

ANEXO 6

Análisis estadístico de eficiencia de captura y selectividad de camarón azul con la red prototipo RS-INP-MEX y variantes en el alto Golfo de California durante agosto-septiembre de 2013

Informe técnico

En el marco de las actividades y objetivos expresados en el protocolo de trabajo

*“EXPERIMENTACION DE ARTES DE PESCA ALTERNATIVOS PARA LA CAPTURA DE CAMARÓN AZUL *Litopenaeus stylirostris* POR EL SECTOR DE PESCA RIBEREÑA DEL ALTO GOLFO DE CALIFORNIA”*

Luis Vicente González Ania
José Ignacio Fernández Méndez
Daniel Aguilar Ramírez
Jesús Manuel Ramírez Tiznado
Heriberto Santana Hernández
Francisco Javier de la Cruz González

Instituto Nacional de Pesca

*Dirección General Adjunta de
Investigación Pesquera en el Pacífico*

Objetivos

En seguimiento de los objetivos del protocolo de referencia, los objetivos de este trabajo consisten en estimar la eficiencia en captura de camarón azul por unidad de esfuerzo (CPUE) y la selectividad expresada como la proporción de camarón azul en la captura total de las redes empleadas, en las áreas de San Felipe, B.C. y el Golfo de Santa Clara, Son.

Material y método para análisis estadístico

Datos analizados

Se analizó la eficiencia de captura (kg/hora de arrastre) de camarón azul (*Litopenaeus stylirostris*) y la proporción de esta especie respecto a la captura total (kg de camarón azul / kg totales), en lances de pesca experimental en pangas, realizados con redes de arrastre en caladeros tradicionales de pesca en San Felipe, B.C. (960 lances validados) y en el Golfo de Santa Clara, Son. (998 lances validados), entre el 18 de agosto y el 13 de septiembre de 2013 (Tablas 1 y 2). Para analizar la proporción de camarón azul en cada localidad se utilizaron sub-muestras de los lances con captura total > 0 (957 lances en San Felipe y 982 en el Golfo de Santa Clara).

Tabla 1. Tipo de red y esfuerzo pesquero de las pangas participantes en San Felipe, B.C.

Panga	Tipo de red	Lances validados ¹	Esfuerzo (horas de arrastre)	Esfuerzo promedio (horas/lance)
AGUACATE	Prototipo	82	85.96	1.05
ANGELES DEL MAR XII	Prototipo	44	43.50	0.99
CHANATITA	Prototipo	52	57.75	1.11
D CORTEZ 2	Prototipo	73	70.78	0.97
D CORTEZ 3	Mixto	71	70.37	0.99
DIANA DENISSE	Fantasma	88	89.06	1.01
FELIPE ANGELES 3	Mixto	43	44.60	1.04
FELIPE ANGELES 4	Prototipo	53	54.87	1.04
GRISelda GUADALUPE I	Mixto	53	56.14	1.06
JOB RAFAEL	Mixto	58	57.65	0.99
LA MILAGROSA	Fantasma	56	50.87	0.91
LAURITA	Mixto	64	62.54	0.98
MARELBA XX	Prototipo	22	19.18	0.87
MARELBA-III	Prototipo	37	42.82	1.16
MARELBA-XVI	Prototipo	21	16.17	0.77
PAMITA 1	Prototipo	72	80.41	1.12
SARA LORENA	Mixto	71	70.86	1.00

¹ Lances con información completa y validada para los análisis.

Tabla 2. Tipo de red y esfuerzo pesquero de las pangas participantes en el Golfo de Santa Clara, Son.

Panga	Tipo de red	Lances validados ¹	Esfuerzo (horas de arrastre)	Esfuerzo promedio (horas/lance)
AGRIPINA	Prototipo	46	44.86	0.98
ALTO GOLFO 8	Modificada	3	3.26	1.09
ANA I	(Ambos)	53	52.71	0.99
BAJAMAR DE SANTA CLARA 2	Prototipo	42	42.12	1.00
DAJALI 1RA	Prototipo	40	38.58	0.96
DALIS	Prototipo	42	37.86	0.90
DON CHILO 5	Prototipo	25	24.29	0.97
DON TOÑO 2	Modificada	9	8.18	0.91
EL NUEVO GOLFO 2	Modificada	62	57.99	0.94
FENY	Prototipo	39	33.01	0.85
GRINGO 2	Modificada	13	12.50	0.96
GÜERO VETA VI	Prototipo	40	40.59	1.01
ISABEL B	Modificada	43	37.23	0.87
JOHANNA	Prototipo	42	40.08	0.95
LAS AMARILLAS II	Prototipo	37	34.51	0.93
LOS PEREZ H. 1	Prototipo	43	43.80	1.02
LOYDA	Modificada	16	16.10	1.01
LUNA II	Modificada	5	5.28	1.06
LUPITA S	(Ambos)	35	34.37	0.98
MA.ELENA 3	Prototipo	46	46.56	1.01
NEREYDA II	Prototipo	45	42.49	0.94
RIBEREÑA SANCHEZ I	Prototipo	52	60.49	1.16
RIO COLORADO XXV	Modificada	49	52.7	1.08
RIO COLORADO XXXV	Modificada	27	27.63	1.02
RIOS V. IV	Modificada	41	41.15	1.00
ROSARIO 10	Modificada	34	31.82	0.94
TORNILLALITO III	Prototipo	37	34.18	0.92
TRES VECES M 3	(Ambos)	32	27.37	0.86

¹ Lances con información completa y validada para los análisis.

Análisis exploratorio de datos

Previo a la modelación estadística, se detectó la conveniencia de realizar análisis exploratorios de la información mediante métodos multivariados, con el propósito de identificar resultados de operación con características comunes y relaciones de interés entre variables observadas, facilitando así una orientación más concreta en los análisis posteriores. Ese trabajo constituye un antecedente importante de lo desarrollado en el presente informe y se incluye completo en el Apéndice A.

Modelos utilizados

Las tasas de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) y las proporciones de camarón azul en la captura total, fueron analizadas utilizando Modelos Lineales Generalizados, conocidos como GLM por sus siglas en inglés (Nelder and Wedderburn, 1972; McCullagh and Nelder, 1989). Se planteó un tipo de modelo para analizar la CPUE y otro para la proporción de camarón azul, los cuales se examinaron realizando pruebas de hipótesis. Los parámetros del GLM se estiman por el principio de máxima verosimilitud, mediante algoritmos iterativos, por lo que las pruebas de hipótesis se basan en

comparaciones de verosimilitudes entre modelos anidados, evaluando una medida de bondad de ajuste que es la discrepancia (del inglés “deviance”) entre las observaciones y el modelo ajustado.

Estructura de error y función de enlace

Para los análisis de CPUE, la estructura de error se eligió comparando modelos de sólo intercepto (modelos nulos) con 3 distribuciones diferentes, mediante el Criterio de Información de Akaike (1974) o AIC por sus siglas en inglés, que permite comparar la verosimilitud de modelos no anidados, de manera que el modelo con mayor bondad de ajuste es el que presente una menor discrepancia entre las observaciones y el modelo ajustado, de acuerdo con el número de parámetros a estimar. En los modelos de CPUE se usó la función de enlace logarítmica, que además de linearizar la relación, evita la predicción de tasas de captura negativas.

En los modelos para proporción de captura de camarón azul (variable de respuesta acotada por 0 y 1), se utilizó una estructura de error binomial de quasi-verosimilitud y función de enlace probit. En un modelo de quasi-verosimilitud no es necesario conocer exactamente la distribución de error de la variable de respuesta y se requieren solamente las funciones de enlace y varianza, con lo cual se asume menos durante la estimación e inferencia. Al emplear modelos de quasi-verosimilitud, las pruebas de hipótesis se realizan con el estadístico *F* de Fisher.

Resultados del análisis estadístico en el área de San Felipe, B.C.

La Tabla 3 resume el análisis comparativo de los modelos alternos de CPUE por medio del criterio AIC, para los 3 tipos de distribución de error propuestos. Estos resultados muestran que la estructura de error tipo Gamma es la que produce mejor bondad de ajuste en el modelo (AIC = 2618.351).

Tabla 3. Comparación de modelos con diferentes estructuras de error mediante el criterio AIC.

Estructura de error	Función de enlace	Grados de libertad	AIC
Gamma	Logarítmica	2	2618.351
Binomial negativa	Logarítmica	2	2856.525
Poisson	Logarítmica	2	4130.657

Eficiencia de captura de camarón azul

1) Efectos de la velocidad y profundidad de arrastre

Se analizaron los posibles efectos de la velocidad y profundidad de arrastre sobre la CPUE (kg/hora) de camarón azul, encontrando una relación significativa con la velocidad [$Pr(F) < 0.01$], mas no así con la profundidad de operación de las redes [$Pr(F) >> 0.05$], como muestran la Tabla 4 y Figura 1.

De acuerdo con las características y especificaciones de diseño de la red prototipo RS-INP-MEX y sus variantes autorizadas para la presente investigación, la velocidad de arrastre recomendada para

un desempeño óptimo es de al menos 2 nudos. Considerando que la eficiencia promedio se incrementa con la velocidad, los análisis subsecuentes de CPUE (kg/hora) se realizaron con la submuestra de los lances que operaron a velocidades de 2 nudos o mayores, lo cual representa el 89% de las observaciones (854 lances), como se indica en las Tablas 5 y 6.

Tabla 4. Efectos de la velocidad y profundidad de arrastre en la eficiencia de captura (CPUE) de camarón azul.

Terms	Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev.	F Value	Pr(F)
NULL	----	----	959	856.058	----	----
Velocidad	1	18.691	958	837.368	22.153	2.90e-006
Profundidad	1	0.010	957	837.357	0.012	0.911

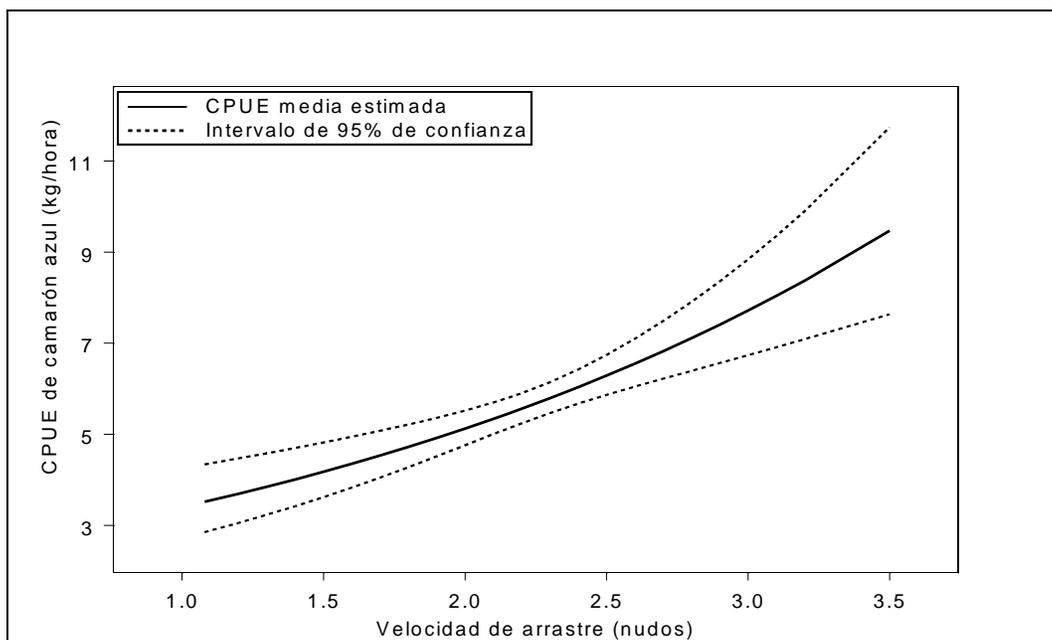


Figura 1. Ajuste del modelo GLM para la relación entre la CPUE de camarón azul y la velocidad de arrastre, con intervalo aproximado de 95% de confianza.

Tabla 5. Lances¹ realizados por tipo de red de acuerdo con la velocidad de arrastre (nudos).

Tipo de red	Velocidad de arrastre	
	< 2	>= 2
Fantasma	1	143
Mixto	54	306
Prototipo	51	405
LANCES TOTALES	106	854
% DE LANCES	11.0%	89.0%

¹ Lances con información completa y validada para los análisis.

Tabla 6. Lances¹ realizados por panga de acuerdo con la velocidad de arrastre (nudos).

Panga	Velocidad de arrastre	
	< 2	>= 2
AGUACATE	1	81
ANGELES DEL MAR XII	4	40
CHANATITA	9	43
D CORTEZ 2	5	68
D CORTEZ 3		71
DIANA DENISSE	1	87
FELIPE ANGELES 3	16	27
FELIPE ANGELES 4	9	44
GRISELDA GUADALUPE I		53
JOB RAFAEL	9	49
LA MILAGROSA		56
LAURITA		64
MARELBA XX	7	15
MARELBA-III	5	32
MARELBA-XVI	11	10
PAMITA 1		72
SARA LORENA	29	42
LANCES TOTALES	106	854
% DE LANCES	11.0%	89.0%

¹ Lances con información completa y validada para los análisis.

