre de cada año, con una disminución del mismo en el tercer trimestre. México es la zona que registra mayores índices de captura confirmándolo como una zona de alta concentración de peces espada cuyos índices de captura son altos a todo lo largo de los tres años analizados, en cambio Hawai y Ecuador obtienen índices de captura menores.

7. LITERATURA CITADA

- Allen R., y Punsly R.. 1984. Proporciones de captura como índices de captura del atún aleta amarilla *Thunnus albacares* en el Océano Pacífico Oriental. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull 18(4):353-380
- Bartoo, W. N., y Coan, L.A. 1989. An assessment of The Pacific Swordfish Resource. International Billfish Symposium: Planning The Future of Billfishes. Part I. Stroud, R. H. Editor. Savannah GA: National Coalition for Marine Conservation. 137-151
- Anónimo, 1987. SAS/STAT Guide for personal computers. Version 6 Edition. SAS Institute Inc. Cary NC USA. 1028 pp.
- Hilborn R., y Walters C. J.. 1992. Quantitative fisheries stock assessment; choice dynamics and uncertainty. New York. Chapman and Hall. 570 pp.
- Jacobson, Larry. 1992. General Linear Models in Fisheries. Notas del Taller Latinoamericano de Modelación. CICESE, Ensenada, B.C. 22 pp.
- Joseph, J. J., y Calkins, T. P.. 1969. Population dynamics of the skipjack tuna of the Eastern Pacific Ocean. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. Bull. 13(1):1-273
- Miyabe N., y Bayliff W. H.. 1987. Un examen de la pesca japonesa de atunes y peces espada en Océano Pacífico Oriental. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. Bull 19(1):123-163
- Miyabe N.. 1989. Estimation of standardized CPUE for the Atlantic swordfish using data from the japanese longline fishery. ICCAT, CUSP. Vol XXIX: 183-194.

- Nakamura, I. 1985. Billfishes of the world. FAO Fish. Synop. 125, Vol. 5. 65pp.
- Punsly R., y Nakano H..1992. Análisis de Varianza y estandarización de las tasas de captura con palangre de atunes patudo (*Thunnus obesus*) y aleta amarilla (*Thunnus albacares*) en el Océano Pacífico Oriental durante 1975-1987. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. Bull 20(4): 167-184
- Sakagawa G. T. 1989. Trends in Fisheries for Swordfish in the Pacific Ocean. International Billfish Symposium: Planning The Future of Billfishes. Part I. Stroud, R. H. Editor. Savannah GA: National Coalition for Marine Conservation.61-79
- Squire J. L., Jr., y A. F. Muhlia-Melo. 1993. Revisión de las pesquerías de marlín rayado (*Tetrapturus audax*), pez espada (*Xiphias gladius*) y pez vela (*Istiophorus platypterus*), y de la administración de éstos recursos que los Estados Unidos y México aplican en el noreste del Océano Pacífico. Reporte administrativo LJ-93-06. Southwest Fisheries Science Center, La Jolla, Ca. 44 pp.
- Suzuki Z., Warashina Y., y Kishida M.. 1977. The comparision of catches by regular and deep tuna longline gears in the Western and Central Equatorial Pacific. Bull. Far Seas Fish. Res. Lab., No. 15 Dec.: 51-89
- Uchida, R.N. 1976. Reevaluation of fishing effort and aparent abundance in the Hawaiian fishery of skipjack tuna, 1948-1970. US NMFS Fish Bull. 74(1): 59-69