

Comisión Interamericana del Atún Tropical
Inter-American Tropical Tuna Commission



BSEs de atún patudo por viaje basada en modelos – Model-based trip-level bigeye tuna BSEs

17ª Reunión del Comité Científico Asesor – 8-12 de junio de 2026
17th Meeting of the Scientific Advisory Committee – 8-12 June 2026
La Jolla, California, USA-EE.UU.



BSEs de BET por viaje basada en modelos — Model-based trip-level BET BSEs

- Información proporcionada por el personal científico en apoyo del IVT.
- La estimación de la BSE se basa en gran medida en modelos, ya que el PMIP toma muestras de menos caladeros por viaje que el PRM.
- Esto se debe a que el protocolo de muestreo del PMIP se diseñó para recopilar datos para estimar la composición de las capturas a nivel de flota.

- Provided by the scientific staff in support of the IVT.
- BSE estimation is largely model-based because the IPSP samples fewer wells per trip than was done by the EMP.
- This is because the IPSP sampling protocol was designed for collection of data to estimate of fleet-level catch composition.

BSEs de BET por viaje basada en modelos — Model-based trip-level BET BSEs

- Se proporcionan las BSEs para los viajes de los buques ‘prioritarios’ incluidos en la muestra del PMIP (aquellos seleccionados por el PRM para el período 2023-2025).
- El personal propone que las BSEs se proporcionen trimestralmente, con las estimaciones definitivas antes de la fecha límite del 15 de enero.
- Las estimaciones del trimestre anterior se actualizarán a medida que se disponga de más datos para 2026, lo que permitirá mejorar los modelos.

- BSEs are provided for IPSP-sampled trips of ‘priority’ vessels (those sampled by the EMP in 2023 - 2025).
- The staff proposes that BSEs be provided quarterly, with final estimates by the January 15th deadline.
- Previous quarter estimates will be updated as more data for 2026 become available, allowing for improvements to the models.

BSEs de BET por viaje basada en modelos —Model-based trip-level BET BSEs

- Para cada viaje, el BSE es la suma de las estimaciones del BET por bodega, excluyendo las bodegas —o partes de ellas— con capturas DEL.
- En el caso de las bodegas muestreadas por el PMIP, la estimación de la captura BET se basa en los datos de la muestra.
- Para las bodegas no muestreadas por el PMIP (la mayoría de las bodegas del viaje), se obtienen estimaciones de BET basadas en modelos.

- For each trip, the BSE is the sum of estimates of BET per well, excluding wells, or parts thereof, with DEL-set catch.
- For IPSP-sampled wells, the BET catch estimate is based on the sample data.
- For wells not sampled by the IPSP (most wells of the trip), model-based estimates of BET are obtained.

BSEs de BET por viaje basada en modelos — Model-based trip-level BET BSEs

- Las estimaciones basadas en modelos, que utilizan datos del PRM (2023-2025) y del PMIP (2026), constan de tres componentes:
 - Bodegas con captura OBJ
 - 1) Proporción de BET del observador > 0
 - Modelo lineal de efectos mixtos
 - 2) Proporción de BET del observador $= 0$
 - Modelo de barrera
 - 3) Bodegas con captura NOA
 - Media recortada
- Detalles proporcionados en el Apéndice A de SAC-17-04

- There are three components to the model-based estimates, which use EMP (2023 - 2025) and IPSP (2026) data:
 - Wells with OBJ-set catch
 - 1) Observer proportion of BET > 0
 - Linear mixed-effects model
 - 2) Observer proportion of BET $= 0$
 - Hurdle model
 - 3) Wells with NOA-set catch
 - Trimmed mean
- Details provided in Appendix A of SAC-17-04

