

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS



**ANÁLISIS DEL ESFUERZO PESQUERO CON PALANGRE DE LA
FLOTA ATUNERA DEL GOLFO DE MÉXICO DURANTE EL 2004**

T E S I S

**QUE PARA CUBRIR PARCIALMENTE LOS REQUISITOS NECESARIOS
PARA OBTENER EL GRADO DE**

MAESTRA EN CIENCIAS EN OCEANOGRAFÍA COSTERA

PRESENTA

KARINA XOLALTENCO COYOTL

ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, MEXICO.

JUNIO 2009.

RESUMEN

Se analizó el Esfuerzo Pesquero con Palangre de la Flota de Atún Aleta Amarilla (AAA) del Golfo de México durante la pesca del 2004. Los datos para describir las características del palangre empleado y determinar la eficiencia de la captura (número de organismos), fueron obtenidos de los informes de pesca de AAA recopilados por observadores a bordo del Programa Nacional para el Aprovechamiento del Atún y Protección al Delfín (PNAAPD), cubriendo el 100% de los viajes. Del informe de palangre se obtuvieron las características promedio empleadas en cada viaje tal como longitud total, longitud reinal, carnada, número y tipos de anzuelo. El anzuelo mayormente utilizado fue el anzuelo tipo "noruego (número 16/0). Se registraron cuatro especies de peces y una de molusco.

El esfuerzo pesquero de AAA con palangre en el Golfo de México en el 2004 fue integrada por 32 embarcaciones, que en conjunto realizaron 402 viajes efectivos y 6 fueron anulados por razones técnicas o/y ambientales, sumando un total de 408 viajes, llevando a cabo 3,393 lances y 2,095,696 anzuelos calados. Obteniendo una captura total de 33,238 organismos (1180 toneladas aproximadamente) con una distribución de tallas de 27.6 a 184.4 cm (LF). El palangre resulto ser altamente selectivo ya que incide principalmente sobre organismos adultos.

Para comparar la captura por lance y viaje así como conocer los principales factores que influyen ella se recurrió a los Modelos Lineales

Generalizados (MLG) utilizando como variable respuesta la **Captura** (analizada por **LANCE** y **VIAJE**), y como variables explicativas; *Barco, Carnada, Equipo, Área. Fecha y Tipo Anzuelo, Temperatura, Anzuelos calados, Longitud total, Longitud reinal, No. de Días, No. de Lances Horas calado, Horas reposo, y Horas cobrado*. El primer MLG (captura analizada por lance) presentó mucha incertidumbre y explicó menos del 20%. El modelo que mejor se ajustó a los datos fue el número 3 ya que explicó el 57.5% de la variabilidad de la Captura. Se observó que las variables que tienen mayor influencia sobre la captura de AAA fueron *Barco, Carnada, Fecha, Equipo, Número de lances y Número de días*. Las capturas corresponden en su mayoría a la variable Barco, lo que nos hizo pensar que la pesquería de AAA en el Golfo de México podría ser heterogénea. Dicha variable puede incluir experiencia del capitán y o tripulación, antigüedad del barco, motores, mantenimiento del mismo hasta comodidad de los tripulantes. Esto se debe tomar como un resultado preliminar debido a que se presenta solo un año de estudio ya que para establecer a la flota pesquera como heterogénea de manera formal tendrían que realizarse un análisis con varios años de datos.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS
POSGRADO EN OCEANOGRAFIA COSTERA**

**"Análisis del Esfuerzo Pesquero con Palangre de la Flota Atunera del Golfo de
México durante el 2004".**

T E S I S

**QUE PARA CUBRIR PARCIALMENTE LOS REQUISITOS NECESARIOS PARA
OBTENER EL GRADO DE**

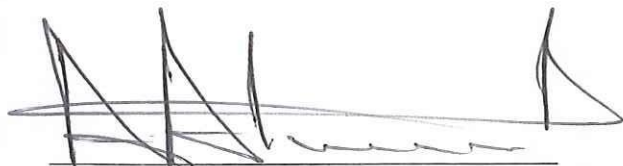
MAESTRA EN CIENCIAS

PRESENTA

KARINA XOLALTENCO COYOTL



Dr. Michel Jules Dreyfus León
Director de tesis.



M.C. José Antonio Eliseo Almanza Heredia
Sinodal.



M.C. Eliseo Almanza Heredia
Sinodal.

DEDICATORIA

A mis tres grandes amores, mi madre Julia A. Coyotl Cortero, mi padre Julián F. Xolaltenco Coyotl y mi hermano J. Israel Xolaltenco Coyotl. Gracias por apoyarme en cada comento de mi vida y en cada decisión que he tomando, por estar siempre que los he necesitado, y por llevarme en su pensamiento cada momento que pasa.

A una niña que siempre me ha brindado una sonrisa franca, mí cuñada Floriberta Santiago Rendón. Gracias por permitirme conocerte, además de ser una gran amiga y un ejemplo a seguir por tu valentía y humildad ante la vida.

A un gran amigo que me ha apoyado incondicionalmente de principio a fin en esta etapa de mi vida, Héctor E. Chávez Romo. La amistad se consigue con simpatía pero un amigo como tú no se consigue todos los días.

A la memoria de dos grandes amigos, Don Crescencio Coyotl Durazno[†] y a Doña María Ausencia Cortero Chino[†]. Gracias por tantas historias que alegraron (¡ah que la coneja!, ¡ah que la mongola! o ¡Una rata vieja se quemó la cola!) y marcaron mi vida para salir adelante.

AGRADECIMIENTOS

A CONACYT por el otorgamiento de la beca de maestría en ciencias con número de registro 199079, la cual me ayudó en la manutención durante la realización del estudio.

Agradezco los miembros de mi comité:

De manera muy especial al Dr. Michel Dreyfus Jules Leon por su entusiasmo, sugerencias, por haberme dado su confianza y permitirme demostrar que soy capaz de realizar esto, gracias por dejarme trabajar con usted.

Eliseo Almansa Heredia y José Antonio Eliseo Heredia por haberme brindado su confianza para la elaboración y tramites de la tesis.

Agradezco a las personas que me han alentado a lo largo de mi vida:

A mi ahijada Andrea Trinidad Coyotl ("la coneja") por tanto cariño incondicional, eres uno de los tesoros más bellos de mi vida y una de las personas que más me inspira para seguir adelante. Nunca olvides que ¡¡¡Mucho, mucho la padrina!!!

A mi gran amiga y hermana del alma que nunca me olvida a pesar del tiempo y la distancia, Gloria Edith Martínez Cortero, eres una persona que admiro mucho porque no te rindes ante nada ni nadie por mas grande que sea el problema. Eres un gran ejemplo a seguir, ¡ojala! muchas mujeres sigan tu ejemplo y comprendan que la violencia no debe ser parte de nuestra vida cotidiana. Te admiro y respeto.

A la Biól. Mar. Iliana Zamira Gallegos Rojano por tanto apoyo cybermoral. Gracias por escucharme y soportar mis traumas. Y la tesis ¿qué culpa tiene?... ¿recuerdas?

Al Biól. Mar. Iván Cervantes por sus comentarios y fotos donadas para la realización de este trabajo. Gracias por tu amistad.

A la Biól Mar. María del Refugio Mandujano Velazco por la amistad brindada en todos estos años. Tu apoyo ha sido inmenso para mi, gracias por ayudarme en los buenos y malos momentos, porque has estado desde que comenzó todo esto y por continuar preocupándote tanto por la tesis como por mí.

Al Biól. Mar. Héctor E. Chávez Ramos por su ayuda y comentarios para la finalización de este trabajo. Gracias por estos años de risa, enojo, tristeza y alegría compartida. Eres la una de las personas más lindas que conozco junto con Delfos, Anacleto y el Chaparriiiiiin... siempre los llevare en mi corazón. ¿Yn tlaca' ye nelli? Yn ayac ye centlamitehuaz monecuiltonol, moxochiuh, ¡Moyocoyatzin!

De manera muy especial quiero agradecer a la persona más excepcional que hay en mi vida, Julia A. Coyotl Cortero. Te debo tanto que no sé ni por dónde empezar a agradecer este sueño ya que tú formas parte de él. Eres mi ejemplo a seguir porque has demostrado que una mujer indígena debe y puede prepararse para tener una vida digna y que además se puede ser amiga, madre, profesionista y encantadora al mismo tiempo. O ixquich in in ni mitz on maca in noten in notlatol. In ic ivictzinco xpantzinco ninoquixtia in totecuió. Azo cana tocon-tlatlazaz ca ye tehoatl tic mati. le ce ca nonequixtil nic chihua, nopuchtze, nopiltze. Tle ticmatcatzintli, ma mitz motlamatca tlalili in totecuió.

Contenido

	Página
Resumen.....	I
Página de aprobación.....	III
Dedicatoria.....	IV
Agradecimientos.....	V
Lista de figuras.....	IX
Lista de tablas.....	XI
1. Introducción.....	1
1.1 Tendencia histórica.....	4
1.2 Manejo.....	9
1.3 Taxonomía y biología.....	11
1.4 Objetivo General	13
1.4.1 Objetivos específicos.....	13
2. Metodología	14
2.1 Área de estudio.....	14
2.2 Análisis de los datos.....	16
2.3 Descripción de los datos.....	21
2.3.1 Características y tendencias principales del palangre.....	21
2.3.2 Eficiencia de la captura.....	21
2.3.2.1 Modelos Lineales Generalizados.....	22
2.3.2.1.1 Análisis de la desviación.....	24
2.3.2.1.2 Diagnóstico del Modelo.....	25
3. Resultados	26
3.1 Características del palangre empleado en el Golfo de México.....	26
3.2 Eficiencia de la Captura	29
3.2.1 Comparación de la captura por lance y viaje	35
3.2.1.1 Modelos Lineales Generalizados.....	35
3.2.1.1.1 Modelo 1.....	35
3.2.1.1.2 Modelo 2.....	36
3.2.1.1.2.1 Análisis de la desviación para el Modelo 2.....	39
3.2.1.1.2.2 Diagnóstico del Modelo 2.....	41
3.2.1.1.3 Modelo 3	46
3.2.1.1.3.1 Análisis de la desviación para el Modelo 3.....	50
3.2.1.1.3.2 Diagnóstico del Modelo 3.....	52
3.2.2 Determinación de los factores que influyen en la eficiencia	54

4. Discusión.....	59
4.1 Base de datos	59
4.2 Características del palangre empleado en el Golfo de México	59
4.3 Eficiencia de la captura	62
4.3.1 Comparación de la captura por lance y viaje.....	65
4.3.2 Determinación de los factores que influyen en la eficiencia	67
5. Conclusión	70
6. Literatura citada	72
6.1 Citas electrónicas.....	75
7. Anexos.....	76
Anexo I. Resultados obtenidos por medio de los MLG para el <i>Modelo 1</i> aplicado a la flota palangrera de AAA del Golfo de México de acuerdo a la Captura por lance durante el año 2004.....	77
Anexo II. Comparación de la eficiencia contra las variables (en números reales): Barco, Captura, Número de Viajes, Número total de lances, lances promedio/viaje, Captura promedio/viaje, Captura promedio/lances, Número de días y Días promedio/viaje.....	80

Lista de tablas

Página

Tabla 1 Datos que fueron obtenidos de los informes de pesca de <i>Thunnus albacares</i> del Golfo de México durante el 2004	17
Tabla 2 Claves asignadas a las especies de carnada (viva y no viva) empleadas en la captura de AAA por la flota palangrera en el Golfo de México en el año 2004	18
Tabla 3 Codificación de los tipos de carnada.	19
Tabla 4 Codificación del equipo de los barcos.	19
Tabla 5 Codificación del área de pesca.	19
Tabla 6 Codificación del tipo de anzuelo.....	20
Tabla 7 Codificación de fecha.....	20
Tabla 8 Muestra la captura ordenada y resumida en dos bases de datos, por lance y viaje.....	21
Tabla 9 Variables explicativas ordenadas de acuerdo al tipo de variable.....	23
Tabla 10 Característica del arte de pesca para la captura de <i>Thunnus albacares</i> en el Golfo de México durante el 2004	27
Tabla 11 Composición del equipo que presentó la flota palangrera mexicana en cada crucero durante el 2004	29
Tabla 12 Informe de la creación del <i>Modelo 2</i>	36
Tabla 13 Vector de los estadísticos de los residuos del <i>Modelo 2</i>	37
Tabla 14 Coeficientes estimados para el <i>Modelo 2</i>	37
Tabla 15 Grados de libertad y residuos del <i>Modelo 2</i>	39
Tabla 16 Análisis de desviación del <i>Modelo 2</i>	40
Tabla 17 Informe de la creación del <i>Modelo 3</i>	47
Tabla 18 Vector de los estadísticos de los residuos del <i>Modelo 3</i>	47

Tabla 19 Coeficientes estimados para el <i>Modelo 3</i>	48
Tabla 20 Grados de libertad y residuos del <i>Modelo 3</i>	50
Tabla 21 Análisis de desviación del <i>Modelo 3</i>	50
Tabla 22 Esfuerzo relativo a categoría en cada una de las variables, los niveles de cada factor están ordenados de mayor a menor según su eficiencia.....	56
Tabla 23 Comparación de la eficiencia de la variable Barco con respecto a la captura, viajes, lance y días de trabajo.....	58

Lista de figuras

	Página
Figura 1 Serie histórica de la producción de túnidos en peso vivo de la costa del Golfo de México y el Caribe de 1987 a 1999 (SEMARNAP, 2000). Los valores incluyen a todas las especies de túnidos y a todas las pesquerías.....	6
Figura 2 Mapa del Golfo de México (tomado de google earth).....	14
Figura 3 Concentración del esfuerzo pesquero en el Golfo de México (tomado de Sosa-Nishizaki, <i>et al.</i> , 2001)	15
Figura 4 a) macarela (<i>Decapterus spp.</i>), b) ojón (<i>Selar crumenophthalmus</i>), c) jiníguaro (<i>Anisotremus surinamensis</i>), sardina d) (<i>Sardinella spp.</i>) y e) calamar (<i>Loligo sp.</i>)	27
Figura 5 Porcentaje de la carnada registrada para la captura de atún con palangre durante el año 2004.....	28
Figura 6 Número de cruceros realizados por embarcación para la captura de <i>Thunnus albacares</i> en el Golfo de México durante el 2004.	30
Figura 7 Captura (número de organismos) promedio por barco de AAA en el Golfo de México durante el 2004.	31
Figura 8 Captura (número de organismos) total por barco de AAA en el Golfo de México durante el 2004.	31
Figura 9 Número de cruceros mensuales realizados por la flota palangrera en el Golfo de México durante el 2004.	32
Figura 10 Captura mensual de AAA en el Golfo de México durante el 2004.....	33
Figura 11 Distribución de frecuencia en longitud furcal (cm) de <i>Thunnus albacares</i> en el Golfo de México durante el 2004.....	34
Figura 12 Composición de la captura AAA según su sexo en el año 2004.	34
Figura 13 Porcentaje de variación del <i>Modelo 2</i>	41

Figura 14 a) gráfico de los residuos de desviación frente a los valores ajustados y b) frente a los valores predichos, c) variable respuesta frente a los valores ajustados y d) gráfico de probabilidad normal de los residuos pearson del <i>Modelo 2</i>	42
Figura 15 Gráficos de los residuos parciales del <i>Modelo 2</i>	44
Figura 16 Series de coeficientes del factor <i>barco</i> de los <i>Modelos 2 y 3</i>	49
Figura 17 Porcentaje de la variación del <i>Modelo 3</i>	51
Figura 18 a) gráfico de los residuos de desviación frente a los valores ajustados y b) frente a los valores predichos, c) variable respuesta frente a los valores ajustados y d) gráfico de probabilidad normal de los residuos pearson del <i>Modelo 3</i>	52
Figura 19 Gráficos de los residuos parciales del <i>Modelo 3</i>	53
Figura 20 Coeficientes de la variable <i>barco</i> (a), <i>carnada</i> (b), <i>equipo</i> (c) y <i>fecha</i> (d) del <i>Modelo 3</i> en escala no logarítmica.....	54
Figura 21 a) gráficos de los residuos de desviación frente a los valores ajustados y b) frente a los valores predichos, c) variable respuesta frente a los valores ajustados y d) gráfico de probabilidad normal de los residuos pearson del <i>Modelo 1</i>	79

1. Introducción

La pesquería de atún tiene una gran importancia económica y es una fuente significativa de alimentos. La producción mundial de las especies de atún ha crecido constantemente desde menos de 0.6 millones de toneladas en 1950 hasta casi 4 millones de toneladas hoy en día (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO, 2009).

Los túnidos son muy importantes desde el punto de vista de su aporte a la captura y al valor económico. Se desembarcan en numerosos lugares, se vende, se procesa, se elabora y consume en casi todo el mundo. Casi todas las capturas de las principales especies comerciales de atún se llevan a cabo en el Pacífico (69.0% del total de la captura de las principales especies comerciales en 2007), y el océano Índico produce mucho más (21.7% en 2007) que el Atlántico y el Mediterráneo (9.5% en 2007) (FAO, 2009).

Las denominadas especies comerciales son: Barrilete (*Katsuwonus pelamis*), Aleta amarilla (*Thunnus albacares*), Patudo (*Thunnus obesus*), Albacora (*Thunnus alalunga*), Aleta azul del norte (*Thunnus thynnus*), Aleta azul del sur (*Thunnus maccoyi*) y Aleta azul del Pacífico norte (*Thunnus orientalis*). Siendo el atún aleta amarilla la segunda especie en importancia pesquera a escala mundial aportando aproximadamente el 24% (1, 016, 897 toneladas) de la captura total de las especies comerciales. Esta especie parece estar

plenamente explotada en los océanos Atlántico y Pacífico y probablemente explotado entre moderada y plenamente en el océano Índico (FAO, 2009).

Las artes de pesca empleadas en la captura de túnidos son varias, entre ellas están el palangre, la vara y la red de cerco. Su utilización varía en función del mercado al cual va dirigido el producto. El palangre se emplea para el mercado de producto crudo (sashimi y sushi), la vara para el atún fresco o enlatado, y la red de cerco para el enlatado y para transporte de atún para engorda. En México se pesca el atún en ambos océanos, en el Océano Pacífico, se usan la vara y la red de cerco en tanto que en el Golfo de México, el palangre (Instituto Nacional de Ecología, INE, 2000).

El arte de pesca utilizado en el Golfo de México se conoce como, palangre a la deriva (tipo americano). Este se coloca frecuentemente en mar abierto, pero también en áreas cercanas a la costa. Es un arte de pesca con capturas integradas en más del 50% (con respecto al peso o al número) por el atún aleta amarilla (INP-SAGARPA, 2000). Este método logra el 30% de la pesca mundial, incluyendo la mayor parte de captura de picudos como el marlín, el pez espada y el pez vela (Sosa *et al*, 2001).

El esfuerzo pesquero está dirigido a la captura de atún aleta amarilla ó rabil (AAA) (*Thunnus albacares*); sin embargo se observa una captura incidental de otras especies, como son marlines, tiburones, entre otros (Solana-Sensores y Ramírez-López, 2006).

En comparación con otras capturas palangreras de atún aleta amarilla del Atlántico en el 2004 la pesquería mexicana obtuvo el 15.67% (1208 t) del

capturado en el Golfo de México (7,708 t) y el 4.67% del total del Atlántico, estimado en 25,859 t según, la Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico, CICAA o por sus siglas en inglés ICCAT (2005).

La importancia de esta actividad en el ámbito de la política exterior es su papel estratégico al ser actualmente la única pesquería oceánica-pelágica en operación, que ocupa geográficamente la Zona Económica Exclusiva de México (ZEE) en el Golfo de México y Pacífico mexicano. Realiza un aprovechamiento integral de los recursos vivos, propios de ese ambiente. En cuanto a la investigación científica pesquera, las operaciones de la flota proveen información biológica, ambiental y de tecnología de capturas que, recabada de manera sistemática, contribuye al conocimiento del estado de varias poblaciones de peces y otros organismos que integran la comunidad pelágica, en el área de operación de la flota palangrera mexicana (INP-SAGARPA, 2000).

En lo que respecta al Golfo de México la situación biológico pesquero es menos estudiada que en la zona del Pacífico ya que por las mismas dimensiones del área y de la pesquería existente, las necesidades pesqueras son relativamente más pequeñas (Chávez, 1975 en Noguez, 2005).

1.1. Tendencia histórica

La pesca de atún con palangre en el Océano Atlántico fue iniciada por los japoneses en el año de 1956. (Solana-Sansores, *et al.*, 2002).

