

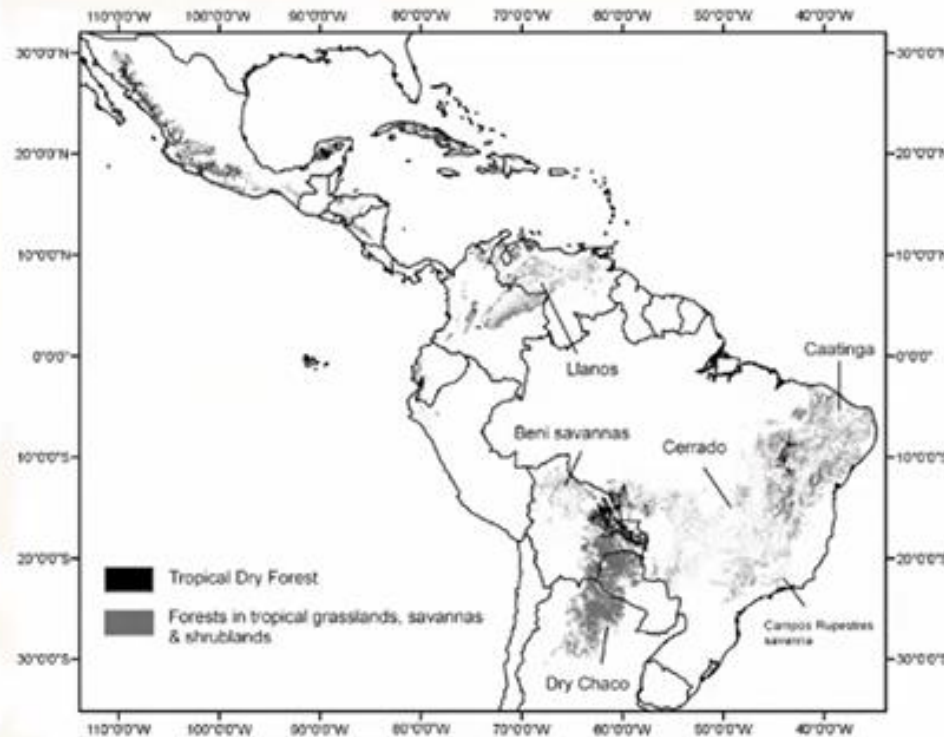
MAPEO DE LA BIOMASA AÉREA EN LOS BOSQUES TROPICALES SECOS DE LA PENÍNSULA YUCATÁN

Dr. José Luis Hernández Stefanoni



- Los **BTS** son uno de los tipos de cobertura mas importantes en los trópicos. Más de la n de estos bosques se encuentran en América, and México tiene el 38% de los BTS del continente

(Portillo-Quintero and Sanchez-Azofeifa, 2010)



- Los bosques Tropicales son uno de los ecosistemas mas diversos en el mundo. Ellos nos proporcionan bienes y servicios a la humanidad, y almacenan mayores cantidades de carbono que otros ecosistemas.

(Thomson et al, 2010)

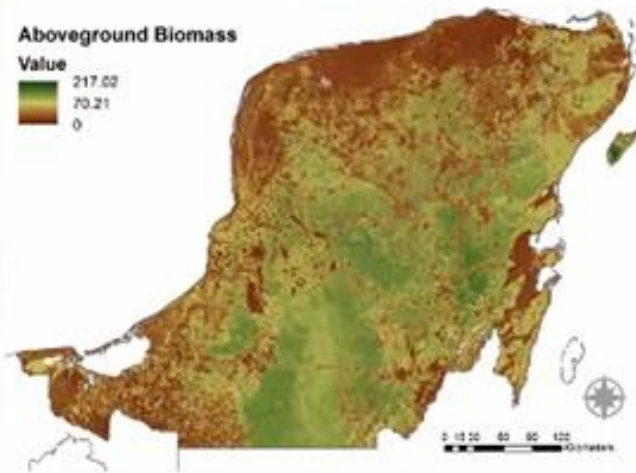
- Los **BTS** **están mas amenazados** y **menos protegidos** que otros ecosistemas del mundo, como consecuencia de las actividades humanas.

- Mapas** con la distribución espacial de la biomasa aérea y la diversidad son necesarios para desarrollar estrategias efectivas en la conservación de la diversidad y mantenimiento de los almacenes de carbono.

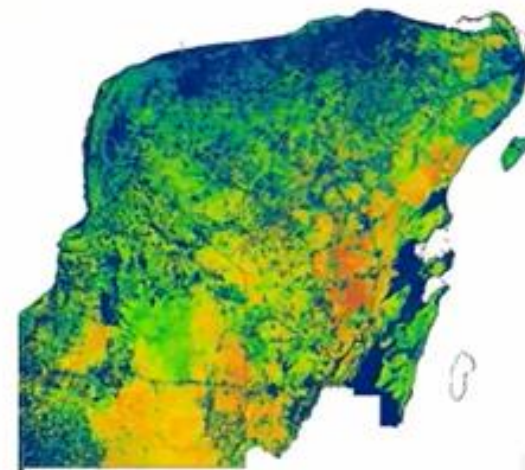
(Gibbs et al., 2007)

MAPAS DE BIOMASA AÉREA PARA MÉXICO

Study	Year	Biomass (Ton/ha)	RMSE (Ton/ha)	RMSE (%)	Range (Ton/ha)
Saatchi et al.	2011	68.6			
Baccini et al.	2012	96.6	52.1	53.9	
Cartus et al.	2014	49.2	30	61.0	0 - 217.0
Rodriguez-Veiga et al	2016	45.4	36.1	79.5	0 - 175.0
Urbazaev et al.	2018	46.9	34.6	73.8	0 - 120.0



Cartus et al. 2014

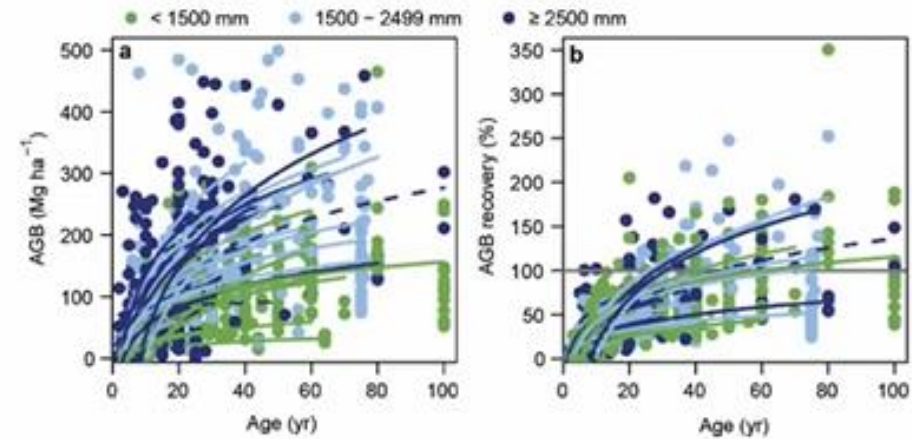


Urbazaev et al. 2018

DIFERENCIAS TEMPORALES ENTRE LAS PARCELAS DEL INFYS Y LOS DATOS DE PERCEPCIÓN REMOTA

- 1) El último inventario nacional forestal en México se llevó a cabo entre 2009 y 2014.
- 2) Se requieren 20 años para recuperar entre el 30 y 60% de los valores de la biomasa de bosques maduros en el neo-tropico.

(Poorter et al. 2016)
- 3) Un intervalo de 6 años podría resultar en una subestimación de la AGB de entre 10 y 20%.

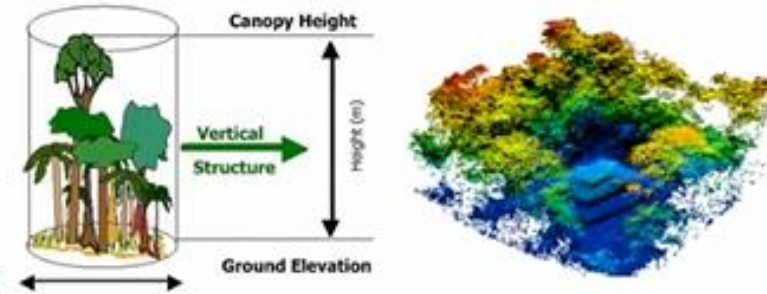


- 4) Las Cronosecuencias pueden ser usadas para construir modelos predictivos de los cambios de la biomasa sobre el tiempo, tomando en cuenta el crecimiento, así como el reclutamiento y mortalidad de los árboles.

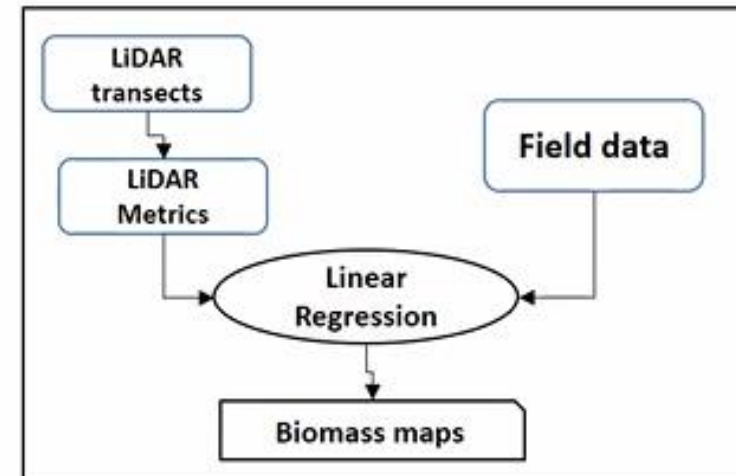
(Chazdon et al., 2007)

INCREMENTO DE TAMAÑO DE MUESTRA USANDO LA BIOMASA ESTIMADA EN PARCELAS DE LIDAR

- 1) Limitaciones de los datos INFys .- insuficiente número de parcelas de campo o diferentes tamaños de muestra para diferentes tipos de vegetación.
- 2) Las selvas bajas caducifolias en el INFys tienen una cuarta parte del número de muestras comparadas con las selvas medianas subcaducifolias y subperenifolias.
- 3) Los datos de LiDAR pueden proporcionar información detallada de la estructura de la vegetación, similar o casi similar a la obtenida con parcelas de campo.
- 4) Un método alternativo para el mapeo de la AGB con LiDAR es por medio de la aplicación de la estimación o escalamiento en dos etapas.