BSEs de BET por viaje basada en modelos — Model-based trip-level BET BSEs

1) Bodegas con captura OBJ, Proporción de BET del observador > 0

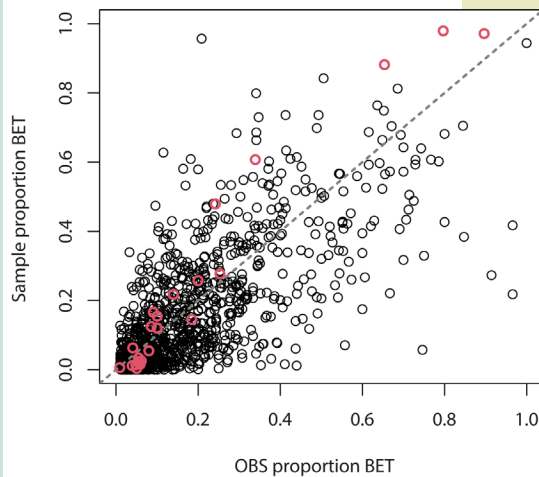
- Modelo lineal de efectos mixtos para la proporción muestral de BET en la bodega, en función de las covariables:
 - Proporción de BET del observador
 - Viaje, buque (efectos aleatorios anidados)
 - Año de captura (2023; 2024 – 2026)
 - Trimestre de captura

• BET estimado para bodegas no muestreadas

- Proporción estimada de BET x captura de atún tropical

• Varianza en el BET estimado

- Enfoque basado en la simulación, utilizando la distribución condicional de las estimaciones del modelo.



1) OBJ-set wells, observer BET > 0

- Linear mixed-effect model for the sample proportion of BET in the well, as a function of covariates:
 - Observer proportion of BET
 - Trip, vessel (nested random effects)
 - Catch year (2023; 2024 – 2026)
 - Catch quarter
- Estimated BET in unsampled wells
 - Estimated proportion BET x tropical tuna catch
- Variance on estimated BET
 - Simulation-based approach, using conditional distribution of model estimates.

BSEs de BET por viaje basada en modelos — Model-based trip-level BET BSEs

2) Bodegas con captura OBJ, Proporción de BET del observador = 0

- Modelo de barrera para la proporción muestral de BET en el pozo, en función de las covariables:
 - Longitud
 - Proporción de YFT del observador
 - Viaje, buque (efectos aleatorios anidados)
 - Año de captura (2023; 2024 – 2026)
 - Trimestre de captura
- BET estimado para bodegas no muestreadas
 - Proporción estimada de BET x captura de atún tropical
- Varianza en el BET estimado
 - Enfoque basado en la simulación, utilizando la distribución a posteriori de los coeficientes estimados del modelo.

2) OBJ-set wells, observer BET = 0

- Hurdle model for the sample proportion of BET in the well, as a function of covariates:
 - Longitude
 - Observer proportion yellowfin
 - Trip and vessel (nested random effects)
 - Catch year (2023; 2024 – 2026)
 - Catch quarter
- Estimated BET for unsampled wells
 - Estimated proportion BET x tropical tuna catch
- Variance on estimated BET
 - Simulation-based approach, using posterior distribution of the estimated model coefficients.

BSEs de BET por viaje basada en modelos — Model-based trip-level BET BSEs

3) Bodegas NOA

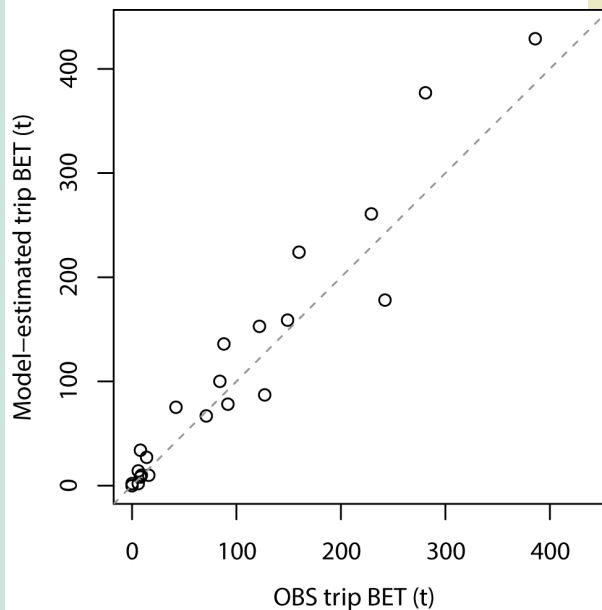
- Datos limitados en la actualidad (29 bodegas)
- Media recortada (5 %)
- BET estimado para bodegas no muestreadas
 - Proporción estimada de BET en la captura de atún tropical
- Varianza en el BET estimado
 - Basado en la teoría estadística de las estadísticas de orden