La pesquería de atún aleta amarilla AAA (*Thunnus albacares*) con palangre en el Golfo de México se realiza por dos flotas, una pertenece a los Estados Unidos de Norteamérica y la otra a México. La pesquería del primero inicia sus operaciones comerciales formalmente en 1984, alcanzando las 7,500 t en 1988. Posteriormente se observa un decremento paulatino en las capturas. Por su parte, la pesquería mexicana presenta varias etapas en su desarrollo: se observa que durante los primeros siete años de los ochentas existe una incipiente pesquería, con un promedio anual de 437 t. A partir de 1989 y durante los siguientes tres años, no se registra una actividad importante, promediando 71 t la captura anual. Sin embargo, a partir de 1992, se observa un incremento sostenido con un promedio cercano a las 1,000 t anuales. (Solana-Sansores, *et. al.*, 2004).

En México ésta es una actividad en desarrollo. En 1982 seis embarcaciones basadas en el puerto de Alvarado, Veracruz, iniciaron operaciones, y para 1984 la flota ya se componía de 16 embarcaciones con una capacidad de bodega de 800 t. Sin embargo, por razones administrativas la flota dejó de operar en 1988 según lo indica el Instituto Nacional de la Pesca en el 2000.

No obstante, México continuó con la decisión de impulsar una flota palangrera de altura. Tomando en cuenta el éxito en las capturas y los rendimientos de la flota japonesa palangrera dentro de la Zona Económica Exclusiva del Golfo de México, y los recursos de túnidos disponibles dentro de ella. SEPESCA en 1987 concluyó que se podría crear una flota de diez embarcaciones de 200 toneladas métricas (ó 2,000 ton. de capacidad) las cuales podrían hacer un lance del palangre diario calando un total de 2,000 anzuelos por lance, durante una temporada de pesca de 6 meses con 150 días efectivos de pesca. Estos resultados fueron la base para una política de desarrollo de esta pesquería. En 1989 un grupo de empresarios mexicanos del sector privado, motivados por los resultados de la flota de Alvarado y los análisis del potencial del recurso en la zona, decidió crear una pequeña flota con base en el puerto Progreso, Yucatán.

Según Sosa *et al.*, (2002) durante los siguiente años se han incorporado más embarcaciones principalmente con base en el puerto de Tuxpan, Veracruz. Durante el periodo de 1987 a 1999, México incrementó notablemente su producción de túnidos dentro del Golfo de México, de un nivel de 46 toneladas producidas en 1987 a 4,302 en 1999 (Fig. 1). Cabe señalar que estas cifras incluyen la producción de todas las pesquerías, pero sobre todo en los últimos años, el gran aumento de producción se debe en su mayoría al desarrollo de la flota palangrera mexicana. Este programa de observación está

manejado por el Programa Nacional de Aprovechamiento del Atún y de Protección de Delfines.

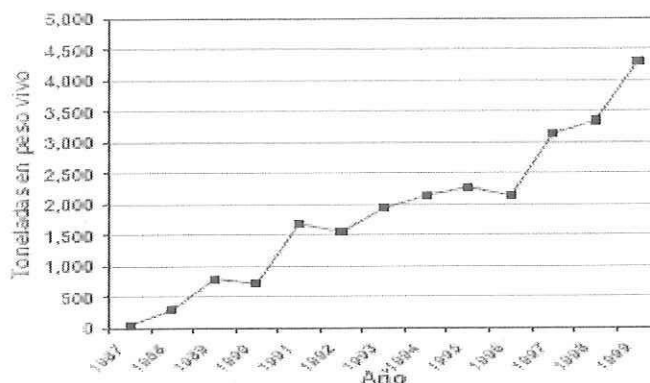


Figura 1 Serie histórica de la producción de túnidos en peso vivo de la costa del Golfo de México y el Caribe de 1987 a 1999 (SEMARNAP, 2000). Los valores incluyen a todas las especies de túnidos y a todas las pesquerías.

Los datos de captura y esfuerzo han sido de gran utilidad para construir índices de abundancia relativa de los recursos pesqueros en pesquerías comerciales y deportivas. A este tipo de constructor se les denomina Índices de Abundancia Relativa Nominal y debido a que se construyen con datos de captura y esfuerzo, se les denomina Captura Por Unidad de Esfuerzo Nominal (CPUE nominal). Muy frecuentemente, la información disponible para construir estos indicadores provienen de dos fuentes principales: las estadísticas pesqueras o los programas de observadores.

El programa de observadores para la pesca mexicana de atún en el Golfo de México inicia sus actividades en el año de 1993 (comunicación personal del Ing. Pesquero Humberto Robles, CRIP-Ensenada). Dicho

programa actualmente es operado por el Programa Nacional de Aprovechamiento del Atún y Protección de Delfines. Este programa es financiado tanto por la industria pesquera, como por el gobierno mexicano.

Estas dos fuentes, antes de ser consideradas como válidas para construir indicadores relativos de la variación de la biomasa del recurso deberán pasar por un proceso de estandarización. Para la estandarización de las tasas de captura se utilizan modelos estadísticos.

Desde la década de los setentas se han utilizado los denominados Modelos Lineales Generales, cuyas características principales son las de suponer que el efecto de cualquier variable sobre la variable de respuesta (tasa de captura) es lineal (aditiva) y, que la diferencia entre lo observado y lo predicho (error experimental), es aleatoria y que tiene una distribución en forma de campana (normal) con un valor esperado de cero (lo observado y lo predicho por el modelo es igual). (Solana-Sansores *et. al.*, 2004).

Sin embargo a principios de los noventa la investigación pesquera fue ganando adeptos, de tal manera que, el estandarizar las tasas de capturas se fue haciendo de forma más robusta (con menos supuestos), por medio de los Modelos Lineales Generalizados (MLG), La única diferencia con los anteriores, es que éstos generalizan el supuesto de la forma de distribución de probabilidad de los errores aleatorios (Solana-Sansores *et. al.*, 2004). Dicho de otro modo, estos modelos permiten el análisis de los efectos e interacciones entre las

variables de entrada en la modelación de la CPUE y facilitan el ensayo de diferentes alternativas de distribución del error mediante la utilización de la función de máxima verosimilitud en el ajuste del modelo (Mc Cullagh y Nelder, 1989; Gatica y Hernández, 2003).

La ventaja de aplicar el MLG está en la posibilidad de ensayar diferentes opciones de distribución del error, situación que mejora las posibilidades de ajuste pero tiene la desventaja de ser más susceptible en los estadísticos de significancia (Gatica y Hernández, 2003). Solana-Sensores *et. al.*, (2004) menciona que esta ventaja actualmente se utiliza en la estandarización de las tasas de captura para la pesquería con palangre del Golfo de México.

Por otro lado, los MLG permiten relacionar variables no solo de tipo normal, sino también variables que pertenecen a la familia exponencial, como son distribuciones de tipo binomial, multinomial, poisson o más generalmente variables cuya varianza es en función de la media (García, 2007).

En la actualidad los MLG constituyen el método más utilizado en la estandarización de la CPUE (Punt *et al.*, 2000; Simpfendorfer *et al.*, 2000; Gatica y Hernández, 2003).

1.2. Manejo

La NOM-023-PESC-1996 para el Aprovechamiento de las especies de túnidos con embarcaciones palangreras en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 4 de agosto de 1997, el cual, establece un régimen de pesca donde su propósito es garantizar un óptimo aprovechamiento de las existencias de atún aleta amarilla o rabil (*T. albacares*) utilizando barcos con palangre atunero de deriva en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y mar Caribe, así como la conservación y preservación de este recurso y de especies susceptibles de ser capturadas de manera incidental y la cual se complementa el procedimiento para determinar las épocas y zonas de veda para la captura de las diferentes especies de la flora y fauna acuáticas y para propósitos de esta norma se entenderá por :

- ✓ Unidad de Esfuerzo Pesquero; Cada embarcación de más de 10 toneladas métricas de registro bruto y con una eslora total máxima de 37 metros, equipada con un palangre atunero de superficie, operado a la deriva y con los equipos e instrumentos que le permitan operar de manera autónoma. En la pesca de túnidos.

- ✓ Palangre Atunero de Superficie Operando a la Deriva; es un equipo se pesca pasivo, conformado por una línea principal sostenida horizontalmente por boyas y flotadores, de la cual penden líneas secundarias

denominadas reinales, provistas de un anzuelo atunero cada una, operando a la deriva en la capa superficial del agua.

✓ Tasa captura incidental; la proporción porcentual promedio que representa la suma del número de ejemplares de las especies que no son objetivo de la pesca, capturados de manera fortuita y retenidos a bordo, más los que sean descartados muertos, respecto de la captura nominal estimada para un periodo determinado.

✓ Captura Nominal; el número total de peces capturados por el equipo de pesca, independientemente del destino o uso que se les dé posteriormente.

Entre los estudios indispensable para el manejo de una pesquería se encuentran los estudios relativos al esfuerzo pesquero que se refiere a la cantidad de trabajo o energía utilizada con el propósito de realizar capturas o bien también se define como una actividad humana con una secuencia de actividades cuyo objetivo principal tiene que ver con la alimentación o con la obtención de recursos económicos. El esfuerzo pesquero es indispensable, entre otros objetivos, para obtener estimaciones de la eficiencia pesquera de las flotas y para estimar la abundancia de la pesca objetivo o de las capturas asociadas a esa pesca, captura incidental (Pérez, 2002).

La captura de AAA puede variar por la influencia de diferentes factores como la tasa de captura nominal que tiende a cambiar estacionalmente por movimientos del propio recurso, por efectos en el comportamiento de las flotas

pesqueras, etc., Es por ello, que al analizar esta pesquería, es necesario contar con indicadores que permitan discriminar esos efectos y que puedan cuantificar la variación de la abundancia del recurso.

Algunos autores caracterizaron a la flota palangrera mexicana como muy homogénea en cuanto a embarcaciones, equipos, artes y maniobras de pesca, por lo que sus operaciones y resultados pueden enmarcarse dentro de una misma categoría (Sosa-Nishizaki et al., 2001). Sin embargo no hay estudios que prueben esta afirmación, por ello mediante los modelos lineales generalizados se espera encontrar ciertas diferencias. Este trabajo pretende demostrar si dicha afirmación es cierta ya que esto ayudará a obtener datos estandarizados del esfuerzo pesquero e índice de abundancia (CPUE) más confiable.

1.3. Taxonomía y Biología

Reino *Animalia*

Phylum *Chordata*

Subphylum *Vertebrata*

Superclase *Osteichthyes*

Clase *Actinopterygii*

Subclase *Neopterygii*

Infraclase *Teleostei*

Superorden *Acanthopterygii*

Orden *Perciformes*

Suborden *Scombroidei*

Familia *Scombridae*

Subfamilia *Scombrinae*

Tribu *Thunnini*

Género *Thunnus*

Subgénero *Thunnus (Neothunnus)*

Especies *Thunnus albacares* atún aleta amarilla, atún de aleta amarilla y rabil. (Bruce et al., 2001).

El atún aleta amarilla pertenece a la familia Scombridae. Es un pez marino epipelágico que habita capas oceánicas relativamente superficiales (de 0 a 300 m) en las aguas tropicales y subtropicales de todos los océanos.

En el Atlántico su zona de mayor abundancia se localiza entre las latitudes 40° N y 15° S. Esta especie efectúa importantes migraciones tróficas y de reproducción durante su ciclo de vida (Cayré et al., 1991). El periodo de vida máximo se sitúa entre 10 y 15 años, si bien en las pesquerías del Atlántico sólo se distinguen con claridad seis clases anuales (0 a 5+). La mortalidad natural (M) es elevada y se estima en 0.8 para las clases de edad de 0 a 1 y en 0.6 para edades superiores (Fonteneau, 1994 en INP, 2000). El rango común de tallas en las capturas es de 35 a 180 cm de longitud furcal, equivalente en peso a 0.8 y 111kg. El mayor ejemplar conocido en el océano Atlántico fue capturado en pesca deportiva con una talla de 210 cm y peso de 176 kg (IGFA, 1984 en INP, 2000).

1.4. Objetivo General

Analizar el Esfuerzo Pesquero con Palangre de la Flota Atunera del Golfo de México durante la pesca del 2004.

1.4.1. Objetivos Específicos

- ❖ **Describir las características del palangre empleado en el Golfo de México.**
- ❖ **Determinar la eficiencia de la captura.**
 - ❖ Comparar la captura por lance y viaje para detectar si es una flota homogénea.
 - ❖ Determinar los factores que influyen en la eficiencia.

2. Metodología

2.1. Área de estudio

El Golfo de México es una cuenca oceánica relativamente poco profunda localizada entre los 98° y 80° longitud Oeste y 30° y 18° latitud Norte (figura 2) con 3,600 metros en la zona más profunda.

El Golfo de México, brazo del océano Atlántico que limita al norte con los Estados Unidos, al este con Cuba y al sur y al oeste con México. Con un área de 1,602,000 km² aproximadamente, se extiende unos 1,600 km de este a oeste y unos 900 km de norte a sur. Se une con el Atlántico por el angosto estrecho de Florida y con el mar Caribe mediante el canal de Yucatán. Entre los principales ríos que desembocan en él se encuentran el Mississippi, el Brazos y el río Bravo o Grande del Norte.

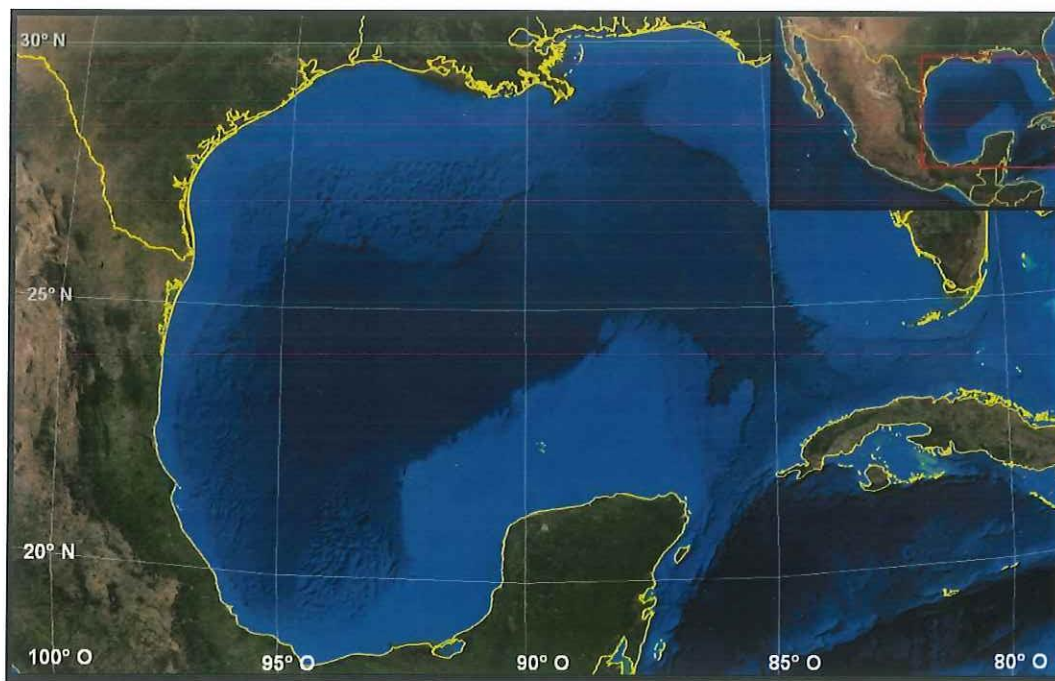


Figura 2 Mapa del Golfo de México (tomado de Google Earth).

La pesca de atún con palangre en el Golfo de México se realiza en aguas oceánicas, pero frecuentemente en áreas cercanas a la costa. El esfuerzo se concentra en la parte suroeste del Golfo de México, principalmente en aguas del estado de Veracruz (Figura 3) (Sosa-Nishizaki, *et al.*, 2001).

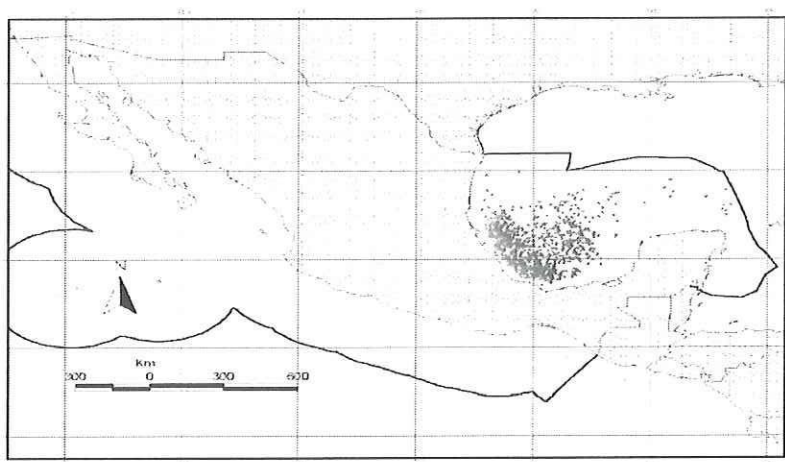


Figura 3 Concentración del esfuerzo pesquero en el Golfo de México (tomado de Sosa-Nishizaki, *et al.*, 2001).

2.2. Análisis de datos

Los análisis se han realizado a partir de los datos recopilados por observadores a bordo del Programa Nacional para el Aprovechamiento del Atún y Protección del Delfín (PNAAPD) que operaron en el Golfo de México en el año 2004, cubriendo el 100% de los viajes. La información fue capturada, editada y analizada por la Dirección General de Investigación Pesquera en el Atlántico del Instituto Nacional de la Pesca a través del Sistema de Información de Atún del Golfo de México (SIA), cuyo objetivo es la administración y manejo de datos, que contempla el almacenamiento y manejo de la información generada por la pesquería (Solana-Sensores, et al., 2006).

La base de datos recopilada por los observadores a bordo del PNAAPD está conformada por 14 informes que son: *Personal, Crucero, Palangre, Barco, Informe diario, Identificación suceso, Muestreo, Lances, Capturas, Identificación especie, Avistamiento tortugas, Registro tortugas*. Sin embargo para este estudio, 11 informes, son los que se toman por estar relacionados al esfuerzo pesca de atún aleta amarilla, tal como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1 Datos que fueron obtenidos de los informes de pesca de *Thunnus albacares* del Golfo de México durante el 2004.

BASE DE DATOS 2004	
INFORME	Datos Obtenidos
Crucero	Id Crucero, Puerto Salida, Fecha salida, puerto arribo, Fecha arribo, Número de Lances.
Palangre	Id Crucero, longitud total, longitud reinal, carnada-1, carnada-2, carnada-3, Número de Anzuelos y Tipo de anzuelo.
Barco	Nombre, Id crucero, Ecosonda, video sonda, Radio goniómetro.
Informe diario	Id Crucero, Número de lance, Fecha, Id Suceso, Hora, Latitud, Longitud, Temperatura.
Id Suceso	Id Suceso, Suceso.
Muestreo biológico	Id Suceso, Número de lance, Número de ejemplar, Código, Talla, Sexo.
Lances	Id Crucero, Número de Lance, Fecha, Latitud, Longitud, Anzuelos Calados.
Captura	Id Suceso, Número de lance, Número de Código, Número de organismos, Peso y Condición.
Id Especie	Nombre Común, Código
Id = identificación	

Al observar la información de los datos recopilados respecto al esfuerzo de pesca, los 11 informes se reordenan de la siguiente manera:

- 1) Base de datos Lance: informa minuciosamente la captura y el esfuerzo de pesca de cada lance realizado por la flota palangrera mexicana.
- 2) Base de datos Crucero: informa la captura y el esfuerzo de pesca en cada viaje realizado por la flota palangrera mexicana.

Tras observar las características de la Base de Datos por Lance y Crucero, sus variables se establecen como **factores** y **vectores**.

Variables Tipo Factor: Se consideró a *Barco, Carnada, Equipo, Área, Fecha* y *Tipo Anzuelo* como factor (también llamada variable cualitativa en escala nominal), es decir, los datos se ajustaron por categorías, los cuales no mantienen una relación de orden entre sí (Milton JS y Tsokos JO. 2001).

1. **Barco.** La variable *Nombre* está conformada por el número de barcos en el Golfo de México, el cual consta de 32 embarcaciones. Se establecen por lo tanto una categoría por cada uno. Con el objeto de simplificar, la variable *Nombre* se designó en 32 categorías, una por cada embarcación.