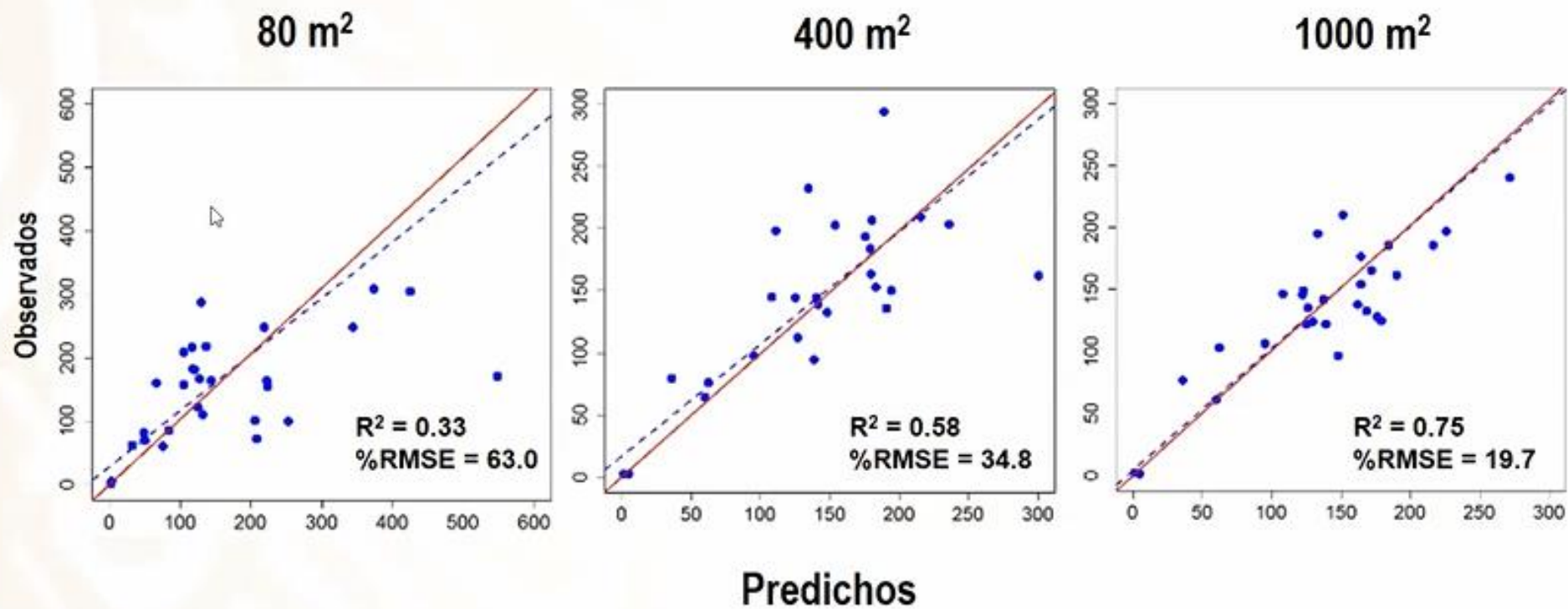


AGB estimation from LiDAR data



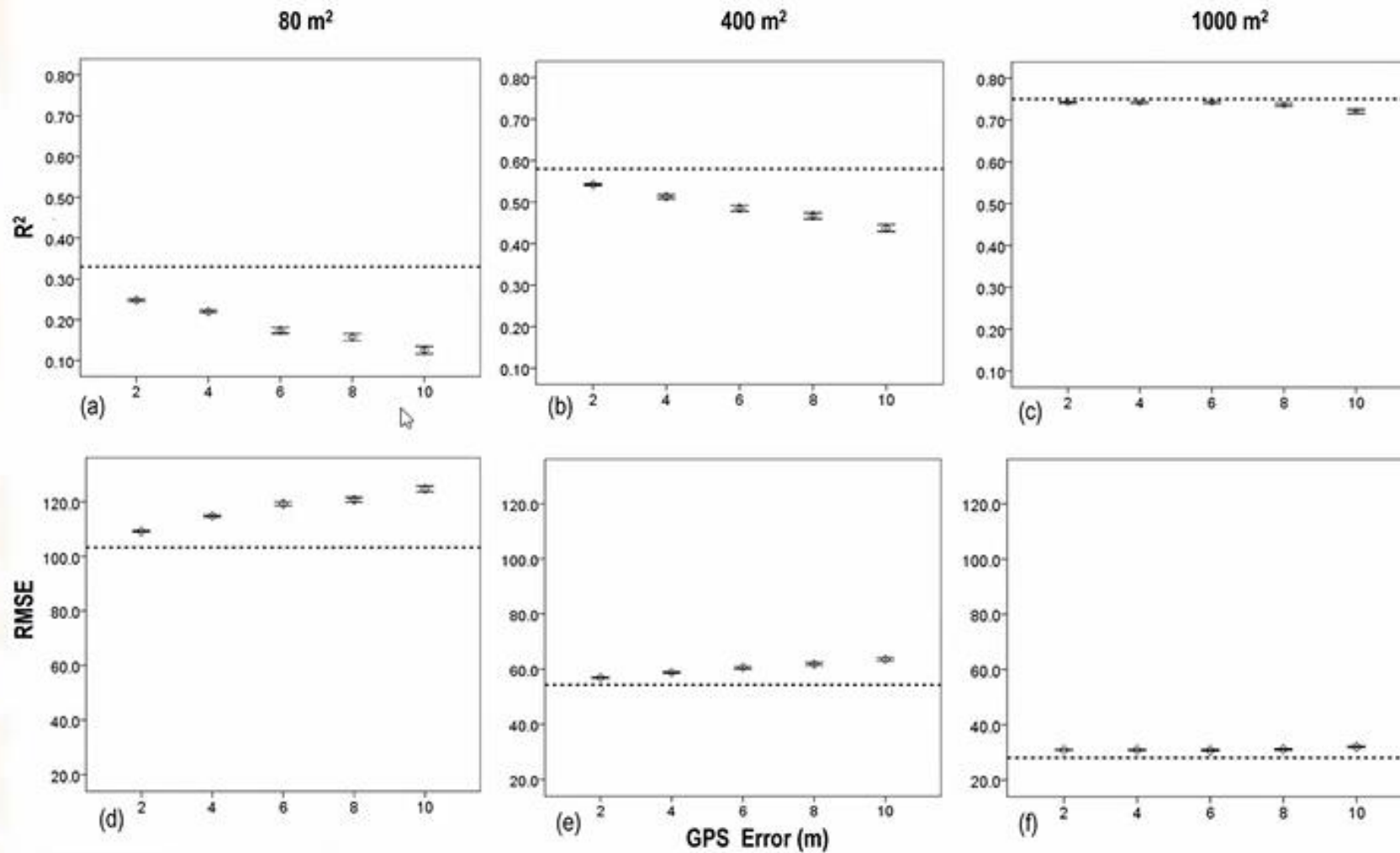
EFFECTOS DEL TAMAÑO DE LA PARCELA Y ERRORES DE LOCALIZACIÓN DE GPS EN ESTIMACIÓN DE BIOMASA CON LIDAR

- 1) El tamaño de la unidad de observación tiene una fuerte influencia en la precisión de las estimaciones de biomasa con LIDAR.



(Hernández-Stefanoni et al., 2018)

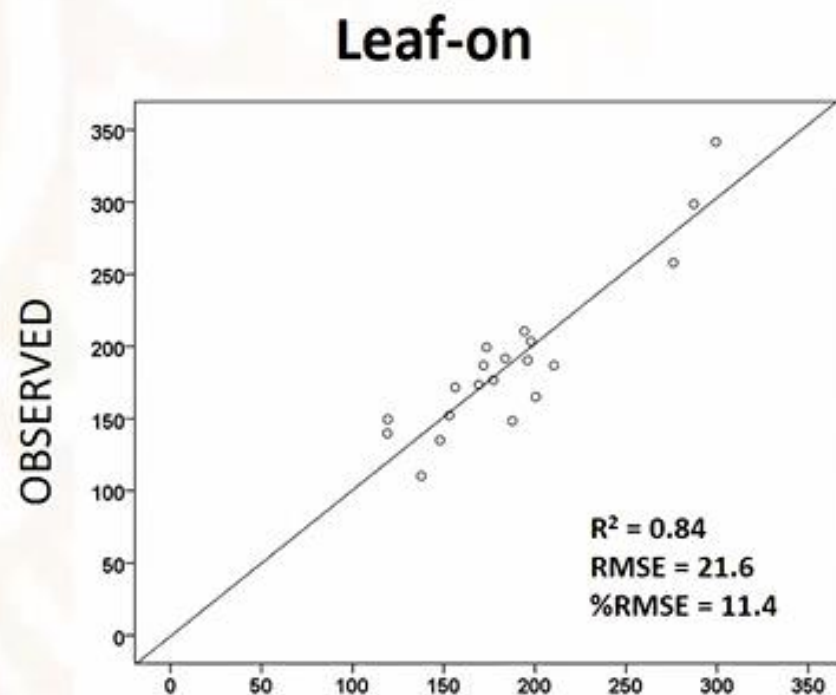
- 2) Las estimaciones de la biomasa con LIDAR se afectan con los errores de localización de GPS, pero disminuyen con el tamaño de parcela.



(Hernández-Stefanoni et al., 2018)

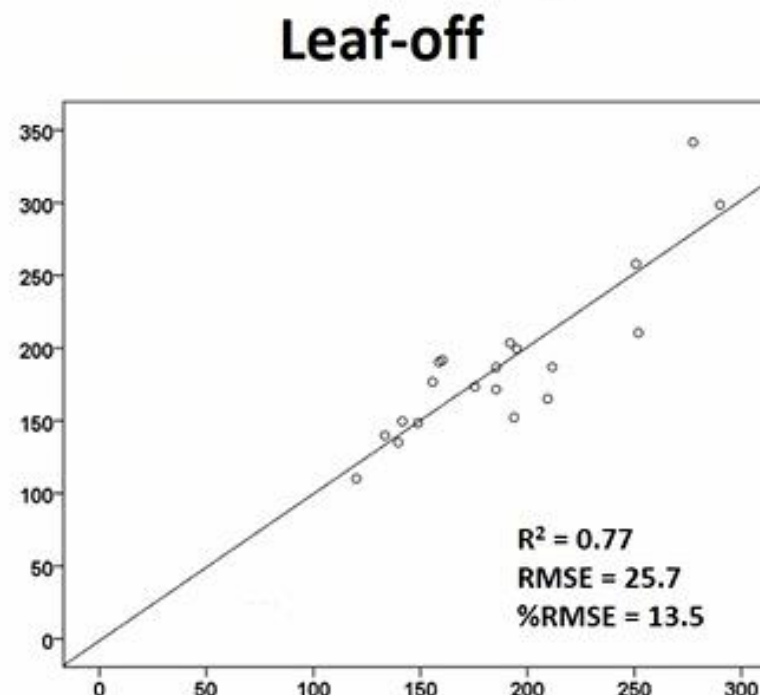
EFECTOS DE LA ESTACIONALIDAD EN LA ESTIMACIÓN DE BIOMASA CON LIDAR

- Se evaluó la precisión de las predicciones de biomasa con LiDAR usando datos de LiDAR **con hojas y sin hojas**, para saber, si los 2 grupos de datos pueden ser usado en la estimación de la biomasa.



Model Fit $R^2=0.88$

PREDICTED

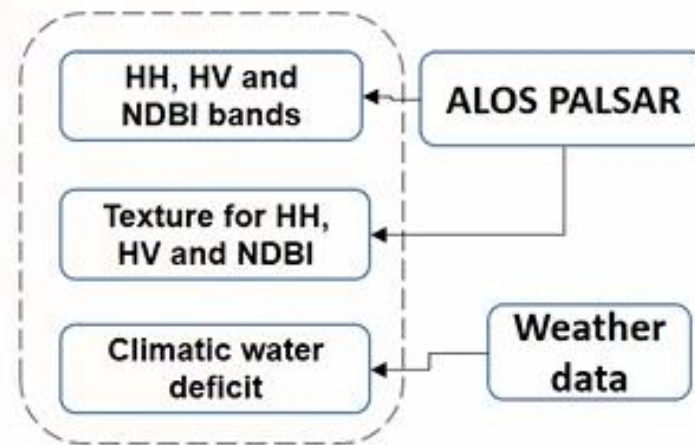


Model Fit $R^2=0.84$

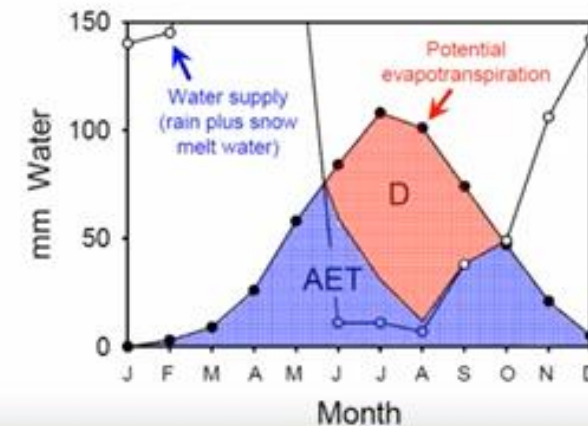
PROBLEMAS DE SATURACIÓN DE LA SEÑAL DE LOS DATOS DEL RADAR DE APERTURA SINTÉTICA

- 1) Los sensores SAR, comparados con los sensores ópticos, tienen la habilidad de penetrar la cobertura de nubes, la cual es particularmente importante en regiones tropicales.
- 2) La banda-L de los sistemas SAR es relativamente sensitiva a la biomasa forestal, debido a que usa longitudes de onda más grandes, entre 15 y 30 cm, lo que le permite una penetración más profunda de la vegetación.
- 3) Las relaciones entre la retrodispersión del radar y la biomasa pueden saturarse en bosques densos y complejos (150 Mg ha^{-1})