3) NOA-set wells

- Limited data set at present (29 wells)
- Trimmed mean (5%)
- Estimated BET in unsampled wells
 - Estimated proportion BET x tropical tuna catch
- Variance on estimated BET
 - Based on statistical theory for order statistics

BSEs de BET por viaje basada en modelos — Model-based trip-level BET BSEs

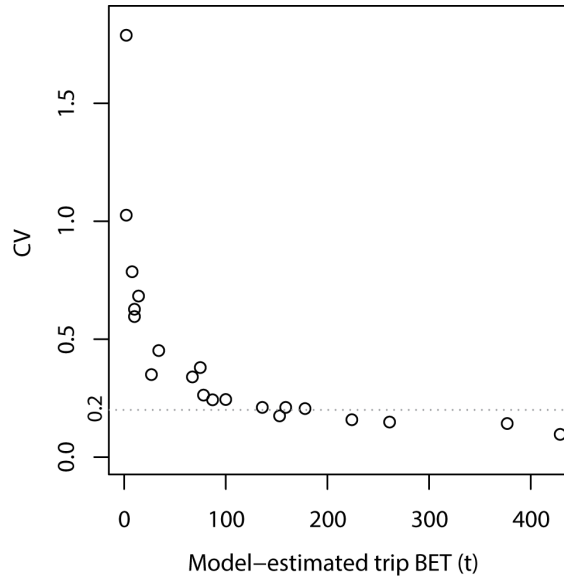
- Resumen de las BSEs, primer trimestre de 2026:
- Estimaciones para 22 viajes.
- Tendencia a que las BSE sean superiores a las estimaciones de los observadores.
- Un estudio de simulación con datos del PRM indicó que las estimaciones del modelo sobre el BET por bodega eran mejores que las de los observadores.
- Sin embargo, el estudio también reveló que esas estimaciones podrían estar sesgadas.
- En futuros trabajos se pueden explorar opciones para reducir el sesgo.



- Summary of BSEs, 1st quarter 2026:
 - Estimates for 22 trips.
 - Tendency for BSEs be greater than observer estimates.
 - Simulation study with EMP data indicated that model estimates of BET per well were an improvement over observer estimates.
 - However, the study also found those estimates may be biased.
 - Future work can explore options for bias reduction.

BSEs de BET por viaje basada en modelos — Model-based trip-level BET BSEs

- Resumen del coeficiente de variación (CV) estimado, primer trimestre de 2026:
 - Los CV oscilaron entre 0,1 y 1,8, con un valor mediano de 0,26.
 - Los CV aumentaron a medida que disminuía el BET estimado por viaje.



- Summary of estimated coefficient of variation (CV), 1st quarter 2026:
 - CVs ranged from 0.1 to 1.8, with a median value of 0.26.
 - CVs increased as the estimated BET per trip decreased.

Preguntas – Questions?



BSEs de BET por viaje basada en modelos — Model-based trip-level BET BSEs

$$g(p_{sample_{ijk}}) = (\beta_0 + b_i + b_{ij}) + \text{pooled year} + \text{quarter} + \beta_1 g(p_{OBS_{ijk}}) + \epsilon_{ijk}$$

$$\hat{p}_{ijl} = g^{-1}\left(\left(\widehat{\beta}_0 + \widehat{b}_i + \widehat{b}_{ij}\right) + \widehat{\text{pooled year}} + \widehat{\text{quarter}} + \widehat{\beta}_1 g(p_{OBS_{ijl}})\right)$$

BSEs de BET por viaje basada en modelos — Model-based trip-level BET BSEs

$$\begin{aligned} & \text{logit} \left(q_{prs/abs_{ijk}} \right) \\ & = \text{overall constant} + \text{pooled year} + \text{quarter} + s(\text{lon}, k = 3) \\ & + s(\text{OBS prop. YFT}_{ijk}, k = 3) + s(\text{vessel}, bs = 're') \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & g \left(p_{\text{sample_pos}_{ijk}} \right) \\ & = \text{overall constant} + \text{pooled year} + \text{quarter} + s(\text{lon}, k = 3) \\ & + s(\text{OBS prop. YFT}_{ijk}, k = 3) + s(\text{vessel}, bs = 're') + \epsilon_{ijk} \end{aligned}$$

$$\hat{p}_{ijl} = \hat{q}_{prs/abs_{ijl}} \hat{p}_{\text{sample_pos}_{ijl}}$$

BSEs de BET por viaje basada en modelos — Model-based trip-level BET BSEs

$$\widehat{BET}_{ij} = \left(\sum_{n \in \text{wells of trip } j, \text{vessel } i} \hat{p}_{ijn} C_{ijn} \right)$$