2. **Carnada.** Se registraron de uno a cuatro tipos de carnada por crucero, cuatro especies de peces y una de molusco (vivo y no vivo), los cuales se les asignó una clave para facilitar el manejo de la información (tabla 2). Por lo tanto, quedan codificadas en 30 categorías como se muestra en la tabla 3.

Tabla 2 Claves asignadas a las especies de carnada (viva y no viva) empleadas en la captura de AAA por la flota palangrera en el Golfo de México en el año 2004.

Especies de Carnada			
Carnada	Clave	Carnada	Clave
Ojon vivo	Ov	Macarela muerta	Mm
Ojon muerto	Om	Jinguaro vivo	Jv
Sardina viva	Sv	Jinguaro muerto	Jm
Sardina muerta	Sm	Calamar muerto	Cm
Macarela viva	Mv		

Tabla 3 Codificación de los tipos de carnada.

Tipos de Carnada					
Categoría	Combinación	Categoría	Combinación	Categoría	Combinación
1	Ov	11	OvJv	21	OvOmMm
2	Om	12	OvJm	22	OvSvSm
3	Sv	13	OvCm	23	OvSmJv
4	Sm	14	OmSm	24	OvSmCm
5	Jm	15	OmJm	25	OvMmCm
6	Cm	16	SvSm	26	OvJvCm
7	OvSv	17	SvJv	27	OmSmJm
8	OvSm	18	SvJm	28	SvSmCm
9	OvMv	19	SmJv	29	SvJvCm
10	OvMm	20	SmCm	30	OvSvMvCm

3. **Equipo.** Esta variable se clasificó en función de la presencia de los aparatos en cada crucero.

Tabla 4 Codificación del equipo de los barcos.

EQUIPO			
Categoría	Aparato	Categoría	Aparatos
1	Ecosonda	4	ecosonda-videosonda
2	Videosonda	5	ecosonda-Radio gonio
3	Radio goniómetro	6	videosonda-Radio gonio

4. **Área.** La localización de las áreas de pesca se obtuvo del informe de lances y se clasifican en tres categorías. Esto último, se hizo en base a un estudio realizado por Noguez en el 2005, quien divide al Golfo de México en dos zonas pesqueras, Zona I de 90° a 94° Longitud oeste y zona II de 94.1° a 98 °. La categoría restante es para embarcaciones que pescaron en ambas zonas.

Tabla 5 Codificación del área de pesca.

Categoría	Zona
1	90° a 94°
2	94.1° a 98 °
3	Ambos

5. **Tipo anzuelo.** Los tipos de anzuelo van de acuerdo a los cinco ejemplares registrados.

Tabla 6 Codificación del tipo de anzuelo.

Categoría	Tipo
1	Americano
2	Garra de águila
3	Huachinanguero
4	Japones
5	Noruego
6	No identificado

6. **Fecha.** La fecha contempla al año 2004, el cual está dividido por cuatro estaciones:

Tabla 7 Codificación de Fecha.

Categoría	Mes
1	Enero, febrero y marzo.
2	Abril, mayo y junio.
3	Julio, agosto y septiembre.
4	Octubre, noviembre y diciembre.

Variable Tipo Numérica: Se consideraron nueve variables cuantitativas, de las cuales; *Número de anzuelos calados*, *Temperatura*, *longitud-total*, *longitud-reinal*, *Número de Días*, *Número de Lances* fueron de tipo discreta; y *Hrs Calado*, *Hrs Reposo* y *Hrs Cobrado* fueron continuas.

Respecto a las capturas, los datos se restringieron al *Número de organismos*, y no se toma en cuenta el peso de estos, debido a que los observadores abordo no cuentan con una báscula, y los cálculos podrían ser subestimados o sobrestimados.

Finalmente, la base de datos se conformó en dos matrices. Donde la *Captura* obtenida, quedó resumida y ordenada por **LANCE** y **VIAJE** (tabla 8). Esto es esencial para llevar a cabo los dos últimos objetivos, los cuales se explican más adelante.

Tabla 8 Muestra la Captura ordenada y resumida en dos bases de datos, por lance y viaje.

Nueva Base de Datos	
LANCE	Barco, Fecha, Área, Anzuelos calados, Temperatura, Horas-Calado, Horas-Reposo, Horas-Cobrado, Carnada y Equipo.
VIAJE	Tipo de anzuelo, Barco, longitud-total, longitud-reinal, Carnada, Equipo, Número de Días, Número de Lances, Fecha, Área, Temperatura, Horas-Calado, Horas-Reposo y Horas-cobrado

2.3. Descripción de los datos

2.3.1. Características y tendencias principales del palangre.

Los datos fueron extraídos de los informes de pesca de AAA del año 2004. Del informe de palangre se obtuvieron las características promedio empleadas en cada viaje tal como *longitud total*, *longitud reinal*, *carnada*, *número* y *tipos de anzuelo*. Así mismo, del informe de Barco se obtuvieron las características de la flota palangrera. El describir estos informes es con la finalidad de conocer a detalle el arte de pesca y el equipo empleado por barco que se emplea en cada viaje para la obtención del recurso de *Thunnus albacares*.

2.3.2. Eficiencia de la captura.

Al igual que las características y tendencias del palangre la información para determinar la eficiencia de la captura por viaje se obtuvo de los informes

de pesca. Una vez ordenada la base de datos por viaje se realizó un análisis exploratorio a los datos por medio de la estadística básica.

Para conocer como se encuentra la estructura según el sexo y población en tallas con sus respectivos rangos (del Informe de muestreo biológico), se recurre al análisis de distribución de frecuencia de longitud furcal, agrupando los datos de longitud furcal en intervalos de 11.2 cm obteniendo la frecuencia para cada uno de los intervalos a la longitud. A partir de esto se obtuvo el porcentaje de frecuencia.

2.3.2.1. Modelos Lineales Generalizados

Se realizaron tres análisis mediante Modelos Lineales Generalizados (MLG) a través del paquete estadístico S-Plus, cuya opción de contraste de tratamiento permite los coeficientes estimados en los modelos queden referidos al primer nivel de cada factor, lo que facilita una interpretación directa de los resultados (Pallares P., *et al.*, 2001).

En los MLG es importante explorar previamente los datos con el fin de seleccionar un modelo estadístico que se ajuste bien a ellos (Soto. 2001), tal como se muestra en la tabla 9. Se determinó como variable respuesta a la **Captura** (ordenada por **LANCE** y **VIAJE** en tabla 8) y como variables explicativas; *Barco, Carnada, Equipo, Área. Fecha y Tipo Anzuelo* (tipo factor); *Temperatura, Horas Calado, Horas reposo y Horas cobrado* (variables

continuas); *Número de Anzuelos calados*, *Longitud total*, *Longitud reinal*, *No. de Días*, *No. de Lance* (variables discretas).

Tabla 9 Variables explicativas ordenadas de acuerdo al tipo de variable.

TIPO VARIABLE	VARIABLES EXPLICATIVAS
Factor	Barco, Carnada, Equipo, Área. Fecha y Tipo Anzuelo.
Continua	<i>Temperatura</i> , <i>Horas Calado</i> , <i>Horas reposo</i> , <i>Horas cobrado</i> .
Discreta	<i>Número de Anzuelos calados</i> , <i>Longitud total</i> , <i>Longitud reinal</i> , <i>No. de Días</i> , <i>No. de Lance</i> .

De acuerdo con Soto (2001) el programa S-Plus proporciona los resultados en una lista de cuatro componentes:

- a) **La componente Call**, informa de cómo se ha creado el modelo, es decir, la formulación, la codificación de los factores empleada, la familia exponencial a la que pertenece la variable respuesta y el tipo de ajuste realizado.
- b) **Vector de los estadísticos de los residuos**, informa los estadísticos mínimo, máximo, el percentil 25 o Q1 (es el mínimo valor de la variable mayor que el 25% de los datos), la mediana o percentil 50 (mínimo valor de la variable que es mayor que el 50% de los datos) y el percentil 75 o Q3 (mínimo valor de la variable que es mayor que el 75% de los datos).
- c) **Coefficientes estimados, β_j , sus errores estándar de los parámetros y t-estadísticos asociados**. Los errores estándar son las raíces cuadradas de los

elementos de la diagonal de la matriz de varianzas-covarianzas asintótica de los estimadores de los coeficientes $\sqrt{V(\beta_j)}$, (que no se muestra debido a su gran tamaño, ya que son dos modelos y, por lo tanto, una matriz 84 x 84 y otra de 70 x 70) y los t-valores son los coeficientes estimados divididos por el error estándar. Aquellos valores de t cuyo valor absoluto sea mayor nos indica qué nivel es más significativo en el modelo.

- d) **El número de grados de libertad total**, coincide con el número de observaciones que tenemos y de los **residuos** del modelo (es igual a los grados de libertad totales menos el número de parámetros estimados). Esta salida también nos informa del valor de la desviación del modelo. La desviación es una medida de la bondad de ajuste del modelo a los datos. Cuanto menor sea ésta, mejor será el ajuste.

2.3.2.1.1. Análisis de la desviación o discrepancia

Además de los componentes, el informe proporciona **la tabla de desviaciones o discrepancia**. La columna Desviación representa la variación contabilizada por cada término, ignorando los términos que le preceden, y la columna Residuales de Desviación representa las diferencias en el estadístico de bondad de ajuste cuando se introducen las variables secuencialmente.

2.3.2.1.2. Diagnósis del modelo

- *Gráficos de los residuos totales y ajuste normal:* Una vez realizados los análisis estadísticos para evaluar la bondad del ajuste del modelo y la significancia de las variables en él, se debe completar el estudio con la ayuda de los gráficos que explorarán si existen fallos en el cumplimiento de las hipótesis del modelo y detectarán la presencia de datos extremos. El análisis de los residuos tiene por objeto contrastar *a posteriori* las hipótesis del modelo MLG.
- *Gráficos de los residuos parciales:* Estos gráficos nos ayudan a conocer la relación entre la variable respuesta y cada una de las variables explicativas del modelo. También ayudan a identificar si existen problemas como la falta de linealidad o varianza no constante y son originados por alguna de las variables.

La teoría estadística detrás de los MLG ha sido ampliamente documentada, tanto para aplicaciones relacionadas con poblaciones marinas (Punt et al., 2000; Maunder y Punt, 2004; Quiroz et al., 2005), como para técnicas estadísticas implementadas (McCullagh y Nelder, 1989; Quiroz et al., 2005), por consiguiente no será discutida en el presente estudio.

3. RESULTADOS

3.1. Características del palangre empleado en el Golfo de México.

En el Golfo de México la Pesquería de AAA utiliza como arte de pesca el Palangre a la deriva, tipo Americano, el cual consiste en una línea principal de monofilamento, línea madre, de nylon que está sostenida en sentido horizontal por una serie de flotadores con líneas de monofilamento verticales, orinques, A su vez, de la línea madre prenden a intervalos regulares otras líneas con especificaciones semejantes a las de los orinques "reinales", cada una con un anzuelo en el extremo, utilizando generalmente peces vivos y no vivos como carnada (Solana-Sensores, et al., 2006)

En la Tabla 10 se presentan las características medias de los componentes del palangre durante el año 2004. La línea madre de monofilamento de nylon registró un diámetro de 4.0mm, con un promedio de longitud de palangre de 63 km. La longitud de reinal fue de 35 brazas en promedio.

De los 408 viajes registrados el anzuelo mayormente utilizado fue el anzuelo tipo "noruego", además del anzuelo tipo "garra de Águila", "huachinanguero", "japonés" y "americano", los cuales se utilizaron en 339, 36, 9, 8 y 1 viajes respectivamente, todos del número 16/0. 15 viajes no fueron identificados.

Tabla 10 Característica del arte de pesca para la captura de *Thunnus albacares* en el Golfo de México durante el 2004.

CARACTERÍSTICAS	
Palangre	Americano
Longitud promedio de la línea principal	63 km
Longitud promedio reinal	35 Brazas
Diámetro reinal	2 mm
Diámetro línea madre	4 mm
Lances totales	3,393
Promedio de lances por viaje	8
Total de anzuelos calados	2,095,606
Promedio de anzuelos / lance	617
Tipo de anzuelo	Noruego Garra de Águila Huachinanguero Japonés Americano
Número anzuelo	16/0
Carnada	Ojón Sardina Macarela Jiníguaro Calamar

En cuanto a la carnada, se registraron cuatro especies de peces y una de molusco (figura 4): Ojón (*Selar crumenophthalmus*), Jiníguaro (*Anisotremus surinamensis*), sardina (*Sardinella spp.*), macarela (*Decapterus spp.*) y calamar (*Loligo sp.*).

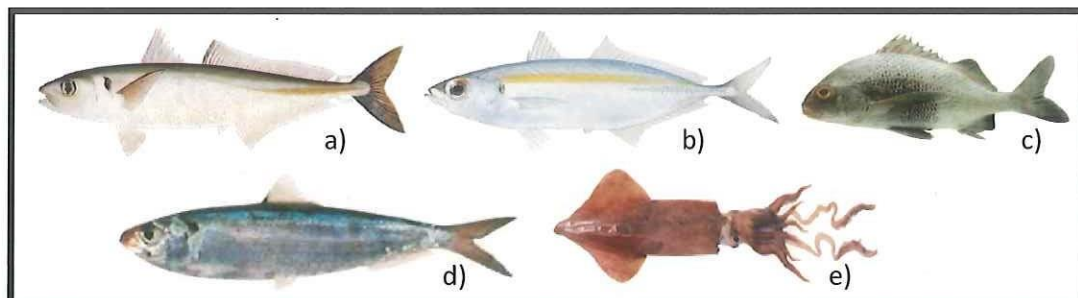


Figura 4 a) macarela (*Decapterus spp.*), b) Ojón (*Selar crumenophthalmus*), c) Jiníguaro (*Anisotremus surinamensis*), sardina d) (*Sardinella spp.*), y e) calamar (*Loligo sp.*).

Se observó que para la captura de AAA durante el año 2004 las bitácoras registraron hasta 30 combinaciones de carnada, utilizando de uno a cuatro tipos de organismos (vivo y no vivo) por viaje. Tal como se muestra en la figura 5 la combinación mayormente utilizada fue: OvSm con 59%, seguido de OvSmCm con 9 %, OmSm con 6%, OvCm y OvSmJv ambos con 4%, SvSm con 3%, SmJv y OmJm ambos con 2%, y el resto tuvo un porcentaje menor al 0.7% del total de los 408 viajes registrados.

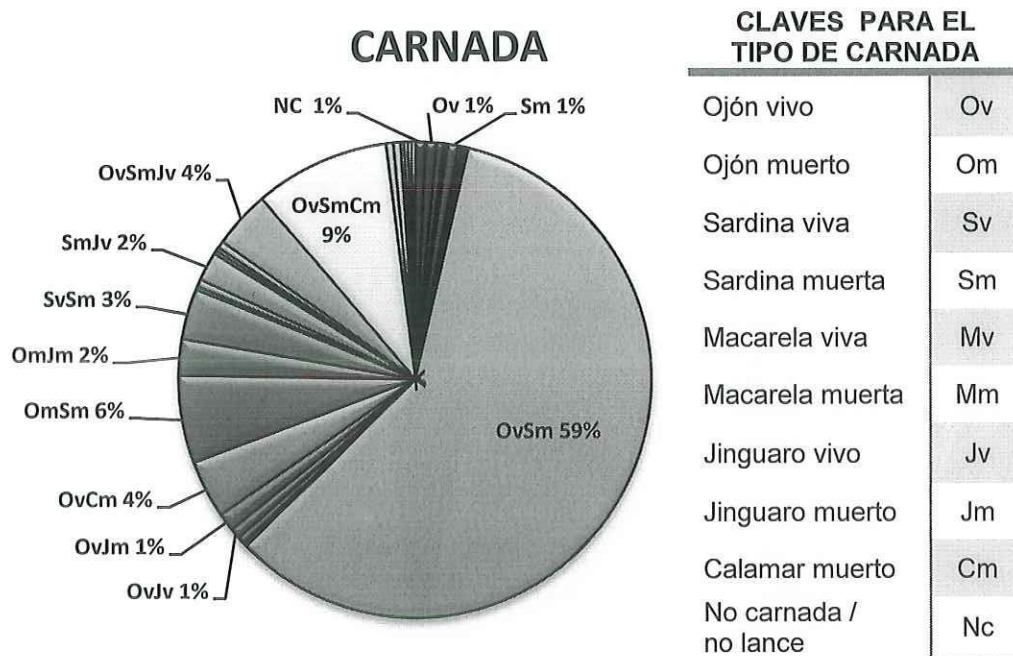


Figura 5 Porcentaje de la carnada registrada para la captura de atún con palangre durante el año 2004.

La tabla 11 presenta la Composición del Equipo de los barcos en cada crucero. El porcentaje de los equipos de localización con que se contó en

los 402 viajes exitosamente registrados fueron: 12.75% cobra-líneas, 10.3% ecosondas, 83.8% video-sonda, 7.6 % sonar y 98% radio goniómetro.

Los puertos base durante el 2004 fueron: Progreso (Yucatán), Tuxpan, Alvarado, Antón Lizardo y Veracruz. En ese año el 81.4% de viajes tuvieron su base en el puerto de Tuxpan, el 8.8% en Progreso (Yucatán), el 8.3% en Alvarado, el 1.2% en Veracruz y Antón Lizardo 0.24%.

Tabla 11 Composición del Equipo que presentó la flota palangrera mexicana en cada crucero durante el 2004.

Equipo del Barcos por Crucero	
Cobra-líneas	12.7%
Ecosondas	10.3%
Video-sonda	83.8%
Sonar	7.6%
Radio goniómetro	98 %
No. de ganchos promedio	3
No. de arpones promedio	1
No. de radio boyas promedio	3

3.2. Eficiencia de la captura.

El esfuerzo pesquero de AAA con palangre en el Golfo de México en el 2004 registró 32 embarcaciones, que en conjunto realizaron 402 viajes efectivos y 6 fueron anulados por razones técnicas o/y ambientales, sumando un total de 408 viajes.

En la figura 6 se observan los números máximos fueron de 18 a 19 cruceros (barcos 24, 27, 25, 10 y 1). En cambio los números mínimos fueron de

1 a 5 cruceros (barcos 19, 20 y 13), y un promedio de 13 cruceros realizados por barco en año 2004.

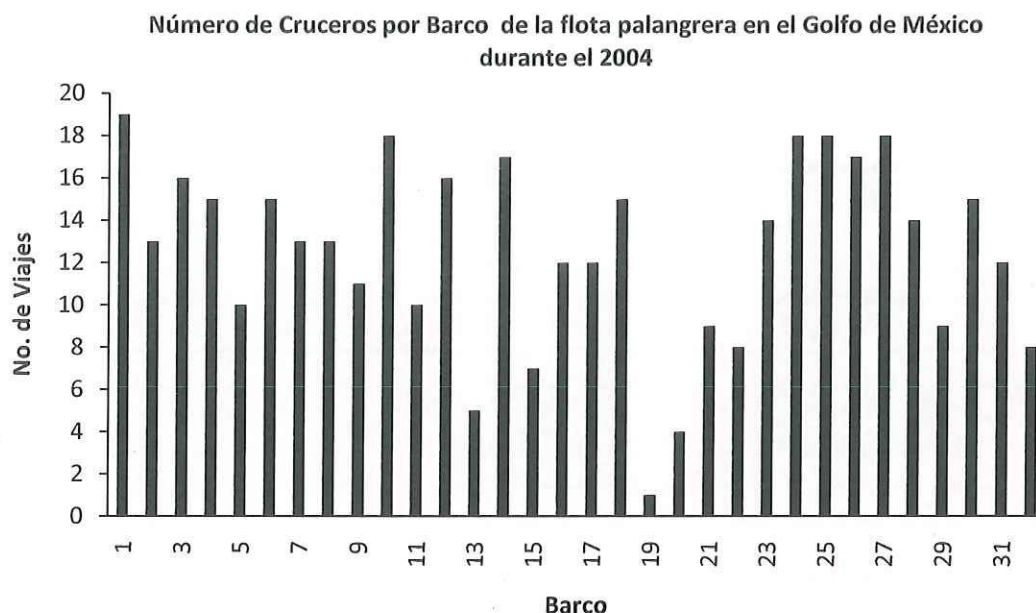


Figura 6 Número de cruceros realizados por embarcación para la captura de *Thunnus albacares* en el Golfo de México durante el 2004.

Con respecto capturas de AAA para el 2004, en la gráfica 7 se observa que las embarcaciones presentaron promedios máximos de 110 a 132 organismos (barcos 26, 6, 9, 3 y 14) y mínimos de 5 a 34 organismos (barcos 19, 16, 21 y 20).