Explanatory variables



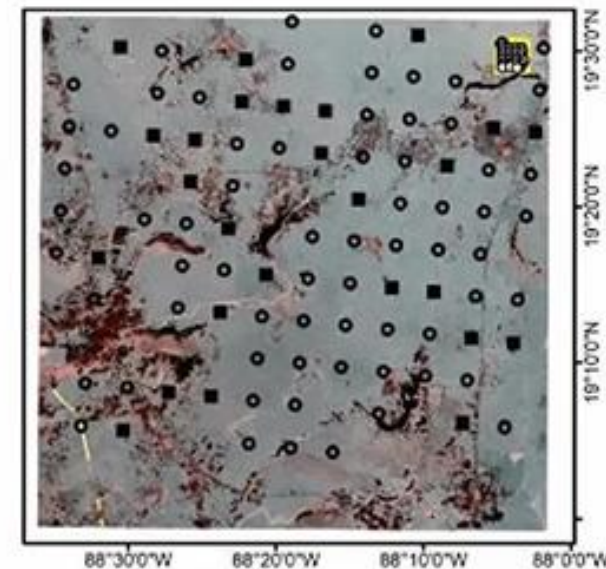
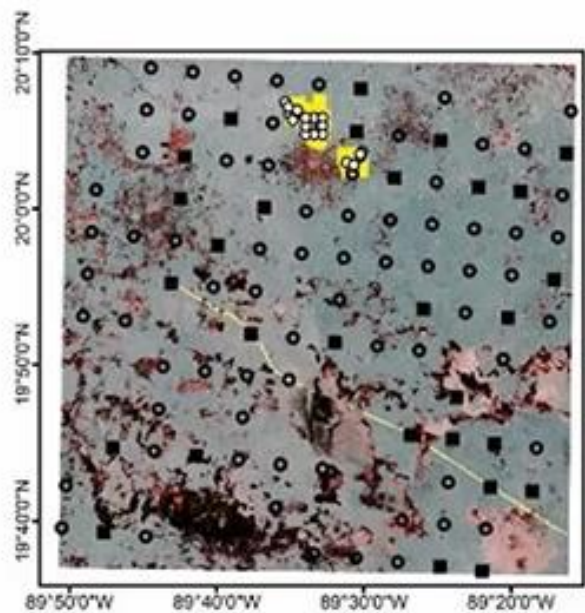
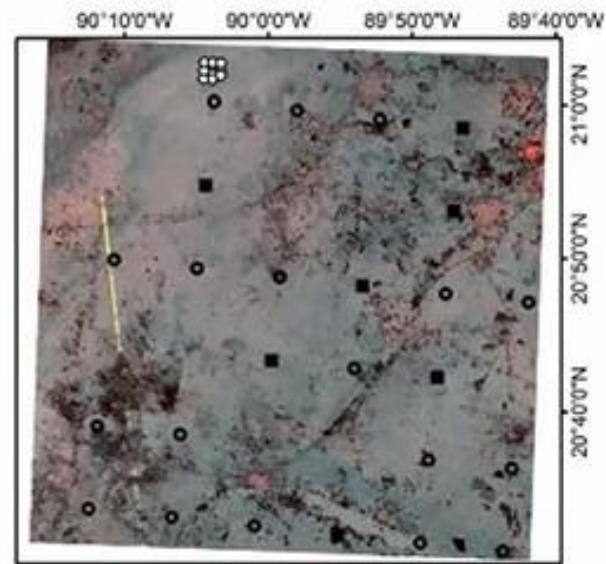
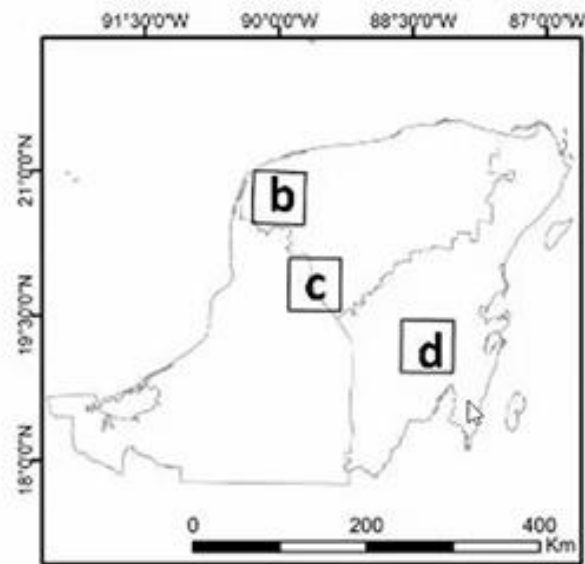
(Mermoz et al., 2015)



OBJECTIVOS

- 1) Mejorar la precisión de estimación de la biomasa aérea de los bosques tropicales secos de la península de Yucatán.
 - 1) Evaluar el efecto de corregir las parcelas del INFys por la contribución de la biomasa de árboles pequeños y las diferencias entre las mediciones en campo y las imágenes de satélite en la precisión de la estimación de la AGB.
 - 2) Evaluar la precisión en la estimación de la biomasa por el incremento en el tamaño de muestra al usar la biomasa estimada con parcelas de LiDAR.
 - 3) Probar si el uso de medidas de textura con datos de ALOS PALSAR y datos de clima pueden superar los problemas de saturación de los datos SAR.

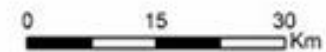
AREA DE ESTUDIO



Symbology

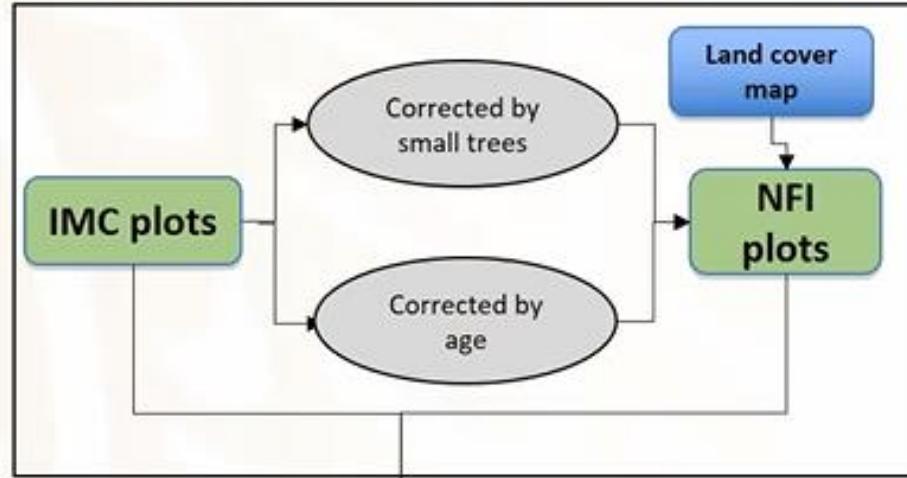
- ICM plots
- NFI validation plots
- NFI calibration plots

■ LiDAR data

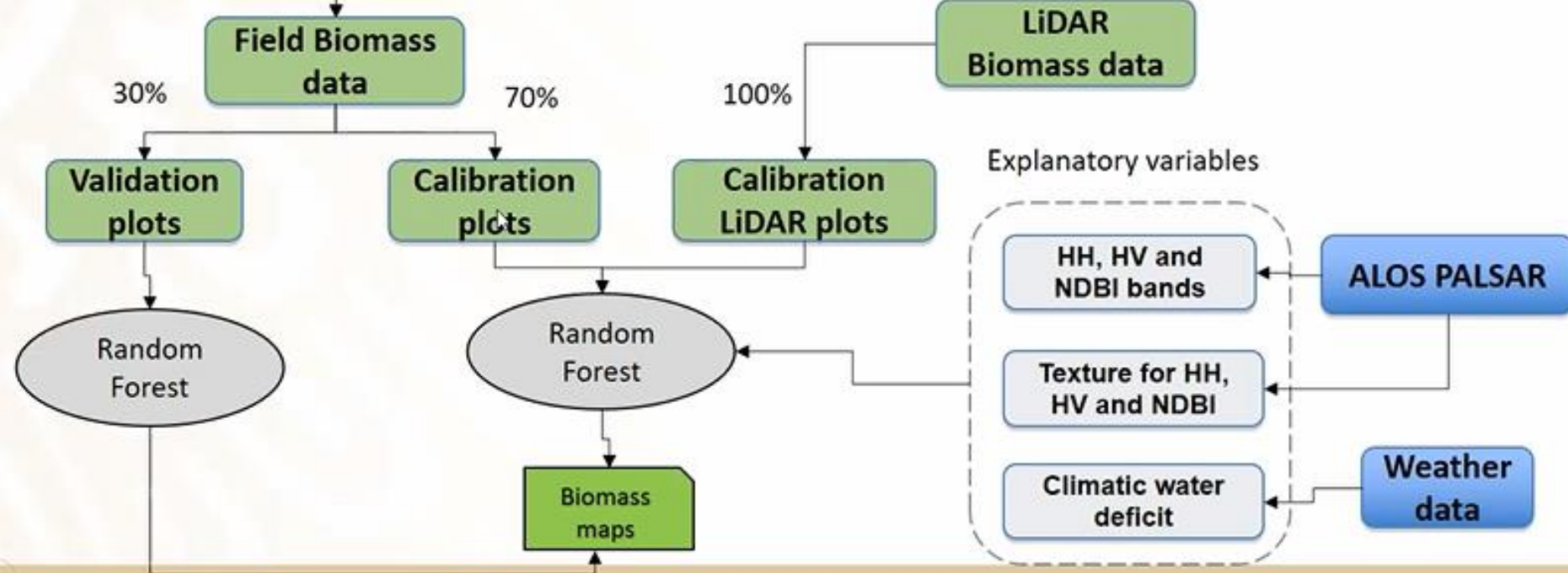
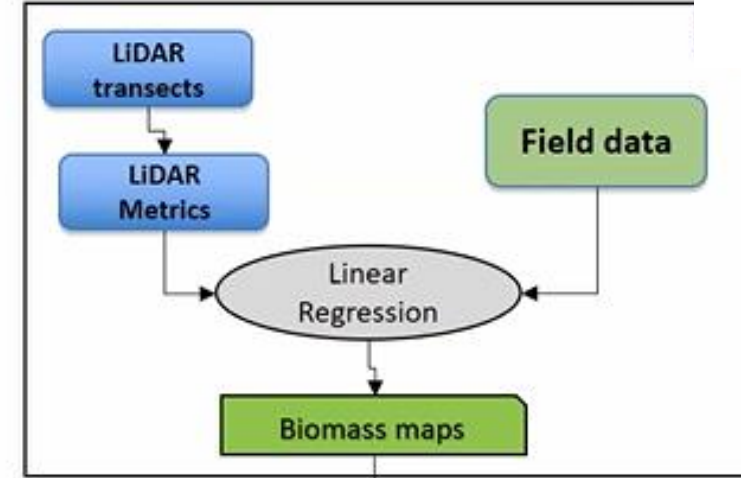


COMBINANDO LIDAR Y PARCELAS DE CAMPO

Correction of field data



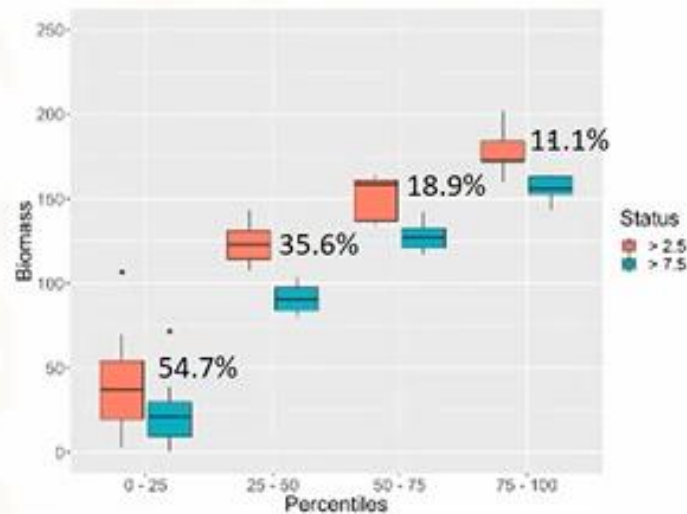
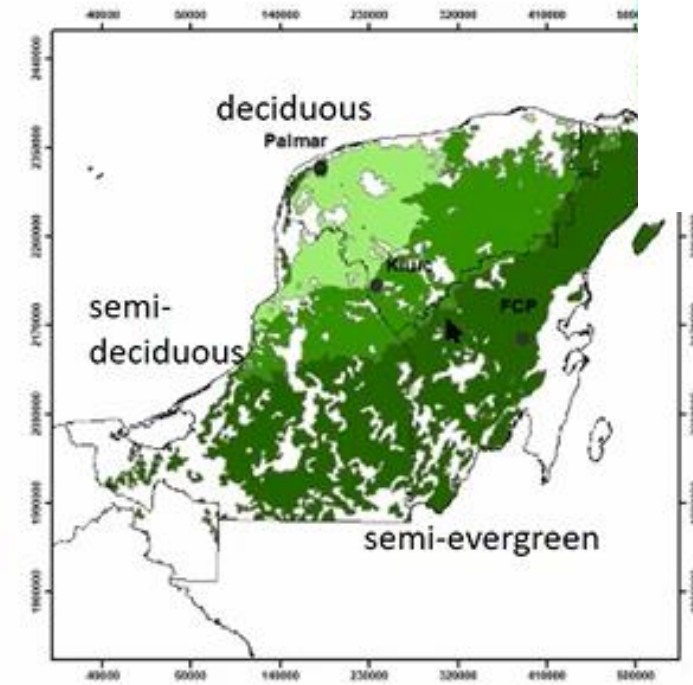
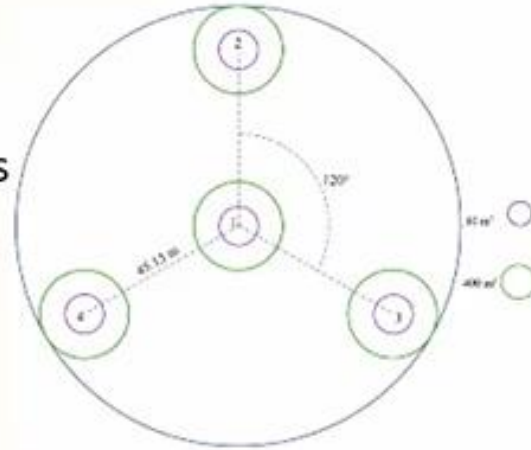
LiDAR data



