

Dinámica de los dispositivos agregadores de peces en el
Océano Pacífico Oriental
An Analysis of Fish Aggregating Device Dynamics in the
Pacific Ocean
(FAD-10-02)

Dan Ovando, Lauriane Escalle, Leanne Fuller, Cleridy
Lennert-Cody,
Jon Lopez, Jennifer Mourot, Marlon Roman

*10ª Reunión del Grupo de Trabajo Ad Hoc sobre Plantados
10th Meeting of the Ad Hoc Working Group on FADs
La Jolla, California, USA-EE.UU.*



Background and motivation

Antecedentes y motivación

Why this analysis?

- Drifting FADs are now the dominant tuna-fishing strategy in the EPO
- **FAD-09-02** used observer records to track FAD lifespans, but >70% of FADs were never observed again after deployment
- **Resolution C-25-01** now requires CPCs to share **satellite buoy GPS and sensor data** with the IATTC Secretariat
- 9th FAD-WG (endorsed by SAC-16) requested that:

Progress be made in analyzing the useful life of biodegradable FADs ('bioFAD'), or that, in addition to the information provided by observers in the EPO, the IATTC scientific staff provide the Group with a more in-depth analysis, taking into account the information on the positions of buoys associated with FADs as well as relevant information from WCPFC observers

¿Por qué este análisis?

- Los plantados a la deriva son ahora la estrategia dominante de pesca de atún en el OPO
- El **FAD-09-02** utilizó datos de observadores para rastrear la vida útil de los plantados, pero más del 70 % de los plantados nunca se volvieron a observar tras su siembra
- La **resolución C-25-01** ahora exige que los CPC compartan los **datos de GPS y de sensores de las boyas satelitales** con la Secretaría de la CIAT
- El 9.º Grupo de Trabajo sobre Plantados (respaldado por el CCA-16) solicitó que:

Se avance en el análisis de la vida útil de los plantados biodegradables ('bioFAD'), o que, además de la información proporcionada por los observadores en el OPO, el personal científico de la CIAT proporcione al Grupo un análisis más profundo, teniendo en cuenta la información sobre las posiciones de las boyas asociadas a los plantados, así como la información pertinente de los observadores de la WCPFC

- **Buoy** — one satellite tracker; same buoy can be deployed on different FADs
 - **Wet / Dry** — drifting in water vs. out of water or not drifting (cause-agnostic: recovery, stranding, on-deck transit all read as *dry*)
 - **Segment** — continuous wet period from deployment to retrieval, loss, or end of transmissions
 - **Deployment** — first wet observation of a segment
 - **Censoring** — last observation of a segment, wet or dry
- **Boya** — un rastreador satelital; la misma boya puede sembrarse en distintos plantados
 - **Mojada / Seca** — a la deriva en el agua vs. fuera del agua o sin desplazarse (independiente de la causa: recuperación, varamiento y tránsito en cubierta se registran todos como *seca*)
 - **Segmento** — periodo continuo en condición mojada desde la siembra hasta la recuperación, pérdida o fin de las transmisiones
 - **Siembra** — primera observación en condición mojada de un segmento
 - **Censura** — última observación de un segmento, mojada o seca

Methods at a glance

Los métodos de un vistazo

- ~58 million buoy positions, 2022–2025, after light QC
- Only **some buoys** have conductivity sensors → directly measured wet/dry
- Train a **LightGBM classifier** on buoys with wet/dry sensors ground truth (temperature, speed, bearing and their rolling derivatives) → predict wet/dry for all other buoys
- Apply a **segmenting algorithm** to break each buoy's history into deployments
- Fit **sdmTMB spatial models** for the probability of a *dry* terminal observation, by sensor location and by deployment location

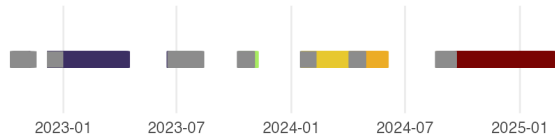
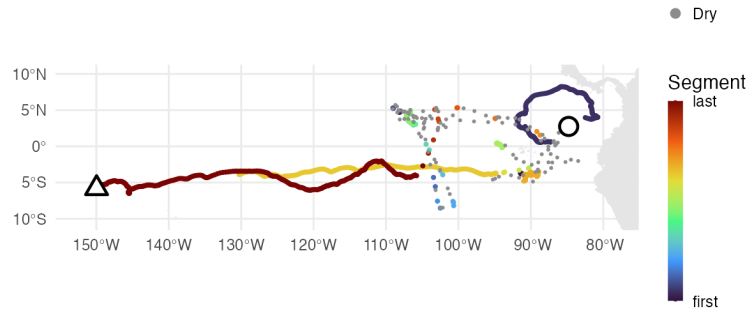
- ~58 millones de posiciones de boyas, 2022–2025, tras un control de calidad ligero
- Solo **algunas boyas** cuentan con sensores de conductividad → condición mojada/seca medido directamente
- Se entrena un **clasificador LightGBM** con las boyas que tienen sensores de mojada/seca como referencia (temperatura, velocidad, rumbo y sus derivadas móviles) → se predice la condición mojada/seca para todas las demás boyas
- Se aplica un **algoritmo de segmentación** para dividir el historial de cada boya en siembras
- Se ajustan **modelos espaciales sdmTMB** para la probabilidad de una observación terminal *seca*, según la ubicación de censura y la ubicación de siembra