La flota palangrera del Golfo de México obtuvo una captura total de 33,238 AAA (con un peso aproximado de 1180 toneladas) y como se observa en la gráfica 8 la captura promedio fue de 1,039 atunes por embarcación. Las

capturas máximas totales por barco fueron de 1,863 a 2,239 organismos al año (barcos 1, 25, 26, 10, 3 y 14) y las mínimas de 5 a 290 (barcos 19, 20, 16, 21).

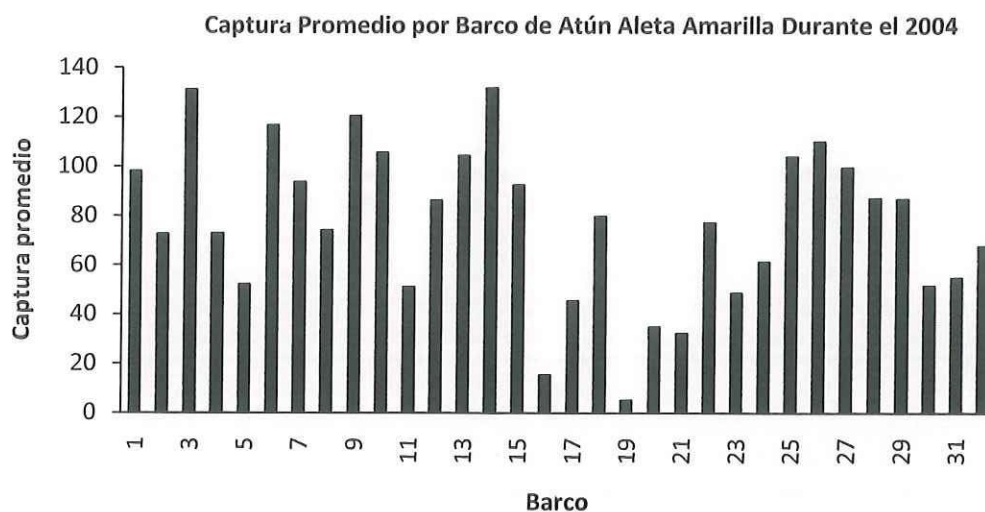


Figura 7 Captura (número de organismos) promedio por barco de AAA en el Golfo de México durante el 2004.

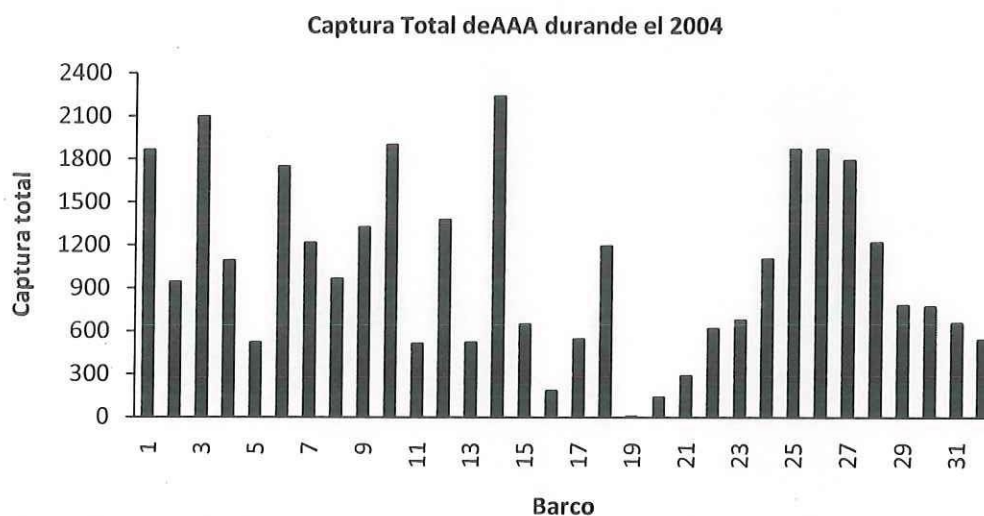


Figura 8 Captura (número de organismos) total por barco de AAA en el Golfo de México durante el 2004.

Como ya se mencionó se registró un total de 408 viajes en el 2004, durante el cual presentó un promedio de 34 cruceros al mes. Obteniendo

máximos de 43 a 47 cruceros en los meses de junio y julio, y mínimos de 22 a 26 cruceros correspondientes al mes diciembre y abril (figura 9).

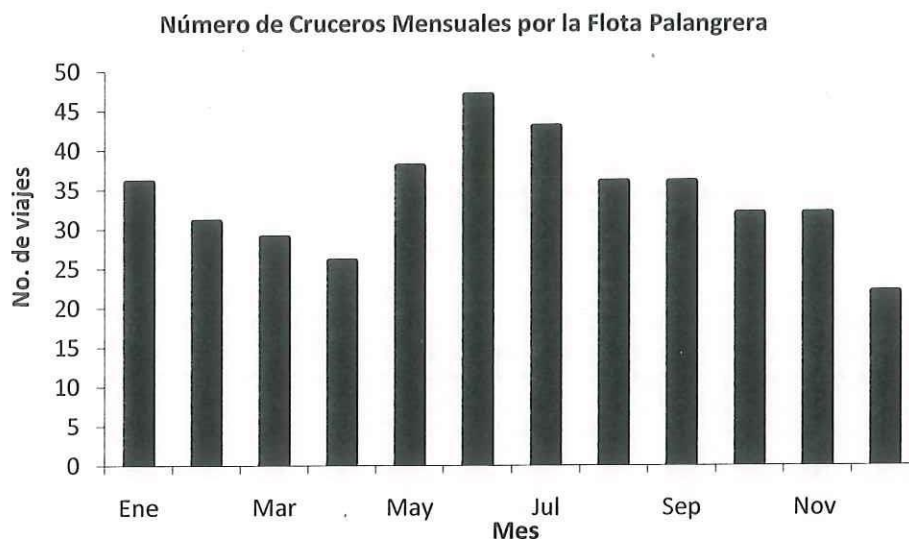


Figura 9 Número de cruceros mensuales realizados por la flota palangrera en el Golfo de México durante el 2004.

Como se observa en la figura 10 la pesquería de AAA en el Golfo de México se lleva a cabo en todo el año. Durante el 2004 los registros mostraron un promedio mensual de 2,769 especímenes de atún aleta amarilla, con un máximo en los meses de mayo a julio, un pico de abundancia de 3,917 especies en el mes de junio y un mínimo de 1320 especies en el mes de diciembre.

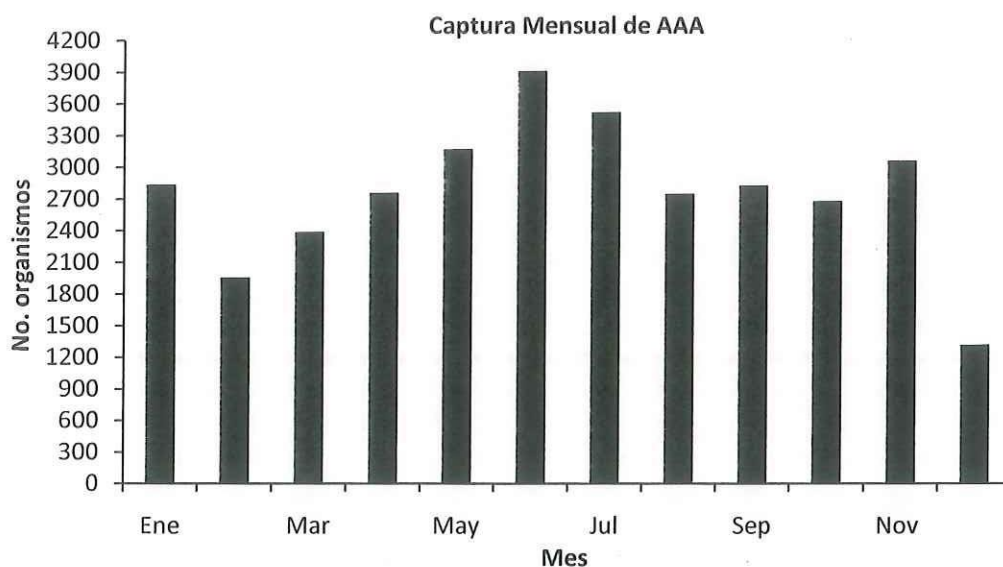


Figura 10 Captura mensual de AAA en el Golfo de México durante el 2004.

La base de datos de atún del año 2004 registró un muestreo de 33,686 (1207 toneladas aproximadamente) especímenes de *Thunnus albacares*, mismos que se utilizaron para saber cómo se encuentra la estructura de la población en talla.

Las distribución de tallas de AAA se presentó en un intervalo de 27.6 a los 184.4 cm de longitud furcal (LF), con un promedio de 133.9 cm, una moda de 130 cm, donde la captura máxima fue de 190 cm y la mínima de 22 cm. Los mayores porcentajes de captura se encontraron distribuidos entre las tallas 128.4 – 139.6 cm (Figura 11).

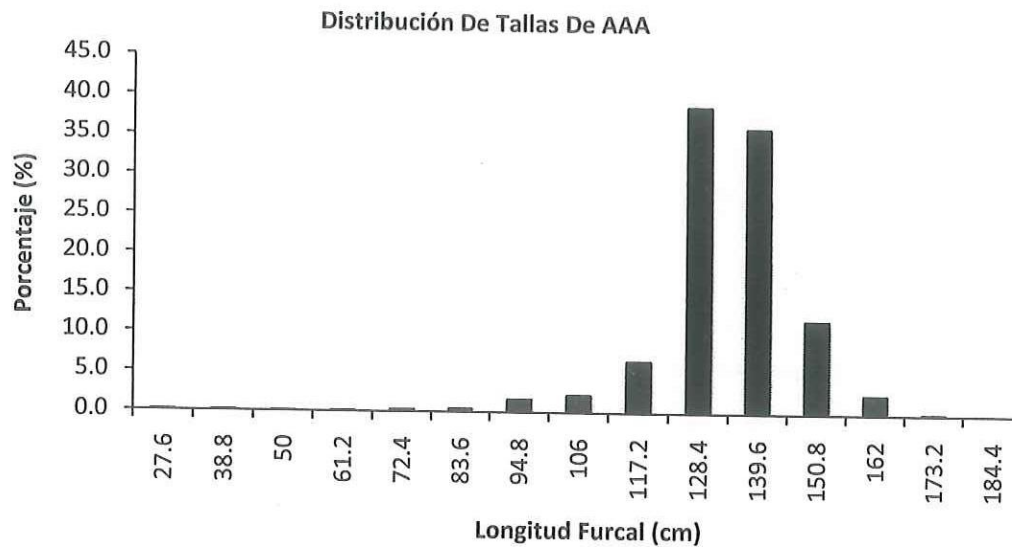


Figura 11 Distribución de frecuencia en longitud furcal (cm) de *Thunnus albacares* en el Golfo de México durante el 2004.

La captura AAA en el Golfo de México para el año 2004 estuvo integrada por el 55% machos, el 40% hembras y el 5% restante no se pudo determinar su sexo (figura 12).



Figura 12 Composición de la captura AAA según su sexo en el año 2004.

3.2.1. Comparación de la captura por lance y viaje.

3.2.1.1. Modelos Lineales Generalizados (MLG).

Se aplicaron tres MLG con el fin de: a) observar si la flota palangrera de AAA en el Golfo de México es homogénea, y b) determinar los factores que influyen en la eficiencia. El Análisis de la flota palangrera se hizo de acuerdo al número de organismos capturados por lances y viaje como se muestra a continuación.

El modelo base que se definió fue:

$$\text{Captura} = \text{Tipo de anzuelo} + \text{Barco} + \text{longitud-total} + \text{longitud-reinal} + \text{Carnada} + \text{Equipo} + \text{Número de días} + \text{No. Lances} + \text{Fecha} + \text{Área} + \text{No. anzuelos} + T^{\circ} + \text{calado} + \text{reposo} + \text{cobrado} + \varepsilon$$

Donde *Captura* es el vector del número de organismos capturados en cada viaje y/o lance (variable dependiente). Como variables explicativas se consideraron, *longitud-total*, *longitud-reinal*, *número de días*, T° , *calado*, *reposo*, *cobrado*, *Número de lances*, número de anzuelos (variables numéricas), *Barco*, *Carnada*, *Equipo*, *Área*, *Fecha* y *Tipo Anzuelo* (las seis última consideradas como factores). Y ε es el componente del error independiente que se supone normalmente distribuido.

3.2.1.1.1. Modelo 1

Como primer análisis se realizó la captura por lance, *Modelo 1*, el cual, presentó bastantes observaciones con residuos altos y bajos, los valores

ajustados frente a la variable respuesta (*Captura*) se dispersan de la recta sobre la que deberían estar situados. El ajuste del *modelo 1* a los datos es un tanto pobre, ya que el valor de la desviación nula del modelo es 17677.51 sobre 3367 grados de libertad bastante grande para una desviación residual de 14332.24 sobre 3294 es decir, una variabilidad explicada de apenas 18.9% que indicó que el ajuste no fue bueno (Anexo I).

Posteriormente se hizo un análisis la captura por viaje, el cual mostró valores altamente significativos. A partir de estos resultados se prueba un segundo análisis, con el fin de lograr el mejor modelo posible, solo que esta vez teniendo en cuenta criterios estadísticos y operativos.

3.2.1.1.2. *Modelo 2*

La salida que el programa S-Plus proporciona como resultado del *modelo 2* es la siguiente:

La primera componente nos dice que el que el análisis por MLG, los datos se restringieron al número de atunes capturados y se asumió que la variable respuesta es una distribución de Poisson, tipo de ajuste (función link o de unión) log (tabla12).

Tabla 12 Informe de la creación del *Modelo 2*.

*** Modelo Lineal Generalizado ***

```
Call: glm(formula = Captura ~ Tipo.de.anzuelo + Barco +
long.total + long.del.reinal + Carnada + Equipo + No.días +
No.Lances + Fecha + Area + No.anzuelos + Temp + Hrs.calado +
Hrs.reposo + Hrs.cobrado, familia=poisson(link=log),
archivo=modelo1, na.action=na.exclude,
control=list(épsilon=0.0001, maxit=50, trace = F))
```

La tabla 13 muestra el vector de los estadísticos de los residuos:

Tabla 13 Vector de los estadísticos de los residuos del *Modelo 2*.

Residuos de desviación				
Mín.	1Q	Mediana	3Q	Máx.
-10.9968	-2.13727	-0.1488993	1.599717	8.547325

En la tabla 14 del *Modelo 2* se observan los coeficientes estimados de cada factor. Cabe destacar el valor de los coeficientes de las variables *Cobrado*, *No. de lances*, y *temperatura*, los dos primeros positivos y el último negativo, con valores absolutos altos respecto al resto de los coeficientes de tipo numérico. Estas variables son de las más significativas en el análisis.

En este caso, el resultado ocupa mucho espacio, ya que el modelo tiene una gran cantidad de parámetros.

Tabla 14 Coeficientes estimados para el *Modelo 2*.

Coeficientes:			
	Valor	Error Estándar	Valor T
(Intercepto)	5.116981e+000	0.29468109215	17.36446917
Tipo.de.anzuelo1	-8.619489e-002	0.07122903626	-1.21010884
Tipo.de.anzuelo2	1.281646e-002	0.03527463081	0.36333360
Tipo.de.anzuelo3	-1.345747e-001	0.02067330462	-6.50958825
Tipo.de.anzuelo4	-3.131592e-004	0.01061645605	-0.02949753
Tipo.de.anzuelo5	1.655902e-002	0.00786917910	2.10428781
Barco1	-1.471796e-001	0.03954638754	-3.72169613
Barco2	4.917219e-002	0.01651028077	2.97827680
Barco3	-9.018462e-003	0.01106620872	-0.81495496
Barco4	-5.862035e-002	0.01062012011	-5.51974494
Barco5	2.227235e-002	0.00563639208	3.95152577
Barco6	-4.843572e-002	0.00950114224	-5.09788409
Barco7	-5.477759e-002	0.01053384797	-5.20015030
Barco8	3.910640e-002	0.00451605192	8.65942242
Barco9	2.960202e-003	0.00382328740	0.77425559
Barco10	-7.803312e-002	0.00677894567	-11.51109935
Barco11	3.660710e-003	0.00338144351	1.08258808
Barco12	1.755232e-004	0.00426000403	0.04120259
Barco13	2.575243e-002	0.00266132461	9.67654496
Barco14	2.545012e-002	0.00776231751	3.27867515
Barco15	-8.931469e-002	0.00581636083	-15.35576870
Barco16	-2.575501e-002	0.00344486762	-7.47634325
Barco17	9.162665e-003	0.00217334635	4.21592468
Barco18	-9.521352e-002	0.02369725087	-4.01791422
Barco19	-1.435437e-002	0.00474494417	-3.02519228
Barco20	-1.884030e-002	0.00327093960	-5.75990597

Barco21	1.522258e-002	0.00232263306	6.55402041
Barco22	-1.880992e-003	0.00215248999	-0.87386775
Barco23	3.344791e-003	0.00194111769	1.72312627
Barco24	1.276726e-002	0.00170208828	7.50093626
Barco25	1.768372e-002	0.00133952597	13.20147565
Barco26	1.902324e-002	0.00134509062	14.14272263
Barco27	5.281255e-003	0.00140713031	3.75320960
Barco28	1.371552e-002	0.00155879802	8.79877745
Barco29	-9.180240e-003	0.00202636828	-4.53039069
Barco30	-7.822142e-003	0.00153778294	-5.08663570
Barco31	-3.937348e-003	0.00343668352	-1.14568248
long.total	-5.906169e-003	0.00132439293	-4.45952922
long.del.reinal	-4.515235e-003	0.00116632742	-3.87132715
Carnada1	3.321279e-001	0.05932744869	5.59821599
Carnada2	5.321180e-001	0.05395576459	9.86211524
Carnada3	-1.720733e-001	0.03195391210	-5.38504712
Carnada4	-1.526077e-001	0.05598778179	-2.72573256
Carnada5	1.280925e-002	0.03265605138	0.39224729
Carnada6	-7.357939e-002	0.02027933908	-3.62829315
Carnada7	-2.765906e-002	0.00795095645	-3.47870805
Carnada8	-2.025694e-001	0.03454902938	-5.86324406
Carnada9	-9.659780e-003	0.01039543526	-0.92923289
Carnada10	2.196398e-003	0.00776470332	0.28286950
Carnada11	1.641779e-002	0.00658754443	2.49224742
Carnada12	5.146457e-003	0.00438829436	1.17276935
Carnada13	1.465525e-002	0.00416443526	3.51914529
Carnada14	1.692448e-002	0.00606564509	2.79021932
Carnada15	-2.355819e-003	0.00349285766	-0.67446752
Carnada16	-2.379030e-002	0.01174814018	-2.02502680
Carnada17	-1.330433e-003	0.00661394117	-0.20115593
Carnada18	-8.277526e-003	0.00324383826	-2.55176915
Carnada19	-7.515953e-003	0.00661105429	-1.13687663
Carnada20	1.329337e-002	0.00617848699	2.15155779
Carnada21	-9.782185e-004	0.00439245806	-0.22270412
Carnada22	4.751994e-003	0.00197418307	2.40706855
Carnada23	-1.026680e-003	0.00162234427	-0.63283718
Carnada24	5.379117e-003	0.00315585185	1.70448961
Carnada25	-5.607982e-003	0.00334656534	-1.67574251
Carnada26	9.856135e-003	0.00403225291	2.44432458
Carnada27	2.239679e-002	0.00326318665	6.86347141
Carnada28	-4.200456e-003	0.00352124241	-1.19289032
Carnada29	7.344727e-003	0.00320014357	2.29512412
Equipo1	2.546775e-001	0.09282342905	2.74367731
Equipo2	1.987035e-001	0.03344986666	5.94033872
Equipo3	-3.379161e-003	0.01810624829	-0.18662955
Equipo5	4.529677e-002	0.01088118864	4.16285153
No.días	-3.710988e-003	0.00242943074	-1.52751344
No.Lances	5.824936e-002	0.00910344981	6.39860276
Fecha1	1.248977e-001	0.01335384420	9.35294168
Fecha2	1.009259e-002	0.00975806391	1.03428175
Fecha3	-4.420172e-003	0.00462536813	-0.95563679
Area1	-5.549201e-002	0.01137250050	-4.87949025
Area2	-2.767376e-002	0.00553747641	-4.99754070
No.anzuelos	3.132617e-006	0.00001227234	0.25525822
Temp	-1.856605e-002	0.00343430760	-5.40605467
Hrs.calado	-3.319104e-003	0.00162281729	-2.04527248
Hrs.repo.t	3.779559e-004	0.00052710212	0.71704491
Hrs.cobrado	7.141605e-003	0.00075033989	9.51782672

Continuación... Tabla 12 Coeficientes estimados para el *Modelo 2*.