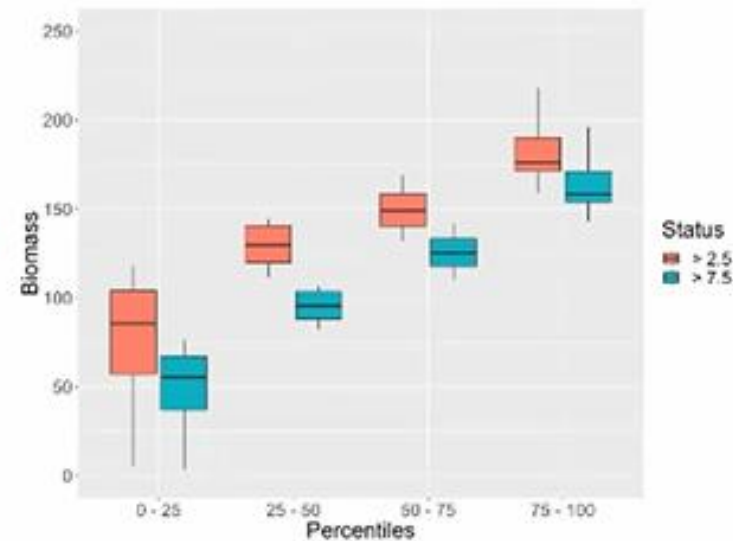
CORRECCIÓN POR ÁRBOLES PEQUEÑOS

Parcelas del INFys no mide < 7.5 cm de Dap

Se establecieron 3 SMIC (sitios de monitoreo intensivo de carbono) en los 3 principales ecosistemas de la PY, con 20, 32, 28 parcelas.



Semi deciduos forest ICM

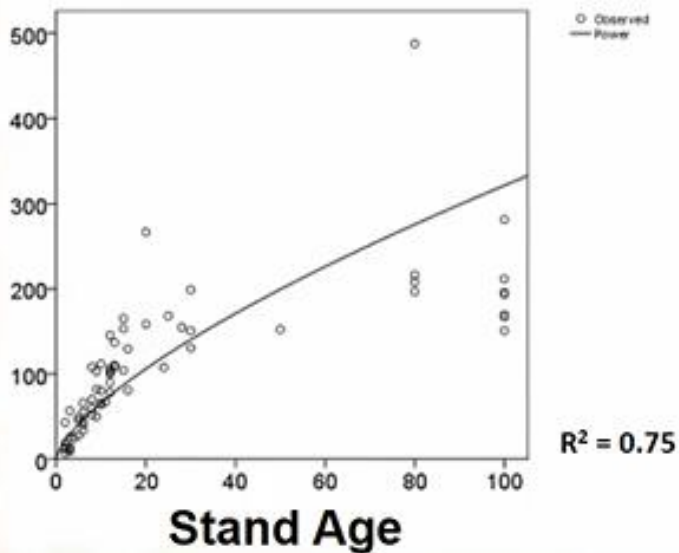
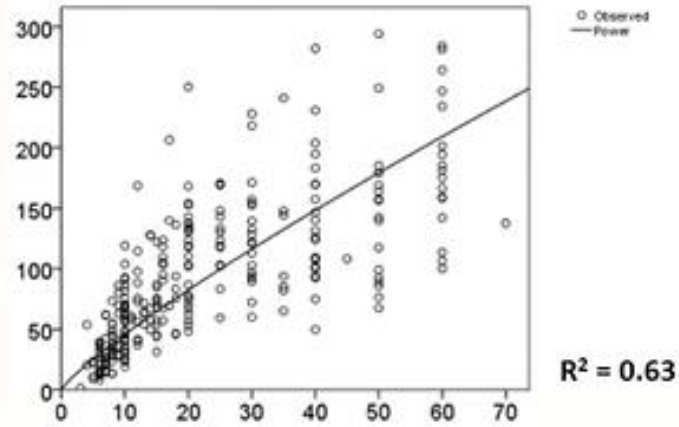


INFys

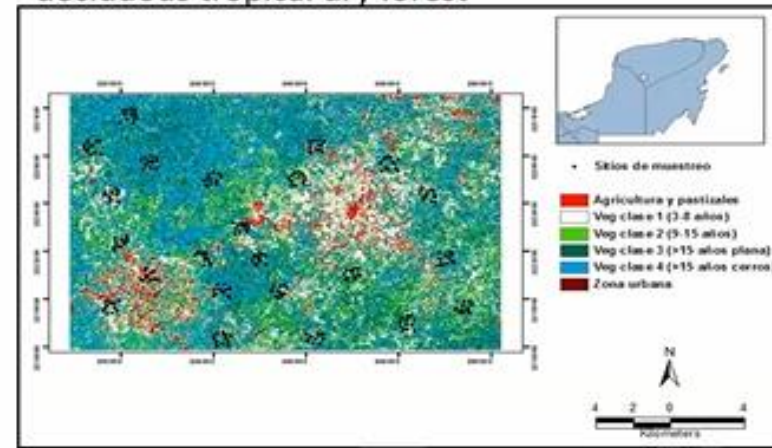
CORRECCIÓN POR EDAD

Parcelas del INFys fueron medidas de 2009 a 2014

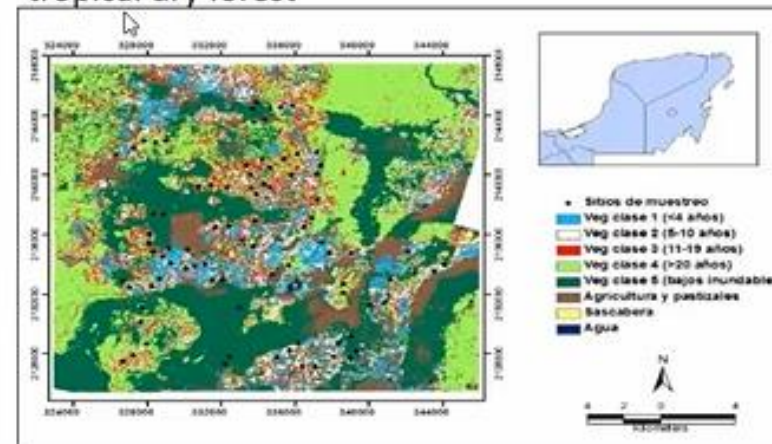
Biomass



Chronosequence of 276 plots for deciduous and semi-deciduous tropical dry forest



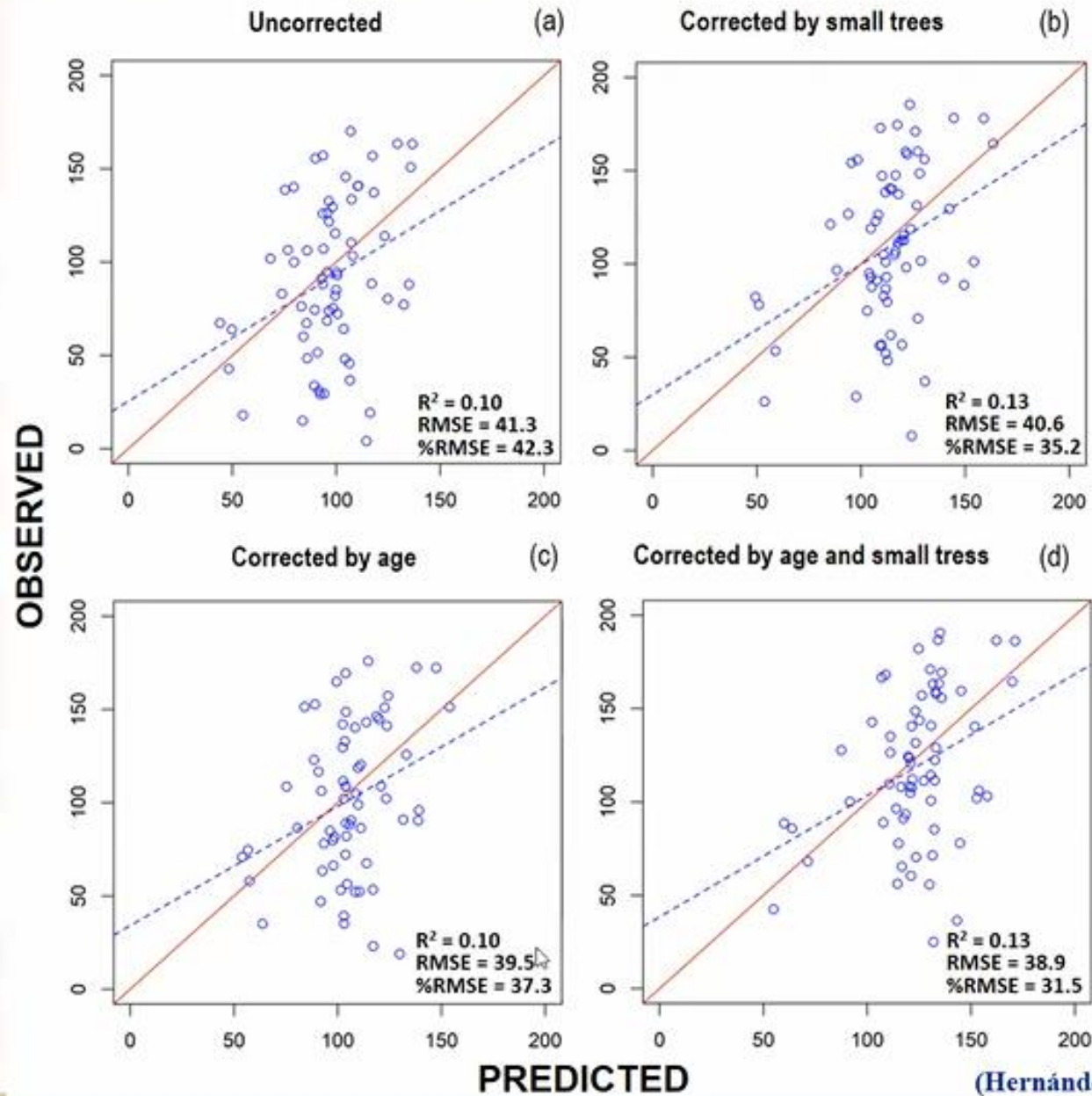
Chronosequence of 67 plots for semi-evergreen tropical dry forest