Example buoy tracks — observed (top) and predicted (bottom)

Ejemplos de trayectorias de boyas — observadas (arriba) y previstas (abajo)

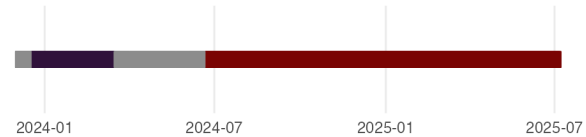
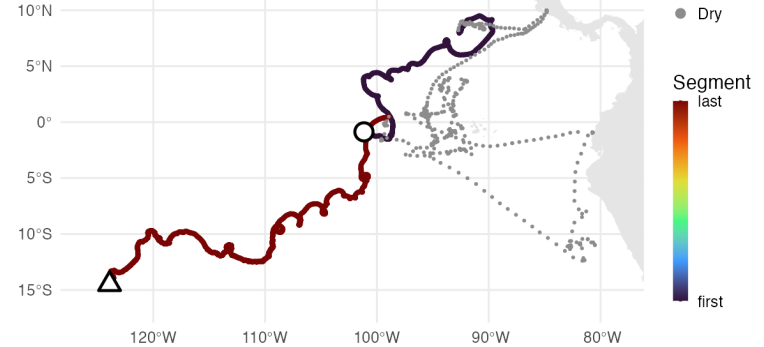
Observed (sensor)

23 segments · start (circle): 2022-10-20 · end (triangle): 2025-02-15



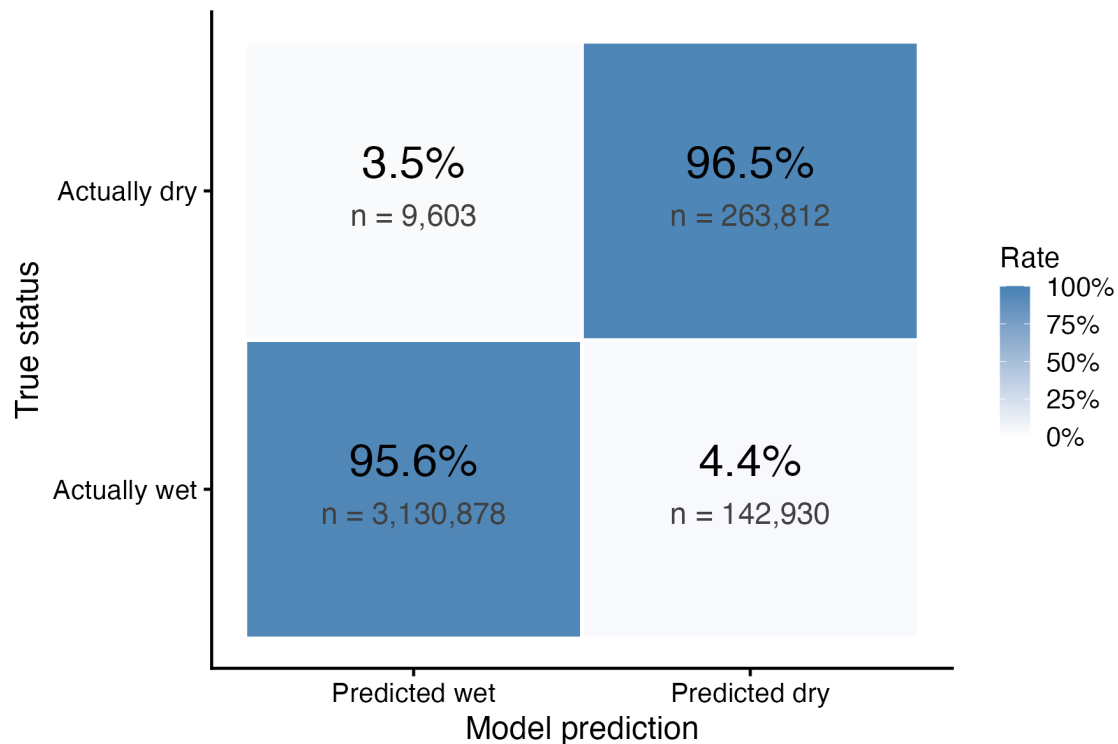
Predicted (LightGBM)