Como se mencionó en el inciso d) (en la descripción de los datos), esta salida (tabla 15) nos da los grados de libertad total y de los residuos del modelo, así como, la desviación, misma que se tratan detalladamente en la tabla de desviación (tabla 16) del *Modelo2*:

Tabla 15 Grados de libertad y residuos del modelo 2.

(Parámetro de dispersión para familia de Poisson tomada para ser 1)
Desviación Nula: 10738.44 sobre 401 grados de libertad
Desviación Residual: 4228.907 sobre 318 grados de libertad
1 observación anulada debido a valores perdidos

3.2.1.1.2.1. Análisis de la desviación para el *Modelo 2*

Además de los coeficientes, el informe proporciona la tabla de las desviaciones. La columna de discrepancia representa la variación contabilizada por cada término ignorando los términos que le proceden y se observa que la variable *Barco* es la más significativa. Las variables relacionadas con el palangre como, *Carnada*, se encuentra en segunda instancia y poca variación para el resto (*Longitud total*, *Longitud reinal* y *tipo de anzuelo*). Tres variables relacionadas con los lances le siguen a esta última, En tercera, cuarta y quinta instancia están tres de las variables relacionadas con los lances, *Número de lances*, *Número de días y fecha*; y poca variación para *Área* y *Anzuelos Calados*. La última en importancia es la variable relacionada con el equipo técnico del barco, *Equipo*. Las variables restantes relacionadas con los

sucesos de captura (*Temperatura, Calado, cobrado y reposo*) presentan poca variación.

Como se ve en la tabla 15 y 16 el ajuste del *Modelo 2* tiene una desviación nula de 10,738.44 sobre 401 grados de libertad, entonces se considera que el ajuste del modelo a los datos es bueno debido que la desviación residual es de 4228.91 sobre 318 grados de libertad de los residuos. Recordemos que cuanto menor sea esta, mejor es el ajuste.

Tabla 16 Análisis de desviación del *Modelo 2*.

Análisis de Desviación				
Modelo Poisson				
Respuesta: Captura				
Términos agregados secuencialmente (primero al último)				
		Gl	Desviación	Gl-Resid. Desviación-Resid.
	NULL			401 10738.44
Tipo.de.anzuelo	5	51.399		396 10687.04
Barco	31	4571.708		365 6115.33
long.total	1	23.265		364 6092.07
long.del.reinal	1	58.287		363 6033.78
Carnada	29	554.670		334 5479.11
Equipo	4	131.428		330 5347.68
No.días	1	233.916		329 5113.77
No.Lances	1	494.960		328 4618.81
Fecha	3	163.014		325 4455.79
Area	2	61.886		323 4393.91
No.anzuelos	1	9.113		322 4384.79
Temp	1	45.274		321 4339.52
Hrs.calado	1	15.182		320 4324.34
Hrs.repo	1	5.454		319 4318.88
Hrs.cobrado	1	89.977		318 4228.91

Por lo tanto la variabilidad explicada por el *Modelo 2* es del 60.6% mientras que la variabilidad de la discrepancia residual es del 39.4% (4228.91) del total de la discrepancia (10738.44).

La figura 13 muestra el porcentaje de variación en los seis factores y nueve variables explicativa.

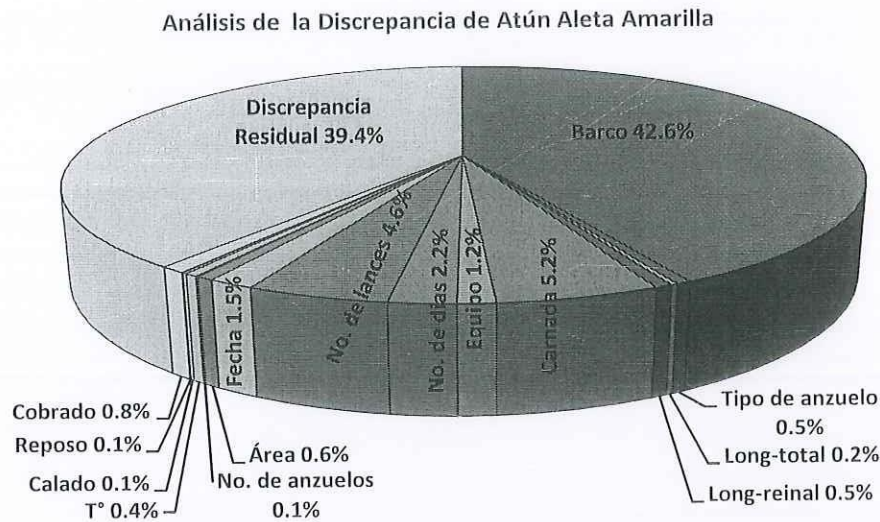


Figura 13 Porcentaje de variación del *Modelo 2*.

3.2.1.1.2.2. Diagnóstico del *Modelo 2*

A continuación se presentan los gráficos de los residuos totales y de ajuste normal del modelo (Figura 14) para tener una visión de cómo el modelo se ajusta a los datos.

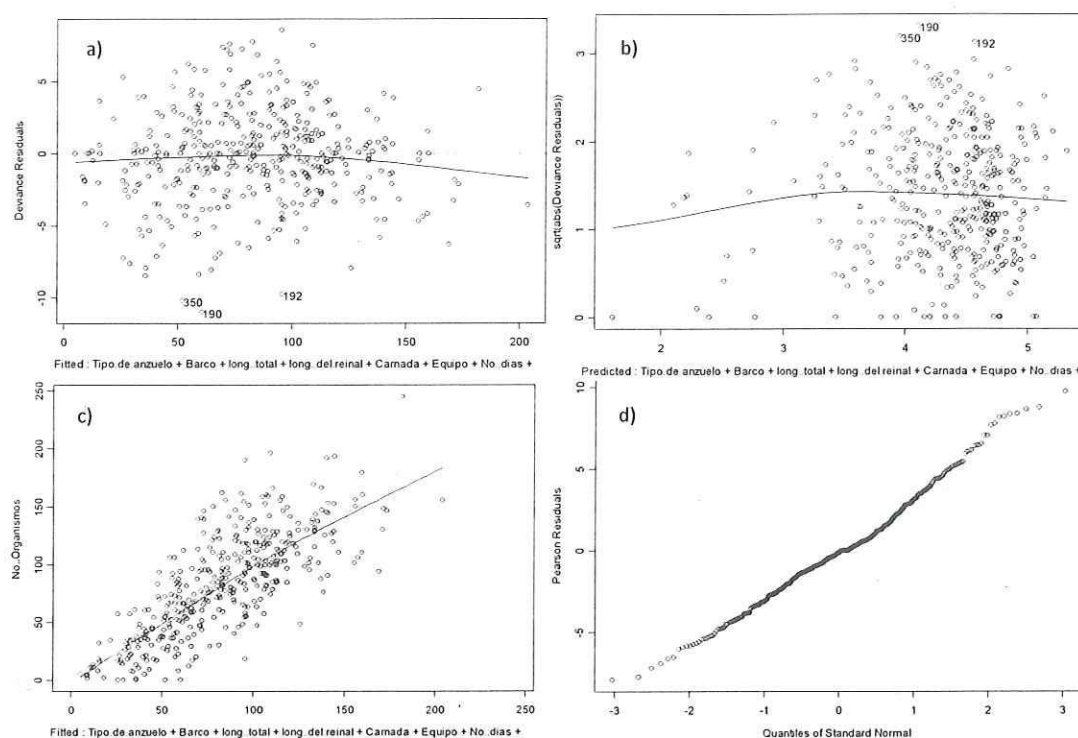


Figura 14 a) gráfico de los residuos de desviación frente a los valores ajustados y b) frente a los valores predichos, c) variable respuesta frente a los valores ajustados y d) gráfico de probabilidad normal de los residuos Pearson del *Modelo 2*.

En la figura 14 inciso a) se encuentra el gráfico de los residuos de desviación frente a los valores ajustados donde se observa que la varianza no se mantiene constante con la media, es decir, la dispersión de los residuos oscila más allá del cero. Los residuos tienen una escala más o menos grande, aunque hay una proporción de residuos negativa con un valor absoluto mayor que los residuos positivos.

En el panel superior derecho (figura 14 b) aparece el gráfico de la raíz cuadrada del valor absoluto de los residuos de desviación frente a los valores predichos en la escala de la variable respuesta original, *Captura*. Aparecen tres

puntos extremos, como se ve en los dos primeros gráficos (figura 14 a y b), correspondientes a datos con residuos negativos.

En el gráfico de la figura 14 inciso c) aparece la variable respuesta frente a los valores ajustados. Puesto que el modelo es lineal, los puntos deberían ajustarse a una recta y no presentar curvatura, lo que indicaría la falta de algún término cuadrático o una mala elección de la función enlace (link). Sin embargo, los datos se dispersan de la recta sobre la que deberían estar situados, lo cual indica que el ajuste no es demasiado bueno.

El último de los gráficos (figura 14 d), representa la probabilidad Normal de los residuos Pearson. Si los residuos se ajustaran perfectamente a la recta, su distribución sería exactamente Normal. Los residuos del extremo superior se desvían ligeramente de la recta, debido a la presencia de datos extremos, lo que quiere decir que la distribución de los residuos Pearson tiene una cola más gruesa que la distribución Normal.

A continuación los gráficos (figura 15) de los residuos parciales de cada factor y variables del *Modelo 2*.

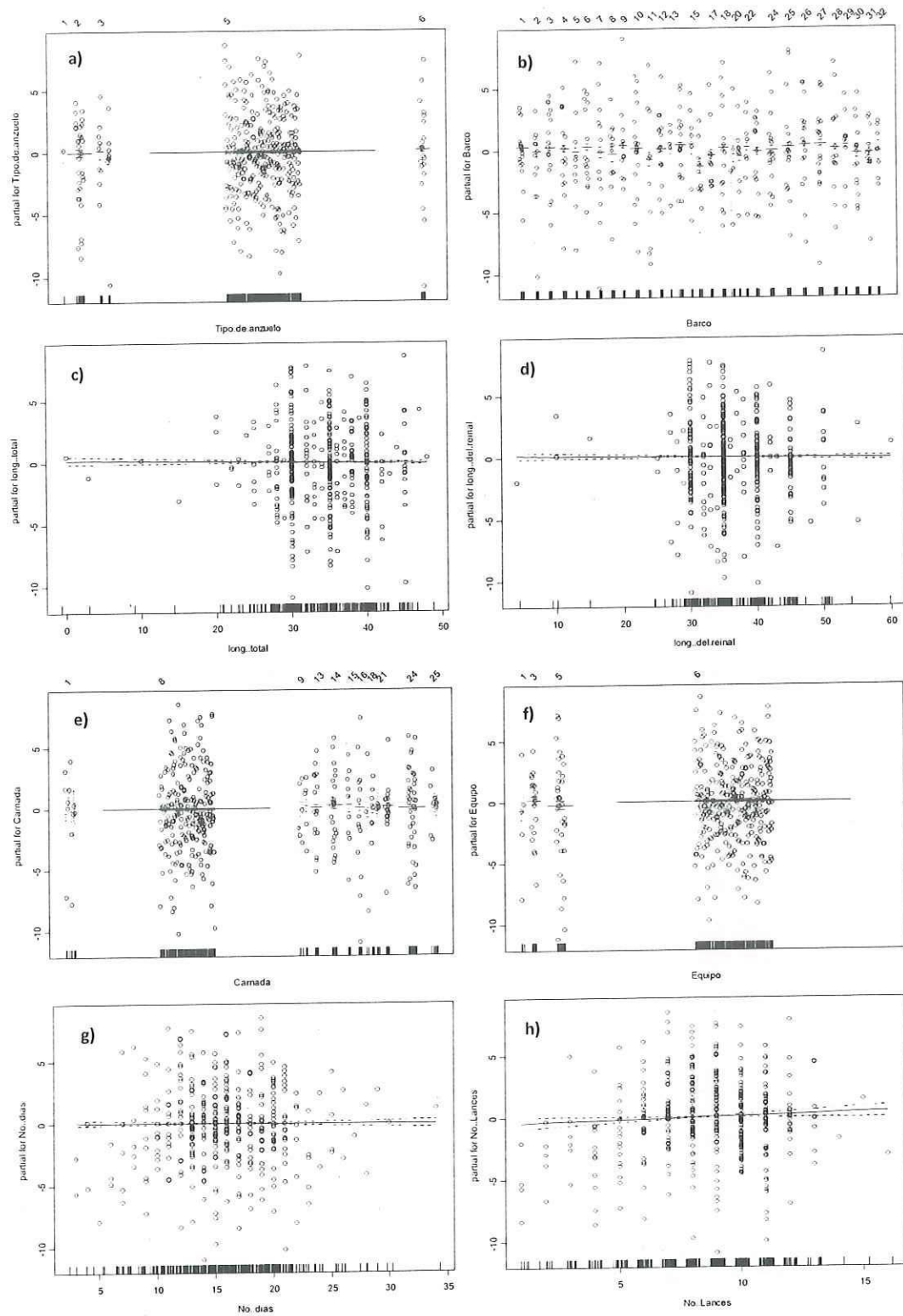
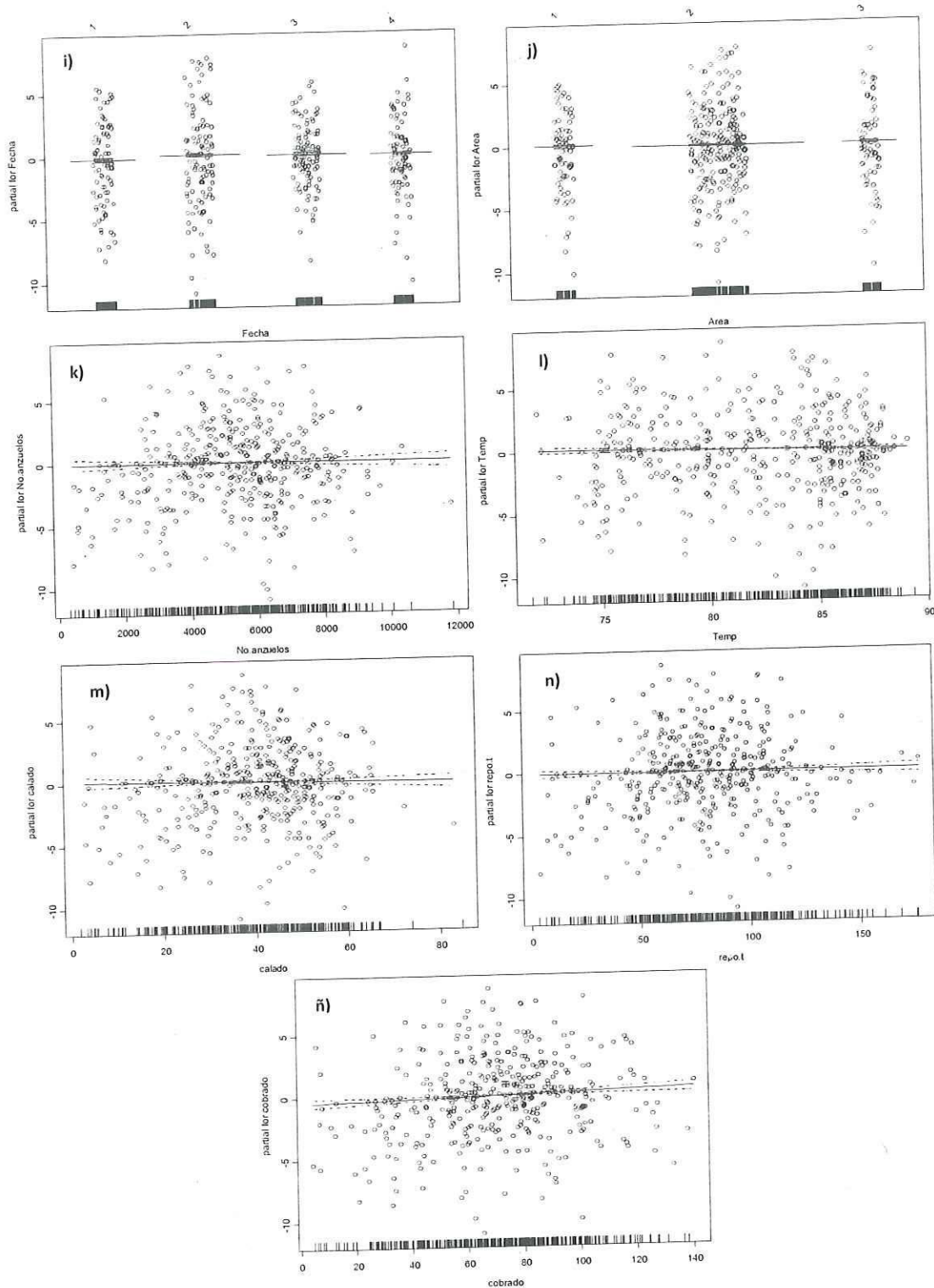


Figura 15 Gráficos de los residuos parciales del *Modelo 2*.



Continuación... Figura 15 Gráficos de los residuos parciales del modelo 2.

Cabe mencionar que los gráficos de los residuos parciales a las variables que son factores se les ajusta una constante para cada nivel y a las variables continuas o discretas, una recta cuya pendiente corresponde a su coeficiente estimado en el modelo.

Los efectos de la mayoría de las variables (*Tipo de anzuelo, Longitud-total, Longitud-reinal, Área, Número de anzuelos, Temperatura, calado, reposo y cobrado*) en el *Modelo 2* se mantienen estables (figura 15 a, c, d, j, k, i, m, n) y ñ)), por los que estas variables no son tan significativas. Mientras que los factores *Barco, Carnada, Equipo y Fecha* (figura 15 b, e, f, i) son importantes ya que presentan una mayor variación entre sus distintos niveles correspondientes de cada factor. Como era de esperarse la variable *Número de lances* (figura 16 h) tiene una influencia ligeramente positiva sobre la respuesta, es decir, a medida que el número de lances aumentan, la *Captura* aumenta. Lo mismo se esperaba para el *Número de días* (Figura 15 g), sin embargo su efecto es negativo.

Estos gráficos indican que el modelo se ajusta bien a los datos a excepción de la última gráfica descrita.

3.2.1.1.3. *Modelo 3*

Un criterio para discriminar es utilizar la tabla de desviaciones anterior e incluir sólo las variables que sean significativas y volver a ajustar el modelo sin ellas. (Soto R., 2001).

De las 15 variables explicativas en el *Modelo 2*, seis fueron importantes (tabla 16 y figura 15). Las más significativas en la tabla de desviaciones son *Barco*, *Carnada*, *Equipo*, *Fecha* (variables tipo factor), *No de lances* y *No. de días* (variables discretas), quedando el *Modelo 3* de la siguiente manera (tabla 15):

$$\text{Captura} = \text{Barco} + \text{Carnada} + \text{Equipo} + \text{Número de días} + \text{No. Lances} + \text{Fecha} + \varepsilon$$

La salida que S-Plus proporciona como resultado del *Modelo 3* es la siguiente:

Tabla 17 Informe de la creación del *Modelo 3*.

*** Modelo Lineal Generalizado ***

```
Call: glm (fórmula = Captura ~ Barco + Carnada + Equipo + No.días +
No.Lances + Fecha, family=poisson(link=log), archivo=modelo2,
na.action=na.exclude, control=list(epsilon=0.0001, maxit=50, trace=F))
```

La tabla 18 muestra el vector de los estadísticos de los residuos:

Tabla 18 Vector de los estadísticos de los residuos del *Modelo 3*.

Residuos de desviación				
Mín.	1Q	Mediana	3Q	Máx.
-12.67882	-2.154215	-0.1095071	1.67427	8.476246

Observando los coeficiente de cada factor (tabla 19), se puede notar que esta vez la variable más significativa en el modelo es *No. de lances*, tiene influencia positiva y un valor absoluto bastante alto respecto al resto de los coeficientes. Esta variable es una de las más significativas en el análisis. Cabe mencionar que la variable *No. de días*, es positiva al contrario del MLG anterior.

Tabla 19 Coeficientes estimados para el Modelo 3.