RESULTADOS

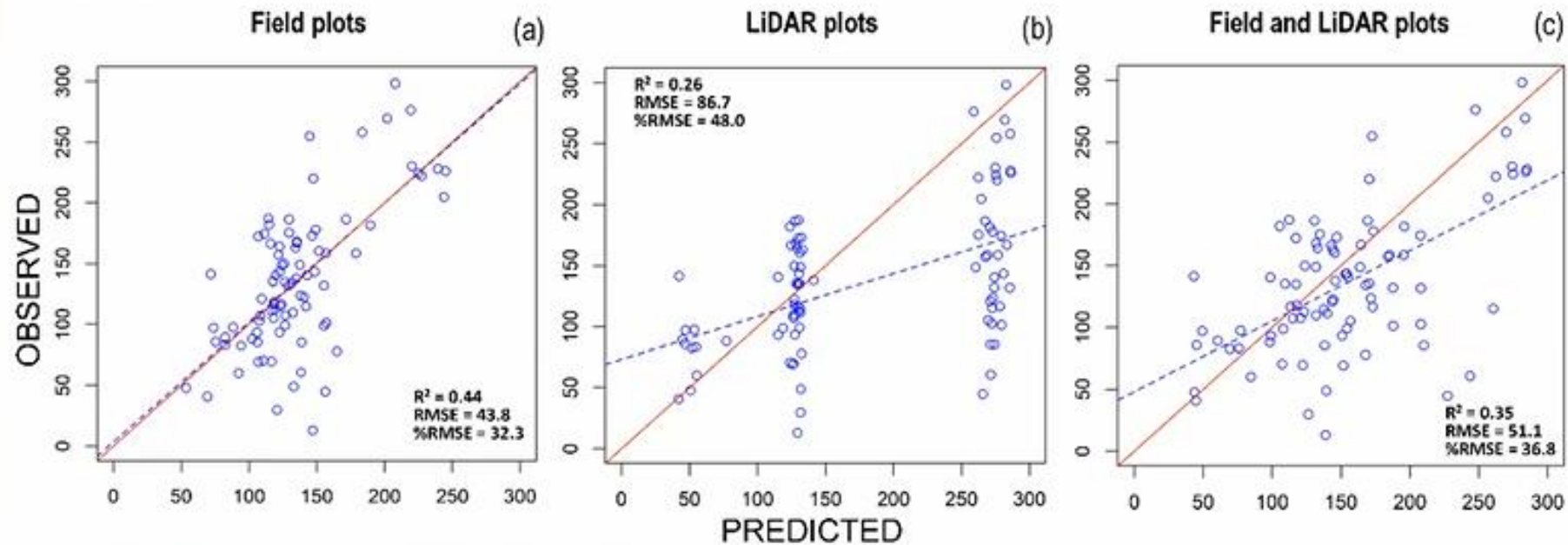
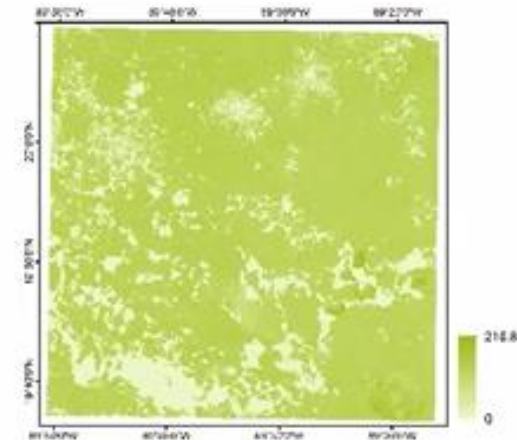


EFFECTOS DE CORREGIR LAS PARCELAS DEL INFYS



EFFECTOS DE INCREMENTAR EL TAMAÑO DE MUESTRA CON PARCELAS LIDAR

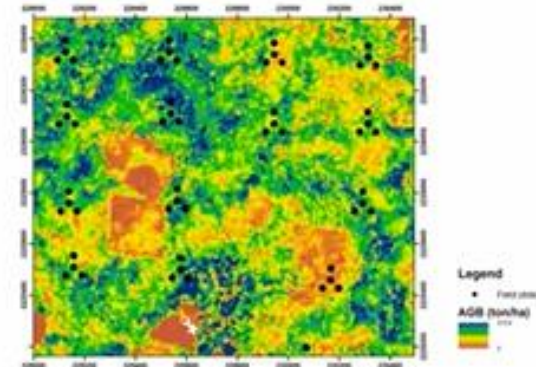
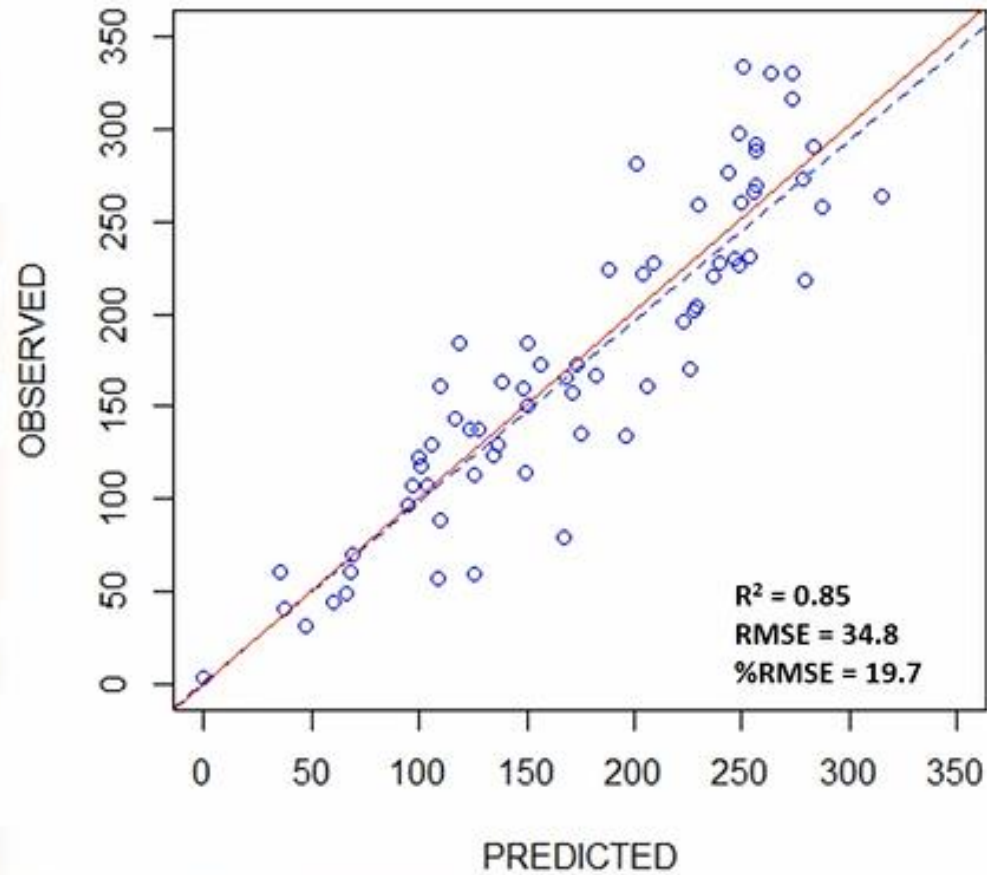
Las estimaciones de biomasa que utilizan la retrodispersión y textura Alos Palsar, así como el CWD tienen un error de estimación entre 32.3 y 48.0% en la península de Yucatán.



(Hernández-Stefanoni et al., 2020)

EFFECTOS DE INCREMENTAR EL TAMAÑO DE MUESTRA CON PARCELAS LIDAR

La biomasa estimada a partir de LiDAR tienen un error de estimación de **19.7%** en la península de Yucatán.

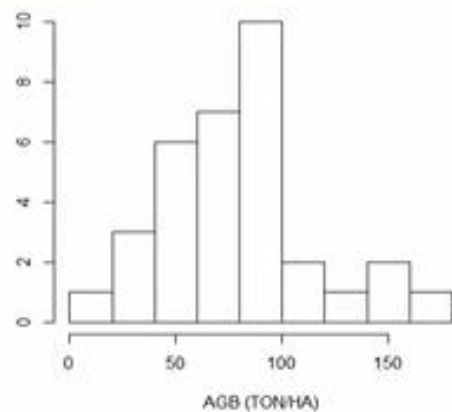


Model Fit $R^2=0.88$

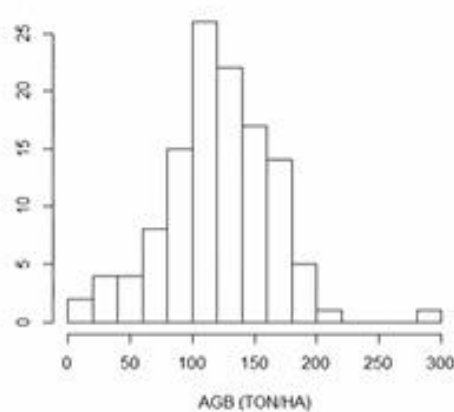
EFFECTOS DE INCREMENTAR EL TAMAÑO DE MUESTRA CON PARCELAS LIDAR

Parcelas de campo

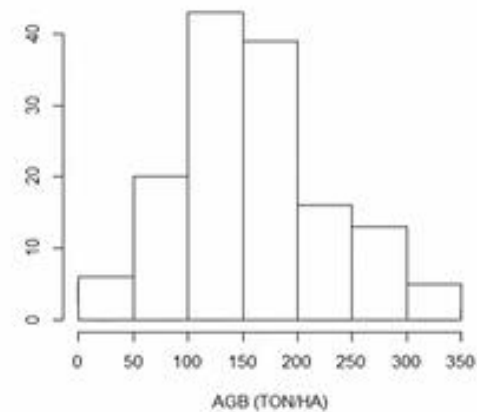
Deciduous



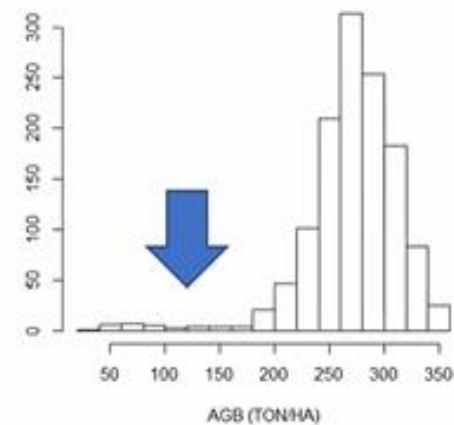
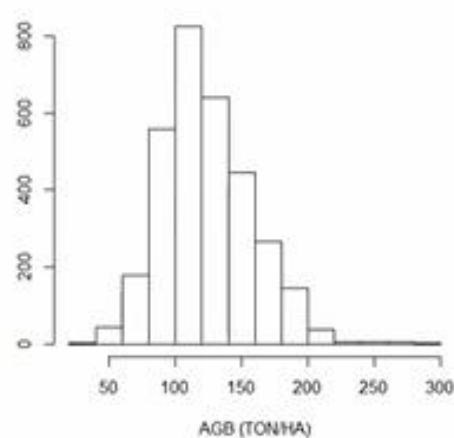
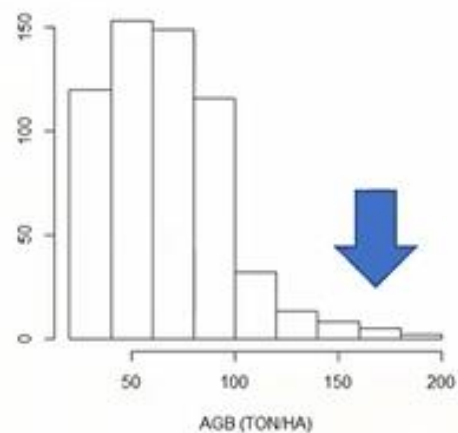
Semi-deciduous