2) Efecto del esfuerzo de pesca por panga

Las embarcaciones representan las unidades fundamentales de pesca, que se caracterizan por operar en el medio natural y bajo la experiencia y habilidad de sus tripulantes. En estas condiciones, los resultados de pesca están sujetos a la influencia de múltiples decisiones y factores, adicionales a los que es posible controlar dentro del diseño de la pesca experimental. La distinta exposición a estos factores de confusión (“ruido de campo”), tiende a producir diferencias en la variabilidad de los resultados de pesca entre las embarcaciones, por causas distintas a la abundancia del recurso y a la eficiencia operativa intrínseca de los artes de pesca.

Los datos de CPUE y proporción de camarón azul correspondientes a embarcaciones con un desempeño consistente y continuo constituyen mejores indicadores de las capacidades técnicas de las redes a prueba.

Considerando lo anterior se analizó la existencia de efectos del esfuerzo ejercido por las pangas (lances), sobre sus promedios de CPUE y proporción de camarón azul, encontrando correlaciones lineales directas y estadísticamente significativas en ambos casos [$Pr(F) < 0.01$], como se detalla en las Tablas 7 y 8 y en la Figura 2.

Tabla 7. Efecto del número de lances realizados por panga en la CPUE de camarón azul.

Terms	Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev.	F Value	Pr(F)
NULL	----	----	16	54.663	----	----
Lances por panga	1	25.379	15	29.284	12.000	0.002

Tabla 8. Efecto del número de lances realizados por panga en la proporción de camarón azul.

Terms	Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev.	F Value	Pr(F)
NULL	----	----	16	0.148	----	----
Lances por panga	1	0.060	15	0.089	10.019	0.006

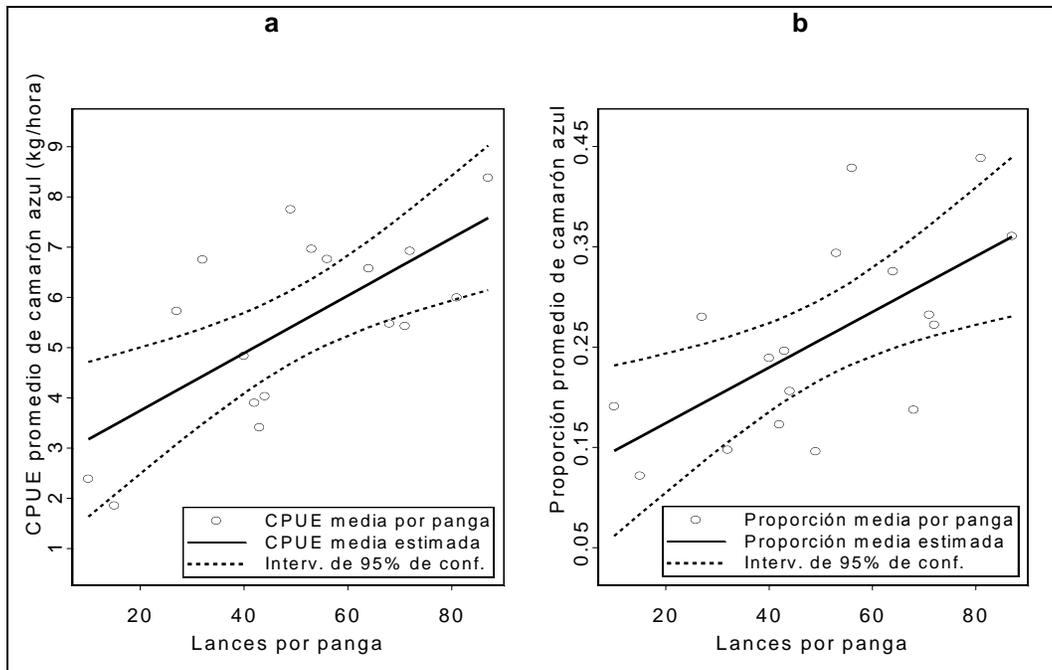


Figura 2. Ajuste del modelo GLM para la relación del esfuerzo ejercido por panga (a) con la CPUE de camarón azul y (b) con la proporción de camarón azul, mostrando los intervalos aproximados de 95% de confianza.

3) Ponderador basado en el esfuerzo de pesca por panga

Con fundamento en las correlaciones existentes para el esfuerzo ejercido por panga con la CPUE y proporción de camarón azul, se estableció un vector de ponderación para la estimación media de ambas variables, el cual asigna un mayor peso relativo en el ajuste de los modelos respectivos, a los lances de las embarcaciones con mayor esfuerzo de pesca aplicado.

De esta manera, las ponderaciones por embarcación (w) fueron definidas de una manera simple, como la razón que guarda el esfuerzo total de cada una de las embarcaciones (E_i), respecto al esfuerzo total de la embarcación con el valor máximo (E_{máx}):

$$w_i = E_i / E_{máx}$$

En la Tabla 9 pueden observarse los valores resultantes por panga del vector de ponderación (w).

Tabla 9. Ponderador (w) basado en el esfuerzo aplicado por panga.

Panga	Lances validados (Velocidad >= 2 nudos)	Ponderador (w)
AGUACATE	81	0.931
ANGELES DEL MAR XII	40	0.460
CHANATITA	43	0.494
D CORTEZ 2	68	0.782
D CORTEZ 3	71	0.816
DIANA DENISSE	87	1.000
FELIPE ANGELES 3	27	0.310
FELIPE ANGELES 4	44	0.506
GRISelda GUADALUPE I	53	0.609
JOB RAFAEL	49	0.563
LA MILAGROSA	56	0.644
LAURITA	64	0.736
MARELBA XX	15	0.172
MARELBA-III	32	0.368
MARELBA-XVI	10	0.115
PAMITA 1	72	0.828
SARA LORENA	42	0.483

4) Estimación media de la eficiencia de captura de camarón azul

A partir de la modelación ponderada de la CPUE, se estima que en los caladeros de San Felipe, B.C. podría esperarse una CPUE media de 6.28 kg/hora (IC 95% 5.87-6.72 kg/hora), asumiendo variabilidad y condiciones generales semejantes a las de la presente investigación. Para fines comparativos, la Tabla 10 proporciona los valores observados en cada tipo de red empleada.

Tabla 10. Promedio observado de CPUE de camarón azul por tipo de red¹.

Tipo de red	CPUE (kg/hora)
Fantasma	7.74
Mixto	6.12
Prototipo	5.28
TOTAL	6.00

¹ En lances con velocidad de arrastre >= 2 nudos.

Utilizando la estimación ponderada de la CPUE, el intervalo de 95% de confianza de la media y los rangos del 95% en las variables observadas, se pueden calcular tasas por lance, viaje y panga, que podrían esperarse en condiciones semejantes (Tabla 11).

Tabla 11. Estimaciones de captura de camarón azul en San Felipe, B.C.

Variable	Promedio	Rango del 95%
kg/hora*	6.28	5.87 - 6.72
Horas/lance**	1.00	0.50 - 1.50
kg/lance	6.28	2.94 - 10.08
Lances/viaje**	3.00	3.00 - 3.00
kg/viaje	18.84	8.81 - 30.24
Lances/panga**	50.00	12.00 - 85.00
kg/panga	314.00	35.22 - 856.80

*Estimación media ponderada.

**Valores observados en 960 lances validados para análisis estadísticos.

Estas estimaciones reflejan la amplia variabilidad en el desempeño de las unidades de pesca y sus tripulaciones. Sin embargo, con fines indicativos es importante hacer notar que más de la mitad (52.08%) de los lances de pesca registraron individualmente tasas observadas de 4.00 a 37.78 kg/hora. Esto significa que el 52% de los lances obtuvieron un promedio general de 8.96 kg/hora, equivalente a 26.88 kg en viajes promedio diarios con 3 lances de una hora de arrastre.

Selectividad de camarón azul (proporción en la captura total)

1) *Efectos de la velocidad y profundidad de arrastre*

Se analizaron los posibles efectos de la velocidad y profundidad de arrastre sobre la selectividad de camarón azul, encontrando una relación significativa con ambas variables [$Pr(F) < 0.01$], como lo muestran la Tabla 12 y las Figuras 3 y 4.

De acuerdo con las características y especificaciones de diseño de la red prototipo RS-INP-MEX y sus variantes aprobadas para la presente investigación, la velocidad de arrastre recomendada para un desempeño óptimo es de al menos 2 nudos. Considerando que la selectividad promedio se incrementa con la velocidad, los análisis subsecuentes de proporción de camarón azul se realizaron con la sub-muestra de los lances que operaron a velocidades ≥ 2 nudos y que obtuvieron captura total > 0 , lo cual representa el 89% de las observaciones (852 lances).

Tabla 12. Efectos de la velocidad y profundidad de arrastre en la selectividad de captura de camarón azul.

Terms	Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev.	F Value	Pr(F)
NULL	----	----	956	210.235	----	----
Velocidad	1	5.506	955	204.729	27.710	1.74e-007
Profundidad	1	3.094	954	201.635	15.574	8.51e-005

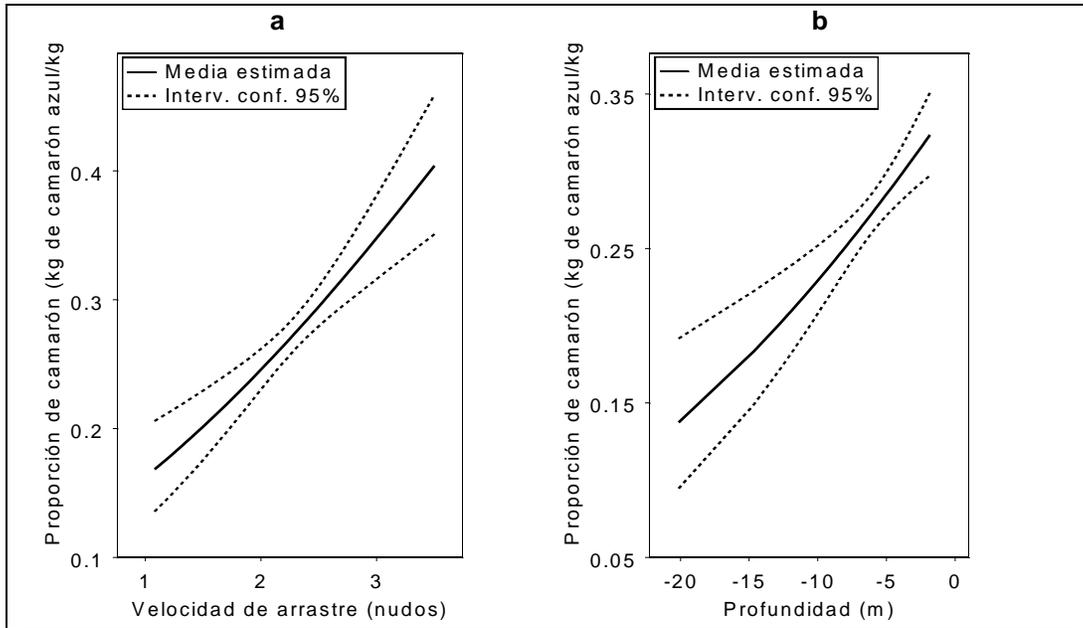


Figura 3. Ajuste del modelo GLM para la relación de la proporción de camarón azul (a) con la velocidad de arrastre y (b) con la profundidad de operación, mostrando los intervalos aproximados de 95% de confianza.

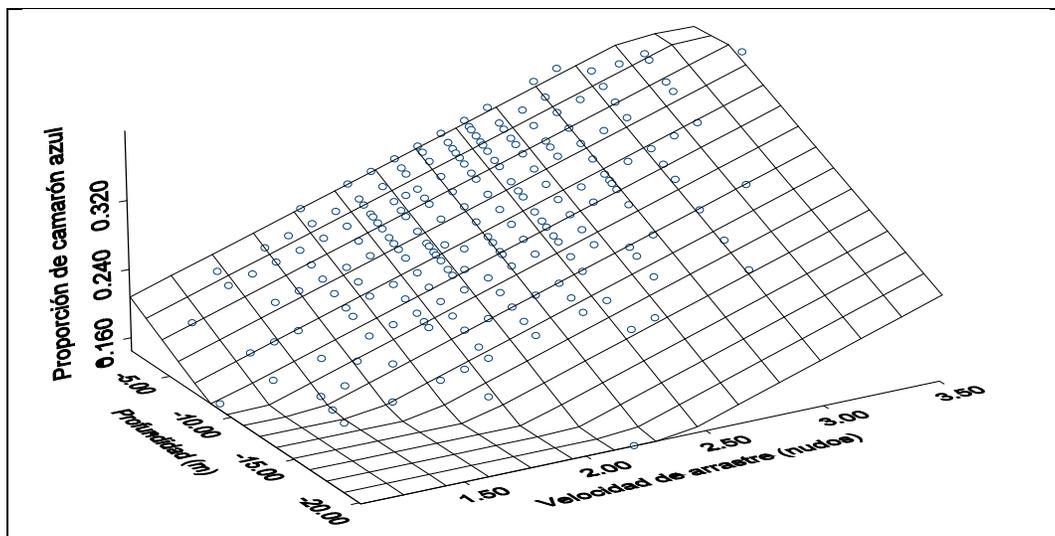


Figura 4. Ajuste del modelo GLM para la relación simultánea de la proporción de camarón azul con la velocidad y profundidad de arrastre.