2 segments · start (circle): 2023-12-08 · end (triangle): 2025-06-29



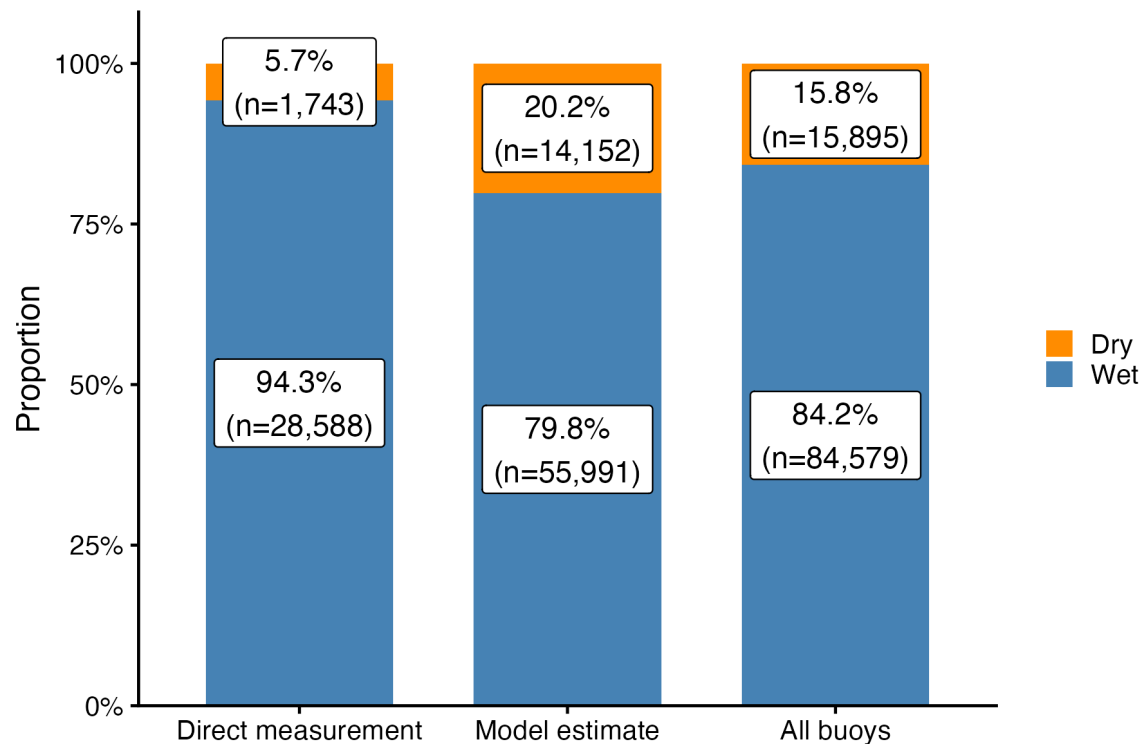
Wet/dry classifier performance

Desempeño del clasificador de mojada/seca



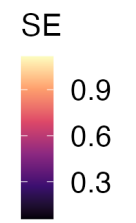
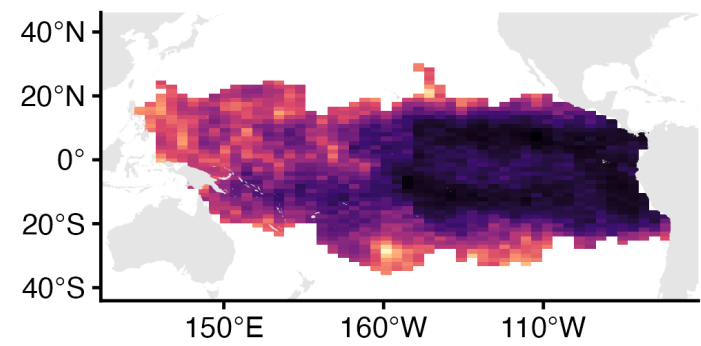
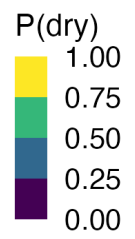
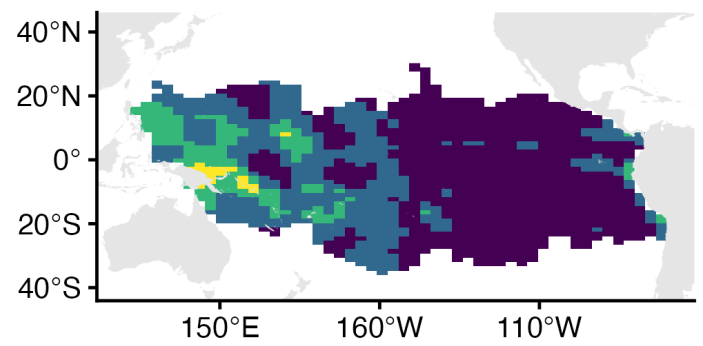
Most buoys are still wet at their last observation