Coeficientes:			
	Valor	Error Estándar	Valor T
(Intercepto)	3.2564851633	0.055022661	59.18443659
Barco1	-0.0921283366	0.028150423	-3.27271584
Barco2	0.0917128352	0.012600562	7.27847155
Barco3	-0.0366288076	0.009384314	-3.90319494
Barco4	-0.0678167143	0.009767088	-6.94339127
Barco5	0.0395391655	0.004920578	8.03547255
Barco6	-0.0302182324	0.007198417	-4.19789950
Barco7	-0.0251819584	0.006586971	-3.82299492
Barco8	0.0327851005	0.003884958	8.43898499
Barco9	-0.0005263216	0.003058217	-0.17210083
Barco10	-0.0703892851	0.006094404	-11.54982190
Barco11	0.0013529284	0.002848962	0.47488462
Barco12	0.0120491291	0.003611853	3.33599690
Barco13	0.0186497319	0.001997978	9.33430368
Barco14	-0.0057635073	0.006717163	-0.85802704
Barco15	-0.0934214021	0.005544442	-16.84955953
Barco16	-0.0303586194	0.003067376	-9.89725993
Barco17	0.0041545456	0.001926463	2.15656698
Barco18	-0.1112965862	0.023614092	-4.71314275
Barco19	-0.0182302648	0.004592680	-3.96941740
Barco20	-0.0222524141	0.003155593	-7.05173829
Barco21	0.0131571066	0.002213468	5.94411427
Barco22	-0.0046401178	0.002035637	-2.27944211
Barco23	0.0010489178	0.001637491	0.64056388
Barco24	0.0131180109	0.001348161	9.73030313
Barco25	0.0169599672	0.001271809	13.33531237
Barco26	0.0162848431	0.001208452	13.47578641
Barco27	0.0064329156	0.001311087	4.90655304
Barco28	0.0145157273	0.001441269	10.07149302
Barco29	-0.0082377324	0.001933060	-4.26149762
Barco30	-0.0062657731	0.001431887	-4.37588619
Barco31	-0.0043190489	0.002969216	-1.45460907
Carnada1	0.2099071664	0.055385980	3.78989713
Carnada2	0.5406860778	0.052844632	10.23161783
Carnada3	-0.1864424385	0.031553804	-5.90871514
Carnada4	-0.2611111741	0.053764516	-4.85657076
Carnada5	0.0585143041	0.031683117	1.84686074
Carnada6	-0.0211958996	0.019781211	-1.07151677
Carnada7	-0.0183846163	0.007742923	-2.37437688
Carnada8	-0.1836927704	0.034272772	-5.35972902
Carnada9	-0.0064703483	0.010190018	-0.63496930
Carnada10	0.0003647107	0.007486383	0.04871654
Carnada11	0.0196821415	0.006217087	3.16581413
Carnada12	0.0082765617	0.004308612	1.92093437
Carnada13	0.0129793900	0.004097912	3.16731780
Carnada14	0.0169855775	0.005793766	2.93169901
Carnada15	-0.0071368439	0.003296730	-2.16482519
Carnada16	-0.0398924016	0.011551721	-3.45337302
Carnada17	0.0007590828	0.006477238	0.11719235
Carnada18	-0.0030919110	0.003179086	-0.97257864
Carnada19	-0.0053598877	0.006582115	-0.81431090
Carnada20	0.0217918204	0.006087600	3.57970645
Carnada21	0.0042869357	0.004316282	0.99320097
Carnada22	0.0052656079	0.001934529	2.72190732
Carnada23	0.0020584628	0.001599156	1.28721813
Carnada24	0.0062015463	0.003115204	1.99073524

Carnada25	-0.0039621394	0.003310721	-1.19676041
Carnada26	0.0086340278	0.003991738	2.16297468
Carnada27	0.0215230965	0.003197304	6.73163861
Carnada28	0.0001715303	0.003435009	0.04993592
Carnada29	0.0094253497	0.002961571	3.18255089
Equipo1	0.3383104058	0.091044215	3.71589130
Equipo2	0.1965510370	0.032779166	5.99621839
Equipo3	-0.0016989095	0.017210710	-0.09871235
Equipo5	0.0322408866	0.010446006	3.08643204
No.días	0.0072822661	0.002173398	3.35063681
No.Lances	0.0837479432	0.003790730	22.09283000
Fecha1	0.0586282096	0.010053004	5.83190936
Fecha2	-0.0440137383	0.005441492	-8.08854287
Fecha3	-0.0169164876	0.004020884	-4.20715620

Continuación... Tabla 19 Coeficientes estimados para el *Modelo 3*.

Es interesante comparar los coeficientes de la variable *Barco* entre los dos modelos, ya que esta variable es la que representa directamente las capturas por viaje. Los coeficientes de los *modelos 2 y 3* ahora son distintos, debido a la nueva codificación de los factores. Es decir, los estimadores de los coeficientes han cambiado, pero sus tendencias no (Figura 16).

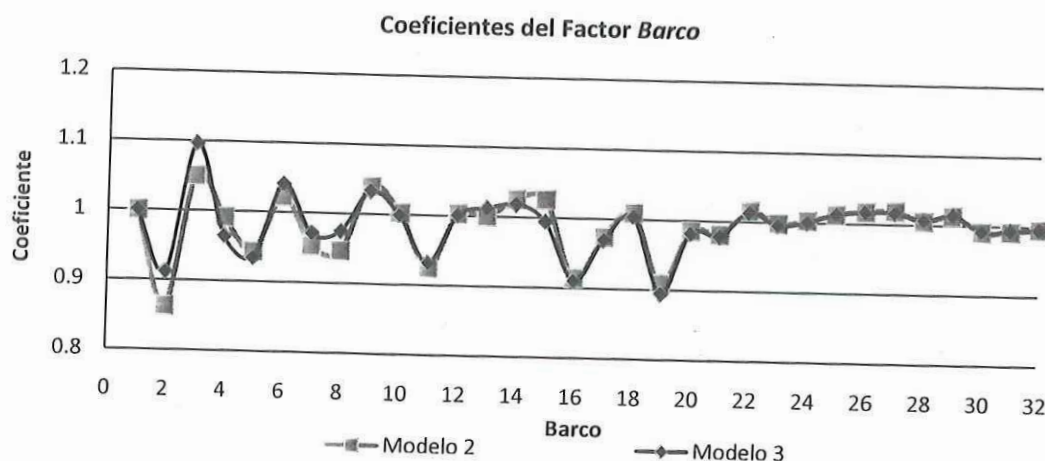


Figura 16 Series de coeficientes del factor *Barco* de los *modelos 2 y 3*.

Como ya se mencionó en el inciso d) (en la descripción de los datos) y en el *Modelo 2*, esta salida (tabla 20) nos da los grados de libertad total y los

residuos del modelo, así como la desviación, misma que también se trata detalladamente en la tabla de desviación (tabla 21) del *modelo3*:

Tabla 20 Grados de libertad y residuos del *modelo 3*.

(Parámetro de dispersión para familia de Poisson tomada para ser 1)	
Desviación Nula:	10738.44 sobre 401 grados de libertad
Desviación Residual:	4568.353 sobre 332 grados de libertad
1 observación anulada debido a valores perdidos	

3.2.1.1.3.1. Análisis de la desviación para el *Modelo 3*

En la tabla 21 se muestra que la desviación nula no ha cambiado (10738.44 sobre 401 grados de libertad), en cambio, la desviación residual ha aumentado muy poco (4568.35 sobre 332 grados de libertad), aun sabiendo esto se considera que el ajuste del *Modelo 3* a los datos es bueno.

Sin duda, la variable *Barco* es la más significativa, ya que está referida directamente a las capturas por viaje. Nótese que la importancia de los niveles de cada factor sigue manteniéndose igual.

Tabla 21 Análisis de desviación del *Modelo 3*.

Análisis de Desviación				
Modelo Poisson				
Respuesta: Captura				
Términos agregados secuencialmente (primero al último)				
	Gl	Desviación	Gl-Resid.	Desviación-Resid.
NULA			401	10738.44
Barco	31	4542.553	370	6195.89
Carnada	29	584.608	341	5611.28
Equipo	4	120.675	337	5490.60
No.días	1	209.250	336	5281.35
No.Lances	1	563.620	335	4717.73
Fecha	3	149.382	332	4568.35

Por lo tanto la variabilidad explicada por *modelo 3* es del 57.5% con una discrepancia residual del 42.5% (4568.35) del total de la discrepancia nula (10738.44) como ve en la figura 17, donde también se muestra el porcentaje de variación de cada una de las variables explicativas.

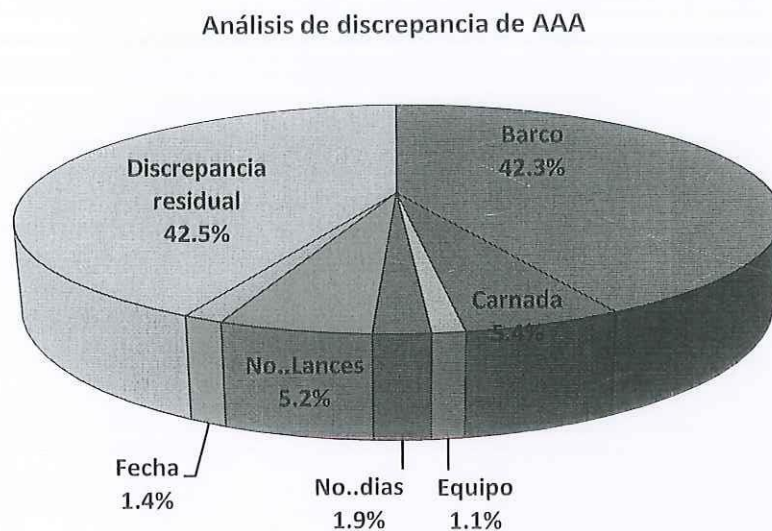


Figura 17 Porcentaje de la variación del *Modelo 3*

3.2.1.1.3.2. Diagnósis del *Modelo 3*

A continuación se presentan los gráficos de los residuos totales y de ajuste normal del modelo (Figura 18).

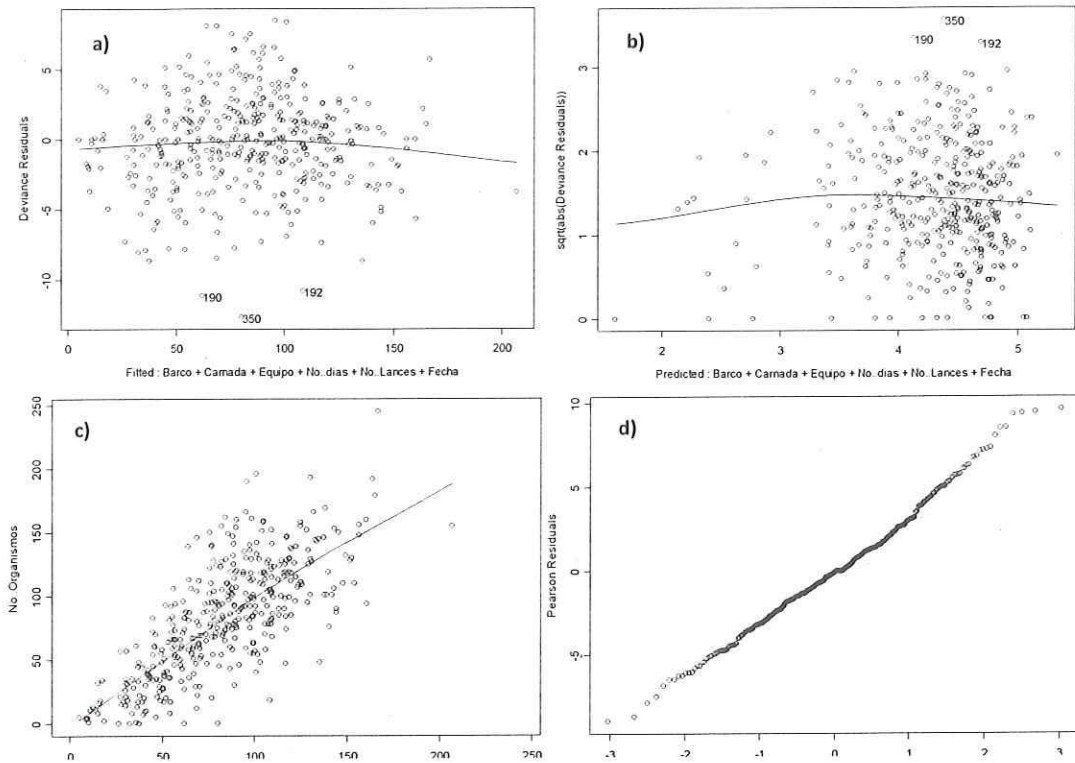


Figura 18 a) gráfico de los residuos de desviación frente a los valores ajustados y b) frente a los valores predichos, c) variable respuesta frente a los valores ajustados y d) gráfico de probabilidad normal de los residuos Pearson del *modelo 3*.

A simple vista, en la figura 18 no se aprecian grandes cambios respecto al modelo inicial, el ajuste es prácticamente el mismo. Veamos si los residuos parciales han variado (figura 19).

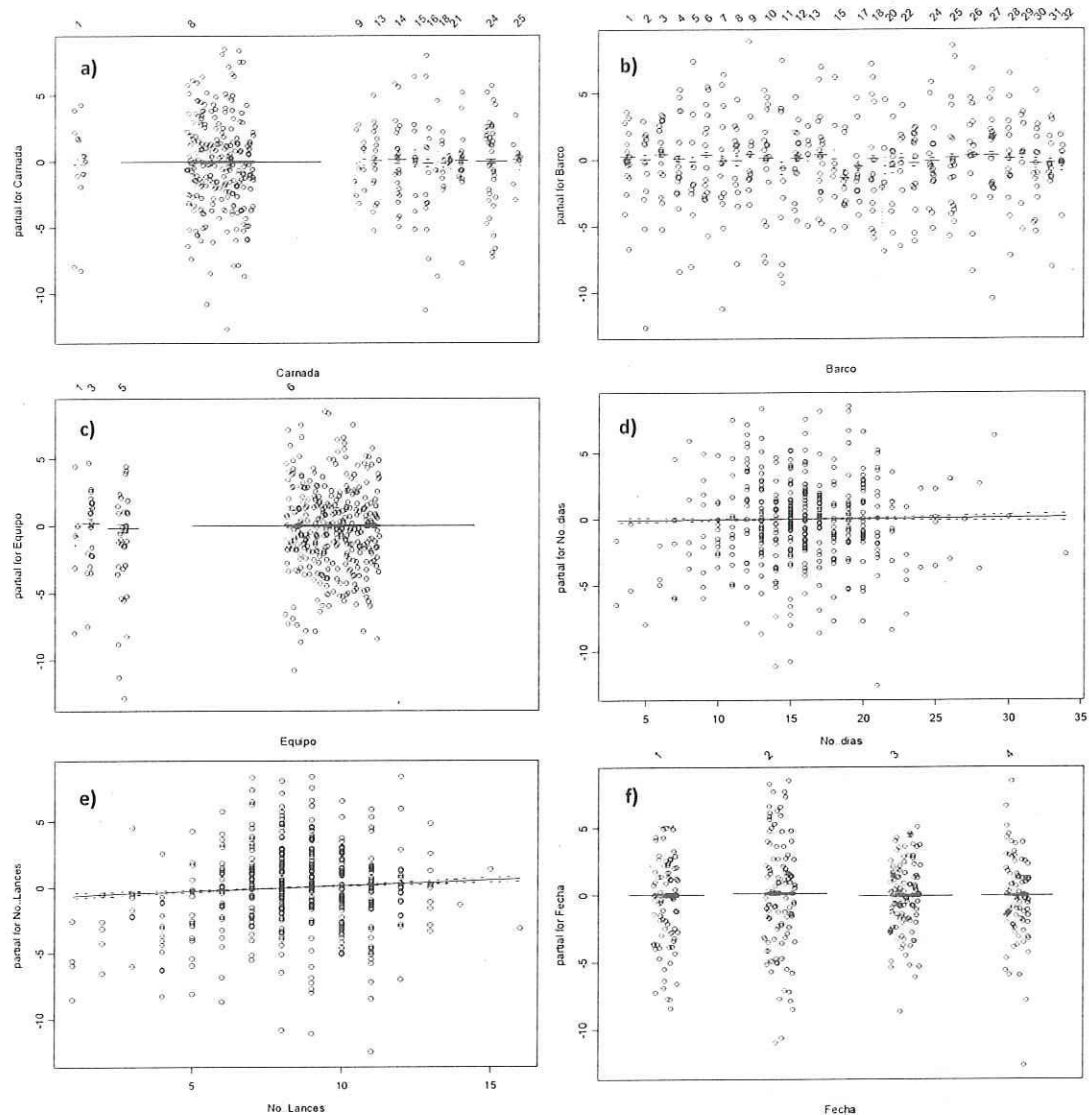


Figura 19 Gráficos de los residuos parciales del Modelo 3.

Al eliminar las variables *longitud total*, *longitud del reinal*, *Fecha*, *Área*, *No. de anzuelos*, *T°*, *Calado*, *Reposo* y *Cobrado* del Modelo 2, el efecto positivo del *No. de lances* (figura 19 e) se acentúa aun más y la variable *No. de días* (figura 19 d) ahora tiene un efecto positivo. Las variables discretas para el Modelo 3 presentan una influencia positiva sobre la variable respuesta, es

decir, a medida que el número de lances y el número de días aumentan, la *Captura* crece.

En cuanto a los factores restantes: *Barco*, *Carnada*, *Equipo* y *Fecha* (figura 19 a-c, y f) se mantienen más o menos igual que en el *Modelo 2* y los gráficos de los residuos totales nos indican que el modelo se ajusta bien a los datos (figura 18).

3.2.2. Determinación de los factores que influyen en la eficiencia.

Este último modelo permite realizar predicciones de esfuerzo relativo en cada uno de los factores estimados por el MLG. En la figura 20 se muestran los coeficientes relativos a las variables *Barco*, *Carnada*, *Equipo* y *Fecha* en escala no logarítmica que equivale al esfuerzo relativo a sus categorías tomando como referencia la primera categoría de cada factor igual a cero.

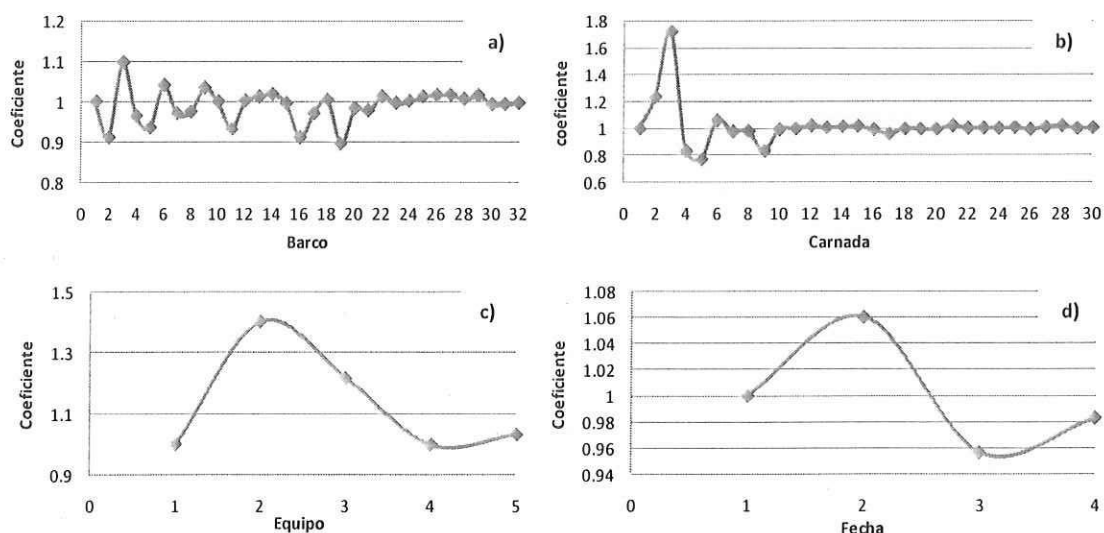


Figura 20 Coeficientes de la variable *Barco* (a), *Carnada* (b), *Equipo* (c) y *Fecha* (d) del *Modelo 3* en escala no logarítmica.

Para tener una idea más clara de las predicciones del esfuerzo relativo a categoría que nos permite realizar el MLG, se ordenaron los distintos niveles de cada factor, de mayor a menor, según su eficacia como se muestra en la tabla 22, el cual se explica de la siguiente manera:

Los barcos 3, 6, 9, 14, 26, 27, 29, 22, 25 y 13 fueron las diez tripulaciones de mayor eficiencia en la flota palangrera de AAA para el Golfo de México durante el 2004.