2) Estimación media de la selectividad de camarón azul

A partir de la modelación ponderada se estima que en el área de San Felipe, B.C. podría esperarse una proporción media de camarón azul de 30.10% (IC 95% 28.54-31.70%), asumiendo variabilidad y condiciones generales semejantes a las del presente análisis. Para fines comparativos, la Tabla 13 proporciona los valores observados en cada tipo de red empleada.

Tabla 13. Proporción media observada de camarón azul por tipo de red¹.

Tipo de red	Proporción de camarón azul
Fantasma	38.71%
Mixto	26.47%
Prototipo	26.06%
TOTAL	28.33%

¹ En lances con velocidad de arrastre \geq 2 nudos.

De manera indicativa es importante resaltar que más de la mitad (53.40%) de los lances de pesca registraron individualmente proporciones observadas de camarón azul entre 20 y 100%. Esto significa que el 53% de los lances obtuvieron un promedio general de 40.82%.

Discusión y conclusiones del análisis estadístico en el área de San Felipe, B.C.

Se encontró una relación directa y muy significativa entre la eficiencia de captura de camarón azul (kg/hora) y la velocidad de arrastre, pero no con la profundidad de operación de las redes. Por lo tanto, la velocidad \geq 2 nudos recomendada es importante para el desempeño óptimo de las redes empleadas.

Asimismo, se encontraron correlaciones directas y estadísticamente significativas del esfuerzo ejercido por las pangas (lances), sobre sus promedios de CPUE y proporción de camarón azul. Esto quizá refleje un efecto de la capacitación y podría conducir a resultados aún mejores en la eficiencia de captura y selectividad de camarón azul.

Asumiendo que la pesca se realice bajo condiciones generales semejantes a las de la presente investigación, los resultados muestran que es conservador esperar una eficiencia de captura promedio de 6.28 kg/hora de camarón azul, que corresponde a 18.84 kg por viaje con 3 lances de una hora de arrastre. En viajes con 3 lances de una hora y media de duración, se podría obtener una captura media de 28.26 kg de camarón azul. De hecho, el 52% de los lances obtuvieron un promedio de 8.96 kg/hora. Estos lances aparecieron distribuidos entre las 17 pangas participantes, en proporción variable. En 11 pangas, más del 50% de sus lances estuvieron en este rango.

Se encontró una relación directa y muy significativa de la selectividad (proporción) de camarón azul, tanto con la velocidad como con la profundidad a que se realizaron los arrastres. La mejor selectividad de camarón azul se obtuvo en lances realizados a mayor velocidad y en profundidades someras. Esto confirma que la velocidad \geq 2 nudos recomendada es importante para incrementar la eficiencia de captura de camarón y la exclusión de fauna de acompañamiento.

Bajo condiciones de pesca semejantes a las del presente estudio, los resultados muestran que es conservador esperar una selectividad promedio de 30.10% de camarón azul. Sin embargo, el 53% de los lances lograron una media de 40.82% de camarón azul en sus capturas.

Resultados del análisis estadístico en el área del Golfo de Santa Clara, Son.

La Tabla 14 resume el análisis comparativo de los modelos alternos de CPUE por medio del criterio AIC, para los 3 tipos de distribución de error propuestos. Estos resultados muestran que la estructura de error binomial negativa es la que produce mejor bondad de ajuste en el modelo (AIC = 2795.568).

Tabla 14. Comparación de modelos con diferentes estructuras de error mediante el criterio AIC.

Estructura de error	Función de enlace	Grados de libertad	AIC
Binomial negativa	Logarítmica	2	2795.568
Gamma	Logarítmica	2	3195.625
Poisson	Logarítmica	2	3770.395

Eficiencia de captura de camarón azul

1) Efectos de la velocidad y profundidad de arrastre

Se analizaron los posibles efectos de la velocidad y profundidad de arrastre sobre la CPUE (kg/hora) de camarón azul, no encontrando relación significativa con la velocidad [$\Pr(F) \gg 0.05$], pero sí una relación inversa con la profundidad de operación de las redes [$\Pr(F) < 0.01$], como muestran la Figura 5 y Tabla 15.

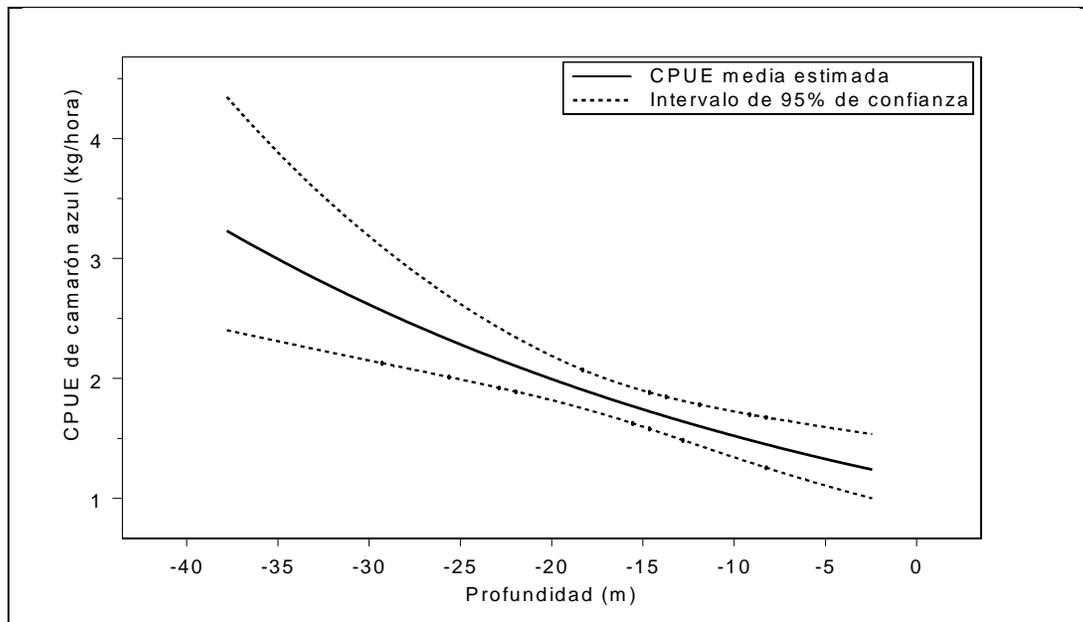


Figura 5. Ajuste del modelo GLM para la relación entre la CPUE de camarón azul y la profundidad de arrastre, con intervalo aproximado de 95% de confianza.

Tabla 15. Efectos de la velocidad y profundidad de arrastre en la eficiencia de captura (CPUE) de camarón azul.

Terms	Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev.	F Value	Pr(F)
NULL	----	----	997	1030.977	----	----
Velocidad	1	0.030	996	1030.948	0.030	0.864
Profundidad	1	16.568	995	1014.380	16.568	5.07e-005

2) Efecto del esfuerzo de pesca por panga

Se analizó la existencia de efectos del esfuerzo ejercido por las pangas (lances), sobre sus promedios de CPUE y proporción de camarón azul, no encontrando correlaciones estadísticamente significativas en ambos casos [$Pr(F) \gg 0.05$], como se detalla en las Tablas 16 y 17.

Tabla 16. Efecto del número de lances realizados por panga en la CPUE de camarón azul.

Terms	Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev.	F Value	Pr(F)
NULL	----	----	27	19.843	----	----
Lances por panga	1	0.014	26	19.829	0.018	0.893

Tabla 17. Efecto del número de lances realizados por panga en la proporción de camarón azul.

Terms	Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev.	F Value	Pr(F)
NULL	----	----	27	0.054	----	----
Lances por panga	1	5.79e-005	26	0.054	0.028	0.868

3) Efecto del tipo de fondo

No se encontró relación significativa entre el tipo de fondo en que se realizaron los lances y la CPUE [$Pr(F) > 0.05$], pero sí con la proporción de camarón azul [$Pr(F) < 0.01$], como muestran las Tablas 18 y 19 y la Figura 6.

Tabla 18. Efecto del tipo de fondo en la CPUE de camarón azul.

Terms	Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev.	F Value	Pr(F)
NULL	----	----	938	909.760	----	----
Tipo de fondo	1	0.304	937	909.455	0.304	0.581

Tabla 19. Efecto del tipo de fondo en la proporción de camarón azul.

Terms	Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev.	F Value	Pr(F)
NULL	----	----	924	101.476	----	----
Tipo de fondo	1	1.102	923	100.373	7.829	0.005

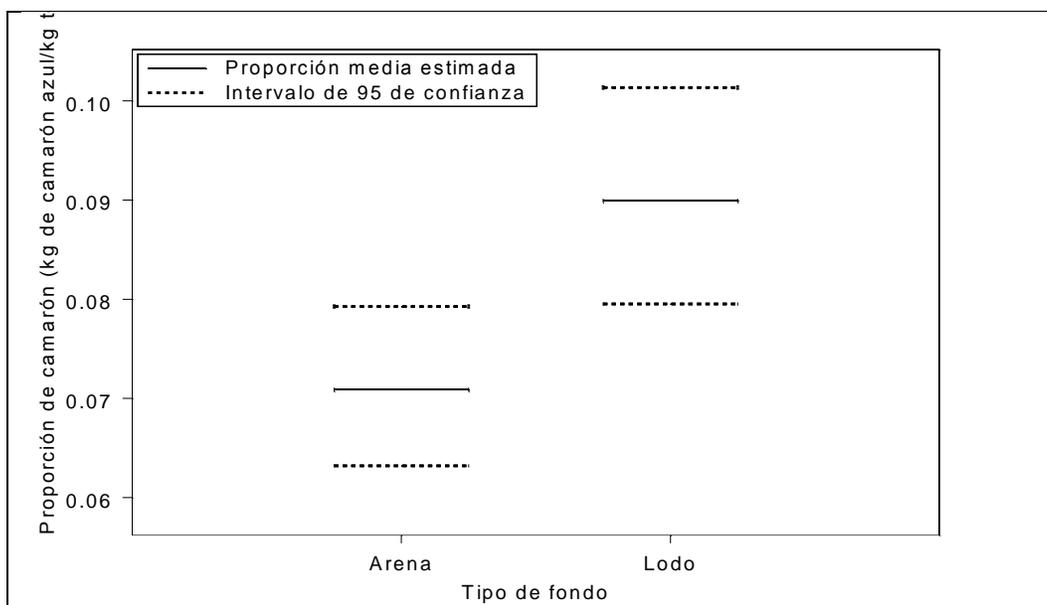


Figura 6. Ajuste del modelo GLM para la relación entre la proporción de camarón azul y el tipo de fondo, con intervalo aproximado de 95% de confianza.

4) Estimación media de la eficiencia de captura de camarón azul

A partir de la modelación de la CPUE, se estima que en el Golfo de Santa Clara, Son. podría esperarse una CPUE media de 1.84 kg/hora (IC 95% 1.69-2.01 kg/hora), asumiendo variabilidad y condiciones generales semejantes a las de la presente investigación. Para fines comparativos, la Tabla 20 proporciona los valores observados en cada tipo de red usada.

Tabla 20. Promedio observado de CPUE de camarón azul por tipo de red¹.

Tipo de red	CPUE (kg/hora)
Modificada	1.58
Prototipo	1.98
TOTAL	1.84

Utilizando la estimación de la CPUE, el intervalo de 95% de confianza de la media y los rangos del 95% en las variables observadas, se pueden calcular tasas por lance, viaje y panga, que podrían esperarse en condiciones semejantes (Tabla 21).

Tabla 21. Estimaciones de captura de camarón azul en el Golfo de Santa Clara, Son.

Variable	Promedio	Rango del 95%
kg/hora*	1.84	1.69-2.01
Horas/lance**	1.00	0.62-1.35
kg/lance	1.84	1.05-2.71
Lances/viaje**	3.00	3.00-3.00
kg/viaje	5.52	3.14-8.14
Lances/panga**	36.00	4.00-56.00
kg/panga	66.24	4.19-151.96

*Estimación media.

**Valores observados en 998 lances validados para análisis estadísticos.

Selectividad de camarón azul (proporción en la captura total)

1) *Efectos de la velocidad y profundidad de arrastre*

Se analizaron los posibles efectos de la velocidad y profundidad de arrastre sobre la selectividad de camarón azul, en una submuestra de 982 lances con captura total > 0. No se encontró relación significativa con ambas variables [$Pr(F) > 0.05$], como lo muestra la Tabla 22.