La mayoría de las boyas siguen mojadas en su última observación



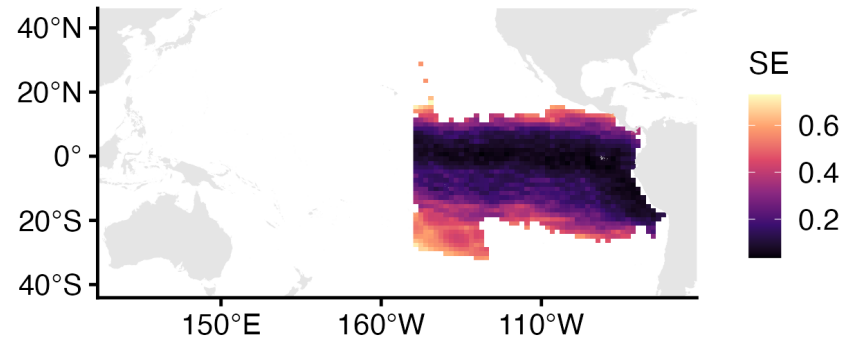
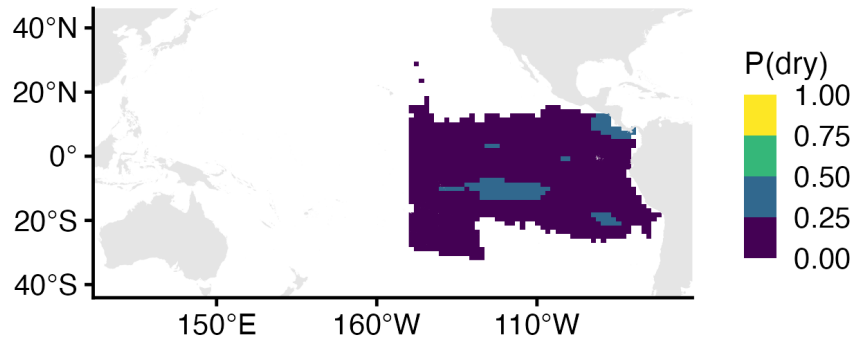
Fate by censor location

Destino según la ubicación de censura



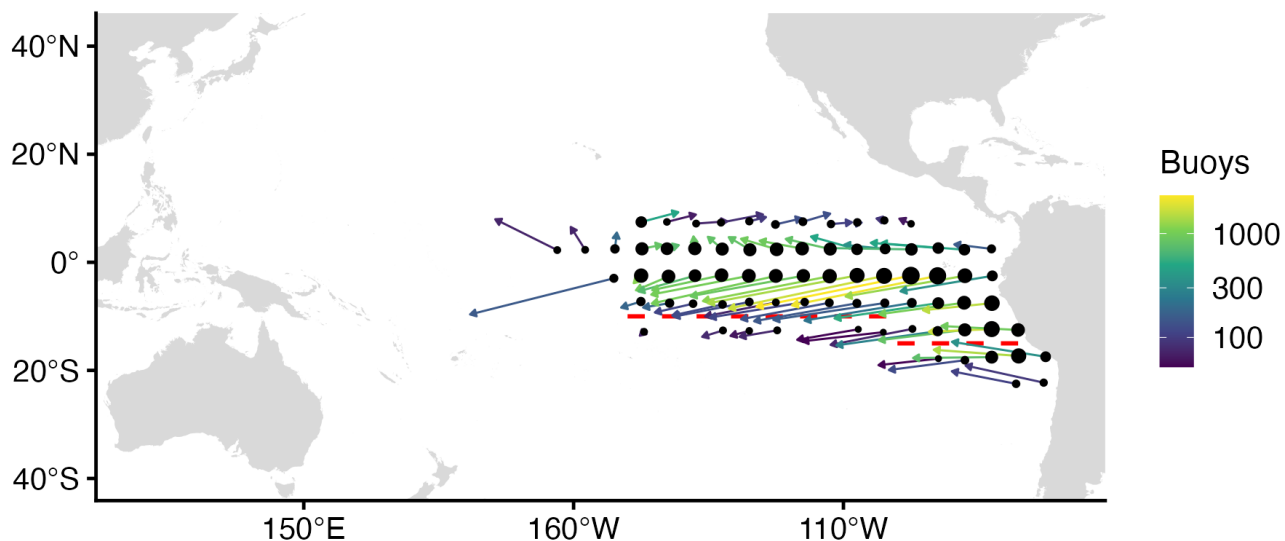
Fate by deployment location

Destino según la ubicación de siembra



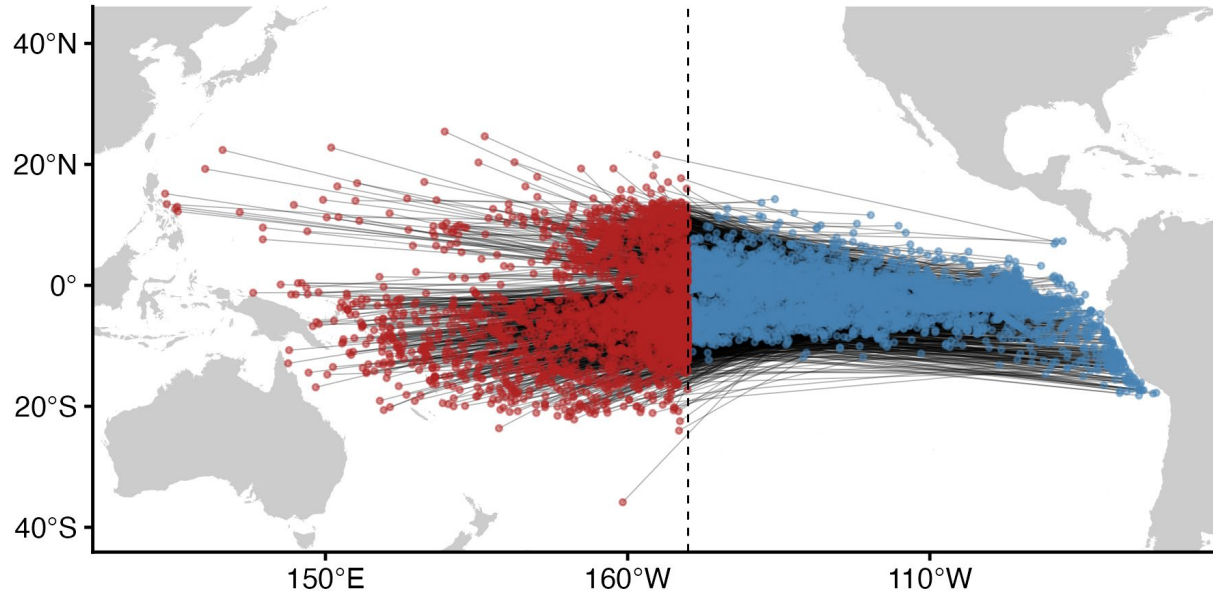
Mean drift vectors and the C-25-01 reporting boundary