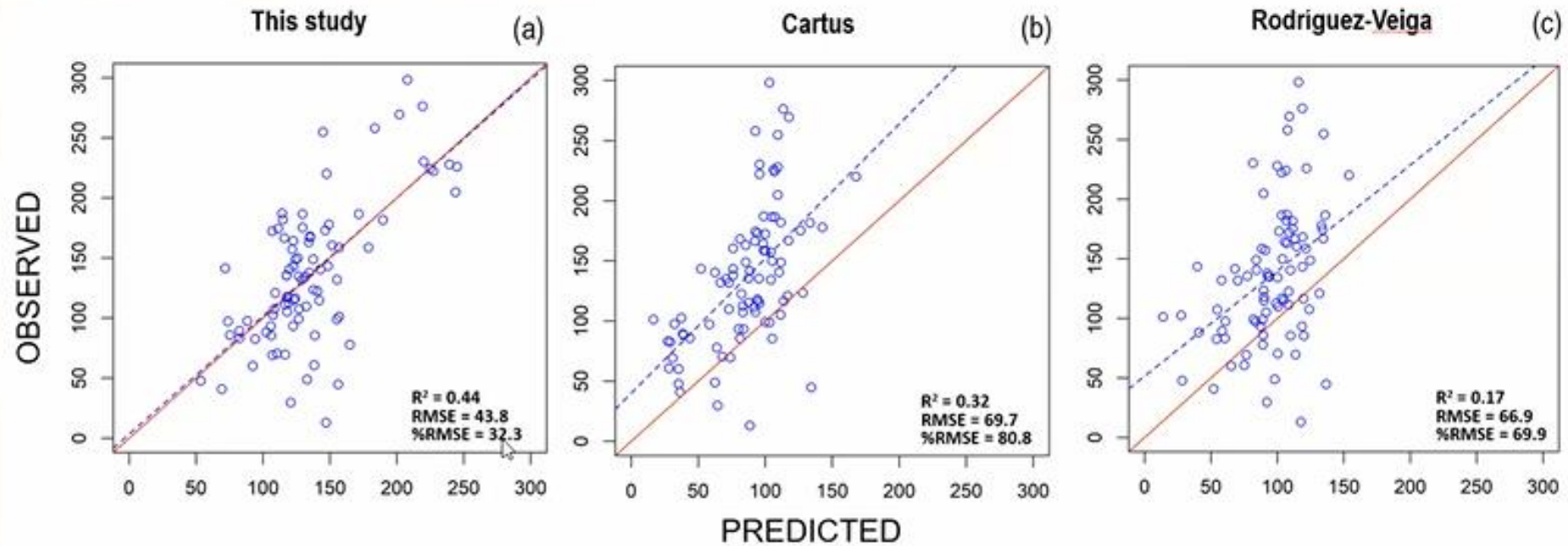
Semi-evergreen



Parcelas LiDAR

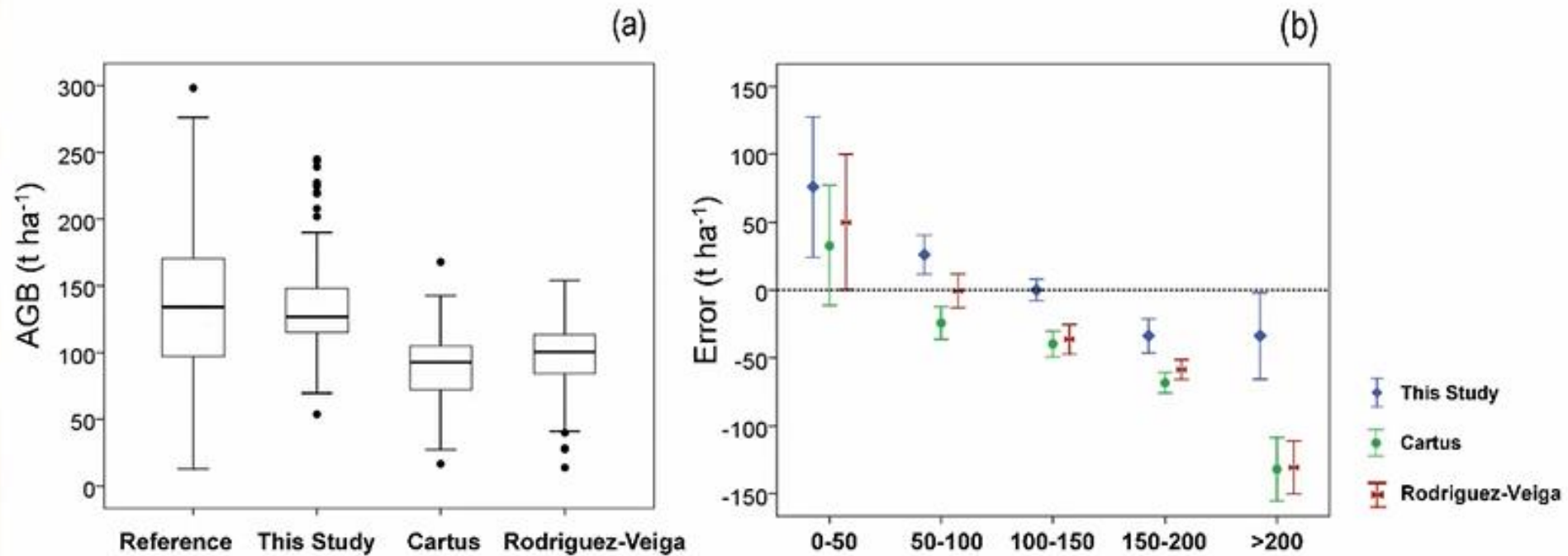


COMPARANDO LAS ESTIMACIONES DE BIOMASA CON OTROS ESTUDIOS



(Hernández-Stefanoni et al., 2020)

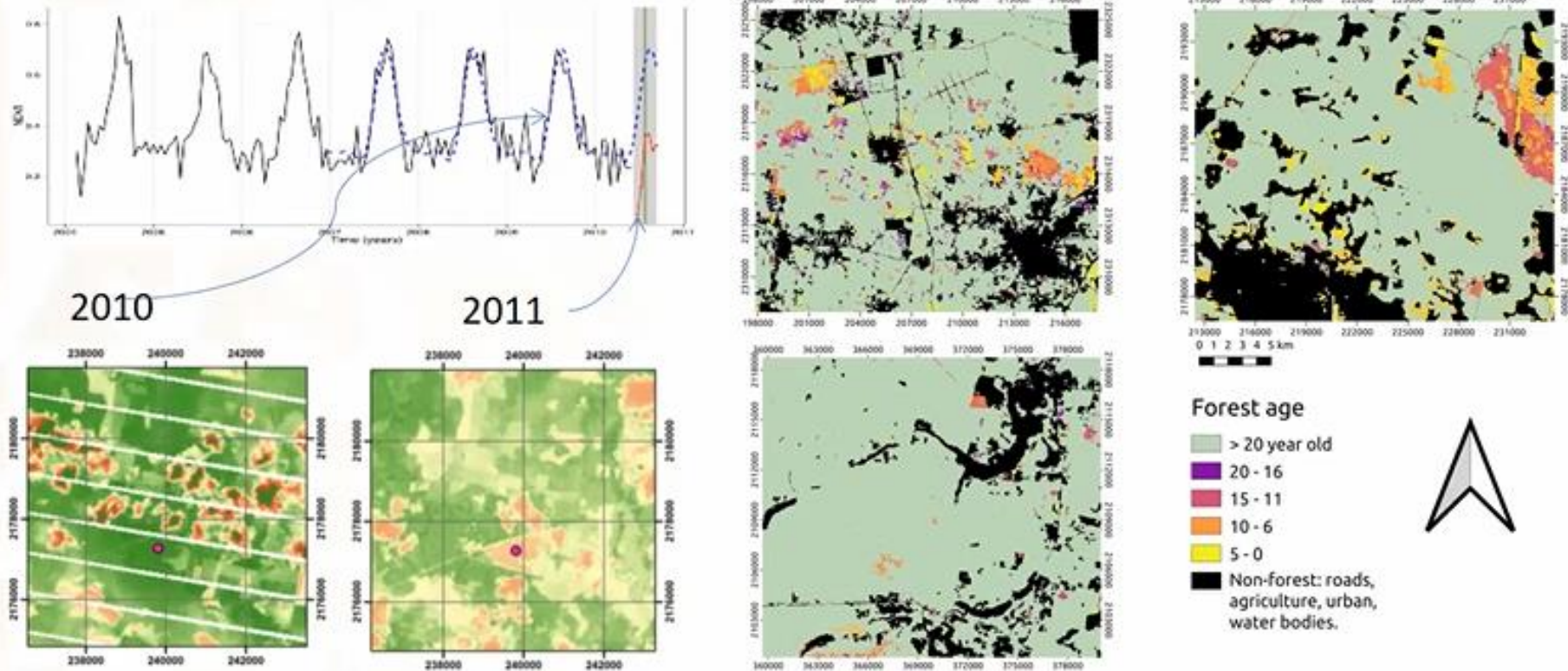
COMPARANDO LAS ESTIMACIONES DE BIOMASA CON OTROS ESTUDIOS POR CATEGORIAS DE BIOMASA



(Hernández-Stefanoni et al., 2020)

ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA USANDO LA EDAD EN BOSQUES JÓVENES

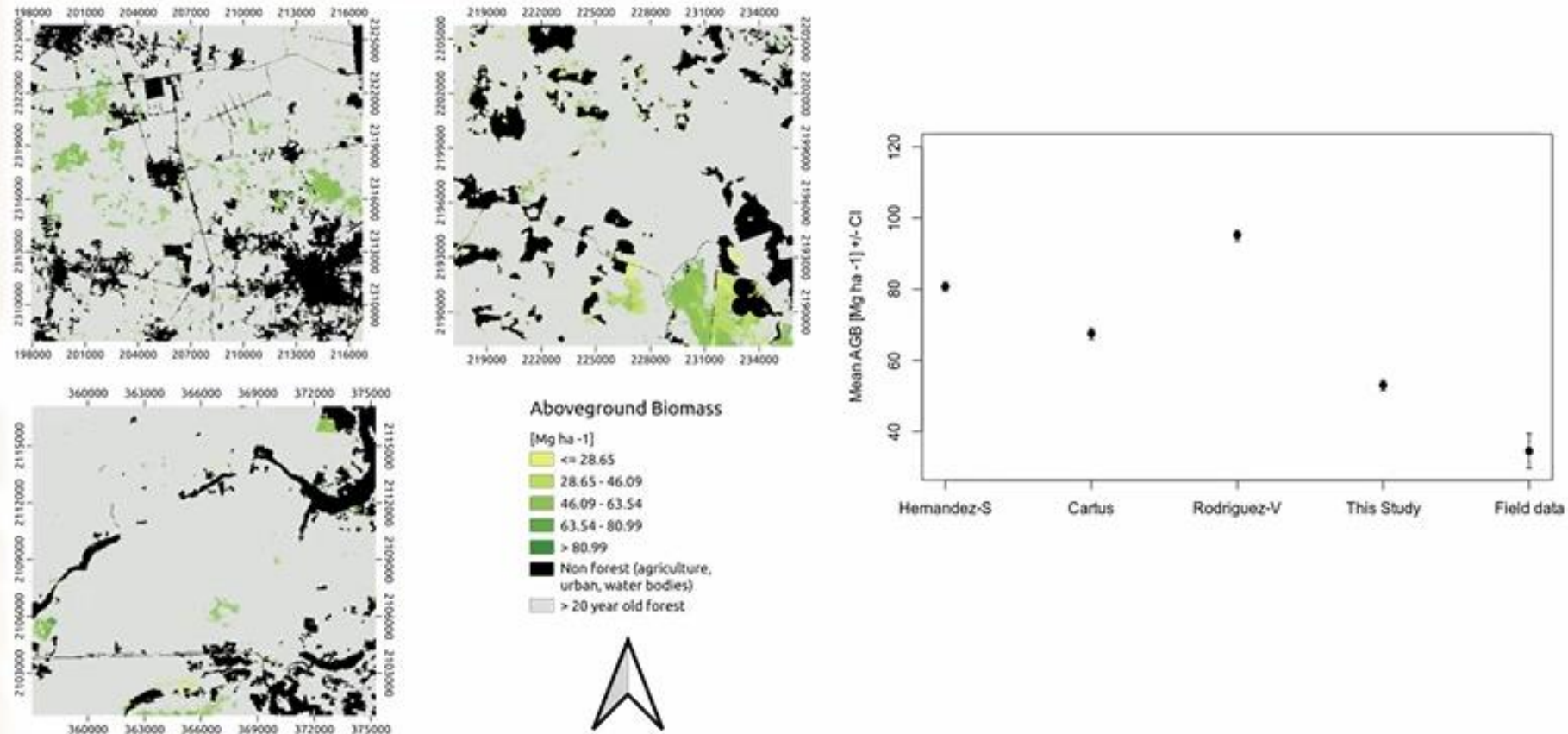
- 1) Mapeo de la edad del bosque usando una serie de tiempo de Landsat entre 2000 y 2020 con BFAST Breaks For Additive Season and Trend)



(George-Chacon et al., 2021)