Tabla 22. Efectos de la velocidad y profundidad de arrastre en la selectividad de captura de camarón azul.

Terms	Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev.	F Value	Pr(F)
NULL	----	----	981	104.791	----	----
Velocidad	1	0.131	980	104.660	0.944	0.331
Profundidad	1	0.155	979	104.505	1.112	0.292

2) *Estimación media de la selectividad de camarón azul*

A partir de la modelación se estima que en el Golfo de Santa Clara, Son. podría esperarse una proporción media de camarón azul de 7.73% (IC 95% 7.12-8.38%), asumiendo variabilidad y condiciones generales semejantes a las del presente análisis. Para fines comparativos, la Tabla 23 proporciona los valores observados en cada tipo de red empleada.

Tabla 23. Proporción media observada de camarón azul por tipo de red¹.

Tipo de red	Proporción de camarón azul
Modificada	6.87%
Prototipo	8.19%
TOTAL	7.73%

Discusión y conclusiones del análisis estadístico en el área del Golfo de Santa Clara, Son.

Se encontró una relación directa y muy significativa entre la eficiencia de captura de camarón azul (kg/hora) y la profundidad de operación, pero no con la velocidad de arrastre de las redes. Las mejores tasas de captura se registraron en mayores profundidades, pero con niveles de abundancia menores que en San Felipe.

No se encontraron correlaciones estadísticamente significativas del esfuerzo ejercido por las pangas (lances), sobre sus promedios de CPUE y proporción de camarón azul.

No se encontró relación significativa entre el tipo de fondo en que se realizaron los lances y la CPUE, pero sí con la proporción de camarón azul, siendo mayor en los fondos de tipo lodoso.

Los resultados muestran una eficiencia de captura promedio de 1.84 kg/hora de camarón azul, que corresponde a 5.52 kg por viaje con 3 lances de una hora de arrastre.

No se encontró relación de la selectividad (proporción) de camarón azul con la velocidad ni con la profundidad a que se realizaron los arrastres.

Los resultados muestran una selectividad promedio de 7.73% de camarón azul.

Es probable que varios tipos de relaciones no sean detectables debido a la baja magnitud de las capturas obtenidas.

Referencias bibliográficas

- Akaike, H. 1974. A new look at statistical model identification. IEEE Transactions on Automatic Control AU-19, 716-722.
- McCullagh, P. and J. A. Nelder. 1989. Generalized Linear Models, 2nd edition. Chapman and Hall, London. 511 p.
- Nelder, J. A. and R. W. M Wedderburn. 1972. Generalized linear models. Journal of the Royal Statistical Society, Series A 135: 370-384.

§ § §

Apéndice A

SAN FELIPE

Objetivo

En la reunión de discusión se señaló que existían diferencias notables en la eficiencia de operación, entendida para el presente análisis como la captura de camarón y fauna de acompañamiento (FAC), entre las diferentes embarcaciones que participan en el estudio. Éstas operan con tres tipos de equipo, denominados “prototipo”, “modificada” y “fantasma”, diseñado el primero por el Instituto Nacional de Pesca, mientras que el segundo y el tercero son versiones de éste con adaptaciones hechas localmente. Estos equipos fueron utilizados a diferentes velocidades de arrastre en diferentes profundidades.

El objetivo de este análisis fue el evaluar si las embarcaciones pueden ser agrupadas con base en sus características de operación (velocidad y profundidad de arrastre y tipo de equipo) y el resultado de la misma (captura por unidad de esfuerzo de camarón azul y FAC).

Metodología

Se obtuvieron los promedios y varianza de velocidad de operación, profundidad, Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) de camarón azul y FAC (en kg/hr) de las embarcaciones que operaron en San Felipe.

Se hizo un análisis exploratorio de la distribución de las variables (prueba de Kolmogorov-Smirnof) y gráfico de regresión lineal sobre las relaciones entre los promedios de velocidad y profundidad y los de CPUE.

Se realizaron los análisis de agrupaciones (clusters, con distancia euclideana, encadenamiento por centroide) y de Componentes Principales (basados en la matriz de correlación y valores de los datos centrados en la media) utilizando el programa PC-ORD (McCune, B. and M. J. Mefford. 2011. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 6.0, MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.). Se evaluaron las diferencias en las variables analizadas entre los agrupamientos detectados, por separado y en conjunto, mediante una prueba de Kruskal-Wallis y MANOVA, utilizando el programa R.

Resultados

Con excepción de la velocidad de arrastre, todas las variables tienen una distribución diferente de la Normal (figura 1).

Aunque los datos de CPUE y profundidad tienen una distribución de probabilidad que se aproxima a una Exponencial o Gamma (figura 1), la utilización de los métodos multivariados, que asumen una distribución normal, se justifica por la distribución normal de los valores de sus promedios (figura 2).

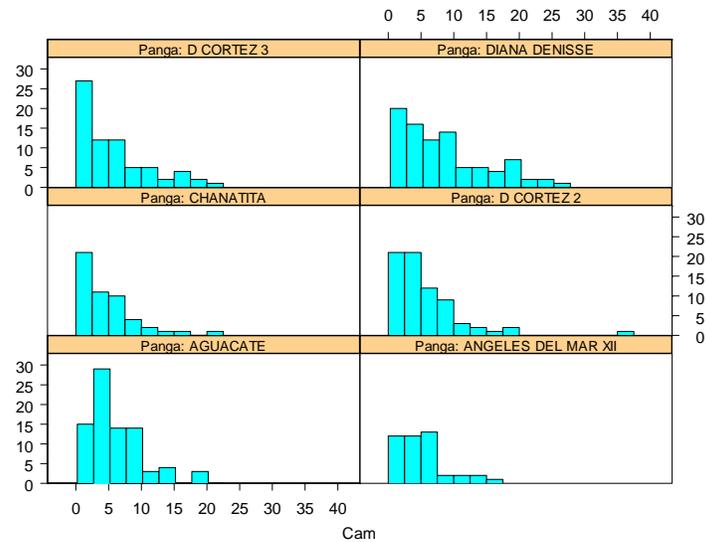


Figura 1.- Ejemplo de la distribución de frecuencia de CPUE (kg/hr) de pangas participantes en el estudio en San Felipe

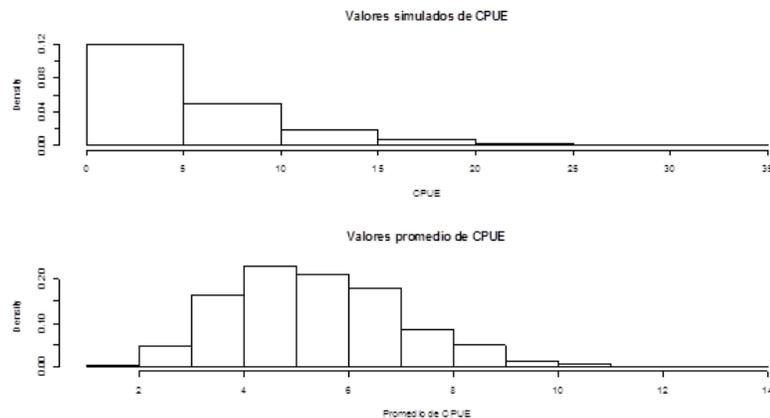


Figura 2.- Distribución de frecuencia de datos simulados de CPUE con distribución Gamma con media 5.48 kg/h (semejante a la de los datos analizados) y distribución de promedios de 100 lances simulados tomados de esa distribución. La prueba de Shapiro indica normalidad de ésta última distribución ($p= 3.06 \times 10^{-10}$).

En la figura 3 se muestran los promedios de CPUE de camarón y FAC de las embarcaciones participantes en el estudio, ordenadas de menor a mayor respecto a la primera. En general, el Coeficiente de Variación de ambas variables es similar, 0.91 para la CPUE de camarón y 0.98 para la de la FAC, e indican una alta variabilidad de éstas.

En la figura 4 se muestran los promedios de velocidad (en nudos) y la profundidad (en metros) de los arrastres realizados por las embarcaciones. El Coeficiente de Variación es menor para la velocidad (0.15) que para la profundidad (0.45).

La figura 5 muestra el promedio de CPUE de camarón (kg/h) graficado contra el promedio de la velocidad de arrastre (en nudos) de las embarcaciones participantes. En la figura, el tamaño del texto del nombre de la embarcación es proporcional a su varianza. La varianza es más grande para los promedios más altos de CPUE, lo que es usual en este tipo de datos.

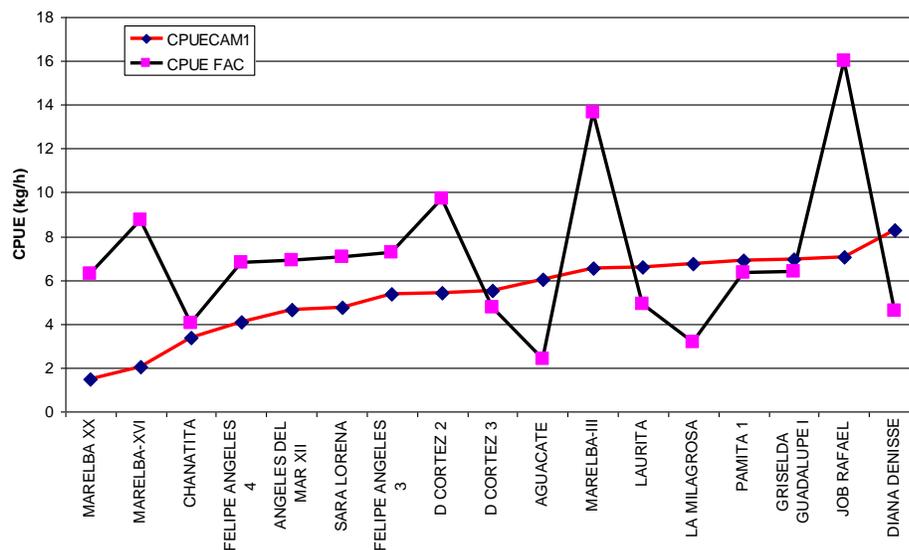


Figura 3.- Promedios de CPUE de camarón y FAC (en kg/h) de las embarcaciones participantes en el estudio, ordenadas de menor a mayor respecto a la primera.

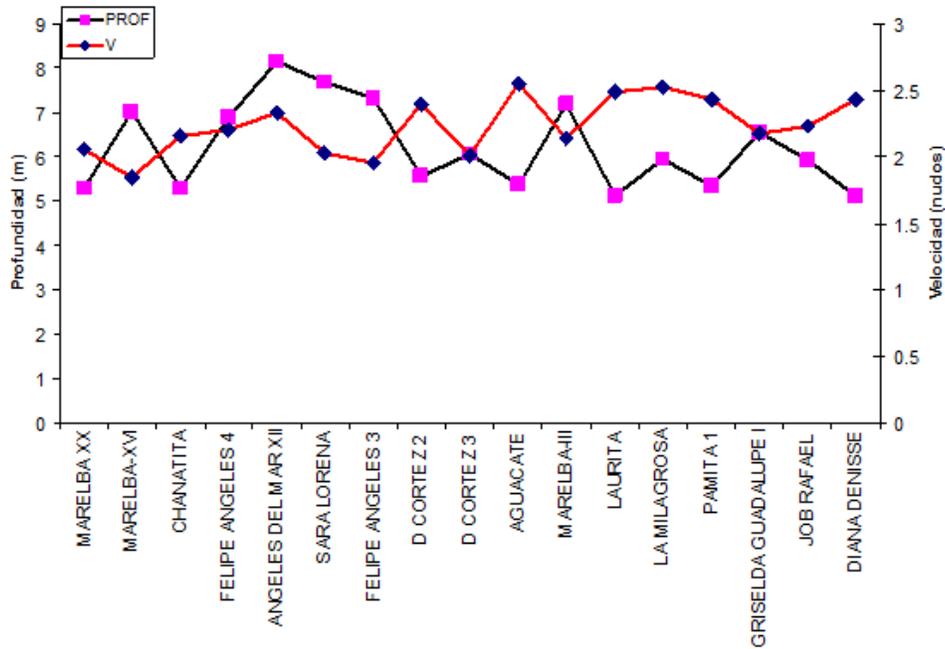


Figura 4.- Promedios de velocidad (en nudos) y profundidad (en metros) de los arrastres realizados por las embarcaciones participantes en el estudio.