Vectores medios de deriva y el límite de notificación de la C-25-01



Cross-convention crossings — deployment-to-censor trajectories

Cruces entre convenciones — trayectorias de siembra a censura



Cross-convention crossings (IATTC → WCPFC)

Cruces entre convenciones (CIAT → WCPFC)

- **5,584** IATTC-deployed buoys directly observed crossing west of 150°W into the WCPFC Convention area before censoring (likely an underestimate)
 - An additional **14,073** last observed *wet* within $\pm 2^\circ$ of the 150°W boundary — consistent with boundary shut-off rather than coincidental recovery or sinking
 - Combined: **23.4%** of IATTC-deployed buoys with wet terminal observations either crossed into or likely drifted into the WCPFC Convention area
 - Boundary shut-off is **strongly manufacturer-specific**:
 - Some manufacturers' buoys almost always censored on leaving the EPO
 - Others continue transmitting from the WCPO
- **5,584** boyas sembradas en la CIAT observadas directamente cruzando al oeste de los 150°O hacia el Área de la Convención de la WCPFC antes de la censura (probablemente una subestimación)
 - **14,073** adicionales observadas por última vez en condición *mojada* dentro de $\pm 2^\circ$ del límite de los 150°O — coherente con un apagado en el límite más que con una recuperación o hundimiento coincidentes
 - En conjunto: el **23.4 %** de las boyas sembradas en la CIAT con observaciones terminales mojadas cruzaron o probablemente derivaron hacia el Área de la Convención de la WCPFC
 - El apagado en el límite es **muy específico de cada fabricante**:
 - Las boyas de algunos fabricantes casi siempre se censuraron al salir del OPO
 - Las de otros siguen transmitiendo desde el Pacífico occidental y central

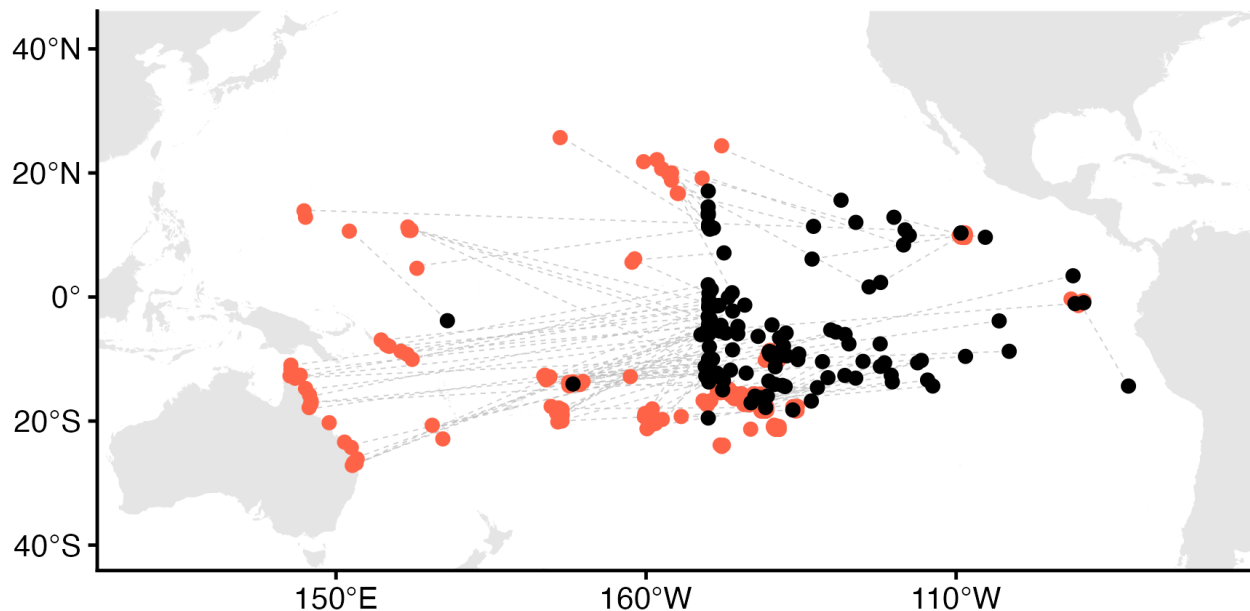
External validation — encounter databases by source