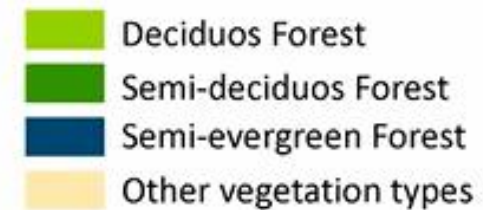
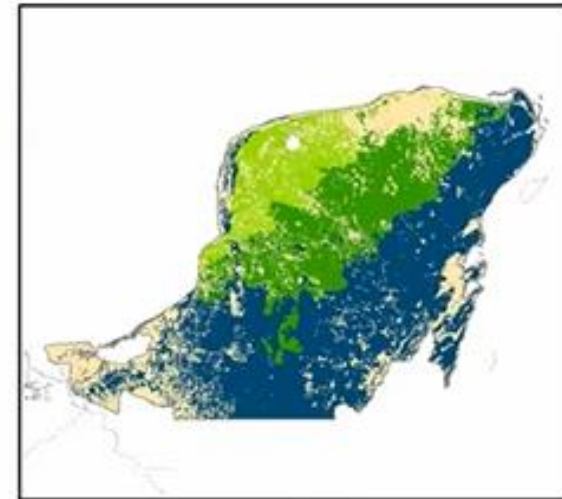
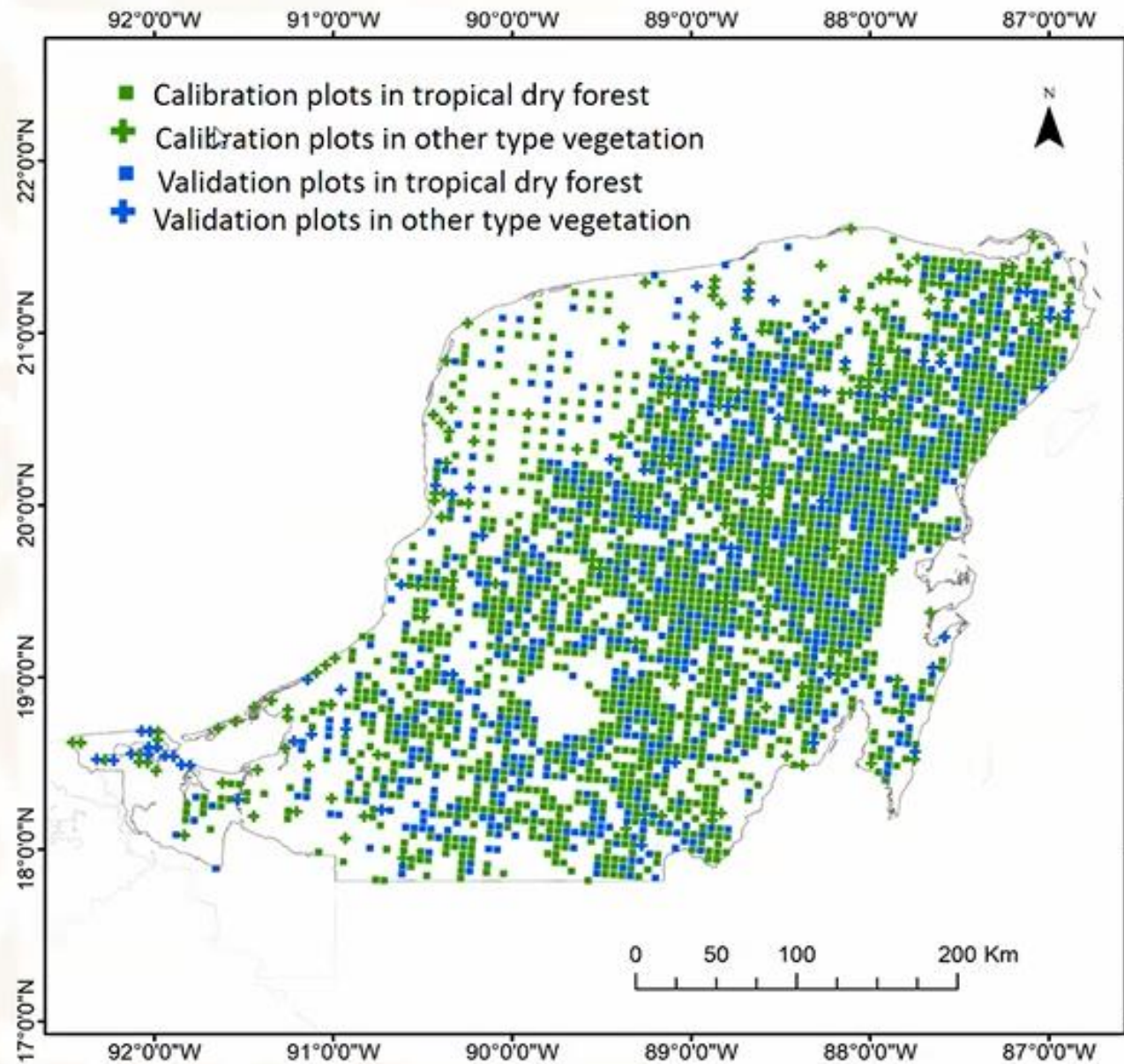
ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA USANDO LA EDAD EN BOSQUES JÓVENES

- 1) Mapeo de la biomasa en bosques jóvenes usando el mapa de edad y las cronosecuencias.

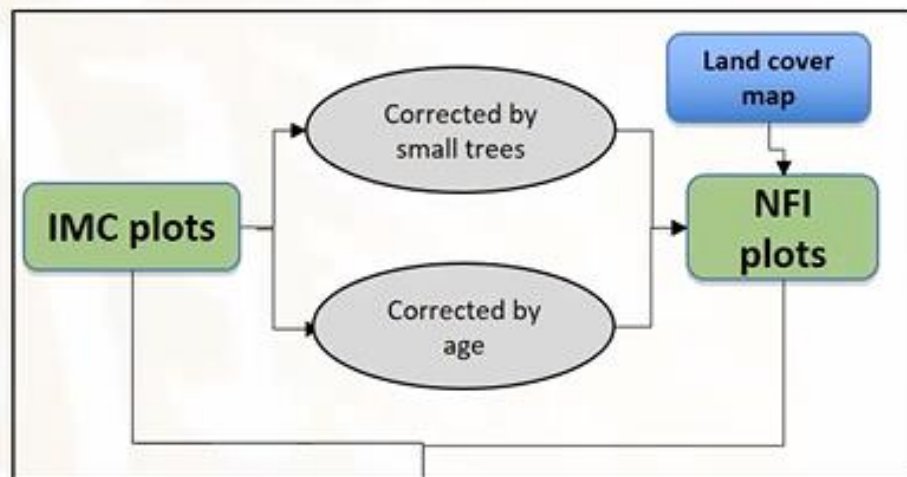


(George-Chacon et al., 2021)

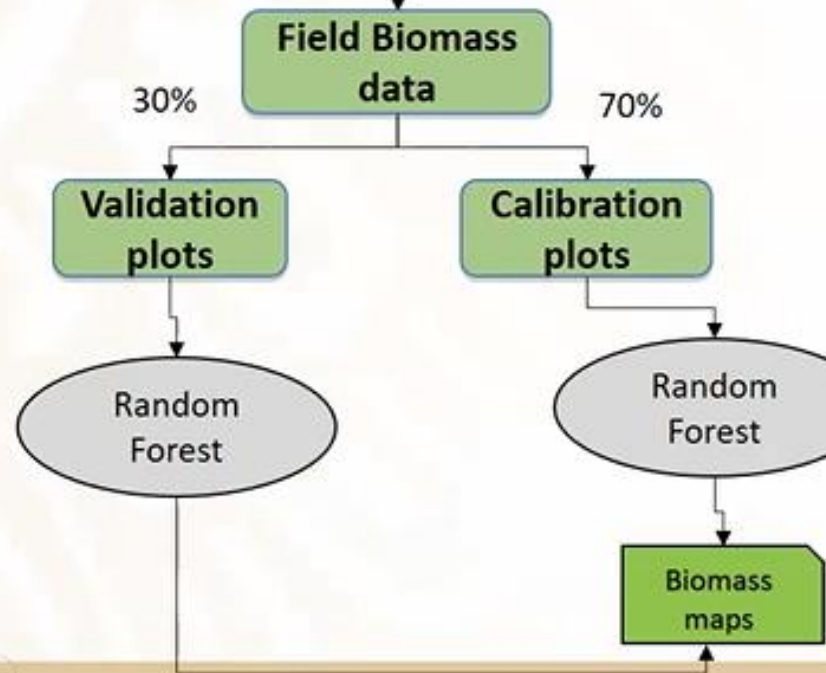
DATOS DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL EN LA PENINSULA DE YUCATÁN