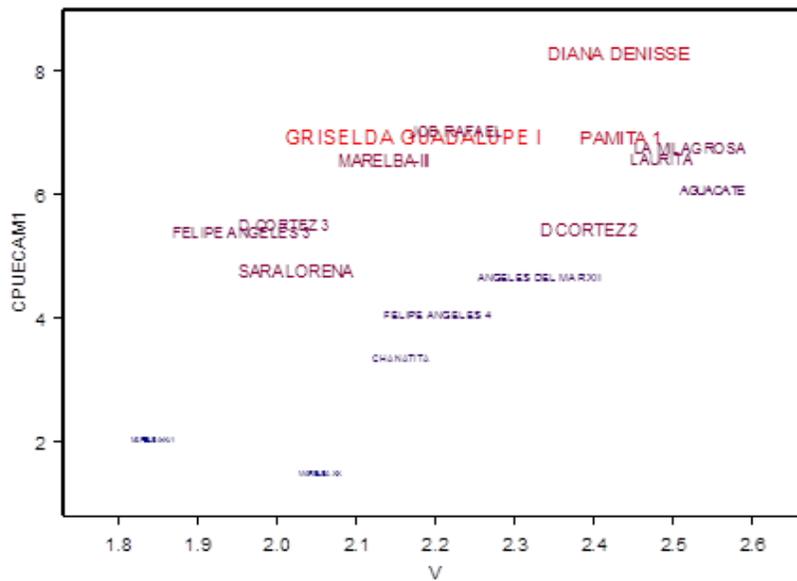


Figura 5.- Promedio de CPUE de camarón (kg/h) contra el promedio de la velocidad de arrastre (en nudos) de las embarcaciones participantes. El tamaño del texto varía proporcionalmente a la varianza de la CPUE.

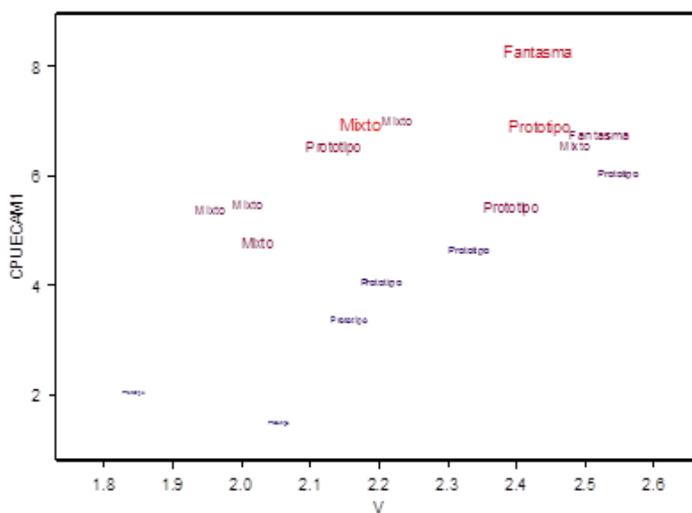


Figura 6.- Promedio de CPUE de camarón (kg/h) contra el promedio de la velocidad de arrastre (en nudos) de las embarcaciones participantes, mostrando el equipo de pesca utilizado. El tamaño del texto varía proporcionalmente a la varianza de la CPUE.

En la figura 6 se muestra la gráfica complementaria a la anterior, mostrando el tipo de equipo de pesca utilizado por la embarcación correspondiente.

La figura 7 muestra las posiciones de las embarcaciones participantes en el estudio en relación al plano de regresión de la CPUE (Kg/h) de camarón contra la velocidad y la profundidad. También en esta figura el tamaño del texto es proporcional a la varianza. En esta regresión, sólo la velocidad tiene una relación significativa (positiva) ($p=0.018$) con la CPUE de camarón. La figura 8 muestra la misma gráfica para los tipos de equipo de pesca correspondientes para cada información.

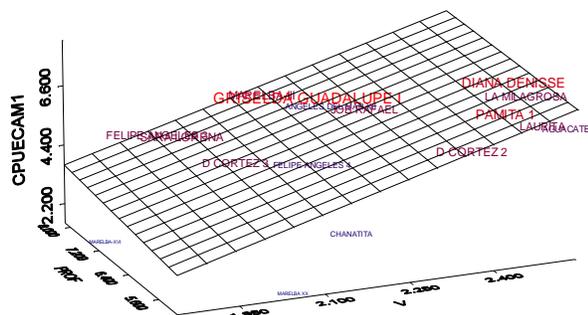


Figura 7.- Posiciones de las embarcaciones participantes en el estudio en relación al plano de regresión de la CPUE (Kg/h) de camarón contra la velocidad y la profundidad. El tamaño del texto es proporcional a la varianza.

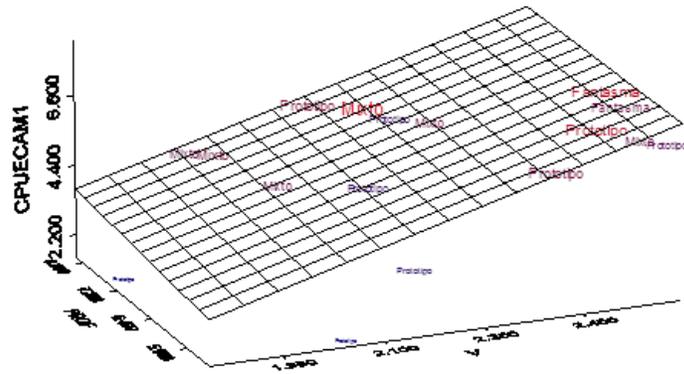


Figura 8.- Equipos de pesca de las embarcaciones participantes en el estudio en relación al plano de regresión de la CPUE (Kg/h) de camarón contra la velocidad y la profundidad. El tamaño del texto es proporcional a la varianza.

Las figuras 9 y 10 muestran los resultados correspondientes para la proporción de camarón en la captura total de camarón contra la velocidad y la profundidad (tamaño del texto proporcional a la varianza. También en esta regresión, sólo la velocidad tiene una relación significativa (positiva) ($p=0.0057$) con la proporción de camarón.

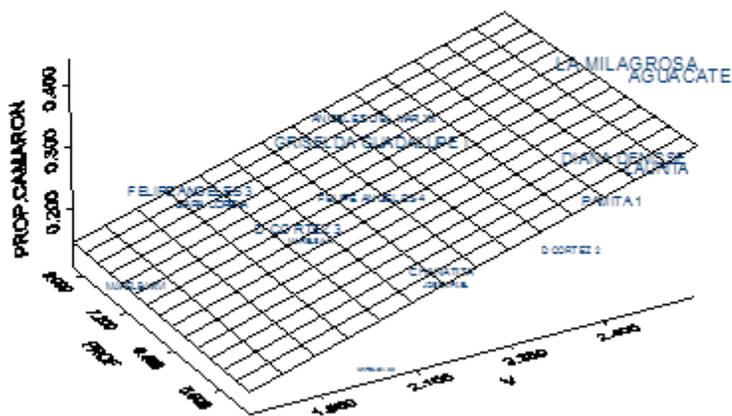


Figura 9.- Posiciones de las embarcaciones participantes en el estudio en relación al plano de regresión de la proporción de camarón en la captura total contra la velocidad y la profundidad. El tamaño del texto es proporcional a la varianza.

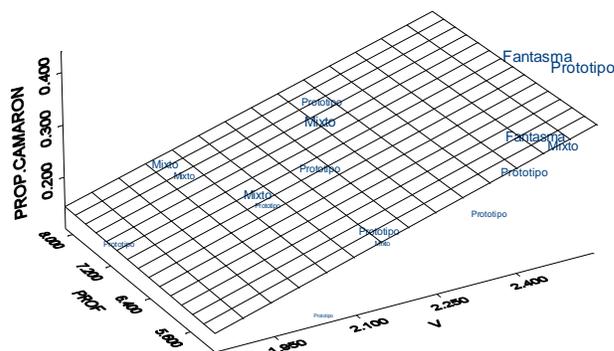


Figura 10.- Equipos de pesca de las embarcaciones participantes en el estudio en relación al plano de regresión de la proporción de camarón en la captura total contra la velocidad y la profundidad.

El tamaño del texto es proporcional a la varianza.

No se encontraron relaciones lineales significativas entre la CPUE de FAC y la velocidad o profundidad de arrastre. Esto no significa que no existan otro tipo de relaciones entre estas variables.

La figura 11 muestra el resultado de agrupamientos (clusters) y la figura 12 el del análisis de componentes principales (CP). El primer componente principal (el eje horizontal de la figura 12) contiene el 55% de la variación acumulada. La velocidad de arrastre (coeficiente -0.64) y la CPUE de camarón (coeficiente -0.23) definen la posición hacia la izquierda de la gráfica y la profundidad (coeficiente 0.58) y la CPUE de FAC (coeficiente 0.43) definen la posición hacia la derecha de la gráfica.

En esa misma figura, el segundo componente principal (el eje vertical) contiene el 85% de la variación acumulada (aproximadamente 30% por sí mismo). En ese eje, todos los coeficientes tienen signo positivo. Las variables que mayormente influyen en la posición en el eje vertical son la CPUE de camarón (coeficiente 0.80) y CPUE de FAC (coeficiente 0.53), seguidas de la velocidad de arrastre (coeficiente 0.21) y la profundidad (coeficiente 0.15). De esta manera, una posición más elevada en el eje vertical indica una CPUE más alta. A la izquierda se encontrarían las CPUES más altas de camarón y a la derecha las CPUES más altas de FAC. También, la velocidades de arrastre más altas se encuentra a la izquierda de la gráfica y las profundidades más grandes a la derecha de la misma.

Aguacate, La Milagrosa, Chanatita, D, Cortez 3, Diana Denisse y Laurita (en la rama más superior del árbol de agrupamientos y ocupando la posición más a la izquierda del diagrama de CP) se caracterizan en general por velocidades de arrastre más altas (figura 13), menores profundidades (figura 14), CPUES de camarón más grandes (figura 15) y CPUES de FAC relativamente bajas (figura

16). En esta rama se encuentran dos embarcaciones con redes prototipo (Aguacate y Chanatita), dos con red mixta (D. Cortez 3 y Laurita) y dos con red fantasma (Diana Denisse y La Milagrosa).

Las embarcaciones Ángeles del Mar XII, Sara Lorena y las Felipe Ángeles (la segunda rama, localizadas a la derecha del diagrama de CP) se caracterizan en general por operar a menor velocidad (figura 13), más profundidad (figura 14) y una CPUE de camarón menor (figura 15) y una CPUE de FAC mayor (figura 16) que la del grupo anterior. Esta rama tiene dos embarcaciones con redes prototipo (Felipe Ángeles 4 y Ángeles del Mar) y dos mixtas (Felipe Ángeles 3 y Sara Lorena).

Las embarcaciones, de la tercera rama del árbol de agrupamientos, Griselda Guadalupe, Marelba XX y Pamita 1 ocupan una posición intermedia en el diagrama de CP, velocidades medias a altas (figura 13), profundidades bajas a medias (figura 14), con CPUEs muy variables de camarón desde bajas hasta altas (figura 15), CPUE medias de FAC (figura 16). Esta rama tiene dos embarcaciones con redes prototipo (Marelba XX y Pamitar) y una mixta (Griselda Guadalupe).

La cuarta rama, las embarcaciones D. Cortez 2 y Marelba XVI se caracterizan en general por velocidades de bajas a media-altas (figura 13), profundidades medias a altas (figura 14), CPUEs medias a bajas de camarón (figura 15) y altas de FAC (figura 16) . Esta rama tiene dos embarcaciones con redes prototipo (D Cortez 2 y Marelba XVI).

La quinta rama se compone de las embarcaciones Job Rafael y Marelba III con velocidades intermedias y profundidades intermedias a relativamente altas (figuras 13 y 14), altas CPUE de camarón (figura 15) y muy altas de FAC (figura 16). Esta rama tiene una embarcación con red prototipo (Marelba XX) y una mixta (Job Rafael).

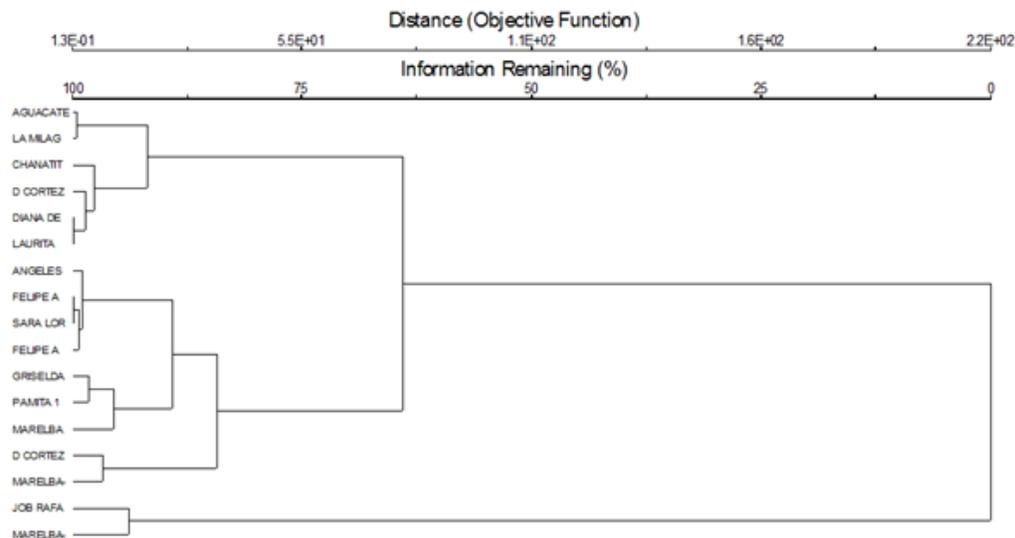


Figura 11.- Análisis de agrupamientos de las embarcaciones participantes en el estudio en San Felipe.