Validación externa — bases de datos de encuentros por fuente

Source	In-window strandings/encounters	Matched in tracking data	% matched
SPC (WCPFC) †	2,650	147	5.5%
French Polynesia	338	30	8.9%
Clipperton	46	13	28.3%
Galapagos (GCT / RMG observers)	8	5	62.5%

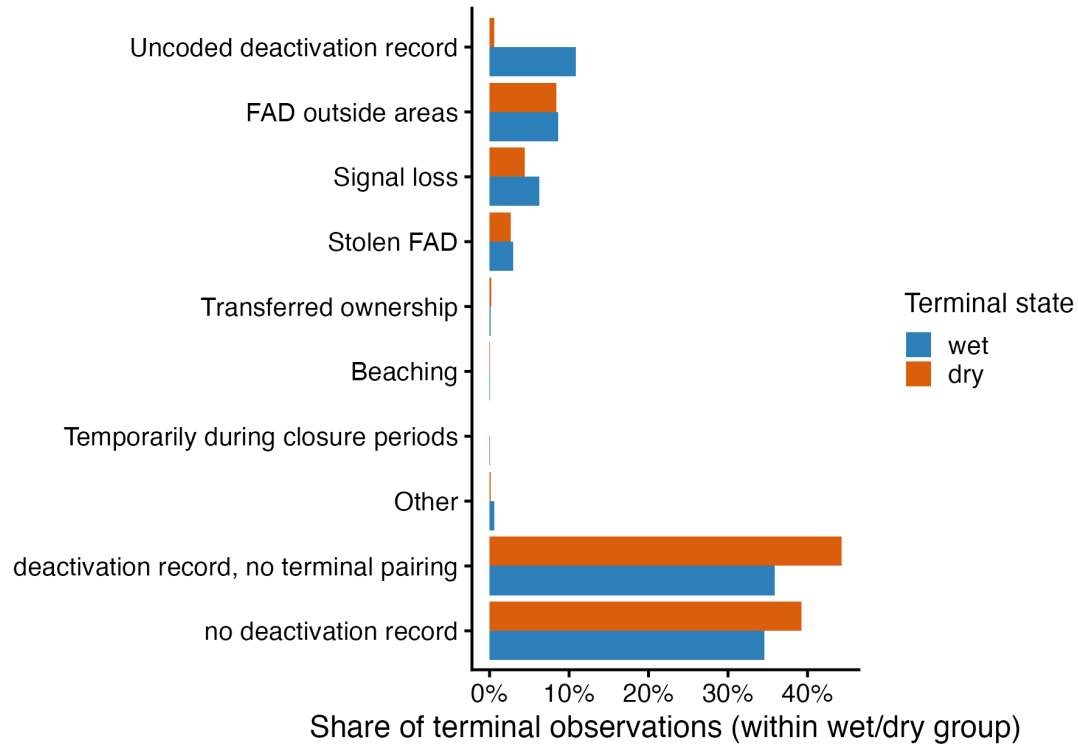
External validation — strandings and recoveries

Validación externa — varamientos y recuperaciones



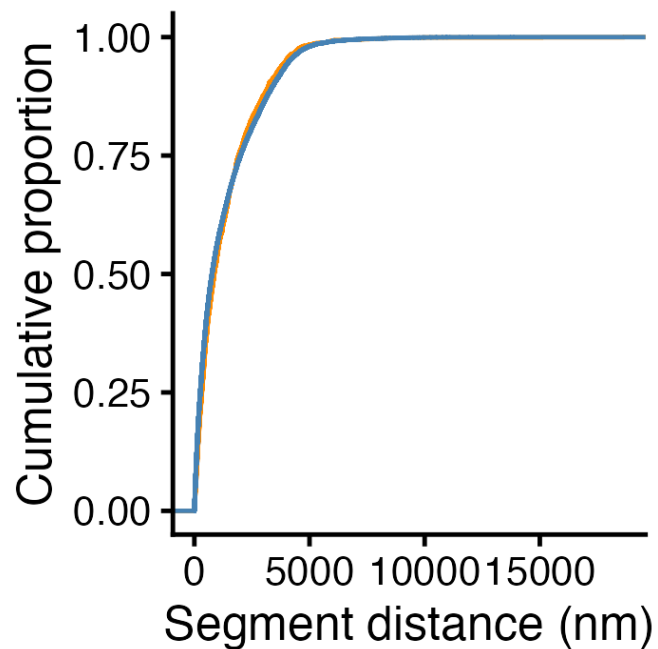
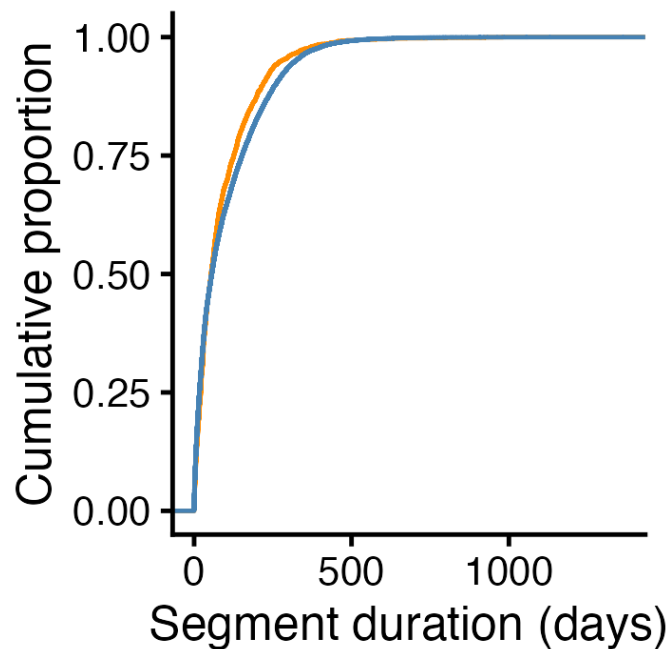
Deactivation reporting is incomplete