The estimates, \hat{p}_{ijn} , are as follows:

1) OBJ-set well; OBS proportion BET > 0

If the well was sampled, \hat{p}_{ijn} is the estimated proportion from the IPSP sample data.

If the well was not sampled, \hat{p}_{ijn} is the estimated proportion from the LME model (eq. 4).

1) OBJ-set well; OBS proportion BET = 0

If the well was sampled, \hat{p}_{ijn} is the estimated proportion from the IPSP sample data.

If the well was not sampled, \hat{p}_{ijn} is the estimated proportion from the hurdle model (eqs. 5 – 6).

1) NOA-set well

If the well was sampled, \hat{p}_{ijn} is the estimated proportion from the IPSP sample data.

If the well was not sampled, \hat{p}_{ijn} is the 5% trimmed mean (Section 1.2).

$$g(\hat{p}_{ijl}) \sim N \left((\widehat{\beta}_0 + \hat{b}_i + \hat{b}_{ij}) + \widehat{\beta}_1 g(p_{OBS_{ijl}}) + \widehat{\text{pooled year}} + \widehat{\text{quarter}}, \right. \\ \left. \hat{\sigma}^2 + \left[\hat{\sigma}_1^2 + \hat{\sigma}_2^2 - (\hat{b}_i^2 + \hat{b}_{ij}^2 + 2\hat{b}_i\hat{b}_{ij}) \right] \right)$$

BSEs de BET por viaje basada en modelos — Model-based trip-level BET BSEs

2023 through 1 st quarter 2026			
OBJ-set wells	OBS > 0	OBS = 0	Total
Sample > 0	1144	202	1346
Sample = 0	37	117	154
Total	1181	319	1500
NOA-set wells			
Sample > 0	0	4	4
Sample = 0	0	25	25
Total	0	29	29
1 st quarter 2026			
OBJ-set wells	OBS > 0	OBS = 0	Total
Sample > 0	24	4	28
Sample = 0	0	11	11
Total	24	15	39
NOA-set wells			
Sample > 0	0	0	0
Sample = 0	0	5	5
Total	0	5	0

BSEs de BET por viaje basada en modelos — Model-based trip-level BET BSEs

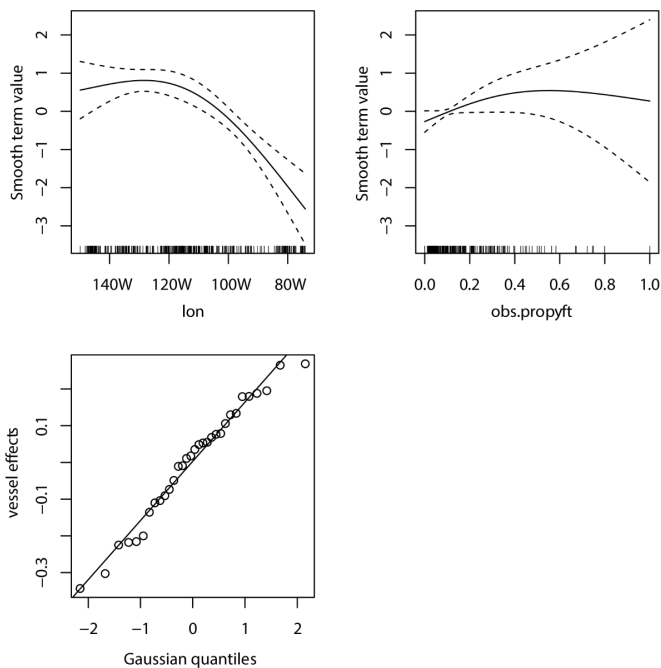
Fixed effect	Coefficient	s.e.	p-value
Intercept	-0.073	0.0575	0.203
Pooled year	-0.157	0.0389	< 0.001
Quarter 2	-0.104	0.0411	0.012
Quarter 3	-0.237	0.0456	< 0.001
Quarter 4	-0.229	0.0559	< 0.001
OBS slope	0.886	0.0236	< 0.001
Random effect s.e.	Lower CI	Estimate	Upper CI
Vessel	0.0650	0.1074	0.1773
Trip	0.1804	0.2116	0.2483
Within-group s.e.	0.2910	0.3042	0.3181