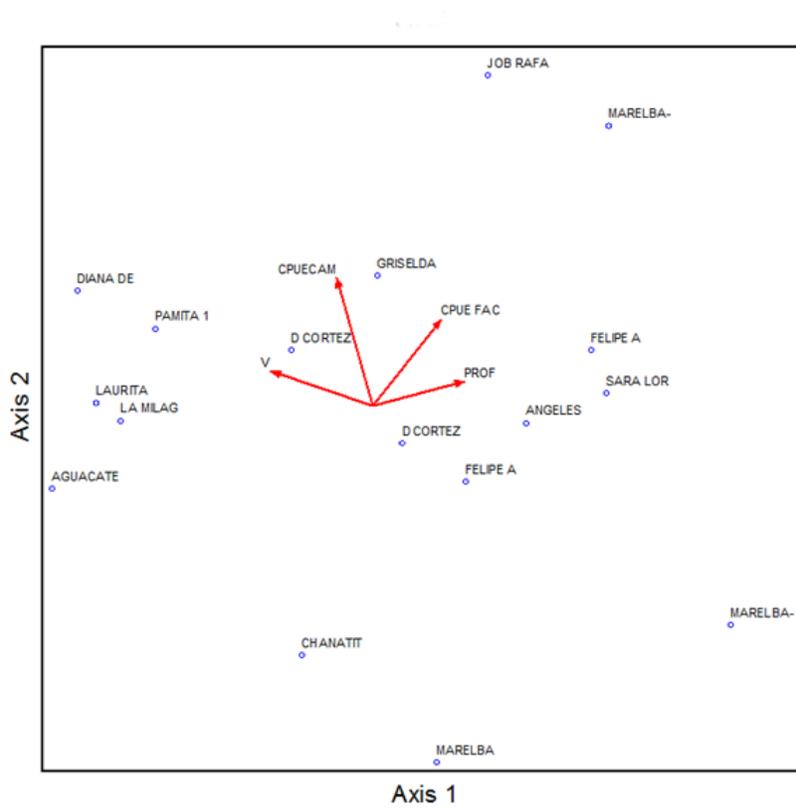


Figura 12.- Diagrama de componentes principales (CP) de las embarcaciones participantes en el estudio en San Felipe (ver texto).

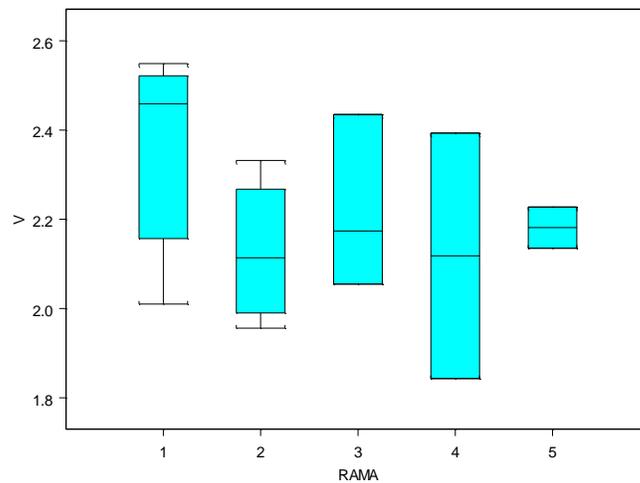


Figura 13.- Velocidad de arrastre de las embarcaciones participantes en el estudio agrupadas en las ramas identificadas en el análisis de agrupamientos en San Felipe (ver texto).

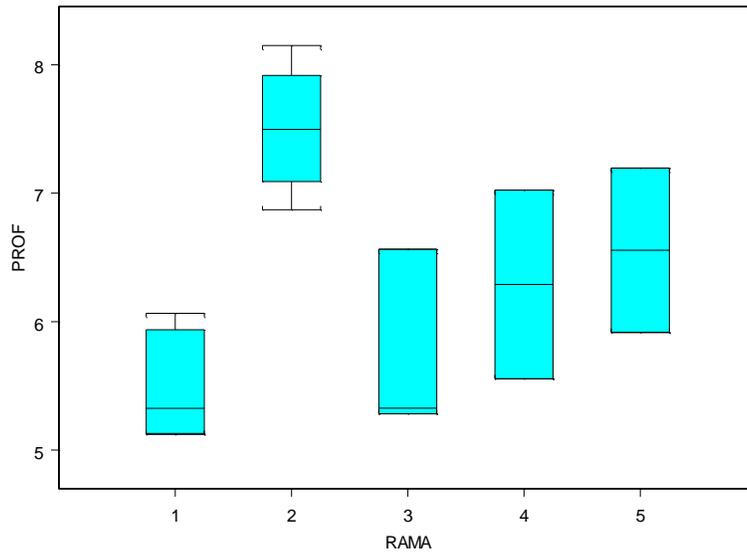


Figura 14.- Profundidad de arrastre de las embarcaciones participantes en el estudio agrupadas en las ramas identificadas en el análisis de agrupamientos en San Felipe (ver texto).

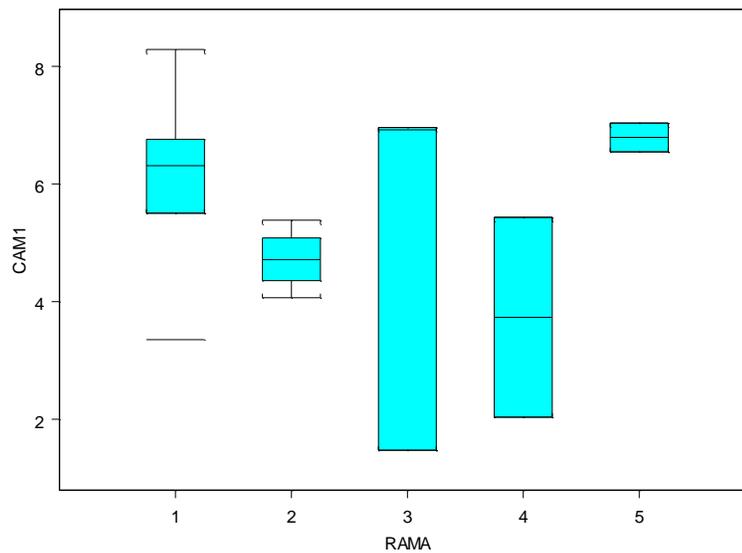


Figura 15.- CPUE de camarón (Kg/h) de las embarcaciones participantes en el estudio agrupadas en las ramas identificadas en el análisis de agrupamientos en San Felipe (ver texto).

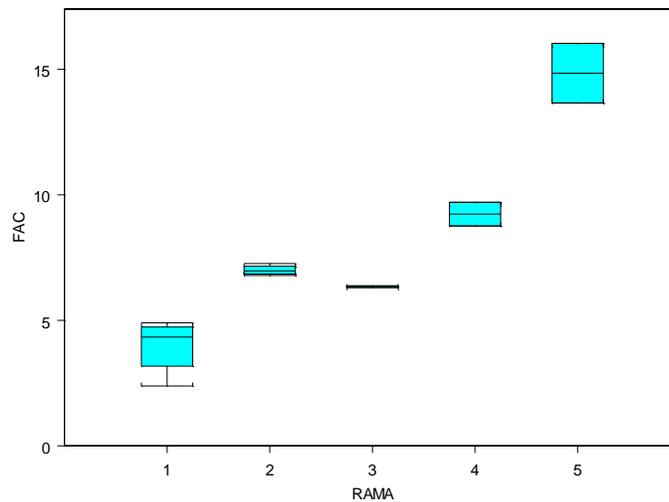


Figura 16.- CPUE de FAC (Kg/h) de las embarcaciones participantes en el estudio agrupadas en las ramas identificadas en el análisis de agrupamientos en San Felipe (ver texto).

Las figuras 13 a 16 muestran la velocidad y profundidad de arrastre y las CPUEs de camarón y FAC de las agrupaciones (ramas) del análisis respectivo. Sólo se encontraron diferencias significativas en la CPUE de FAC entre las agrupaciones detectadas.

Utilizando el método de Kruskal-Wallis para las variables individuales, sólo se encontraron diferencias significativas en la CPUE de FAC entre las “ramas” detectadas en el análisis de agrupamientos. Utilizando el Análisis de Varianza Múltiple (MANOVA), se encontraron diferencias significativas entre las ramas en su conjunto ($p=0.016$) y en la profundidad ($p=0.004$), CPUE de FAC ($p=0.000000397$) y la proporción de camarón en la captura ($p=0.027$).

Discusión

Las embarcaciones participantes en el estudio pueden ordenarse de manera clara por características de operación (velocidad y profundidad) y eficiencia (CPUE de FAC, CPUE de camarón y la relación entre ambas).

Se puede tener una idea de las diferencias existentes en dos estas características presentadas simultáneamente en la comparación gráfica de velocidad y arrastre y CPUE de camarón entre dos embarcaciones seleccionadas (figura 17). Preliminarmente, basados en los resultados de los análisis exploratorios de regresión y del diagrama de CP, el ángulo agudo entre las flechas de las variables velocidad y CPUE de camarón, hay indicaciones de que ambas variables están relacionadas de manera positiva (habría un intervalo de ambas variables en el que un aumento de velocidad resulte en un aumento de la CPUE de camarón).

La variable cuyas diferencias son las más significativas entre los grupos detectados en el análisis de agrupamientos es la CPUE de FAC, lo que indicaría que ésta es una variable muy importante a evaluar en el desempeño de estos equipos de pesca.

Basándose en los análisis realizados, el tipo de red utilizado no parece tener una influencia decisiva en el desempeño entre las embarcaciones participantes, aunque el análisis no descarta que existan diferencias en otras variables como consumo de combustible, costo etc.

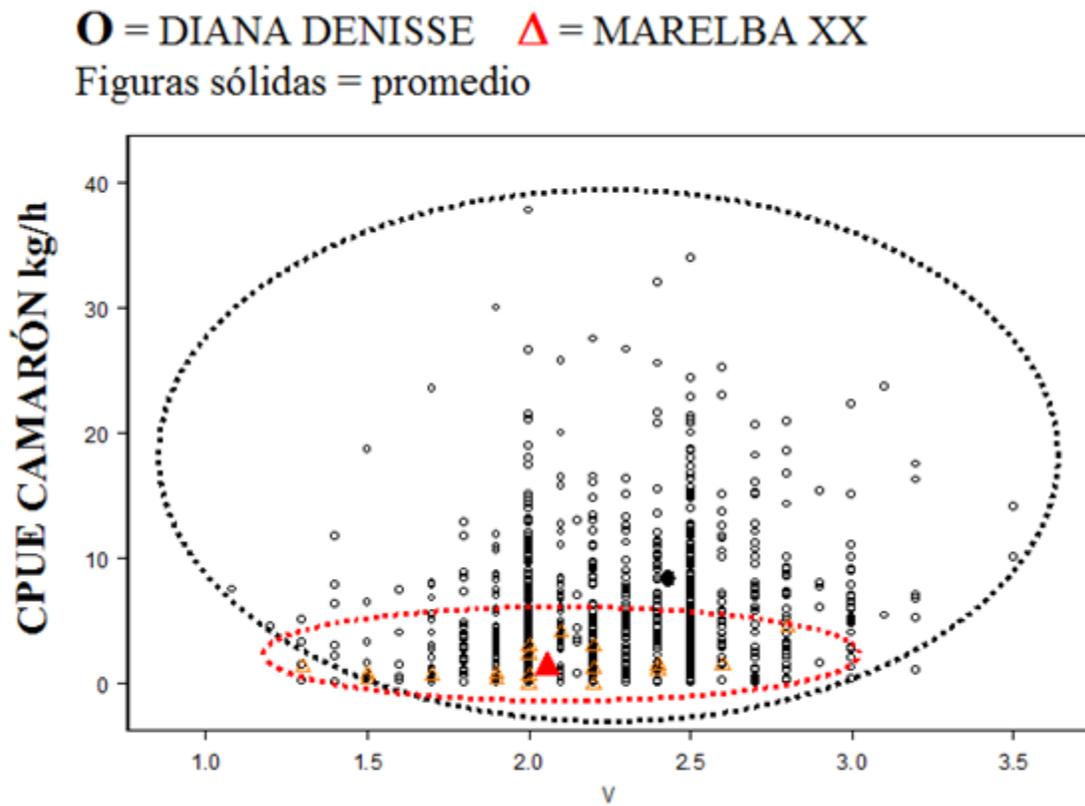


Figura 13.- Comparación gráfica entre velocidades de arrastre y CPUE de camarón entre dos embarcaciones participantes en el estudio. Las elipses tocan los datos más extremos.