La notificación de desactivación es incompleta



Bio-FAD vs conventional FAD

Plantados biodegradables vs. convencionales



— Bio-FAD
— Con-FAD

Caveats and conclusions

Salvedades y conclusiones

- C-25-01 data sharing has produced the **most comprehensive picture** of EPO FAD dynamics to date
 - Wet/dry classifier performs well overall, but is trained only on the subset of buoys with wet/dry sensors and the segmenting algorithm cannot be directly validated
 - A *wet* terminal observation is **not** proof of abandonment or lack of stranding — buoys can be recovered, sink/break apart, or strand after their last wet transmission
 - A *dry* terminal observation is **not** proof of recovery — stranding on a reef or shore can also register as dry
 - Activation / deactivation behavior is **highly heterogeneous across fishing strategies**, currently the main limit on inference about ultimate FAD fate
 - Integration with other datasets crucial refining a complete picture of FAD dynamics and informing management
- El intercambio de datos de la C-25-01 ha producido la **imagen más completa** de la dinámica de los plantados en el OPO hasta la fecha
 - El clasificador de mojada/seca funciona bien en general, pero se entrena solo con el subconjunto de boyas que tienen sensores de mojada/seca, y el algoritmo de segmentación no puede validarse directamente
 - Una observación terminal *mojada* **no** es prueba de abandono ni de ausencia de varamiento — las boyas pueden recuperarse, hundirse o vararse después de su última transmisión en estado mojada
 - Una observación terminal *seca* **no** es prueba de recuperación — un varamiento en un arrecife o en la costa también puede registrarse como seca
 - El comportamiento de activación/desactivación es **muy heterogéneo entre las estrategias de pesca**, actualmente la principal limitación para inferir el destino final de los plantados
 - La integración con otros conjuntos de datos es crucial para perfeccionar una imagen completa de la dinámica de los plantados y fundamentar la ordenación

1. Improve remote deactivation and reactivation reporting, including the development of an updated reporting template — building on the existing form — or requiring automatic reporting by the buoy manufacturers.
2. Expand data reporting beyond the IATTC Convention Area for buoys deployed in the EPO, so that geofencing at 150°W (or any other operational boundary) does not obscure the analysis of active buoys after leaving the IATTC.
3. Continue Pacific-wide collaboration to reduce FAD loss and strengthen recovery programs, including coordination with WCPFC-SPC and other regional databases (e.g., French Polynesia, Clipperton, Galápagos).
4. Prioritize the exploration of spatial management options, recovery programs, and incentive systems that reduce environmental impact of FADs.

1. Mejorar la notificación de la desactivación y reactivación remotas, incluida la elaboración de una plantilla de notificación actualizada — a partir del formulario existente — o exigir la notificación automática por parte de los fabricantes de boyas.
2. Ampliar la notificación de datos más allá del Área de la Convención de la CIAT para las boyas sembradas en el OPO, de modo que el geocercado en los 150°O (o cualquier otro límite operativo) no oculte el análisis de las boyas activas tras salir de la CIAT.
3. Continuar la colaboración a escala del Pacífico para reducir la pérdida de plantados y fortalecer los programas de recuperación, incluida la coordinación con la WCPFC-SPC y otras bases de datos regionales (por ejemplo, Polinesia Francesa, Clipperton, Galápagos).
4. Priorizar la exploración de opciones de ordenación espacial, programas de recuperación y sistemas de incentivos que reduzcan el impacto ambiental de los plantados.

Thank you

Questions?

dovando@iattc.org

¡Gracias!

¿Preguntas?