BSEs de BET por viaje basada en modelos — Model-based trip-level BET BSEs

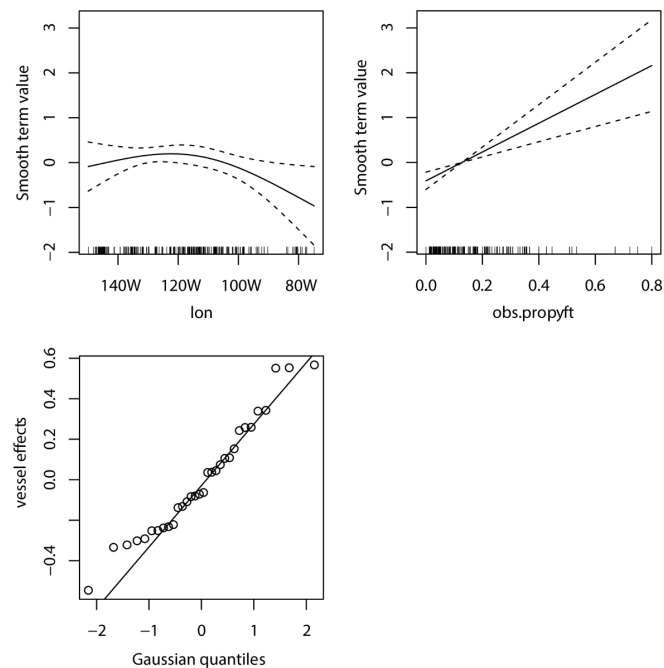
Logistic model	Coefficient	s.e.	p-value
Intercept	1.301	0.4065	0.001
Pooled year	-0.277	0.3454	0.423
Quarter 2	-0.118	0.4598	0.797
Quarter 3	-0.752	0.3755	0.045
Quarter 4	-0.832	0.4278	0.052
Smooth terms			
	edf	p-value	
s(lon)	1.9	< 0.001	
s(obs.propyft)	1.6	0.172	
s(vessel)	5.7	0.130	
Positives model			
	Coefficient	s.e.	p-value
Intercept	-4.160	0.3504	< 0.001
Pooled year	-0.744	0.2878	0.010
Quarter 2	0.121	0.3617	0.739
Quarter 3	-1.090	0.2916	< 0.001
Quarter 4	-1.129	0.3266	0.001
Smooth terms			
	edf	p-value	
s(lon)	1.0	< 0.001	
s(obs.propyft)	1.8	0.097	
s(vessel)	11.0	0.015	