SANTA CLARA

Objetivo

En la reunión de discusión, no se señaló que existiera la necesidad de analizar específicamente las diferencias notables en la eficiencia de operación entre las embarcaciones que participan en el estudio en Santa Clara.

El objetivo de este análisis fue el evaluar si las embarcaciones pueden ser agrupadas de manera similar como se hizo en San Felipe, con base en sus características de operación (velocidad y profundidad de arrastre y tipo de equipo) y el resultado de la misma (captura por unidad de esfuerzo de camarón azul y FAC). En este caso se contaba con datos generales sobre tipo de fondo (clasificado como fondo tipo 1 y 2).

Metodología

Se obtuvieron los promedios y varianza de velocidad de operación, profundidad, Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) de camarón azul y FAC (en kg/hr) de las embarcaciones que operaron en Santa Clara.

Se hizo un análisis exploratorio de la distribución de las variables (prueba de Kolmogorov-Smirnof) y gráfico y de regresión lineal sobre las relaciones entre los promedios de velocidad y profundidad y los de CPUE.

Se realizaron los análisis de agrupaciones (clusters, con distancia euclideana, encadenamiento por centroide) y de Componentes Principales (basados en la matriz de correlación y valores de los datos centrados en la media) utilizando el programa PCORD (McCune, B. and M. J. Mefford. 2011. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 6.0, MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.). Se evaluaron las diferencias en las variables analizadas entre los agrupamientos detectados, por separado y en conjunto, mediante una prueba de Kruskal-Wallis y MANOVA, utilizando el programa R.

Resultados

Igualmente que en San Felipe, con excepción de la velocidad de arrastre, todas las variables tienen una distribución diferente de la Normal (figura 14).

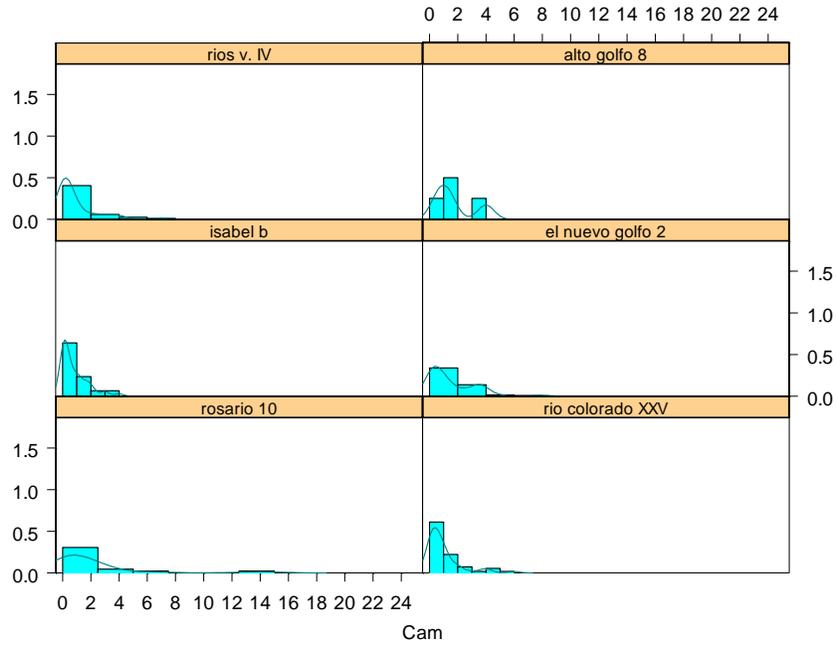


Figura 14.- Ejemplo de la distribución de frecuencia de CPUE (kg/hr) de pangas participantes en el estudio en Santa Clara

En la figura 18 se muestran los promedios de CPUE de camarón y FAC de las embarcaciones participantes en el estudio, ordenadas de menor a mayor respecto a la primera. En general, el Coeficiente de Variación de ambas variables es similar, 0.48 para la CPUE de camarón y 0.41 para la de la FAC, e que, aunque indican una alta variabilidad, ésta es menor a la encontrada en San Felipe.

En la figura 19 se muestran los promedios de velocidad (en nudos) y la profundidad (en metros) de los arrastres realizados por las embarcaciones. El Coeficiente de Variación de la velocidad (0.13) y la profundidad (0.15) son semejantes.

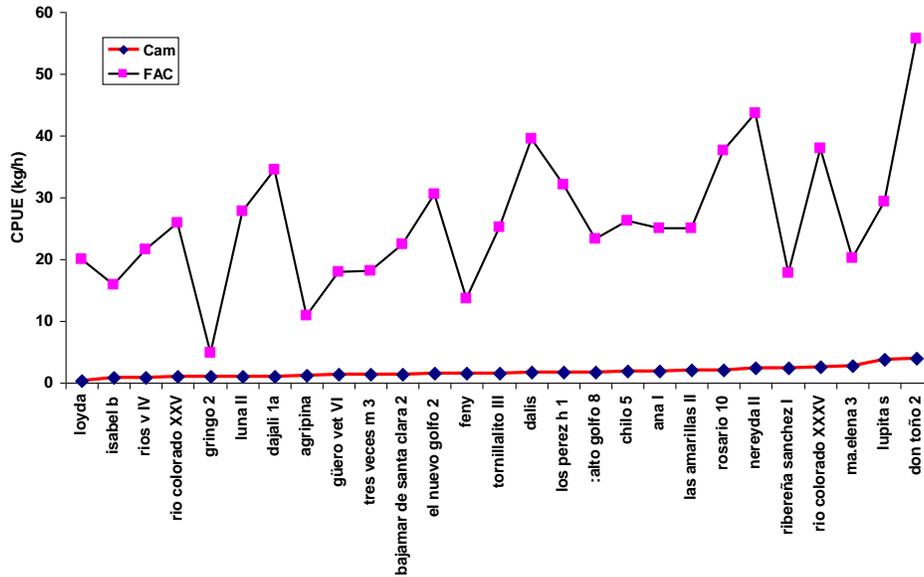


Figura 18.- Promedios de CPUE de camarón y FAC de las embarcaciones participantes en el estudio, en Santa Clara ordenadas de menor a mayor respecto a la primera.

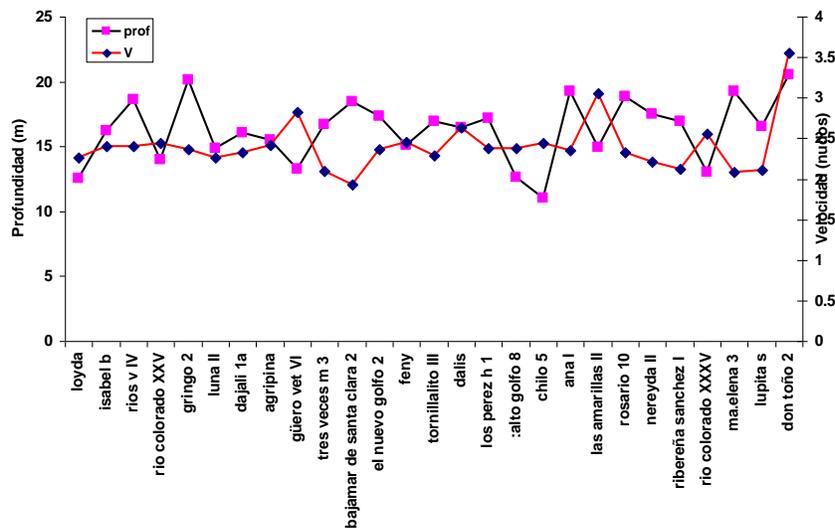


Figura 19.- Promedios de velocidad (en nudos) y la profundidad (en metros) de los arrastres realizados por las embarcaciones.

No se encontraron relaciones lineales significativas entre la CPUE de camarón o FAC en la captura total de camarón contra la velocidad y la profundidad con la proporción de camarón.

La figura 20 muestra el resultado de agrupamientos (clusters) y la figura 21 el del análisis de componentes principales (CP). El primer componente principal (el eje horizontal de la figura 18) contiene el 39% de la variación acumulada. La velocidad de arrastre (coeficiente -0.42), la CPUE de camarón (coeficiente -0.53) y FAC (COEFICIENTE -0.65) y la profundidad (coeficiente -0.19) definen la posición hacia la izquierda de la gráfica. La proporción de camarón (coeficiente 0.25) define la posición hacia la derecha de la gráfica.

En esa misma figura, el segundo componente principal (el eje vertical) contiene el 67% de la variación acumulada (aproximadamente 25% por sí mismo). En ese eje, la proporción de camarón (coeficiente 0.69), la profundidad (coeficiente 0.59), la CPUE de camarón (coeficiente 0.25) y la velocidad (0.02) son las variables que influyen en la posición en el eje vertical arriba del origen ($x=0$, $y=0$). La FAC (coeficiente -0.20) es la única que contribuye en la posición en el eje vertical hacia abajo del origen.

De esta manera, una posición más elevada en el eje vertical indica una CPUE y una proporción de camarón más alta y mayores profundidades de arrastre. A la izquierda se encontrarían las CPUESs totales más altas y a hacia la parte baja e izquierda de la gráfica las CPUEs más altas de FAC. También, la velocidades de arrastre más altas se encuentra a la izquierda de la gráfica.

Las pangas Agripina, Feny, Isabel B., Ribereña Sánchez I, Tres Veces M 3, Güero Vet VI y Loyda (en la rama más superior del árbol de agrupamientos y ocupando la posición más a la derecha del diagrama de CP) se caracterizan, en lo general, por velocidades y profundidades de arrastre de bajas a medias (figuras 22 y 23), CPUEs de camarón de bajas a intermedias (figura 24) y CPUEs de FAC bajas (figura 25). En esta rama se encuentran cuatro embarcaciones con redes prototipo (Agripina, Feny, Ribereña Sánchez I y Güero Vet VI), dos con red modificada (Isabel B y Loyda) y una enlistada con ambos tipos de equipo en diferentes lances (Tres Veces M 3).

Las embarcaciones Alto Golfo 8, Don Chilo 5, Las Amarillas II, Río Colorado XXV, Luna II, Ana I, Tornillatito III, Bajamar de Santa Clara 2, Ríos V IV y Ma. Elena 3 (la segunda rama, localizadas al centro del eje horizontal del diagrama de CP) se caracterizan en general por operar a velocidad un poco mayor (figura 22), mayor profundidad (figura 23), una FAC de camarón desde intermedia hasta alta (figura 24) y una CPUE de FAC intermedia. Esta rama tiene seis embarcaciones con redes prototipo (Don Chilo 5, Ma.Elena 3, Las Amarillas II, Bajamar de Santa Clara 2 y Tornillalito III) y 4 con redes modificadas (Alto Golfo 8, Luna II, Ríos V. IV y Río Colorado XXV) y una enlistada con ambos tipos de equipo en diferentes lances (Ana I).

Las embarcaciones, de la tercera rama del árbol de agrupamientos (El Nuevo Golfo 2, Lupita S, Dajali 1ra, Los Pérez H. 1) ocupan una posición más hacia la izquierda que las de la rama anterior en el diagrama de CP, con velocidades y profundidades intermedias (figuras 22 y 23), CPUEs

intermedias a altas de camarón (figura 24) y altas de FAC (figura 25). Esta rama tiene dos embarcaciones con redes prototipo (Dajali 1ra y Los Perez H. 1), una modificada (El Nuevo Golfo 2) y una enlistada con ambos tipos de equipo en diferentes lances (Lupita S.).

La cuarta rama, las embarcaciones Río colorado XXXV, Rosario 10, Nereyda II y Dalis, a la izquierda en diagrama de CP, se caracterizan en general por velocidades y profundidades medias a altas (figuras 22 y 23) CPUEs medias a altas de camarón y altas de FAC. Esta rama tiene dos embarcaciones con redes prototipo (Nereyda II y Dalis) y dos con redes modificadas (Río Colorado XXXV y Rosario 10).