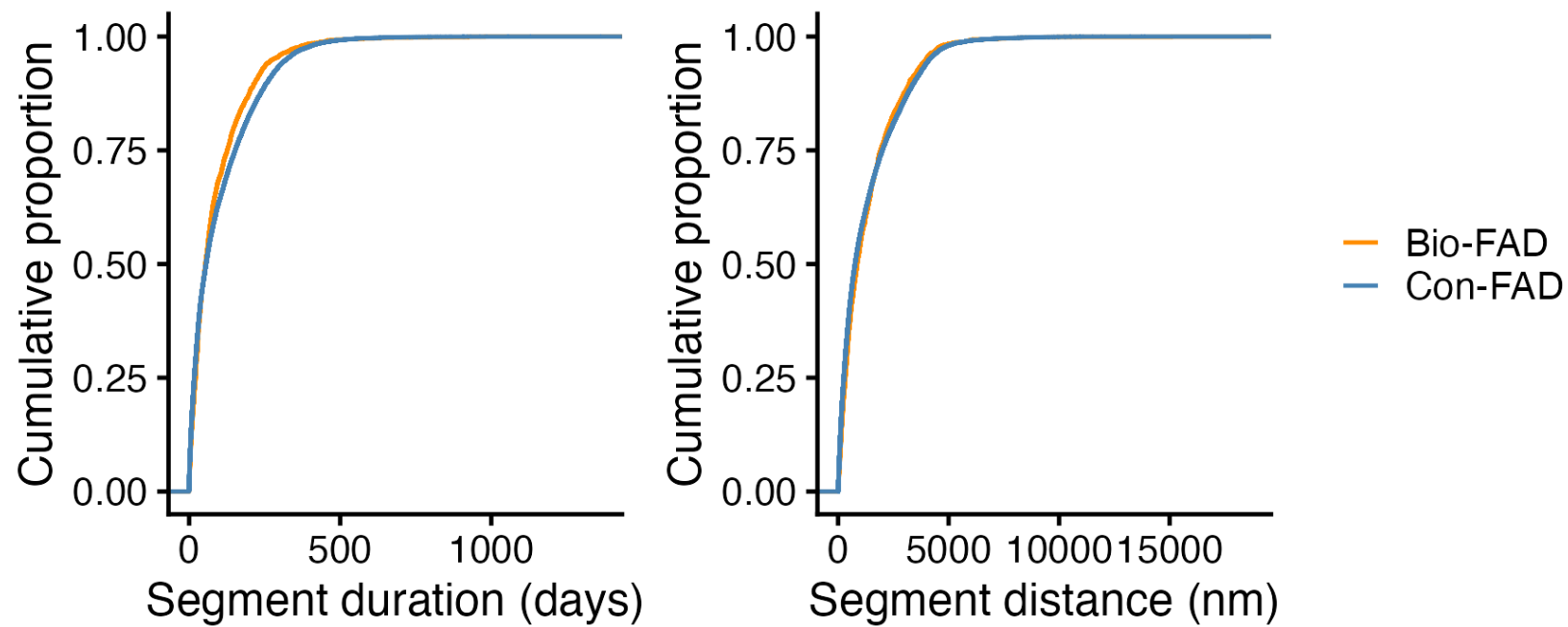
dovando@iattc.org

Extra
Material adicional



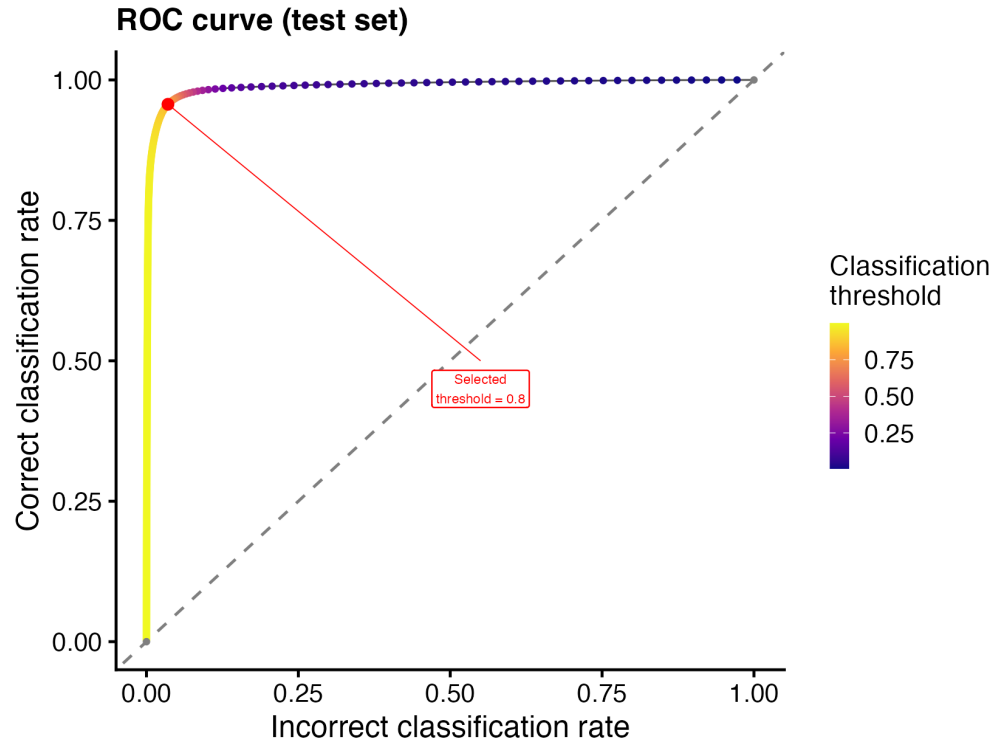
Bio-FAD vs conventional FAD — no clear differences in core deployment area

Plantados biodegradables vs. convencionales — sin diferencias claras en el



Classifier — ROC curve

Clasificador — curva ROC



Classifier — dry detection (precision / recall)

Clasificador — detección de seca (precisión / exhaustividad)