En este mismo año, las tres carnadas que mejor resultado obtuvieron para la captura del atún según el modelo, fueron: sardina viva (3), ojón muerto (2) y calamar muerto (6), el resto se mantuvo casi constante.

Con respecto al equipo de los barcos, los que mejor desempeño tuvieron para la actividad pesquera son aquellos que contaron con videosonda (2) y/o radiogoniómetro (3).

Finalmente, los mejores meses para la captura de AAA, según el MLG fue el trimestre 2 (abril-junio), seguido por el trimestre 1 (enero-marzo), 4 (octubre-diciembre) y 3 (julio-agosto).

Tabla 22 Esfuerzo relativo a categoría en cada una de las variables, los niveles de cada factor están ordenados de mayor a menor según su eficiencia

EFICIENCIA	Categoría			
	Barco	Carnada	Equipo	Fecha
1	3	3	2	2
2	6	2	3	1
3	9	6	6	4
4	14	21	1	3
5	26	28	5	
6	27	12		
7	29	15		
8	22	14		
9	25	30		
10	13	27		
11	28	13		
12	18	25		
13	12	23		
14	24	22		
15	1	24		
16	10	18		
17	32	11		
18	23	29		
19	15	1		
20	31	19		
21	30	26		
22	20	20		
23	21	10		
24	8	16		
25	7	8		
26	17	7		
27	4	17		
28	5	9		
29	11	4		
30	2	5		
31	16			
32	19			

Del esfuerzo relativo a categoría (tabla 22), se tomó la variable *Barco* para comparar la eficiencia de las 32 embarcaciones con la captura total (número de organismos) y el esfuerzo pesquero (número de viajes, número de lances y número de días trabajados) realizado durante el 2004 (anexo II).

En la tabla 23 se observa que no necesariamente el barco más eficiente es aquel que presenta las mayores capturas, por ejemplo el barco 14 presentó el cuarto lugar en eficiencia pero el primer lugar en capturas, tercero en número de viajes, segundo en lances y cuarto en el número de días trabajados. En cambio, el barco 9 es uno de los más eficientes ya que muestra el tercer lugar en eficiencia, sin embargo el décimo lugar en capturas, noveno en viajes, décimo quinto en lances y décimo octavo en días trabajados.

Opuesto a lo anterior, el barco 1 y 10 presentaron el décimo quinto y décimo sexto lugar en eficiencia, respectivamente. El barco 1 fue de los que más esfuerzo realizó, a pesar de esto no estuvo dentro de los primeros lugares en captura. El barco 10 obtuvo los primeros lugares en captura y esfuerzo pesquero a excepción del número de días trabajados.

Tabla 23 Comparación de la eficiencia de la variable Barco con respecto a la captura, viajes, lance y días de trabajo.

BARCO	Eficiencia	Captura	Viaje	Lance	Días trabajados
3	1	2	4	8	3
6	2	8	5	10	1
9	3	10	9	15	18
14	4	1	3	2	4
26	5	4	3	5	3
27	6	7	2	7	8
29	7	18	11	20	26
22	8	23	12	22	27
25	9	5	2	3	6
13	10	26	14	24	28
28	11	11	6	11	7
18	12	13	5	11	13
12	13	9	4	10	4
24	14	14	2	6	11
1	15	6	1	4	2
10	16	3	2	1	5
32	17	25	12	22	20
23	18	20	6	18	19
15	19	22	13	22	22
31	20	21	8	17	17
30	21	19	5	16	15
20	22	31	15	26	29
21	23	29	11	25	25
8	24	16	7	12	16
7	25	12	7	9	10
17	26	24	8	19	14
4	27	15	5	13	9
5	28	27	10	21	24
11	29	28	10	16	21
2	30	17	7	14	12
16	31	30	8	23	23
19	32	32	16	27	30

4. DISCUSIÓN

4.1. Base de Datos

La calidad de la base de datos recabados por los observadores científicos del PNAAPD es buena de acuerdo a lo revisado y analizado en este estudio. Sin embargo, para aquellos estudiantes o investigadores que deseen trabajar con la Base de Datos de Atún se recomienda tener mucho cuidado debido a que existen esporádicamente datos anómalos. Una recomendación es la estandarización de todas las unidades de medición ya que en algunos lances no esta toda la información o no había seguridad de cómo se tomaron algunas medidas.

4.2. Características del palangre empleado en el Golfo de México

El palangre pelágico o de deriva es particularmente importante en la pesca de especies de alto valor comercial (Chocca *et al.*, 2000) como el AAA y sus características (tabla 10) coinciden con los trabajos reportados por INP (actualmente INAPESCA), Sosa-Nishizaki *et al.* (2001), Solana-Sansores y Ramírez-López (2006) y Jurado-Molina y Ramírez-López (2008). Estas características se han mantenido a través de los años (Sosa-Nishizaki *et al.*, 2001), excepto el tipo de anzuelo. Estos trabajos mencionan que el anzuelo mayormente utilizado fue el de tipo Garra de águila o Circular (No. 16/0) al igual que el INP-SAGARPA (2000) en la publicación "Sustentabilidad y Pesca Responsable en México Evaluación y Manejo 1999-2000", también menciona que el anzuelo de tipo circular o garra de águila (No. 16/0) es utilizado en un

95% de los viajes y ocasionalmente se usa el anzuelo conocido como Noruego o Recto. Contrario a lo anterior, en el presente estudio se encontró que el anzuelo mayormente empleado por la flota palangrera durante el 2004 fue el de tipo Noruego en un 81.3% (No. 16/0) de los viajes. Esto coincide con lo reportado por el "Catálogo de los sistemas de captura de las principales pesquerías" (INP-SEMARNAP, 2000). Cabe señalar, que esporádicamente se utilizaron los anzuelos conocidos como: garra de águila (8.7%), huachinanguero (2.5%), japonés (2%) y americano (0.2%), mientras que el 5.2% no fue identificado. Aunado al tipo de anzuelo y como medida de mitigación, se han desarrollado experimentos con varios tipos de anzuelos y carnadas, los cuales indican que al usar anzuelos de tipo circular se pueden liberar las tortugas sin causarles daños graves posteriores a su liberación (Santana-Hernández y Valdez-Flores, 2006). El diseño de los anzuelos tipo circular o redondo, tiene la cualidad de que las tortugas no se enganchan desde la garganta (Watson *et al.*, 2003 en Santana-Hernández y Valdez-Flores, 2006).

Como carnada frecuentemente se utilizan peces vivos, que suelen ser capturados por las mismas embarcaciones mediante varas y líneas con múltiples anzuelos, usando como señuelos fragmentos de material sintético. La especie preferida es el carángido "ojón" (*Selar crumenophthalmus*) (INP-SAGARPA, 2000). Sin embargo, para el 2004 se encontró que no solo la carnada utilizada es por preferencia sino también por cuestiones de abundancia (comunicación personal de un observador científico) pues la carnada mayormente utilizada fue la combinación, OvSm (ojón vivo-sardina muerta) en

el 59 % de los viajes. En general se utilizó carnada viva lo cual ha sido reportado en otros estudios (Jurado-Molina y Ramírez-López, 2008).

Los puertos base al igual que las características del palangre se han mantenido a través de los años. El estado de Veracruz y en particular el puerto de Tuxpan (91.1% de la flota) es el principal puerto.

Finalmente, el equipo queda integrado con accesorios de señalización y localización (INP-SAGARPA, 2000), radio-boyas (3 por embarcación en promedio), banderines y pantallas reflectoras de radares (de siete a diez unidades) y lámparas de luz intermitente (de una a tres unidades; Sosa-Nishizaki *et al.*, 2001). Solo una mínima parte de los viajes realizados en el 2004 contó con cobra-líneas (12.7%), ecosonda (10.7%) y sonar (7.6%). Lo que deduce, que el grado de desarrollo tecnológico es bajo en esta pesquería del Golfo de México. Esto se manifiesta principalmente en la reducida autonomía de las embarcaciones, carencia de sistemas de conservación, navegación, ecodetección y maquinaria pesquera para embarcaciones menores (INP-SEMARNAP, 2000). Dos de los sistemas prioritarios con los que debe contar cada embarcación en todo viaje son: la videosonda y el radiogoniómetro, ambos aparatos presentes en un 83.8 y 98% de los viajes realizados (tabla 11). La videosonda es un equipo electroacústico que transmite una señal que rebota en el fondo marino y muestra (lo que hay directamente bajo el barco) al usuario la existencia de un cardumen a través de una imagen registrada en corte vertical. De esta manera el capitán puede determinar, según el calado (largo) de su red, si es conveniente o no realizar un lance de captura (García, 2007). Por

su parte, el radiogoniómetro constituye una de las técnicas clásicas en radiolocalización o búsqueda de fuentes de emisión de ondas electromagnéticas (González-León, 2007), es decir ayuda a la localización de las radioboyas. Estas constan de un cuerpo cilíndrico dentro del cual se encuentra un transmisor y una fuente de energía de 24 volts, que emite una señal a una frecuencia determinada que es recibida y localizada por el radiogoniómetro del barco (Chocca, *et al.*, 2000).

4.3. Eficiencia de la captura

El esfuerzo pesquero de AAA con palangre en el Golfo de México en el 2004 registró 32 embarcaciones, que en conjunto realizaron 402 viajes efectivos y 6 fueron anulados por razones técnicas o/y ambientales, sumando un total de 408 viajes. Es importante señalar que para los análisis de esfuerzo y abundancia, se debe considerar solo a los viajes efectivos y no aquellos cancelados por tormentas o averías, ya que se obtendrían sesgos en los cálculos de captura promedio por crucero o embarcación. Por ejemplo, Solana-Sansores y Ramírez-López (2006) analizan la pesquería de atún en el Golfo de México de 2004; y Jurado-Molina y Ramírez-López (2008) presentan las estadísticas de captura y esfuerzo de los túnidos tropicales, durante el período 2000-2006, en ambos trabajos se reportan 408 viajes realizados durante el 2004, cuando en realidad fueron 402 cruceros.

Como ya se mencionó, el análisis de la captura se hizo con base al número de organismos debido a que los observadores no cuentan con una báscula, y los pesos que se presentan en las bitácoras son aproximaciones, por lo tanto, los cálculos podrían tener un margen de error mayor. Sin embargo, se toma en cuenta el peso de la captura total para poder comparar con la Norma Oficial Mexicana NOM-023-PESC-1996, la cual establece una captura anual sostenible de 1,500 toneladas que se debe obtener con un esfuerzo pesquero de 1,400,000 anzuelos, equivalente a 45 barcos palangreros. Por lo tanto, la flota pesquera de AAA (compuesta por 32 embarcaciones) del 2004 estuvo dentro de los límites de captura ya que se obtuvieron 33,238 especímenes que representan un peso aproximado de 1,180 toneladas. No siendo así para el esfuerzo pequero, ya que la cantidad de anzuelos calados sobrepasó hasta un 149% (2,095,606).

La captura total calculada en este estudio fue de 33,238 organismos y difiere de los valores que señalan Solana-Sansores y Ramírez-López (2006), y Jurado-Molina y Ramírez-López (2008) con 33,686 organismos (peso aproximado de 1,207 toneladas), en estos estudios se utilizó la información del muestreo biológico que incluye organismos descartados y liberados vivos. El informe de capturas de AAA en realidad muestra una captura de 36,033 especímenes (1,202 toneladas), de los cuales 1,326 se descartaron y 1,469 fueron liberados vivos. Los motivos no se adjuntan a la base de datos, pero se supone que los atunes descartados pudieron haber estado incompletos y los liberados vivos por no presentar la talla mínima reglamentaria de captura.

Del informe de muestreo se observó una distribución de tallas de 21.6 a 184.4 cm de longitud furcal (LF), presentando los mayores porcentajes de 128.4 - 139.6 cm de LF (74.7%), seguida por la talla de 150.8 - 162 cm (14.1%) y 106 - 117.2 cm (8.6%). De acuerdo con Albaret (1977), a partir de los 108 cm de LF todos los organismos de AAA son sexualmente maduros. Lo anterior hace suponer que el arte de pesca empleado (palangre) es altamente selectivo ya que incide fundamentalmente sobre organismos adultos de AAA y apoya lo mencionado por la norma oficial mexicana, NOM-023-PESC-1996.

Por otra parte, el muestreo presentó porcentajes mínimos de captura con tallas de 27.6 a 61.2 cm de LF (0.4%), mucho menos del 10% de la captura nominal (peso total de la captura de túnidos en un viaje de pesca) como lo establece la norma oficial mexicana de emergencia NOMEM-04-PESC-2001. Esta misma norma determina que la talla mínima de captura de AAA es de 60 cm (equivalente a 4 kg de peso por individuo). Con base a lo encontrado, es conveniente seguir utilizando anzuelos del número 16/0 con el fin de asegurar la captura de ejemplares de tallas superiores a la de primera reproducción. (INP-SEMARNAP, 2000).

Según el INP-SAGARPA (2000), en la pesca de AAA en superficie (cerco y vara) la proporción de captura favorece a los machos y en profundidad (palangre) a las hembras. Sin embargo, la mayoría de las capturas durante el 2004 fue integrada por machos (55%) y no por hembras (40%). Se sabe, que los orinques unen las boyas con la línea madre y su longitud determina la profundidad de la misma. A su vez, la profundidad de trabajo del anzuelo se

logra con base al largo de orinques y reinales (Chocca et al., 2000). Generalmente, la longitud de los orinques suele variar entre 45 a 55 m y los reinales de 13 a 23m (INP, 2000). En el presente estudio, la mayoría de los barcos mostraron orinques de 40 m y reinales de 13 m, lo que hace suponer que el predominio de los machos durante el 2004 se deba a que las capturas AAA fueron a menor profundidad.

4.3.1. Comparación de la captura por lance y viaje.

El primer análisis exploratorio, *Modelo 1*, presentó mucha incertidumbre ya que explicó solo el 18,9% de la variabilidad en la captura, sin embargo el *Modelo 2* fue un tanto mejor, porque explicó el 60.6%. Es importante mencionar que de las 15 variables explicativas analizadas en el *Modelo 2*, seis fueron significativas (*Barco, Carnada, Equipo, Fecha, Número de lances y Número de días*). Asimismo recordemos que uno de los criterios para discriminar es utilizar la tabla de desviaciones e incluir solo las variables que sean significativas y volver a ajustar el modelo sin ellas (Soto, 2001). Tomando en cuenta este criterio, se crea el *Modelo 3*. Por ende, del análisis de desviación del *Modelo 2* (tabla 16) se consideraron solo las seis variables más importantes, antes mencionadas.

Como se observa en el análisis de las desviaciones (tabla 16 y 21) y los gráficos de los residuos (figura 14 y 18), se puede decir que tanto el *Modelo 3* como el *Modelo 2*, se ajustan bien a los datos. Sin embargo, se nota que al

eliminar las variables *Tipo de anzuelo*, *Longitud-total*, *Longitud-reinal*, *Área*, *Número de anzuelos*, *Temperatura*, *calado*, *reposo y cobrado* (para realizar el *Modelo 3*) el efecto se hizo más pequeño al componente aleatorio de error y se perdió información. Por su parte, la desviación residual del *Modelo 3* aumenta (4568.353 sobre 332 grados de libertad) en comparación con el *Modelo 2* (4228.907 sobre 318 grados de libertad). Una de las razones por lo que se ajustaron nuevamente los datos fue por la influencia negativa observada en la variable *No. de días* del *Modelo 2* (tabla 12 y figura 15g), es decir entre más días de trabajo, menor fue el número de organismos capturados, algo totalmente ilógico. Otra de las razones para descartar las variables menos importantes fue para obtener un modelo simple y práctico. Por lo tanto, se sugiere que el *Modelo 3* es el que mejor explica la variabilidad de la captura porque el *No. de lances* y *No. días* tuvieron una influencia positiva. El resultado podría ser mejor, pero dada la complejidad en la distribución de variabilidad de la *Captura* y la falta de solapamiento entre las variables explicativas, se puede considerar aceptable este resultado (Soto, 2001). Cabe señalar que cuando se trabaja con datos reales, es complicado que las observaciones se ajusten perfectamente.

Una característica a resaltar en los tres modelos desarrollados en este estudio, fue que la variable *Barco* es la que demostró tener más efecto sobre las capturas. Esto coincide con Hilborn y Walters (1992) y Quiroz *et al.*, (2005), quienes mencionan que las características técnicas de la flota y su

especialización (por ejemplo la eficiencia) son los principales factores que influyen las tasas de captura. La variable "Barco" puede incluir diversas variables como la experiencia del capitán y/o tripulación, antigüedad del barco, motores, mantenimiento del mismo, hasta comodidad de los tripulantes lo que haría que desempeñen mejor su trabajo. Esto nos da la pauta para futuros trabajos en los que se pudiera incluir esta u otra información con el fin de desglosar o identificar dentro de la variable barco, los aspectos explícitos significativos. Además, sería importante considerar una serie de varios años para este tipo de análisis, ya que la componente anual puede jugar un papel importante. Otra de las cuestiones interesantes sería efectuar cálculos de esfuerzo relativo a la categoría del *Barco*, es decir, determinar el número de categorías en la flota para obtener un coeficiente de esfuerzo relativo al barco que se tome como referencia.

4.3.2. Determinación los factores que influyen en la eficiencia

Los MLG aparte de proporcionar las variables más significativas, su influencia (positiva y negativa) y el porcentaje de la varianza sobre la variable respuesta, también nos permiten determinar los factores que podrían tener una influencia mayor sobre la misma. De acuerdo con, INP-SEMARNAP (2000), la eficiencia puede variar en función del tipo de carnada, la pericia y experiencia del pescador, así como por las condiciones en que se encuentra la embarcación. En los tres MLG desarrollados en este estudio, las variables *Barco*, *Carnada*, *Equipo*, *Fecha*, Número de lances, Número de días son los

factores que mejor explican las capturas y por lo tanto son los que más influyen en la eficiencia.

El *Modelo 3* permitió realizar predicciones de la eficiencia de captura de AAA gracias al factor calculado por el modelo MLG. La embarcación número 3 fue la más eficiente no solo por presentar una de la mayores capturas (segundo lugar) sino también porque el esfuerzo de pesquero empleado fue mucho menor en comparación con la embarcación número 10. Este barco, obtuvo el décimo sexto lugar en eficiencia, que a pesar de tener una de las mayores capturas (tercer lugar), realizó un esfuerzo pesquero mucho mayor ya que fue uno de los que más viajes y lances hizo. Esto reafirma que el *Modelo 3* esta diferenciando en función de las variables utilizadas en el mismo modelo, los efectos debidos o relacionados a la cantidad de lances (por ejemplo, días trabajados o viajes realizados) respecto a la variable barco lleva intrínsecamente otras variables no desglosadas en el presente trabajo. Por lo tanto reiteramos que no necesariamente el barco más eficiente es aquel que presenta las mayores capturas.

En cuanto a la carnada el MLG arrojó que la más eficiente para la captura de AAA es aquella integrada por una sola especie: sardina viva, ojón muerto o calamar muerto. Como ya se mencionó, dos de los aparatos primordiales con los que debe contar una embarcación para esta pesquería es la videosonda y radiogoniómetro. Esto lo podemos corroborar ya que el MLG mostró que estos aparatos muestran una tendencia ascendente en eficacia. Asimismo, el MLG marcó que el trimestre 2 fue el más efectivo, sin embargo,

las estimaciones mensuales de la captura no sólo son explicadas por cambios sistemáticos en las estrategias o esfuerzo pesquero, sino también, por consecuencia de la dinámica y características biológicas (*Quiroz et al., 2005*) de AAA o ambientales. También, las mayores capturas en el trimestre 2 coinciden con la mayor ocurrencia del número de cruceros realizados.

Estudios anteriores afirman que la flota palangrera mexicana del Golfo de México es muy homogénea en cuanto a embarcaciones, equipos, artes y maniobras de pesca, por lo que sus operaciones y resultados pueden enmarcarse dentro de una misma categoría (INP, 2000; Sosa-Nishizaki *et al.*, 2001). Sin embargo, el MLG en este estudio muestra que las capturas se deben en su mayoría a la variable Barco, lo que indica que la pesquería de AAA en el Golfo de México podría ser heterogénea. A esta variable se le atribuye un gran efecto respecto a la eficiencia que a su vez esta variabilidad debe estar asociada a otros factores como: experiencia del capitán y tripulación, antigüedad de la embarcación, mantenimiento del barco, de los motores y otros equipos, comodidades u otros factores. Un análisis empleando estas variables e incluyendo varios años de datos podría sustentar formalmente que esta pesquería es heterogénea como ya se ha mencionado. Asimismo, este tipo de análisis puede servir como indicador de medida de eficiencia de las embarcaciones atuneras y dar pauta a las empresas en la toma de decisiones para incrementar sus niveles de captura de Atún Aleta Amarilla.