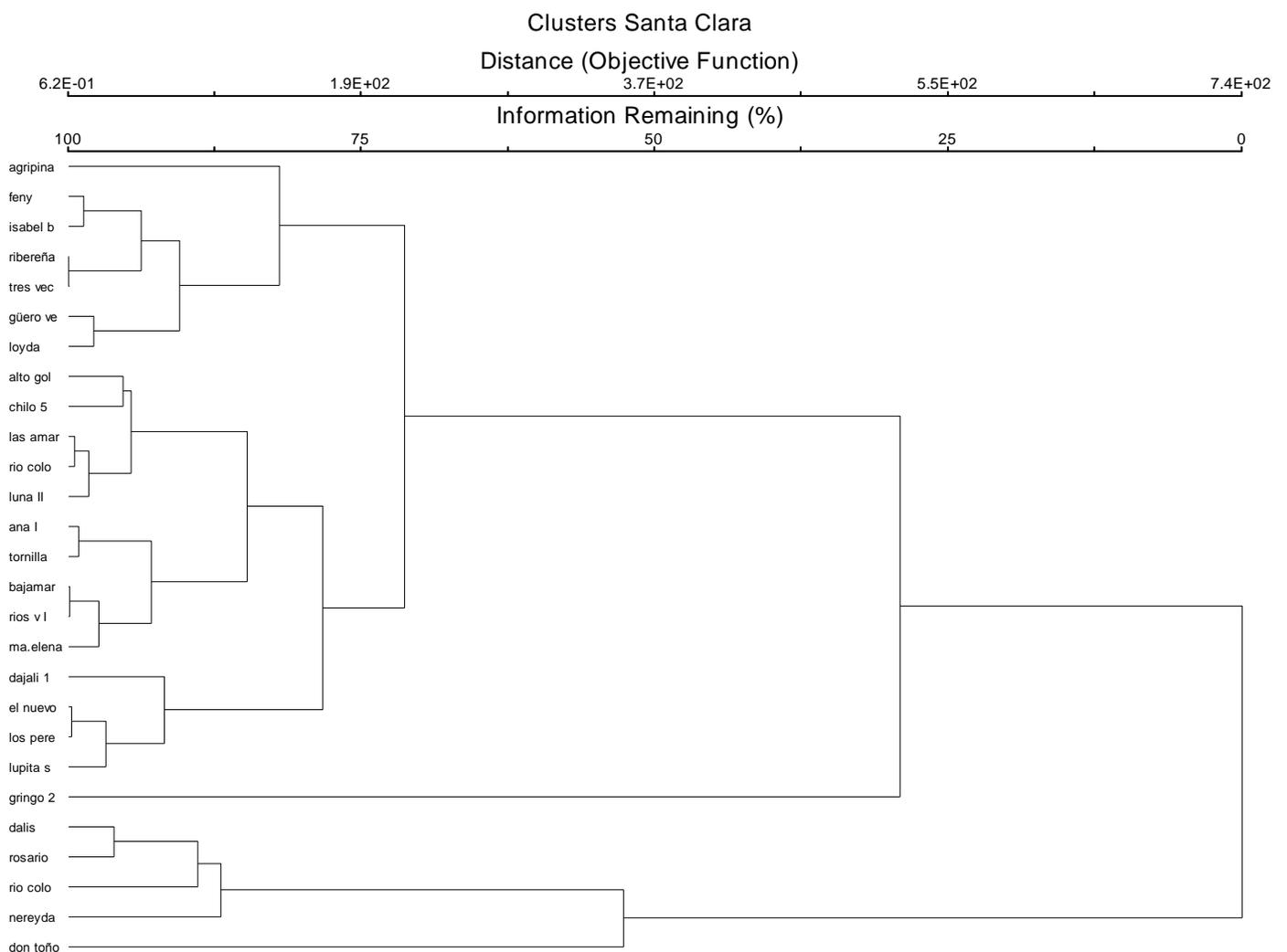


Figura 20.- Análisis de agrupamientos de las embarcaciones participantes en el estudio en Santa Clara.

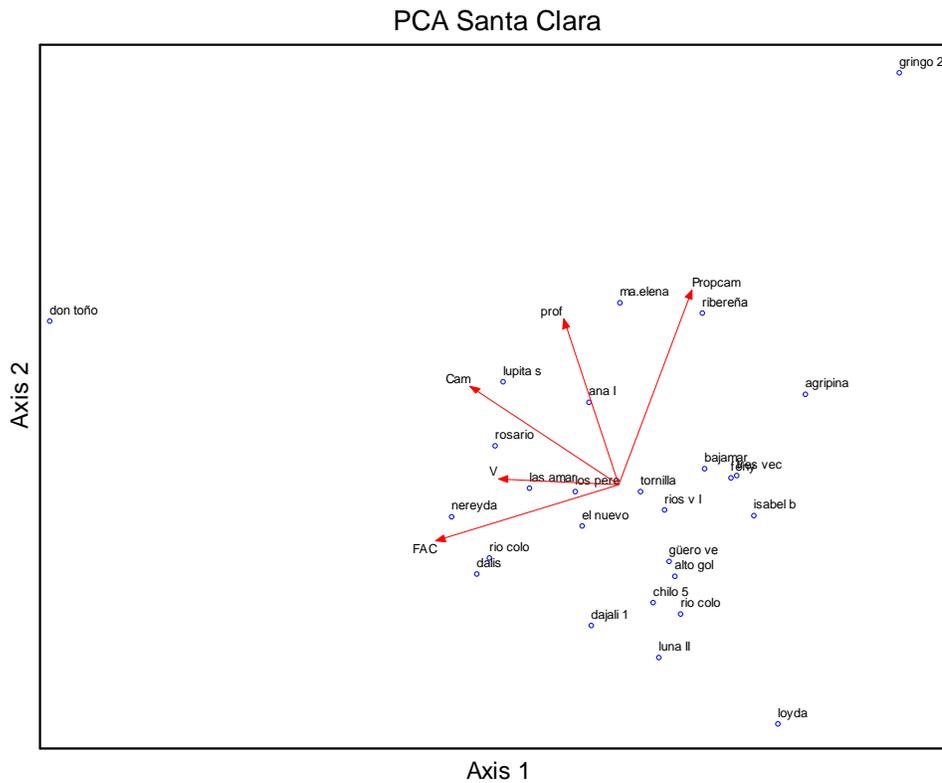


Figura 21.- Diagrama de componentes principales (CP) de las embarcaciones participantes en el estudio en Santa Clara (ver texto).

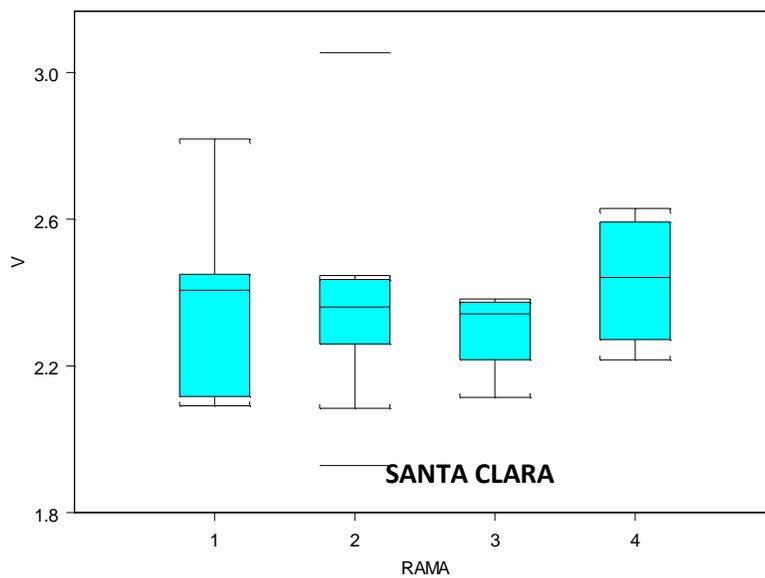


Figura 22.- Velocidad de arrastre de las embarcaciones participantes en el estudio agrupadas en las ramas identificadas en el análisis de agrupamientos en Santa Clara (ver texto).

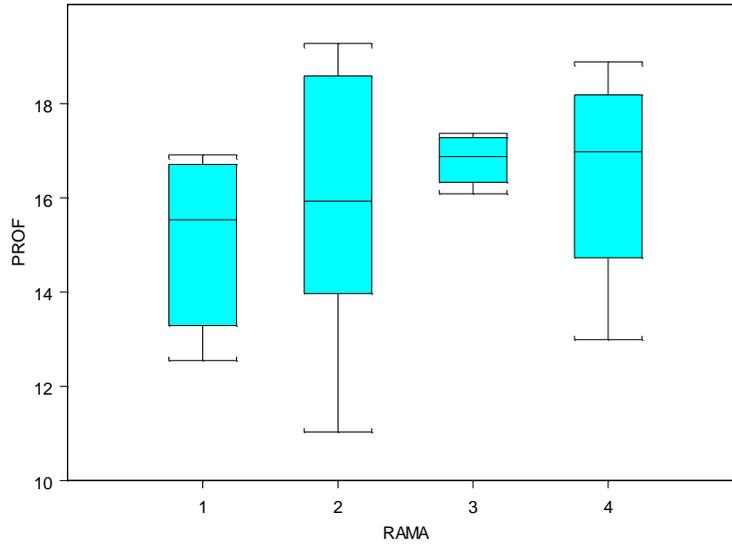


Figura 23.- Profundidad de arrastre de las embarcaciones participantes en el estudio agrupadas en las ramas identificadas en el análisis de agrupamientos en Santa Clara (ver texto).

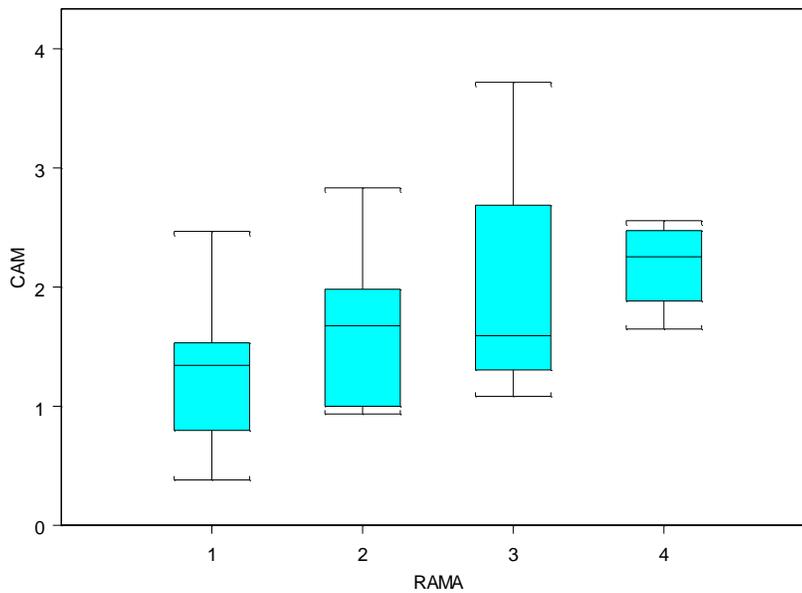


Figura 24.- CPUE de camarón (Kg/h) de las embarcaciones participantes en el estudio agrupadas en las ramas identificadas en el análisis de agrupamientos en Santa Clara (ver texto).

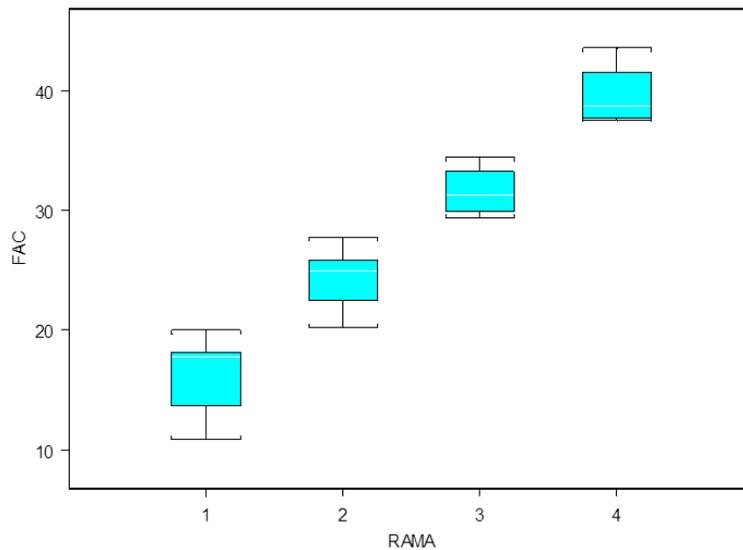


Figura 25.- CPUE de FAC (Kg/h) de las embarcaciones participantes en el estudio agrupadas en las ramas identificadas en el análisis de agrupamientos en Santa Clara (ver texto).

Las figuras 22 a 25 muestran la velocidad y profundidad de arrastre y las CPUEs de camarón y FAC de las agrupaciones (ramas) del análisis respectivo. Utilizando el método de Kruskal-Wallis para las variables individuales, sólo se encontraron diferencias significativas en la CPUE de FAC entre las “ramas” detectadas en el análisis de agrupamientos. Utilizando el Análisis de Varianza Múltiple (MANOVA), se encontraron diferencias significativas entre las ramas en su conjunto ($p=0.013$) y en la velocidad ($p=0.0153$), la CPUE de camarón ($p=0.022$), CPUE de FAC ($p=0.00000000000079$) y la proporción de camarón en la captura ($p=0.00009$).

Discusión

Las embarcaciones participantes en el estudio pueden ordenarse de manera clara por características de operación (velocidad y profundidad) y eficiencia (CPUE de FAC, CPUE de camarón y la relación entre ambas).

La variable cuyas diferencias son las más significativas entre los grupos detectados en el análisis de agrupamientos es la CPUE de FAC, lo que indicaría que ésta es una variable muy importante a evaluar en el desempeño de estos equipos de pesca.

Basándose en los análisis realizados, el tipo de red utilizado no parece tener una influencia decisiva en el desempeño entre las embarcaciones participantes, aunque el análisis no descarta que existan diferencias en otras variables como consumo de combustible, costo etc.