BSEs de BET por viaje basada en modelos — Model-based trip-level BET BSEs

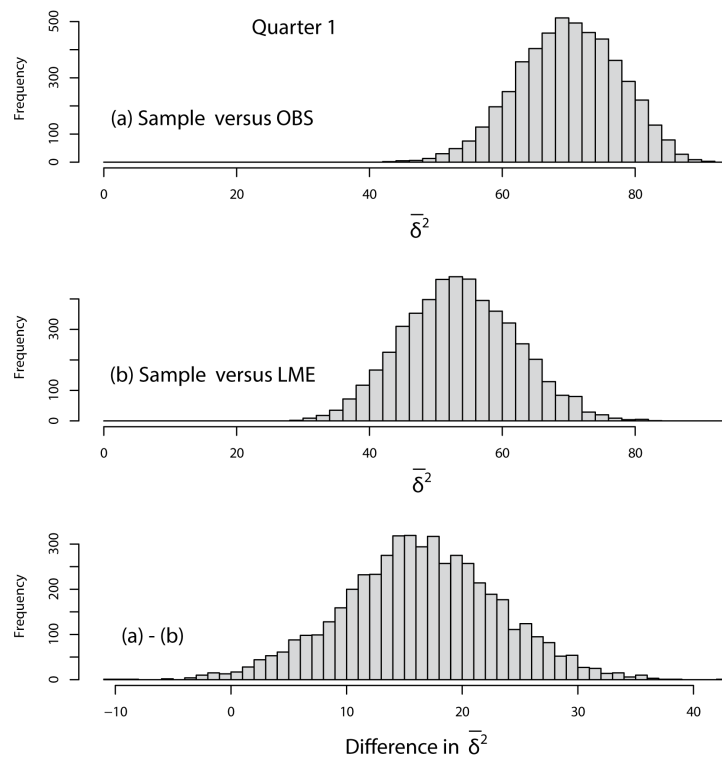
Logistic



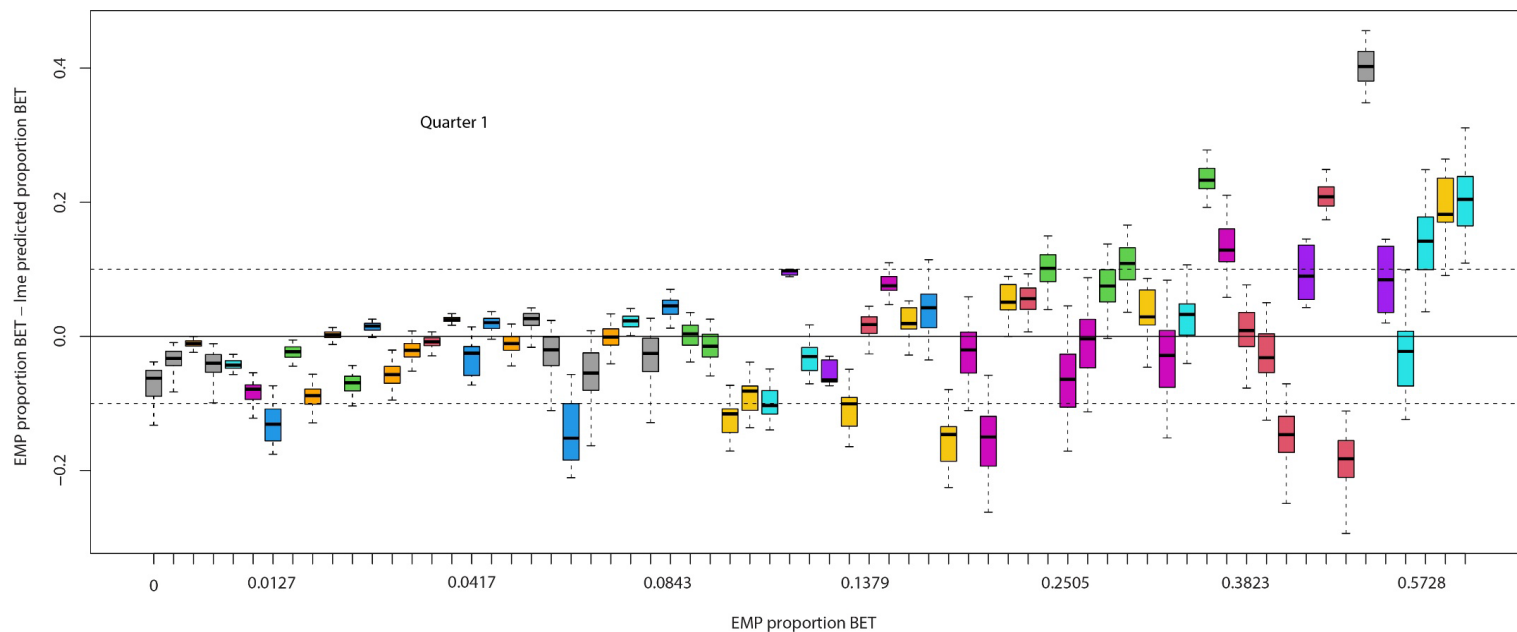
Positives



BSEs de BET por viaje basada en modelos — Model-based trip-level BET BSEs



BSEs de BET por viaje basada en modelos — Model-based trip-level BET BSEs



BSEs de BET por viaje basada en modelos — Model-based trip-level BET BSEs