5. CONCLUSIÓN

- Se observó que el arte de pesca empleado denominado “palangre pelágico tipo Americano” es altamente selectivo porque incide sobre organismos adultos. El número de especímenes capturados con una talla menor a 60 cm (LF) fue mucho menor al 10% de la captura nominal como lo establece la norma oficial mexicana de emergencia NOMEM-04-PESC-2001.
- El esfuerzo pesquero de AAA con palangre en el Golfo de México durante el 2004 fue integrada por 32 embarcaciones, que realizaron 402 viajes efectivos realizando 3,393 lances y 2,095,696 anzuelos calados. La flota pesquera tuvo una captura total de 33,238 organismos, lo que la ubica dentro de los límites de captura de AAA establecido por la Norma Oficial Mexicana NOM-023-PESC-1996, pero no dentro del esfuerzo pesquero al presentar el doble de anzuelos calados permitidos.
- Con base a los Modelos Lineales Generalizados desarrollados en este estudio, se determinó que:
 - Los factores que influyen principalmente sobre las capturas de AAA son *Barco, Carnada, Fecha, Equipo, Número de lances y Números de días en altamar.*
 - El *Modelo 3* fue el que mejor se ajustó a los datos y se considera bastante bueno ya que explicó el 57.5% de la variabilidad de la Captura.

- No necesariamente el barco más eficiente es aquel que presenta las mayores capturas.
- Las carnadas que más destacaron fueron las que se integraron por una sola especie, sardina viva, ojón muerto o calamar muerto.
- Los aparatos primordiales con los que debe contar una embarcación para esta pesquería es la videosonda y radiogoniómetro.
- La captura corresponde en su mayoría a la variable Barco, lo que indica que la pesquería de AAA en el Golfo de México podría ser heterogénea. Dicha variable puede incluir experiencia del capitán y/o tripulación, antigüedad del barco, motores, mantenimiento del mismo hasta comodidad de los tripulantes. Cabe mencionar que esta determinación es un resultado preliminar debido a que solo se presenta un año de estudio, ya que si se determinara de manera formal tendríamos que desglosar la variable Barco para analizar los factores explicativos más significativos y tomar en cuenta varios años de datos.

6. LITERATURA CITADA

- Albaret, J. J. 1977. La reproduction de l'albacora (*Thunnus albacares*) dans le Golfe de Guinee. Cah. ORSTOM Sér. Ocean. 15 (4): 389-419.
- Cayré, P., J. B. Amon Kothias, T. Diouf & J. M. Stretta. 1991. Biología de los atunes. En: Fonteneau, A. & J. Marcille (eds). Recursos, Pesca y Biología de los Túnidos Tropicales del Atlántico Centro-Oriental. Colección de Documentos Científicos, Madrid.
- Collette, Bruce B., Carol Reeb, and Barbara A. Block / Barbara A. Block and E. Donald Stevens, eds. 2001. Systematics of the Tunas and Mackerels (Scombridae). Fish Physiology, vol. 19: Tuna: Physiology, Ecology, and Evolution. Academic Press. San Diego, California, USA. 1-33.
- Diario Oficial de la Federación. 1996. Norma Oficial Mexicana (NOM-023-PESC). México.
- FAO. 2009. El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura 2008. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. Roma, Italia. Pág. 33
- Gatica C. y Hernández A. 2003. Tasas de captura estandarizadas como índice de abundancia relativa en pesquerías: enfoque por Modelos Lineales Generalizados. Investigación Marina, Valparaíso, vol.31, no.2, p.107-115.
- ICCAT. 2004. Sesión De Evaluación de ICCAT 2003 Del Stock De Rabil. (Mérida, México, 21-26 de julio de 2003) Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 56(2): 443-527. Madrid, España.

- INE-SEMARNAT. 2000. Indicadores para la Evaluación del Desempeño Ambiental, Reporte 2000. 1ª Edición. SEMARNAT-INP. México. Pág. 98.
- INP-SAGARPA. 2000. Sustentabilidad y Pesca Responsable En México Evaluación y Manejo 1999-2000. Capitulo Atún del Golfo de México. SAGARPA-INP. 560-570 pp.
- INP-SEMARNAP. 2000. Catalogo De Los Sistemas De Captura De Las Principales Pesquerías Comerciales. INP-SEMARNAP 82-99 pp.
- Milton JS, Tsokos JO. 2001. Estadística para Biología y Ciencias de la Salud. Interamericana Mc-Graw Hill. Madrid, España.
- Noguez Fuentes F. J. 2005. Influencia de la Luminosidad de las Fases Lunares en la Captura de Atún Aleta Amarilla (*Thunnus albacares*) con palangre en el Golfo de México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California. México. 11 pp.
- Pallares P., Gaertner D., Soto M., Delgado de Molina A. y Ariz J. 2001. Estandarización del Esfuerzo de las Flotas de Cerco Tropical por Medio de Modelos Lineales Generalizados. ICCAT (inédito SCRC/2001/119). Madrid, España.
- Pérez Héctor. 2002. El Esfuerzo Pesquero en la Pesca del Atún por Barcos Cerqueros Mexicanos en el Océano Pacífico Oriental (1992-2000). Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Baja California, México. 3 pp.
- Quiroz J. C., Wiff R. y Montenegro C. 2005. Factores que afectan las tasas de captura de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) en la zona norte de Chile. Investigación Marina. Valparaíso, Chile. Vol. 33, No.1, 43-55 pp.

- Santana Hernández H. y Valdez Flores J. J. 2006. Selectividad y Eficiencia del Palangre de Deriva con Tres Tipos de Anzuelo y Dos Tipos de Carnada en la Pesca de Tiburón. INP-SAGARPA. Manzanillo, Colima, México. 4pp
- Solana Sansores R., Nava Abarca M. y González J.O. 2002. Obtención de estadísticas de captura y Esfuerzo de la Pesca Mexicana del Atún en el Golfo de México. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 54(5):1713-1719.
- Solana Sansores R., Rubén Urbina Pastor, y Craig A. Brown. 2004. Estandarización de las tasas de captura de la pesquería de atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) con Palangre en el Golfo de México, Con Base en los Programas de Observadores de México (PNAAPD) y Estados Unidos (1992 – 2002). EL Vigía PNAAPD Año 9 No. 20. 16-17pp.
- Solana-Sansores R. y K. Ramírez-López. 2006. Análisis de la Pesquería Mexicana del Atún en el Golfo de México, 2004. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, (59)2: 525-535.
- Sosa-Nishizaki, O., H. Robles R., M. J. Dreyfus L. y O. Ceseña Ojeda. 2001. La pesca de atún con palangre en el Golfo de México (Primer semestre del 2001). El Vigía PNAAPD. Año 6 Número 13. Pág. 20-23.
- Soto Ruíz María. 2001. Estandarización de la CPUE con S-Plus. Instituto Tecnológico de Oceanografía. Madrid, España (Inédito).

6.1. Citas electrónicas

FAO - 15/05/2009 [Version 2009]. Global Tuna Nominal Catches by Stock 1950-2007. Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service (online). Disponible en la World Wide Web

<http://www.fao.org/fishery/statistics/tuna-catches/query/es>

FAO - 15/05/2009 [Versión 2009]. Capturas nominales mundiales del atún. Departamento de pesca y acuicultura. Disponible en la World Wide Web

<http://www.fao.org/fishery/statistics/tuna-catches/es#bottomBar>

ICCAT - 11-may-09 [Version Dec. 2008]. Access to ICCAT statistical data bases: MS Excel pivot table to obtain nominal catches of Atlantic tunas and tuna-like fish (including sharks), by gear, region and flag. [MS Excel, 1210 Kb (RAR)] Disponible en la World Wide Web:

<http://www.iccat.int/en/accesingdb.htm>

Sistema Integrado de Información Taxonómica (SIIT) América del Norte, 05-Mayo -2008 (Versión14-Abril-2008), Disponible en la World Wide Web:

http://www.cbif.gc.ca/pls/itisca/next?v_tsn=172423&taxa=Thunnus+albacares&p_ifx=&p_lang=es

7. Anexos

Anexo I. Resultado obtenidos por medio de los MLG para el *Modelo 1* aplicado a la flota palangrera de AAA del Golfo de México de acuerdo a la *Captura* por lance durante el año 2004.

➤ 1. Informe de la creación del *Modelo 1*.

*** Modelo Lineal Generalizado ***

```
Call: glm(formula = No..organismos ~ Barco + Fecha + Area +
Anzuelos.calados + t..agua + hrs..calado + hr..reposo +
hrs..cobrado + Carnada + Equipo, family = poisson(link=log),
archivo = datosxlance4demayo09, na.action = na.exclude,
control=list(epsilon=0.0001, maxit=50, trace=F))
```

➤ 2. Vector de los estadísticos de los residuos del *Modelo 1*.

Residuos de desviación				
Mín.	1Q	Median	3Q	Máx.
-6.505408	-1.566335	-0.3708179	1.026319	15.37274

➤ 3. Coeficientes estimados para el *Modelo 1*.

Coeficientes:

	Valor	Error Estándar	Valor T
(Intercept)	0.83685845340	0.12307817248	6.79940591
Barco1	-0.10207283146	0.03249806213	-3.14088979
Barco2	0.01655205611	0.01383745958	1.19617738
Barco3	0.00259230439	0.00986706051	0.26272307
Barco4	-0.01946083081	0.01003510330	-1.93927558
Barco5	0.01368341636	0.00508960869	2.68850067
Barco6	-0.02933794828	0.00735263334	-3.99012802
Barco7	-0.03188098248	0.00723904449	-4.40403185
Barco8	0.03097520211	0.00409377656	7.56641250
Barco9	0.00603683850	0.00318397420	1.89600735
Barco10	-0.06249997651	0.00663245230	-9.42335862
Barco11	-0.00382516669	0.00295914028	-1.29266149
Barco12	0.00512864077	0.00369414104	1.38831753
Barco13	0.02731738578	0.00215254131	12.69076027
Barco14	0.00805900005	0.00714622548	1.12772821
Barco15	-0.06408361570	0.00584543008	-10.96302836
Barco16	-0.01427717379	0.00324440617	-4.40055069
Barco17	0.00778144573	0.00197543221	3.93911048
Barco18	-0.09361859563	0.03725257503	-2.51307716
Barco19	0.00226933538	0.00482919575	0.46991994
Barco20	-0.01264879458	0.00342808425	-3.68975605
Barco21	0.01453009203	0.00253863090	5.72359378
Barco22	0.00122020288	0.00232872892	0.52397807
Barco23	0.00221325574	0.00199453795	1.10965838
Barco24	0.01334409228	0.00167820532	7.95140627
Barco25	0.01532364061	0.00153468539	9.98487420
Barco26	0.01540484490	0.00148752837	10.35600073
Barco27	0.00180382197	0.00151820059	1.18813152
Barco28	0.01318110345	0.00162021080	8.13542499
Barco29	-0.00282927390	0.00207969005	-1.36043056
Barco30	-0.00715419140	0.00155596118	-4.59792410
Barco31	-0.00548345483	0.00321561470	-1.70525866

Fecha1	0.06982843837	0.01002848862	6.96300719
Fecha2	-0.04833350920	0.00611218520	-7.90772982
Fecha3	-0.01248153013	0.00407931503	-3.05971224
Area	-0.01208606162	0.00761107031	-1.58795821
Anzuelos.calados	0.00041388238	0.00009277768	4.46101252
t..agua	-0.00007274927	0.00106056008	-0.06859514
hrs..calado	0.02891132418	0.00811641209	3.56208185
hr..reposo	0.01813151361	0.00237506679	7.63410683
hrs..cobrado	0.05967531574	0.00263283104	22.66583571
Carnada1	0.28739281327	0.05599516014	5.13245810
Carnada2	0.77953083461	0.08168196205	9.54348812
Carnada3	-0.24938190929	0.03606011255	-6.91572742
Carnada4	-0.21171898195	0.05423038550	-3.90406559
Carnada5	-0.03659200780	0.03205853208	-1.14141246
Carnada6	-0.03825504608	0.02040468688	-1.87481662
Carnada7	-0.03906762297	0.00839239192	-4.65512376
Carnada8	-0.14953800480	0.03435057646	-4.35328953
Carnada9	-0.03250906573	0.01056255702	-3.07776475
Carnada10	-0.00717874058	0.00771512552	-0.93047619
Carnada11	0.01319675704	0.00646896320	2.04001115
Carnada12	-0.00165352103	0.00444740301	-0.37179474
Carnada13	0.00204060095	0.00424644343	0.48054354
Carnada14	0.01708254134	0.00596581843	2.86340282
Carnada15	-0.00838450235	0.00334960072	-2.50313487
Carnada16	-0.01348215161	0.01160836880	-1.16141655
Carnada17	-0.00521454475	0.00651839880	-0.79997326
Carnada18	-0.01216353218	0.00321955389	-3.77801789
Carnada19	-0.01279610859	0.00659063596	-1.94155900
Carnada20	0.00269061900	0.00604492318	0.44510392
Carnada21	-0.00563208433	0.00435566789	-1.29304724
Carnada22	0.00175838356	0.00198194296	0.88720190
Carnada23	-0.00355469424	0.00163062617	-2.17995658
Carnada24	0.00102095895	0.00312591151	0.32661160
Carnada25	-0.00637309948	0.00331433041	-1.92289202
Carnada26	0.00699860298	0.00405887542	1.72427144
Carnada27	0.02140727117	0.00315761543	6.77956883
Carnada28	-0.00500293684	0.00344589248	-1.45185518
Carnada29	0.00712179494	0.00296963240	2.39820758
Equipo1	0.76762535933	0.13473568440	5.69726842
Equipo2	0.35913161401	0.04598248732	7.81018242
Equipo3	0.07212127677	0.02321746696	3.10633700
Equipo4	0.07362337719	0.01518227379	4.84929848

Continuación... Coeficientes estimados para el *Modelo 1*.

➤ 4. Grado de libertad y residuos del *Modelo 3*.

(Parámetro de dispersión para familia de Poisson tomada para ser 1)

Desviación Nula: 17677.51 sobre 3367 grados de libertad

Desviación Residual: 14332.24 sobre 3294 grados de libertad

11 observaciones anuladas debido a valores perdidos

➤ Análisis de la discrepancia del Modelo 1.

Análisis de Desviación

Modelo Poisson

Respuesta: Captura

Términos agregados secuencialmente (primero al último)

		Gl	Desviación	Gl-Resid.	Desviación-Resid.
NULA				3367	17677.51
Barco	31	1941.895		3336	15735.62
Fecha	3	221.966		3333	15513.65
Área	1	9.621		3332	15504.03
Anzuelos.calados	1	94.539		3331	15409.49
t..agua	1	0.092		3330	15409.40
hrs..calado	1	27.872		3329	15381.53
hr..reposo	1	53.649		3328	15327.88
hrs..cobrado	1	515.232		3327	14812.64
Carnada	29	306.559		3298	14506.08
Equipo	4	173.844		3294	14332.24

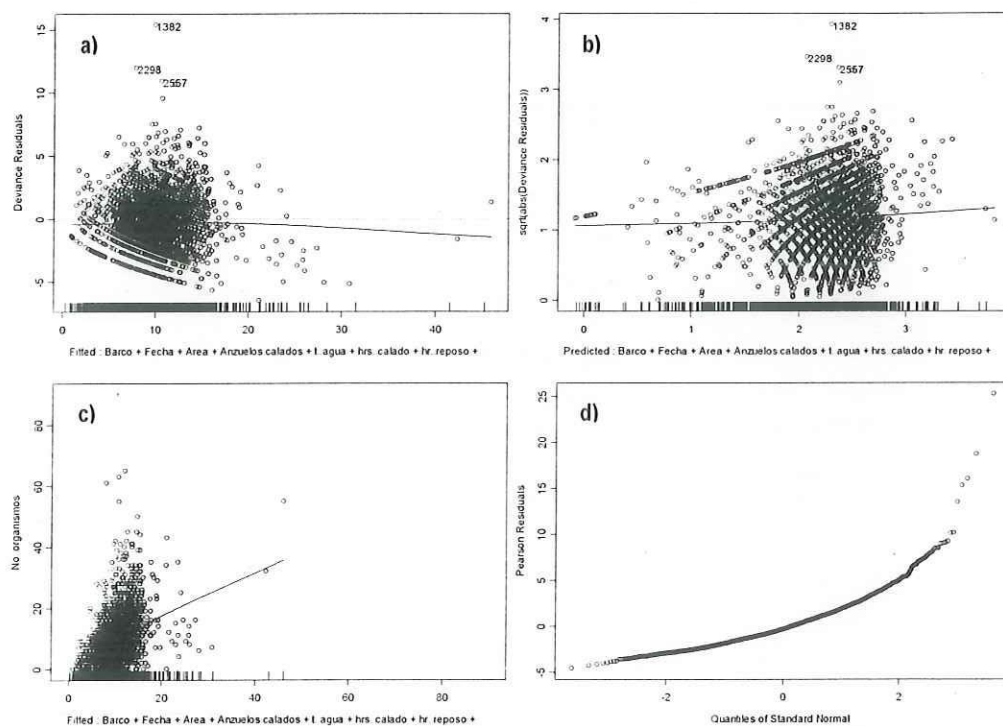


Figura 21 a) Gráficos de los residuos de desviación frente a los valores ajustados y b) frente a los valores predichos, c) variable respuesta frente a los valores ajustados y d) gráfico de probabilidad normal de los residuos Pearson del Modelo 1.

Anexo II. Comparación de la eficiencia contra las variables (en números reales): Barco, Captura, Número de Viajes, Número total de lances, lances promedio/viaje, Captura promedio/viaje, Captura promedio/lances, Número de días y Días promedio/viaje.

EFICIENCIA	BARCO	Captura	# de viajes	# total lances	lances prom x viaje	captura prom x viaje	Captura prom X lance	# días	días prom x viaje
1	3	2097	16	146	9.1	131.1	14.4	275	17.2
2	6	1749	15	136	9.1	116.6	12.9	279	18.6
3	9	1325	11	101	9.2	120.5	13.1	180	16.4
4	14	2239	17	183	10.8	131.7	12.2	274	16.1
5	26	1872	17	163	9.6	110.1	11.5	275	16.2
6	27	1793	18	149	8.3	99.6	12.0	252	14.0
7	29	781	9	66	7.3	86.8	11.8	129	14.3
8	22	618	8	62	7.8	77.3	10.0	118	14.8
9	25	1871	18	181	10.1	103.9	10.3	256	14.2
10	13	522	5	50	10.0	104.4	10.4	100	20.0
11	28	1219	14	125	8.9	87.1	9.8	255	18.2
12	18	1195	15	125	8.3	79.7	9.6	208	13.9
13	12	1378	16	136	8.5	86.1	10.1	274	17.1
14	24	1105	18	152	8.4	61.4	7.3	231	12.8
15	1	1863	19	171	9.0	98.1	10.9	276	14.5
16	10	1901	18	187	10.4	105.6	10.2	273	15.2
17	32	542	8	62	7.8	67.8	8.7	178	22.3
18	23	680	14	90	6.4	48.6	7.6	179	12.8
19	15	647	7	62	6.9	92.4	10.4	164	23.4
20	31	658	12	93	7.8	54.8	7.1	190	15.8
21	30	773	15	99	6.2	51.5	7.8	204	13.6
22	20	139	4	22	4.4	34.8	6.3	41	10.3
23	21	290	9	48	5.3	32.2	6.0	134	14.9
24	8	964	13	112	8.6	74.2	8.6	194	14.9
25	7	1216	13	143	11.0	93.5	8.5	236	18.2
26	17	546	12	89	7.4	45.5	6.1	205	17.1
27	4	1091	15	110	7.3	72.7	9.9	243	16.2
28	5	521	10	63	6.3	52.1	8.3	141	14.1
29	11	511	10	99	8.3	51.1	5.2	167	16.7
30	2	943	13	108	8.3	72.5	8.7	229	17.6
31	16	184	12	58	4.8	15.3	3.2	154	14.0
32	19	5	1	2	2.0	5.0	2.5	20	20.0

Captura=Número de organismos capturados.