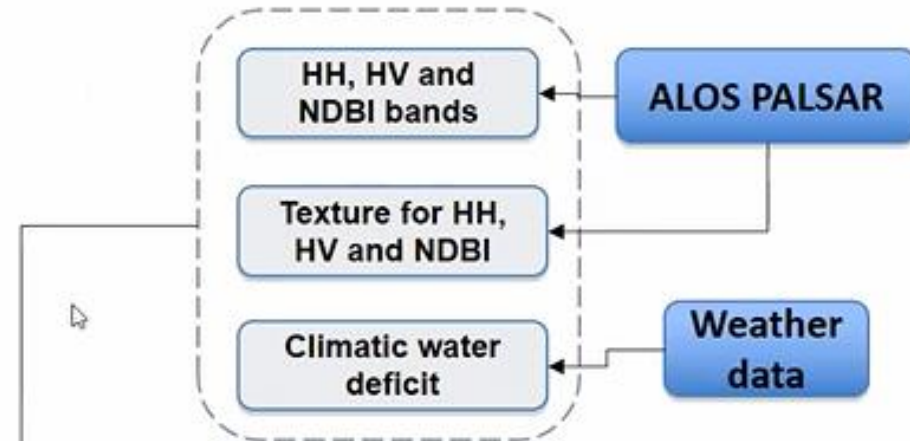
MÉTODOS



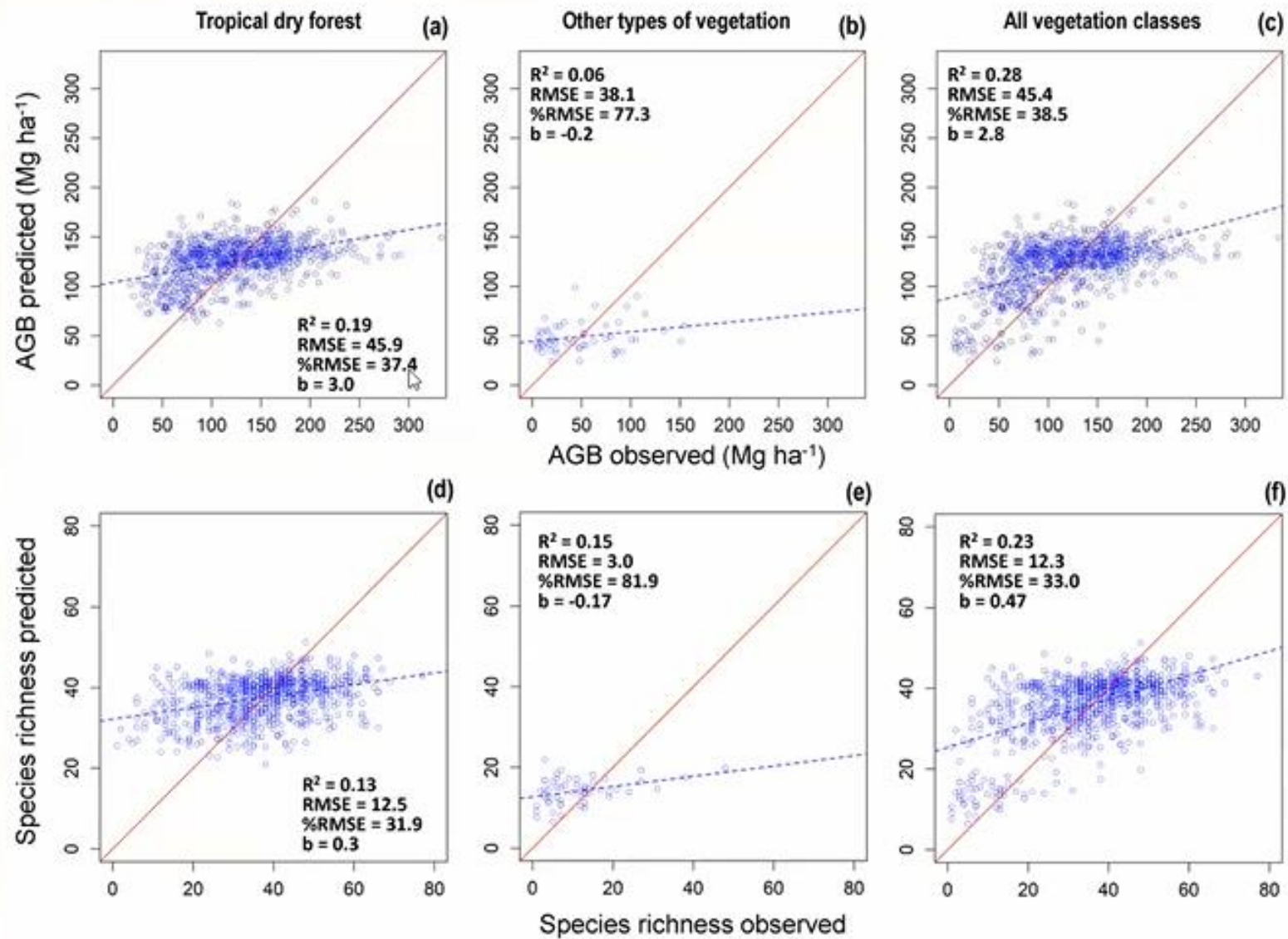
Correction of field data



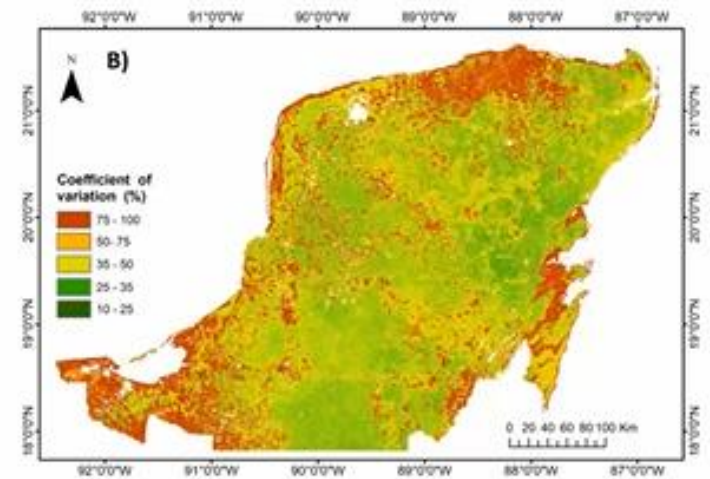
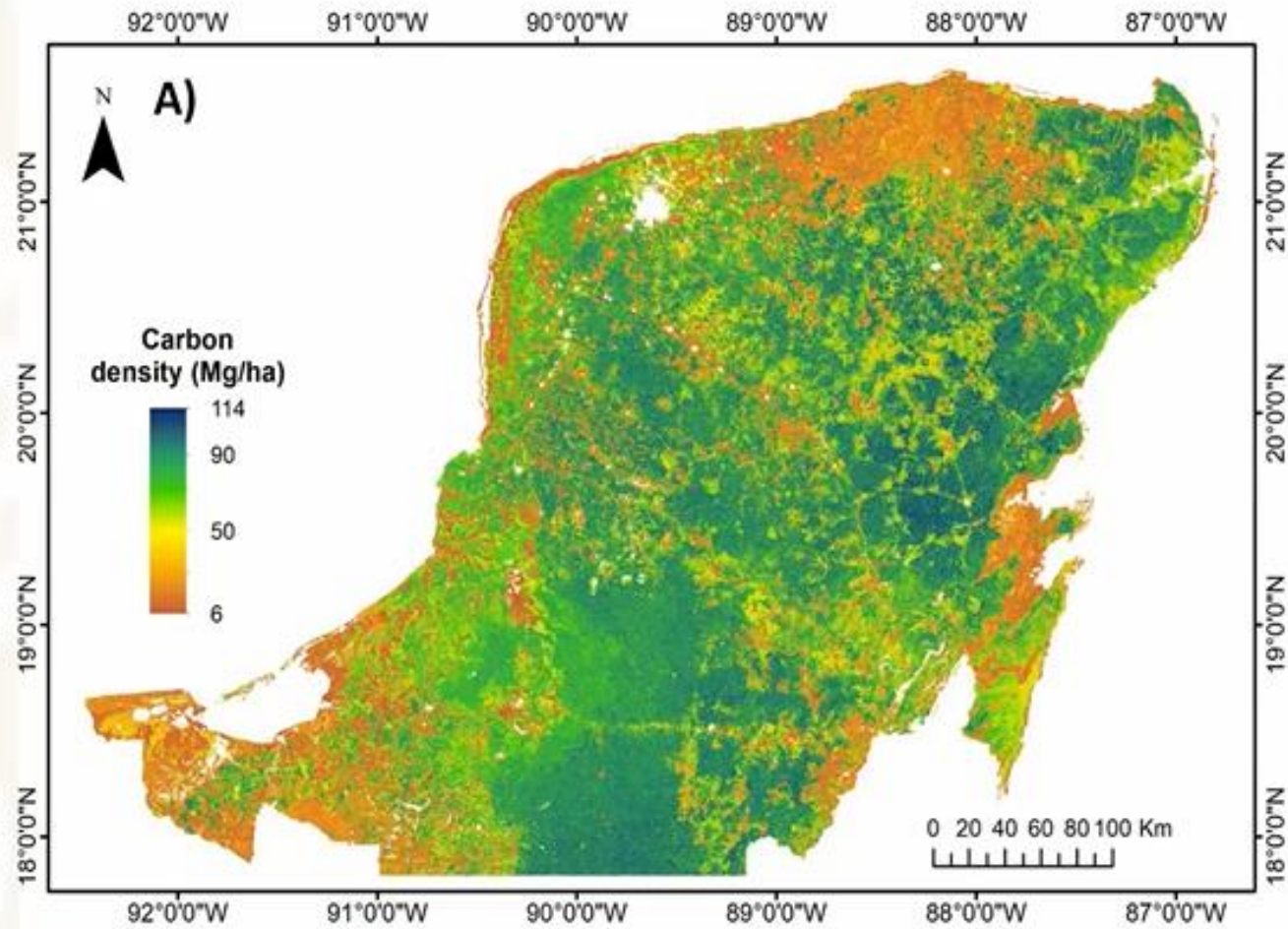
Explanatory variables



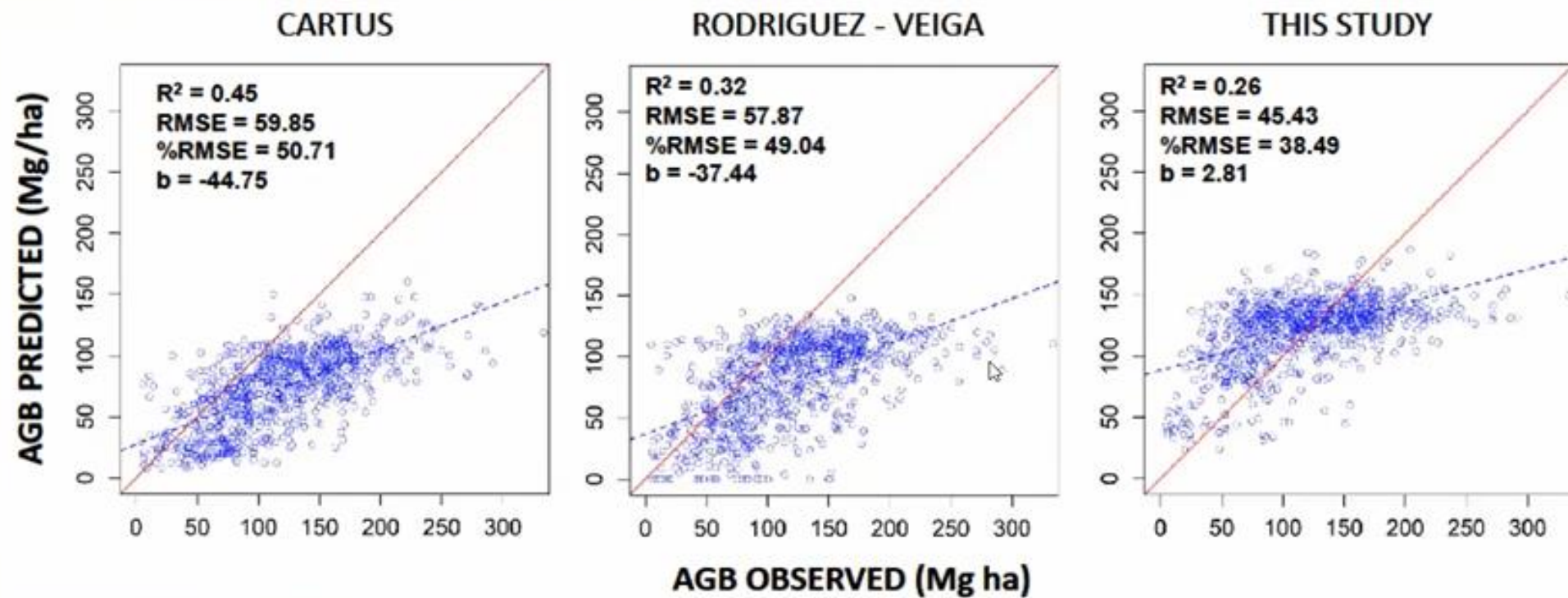
VALIDACIÓN DE MODELOS POR TIPO DE VEGETACIÓN



MAPA DE CARBONO Y LA INCERTIDUMBRE

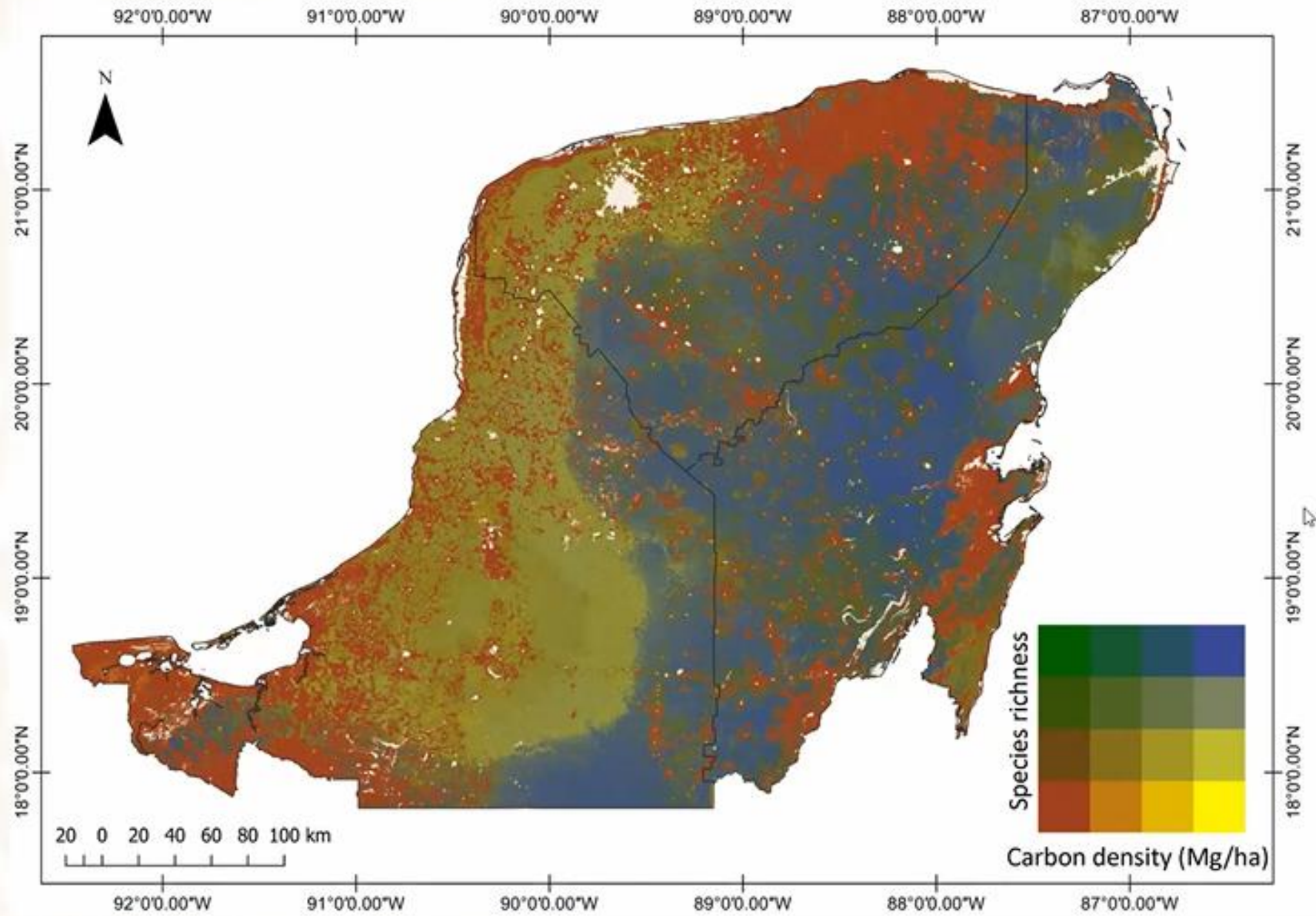


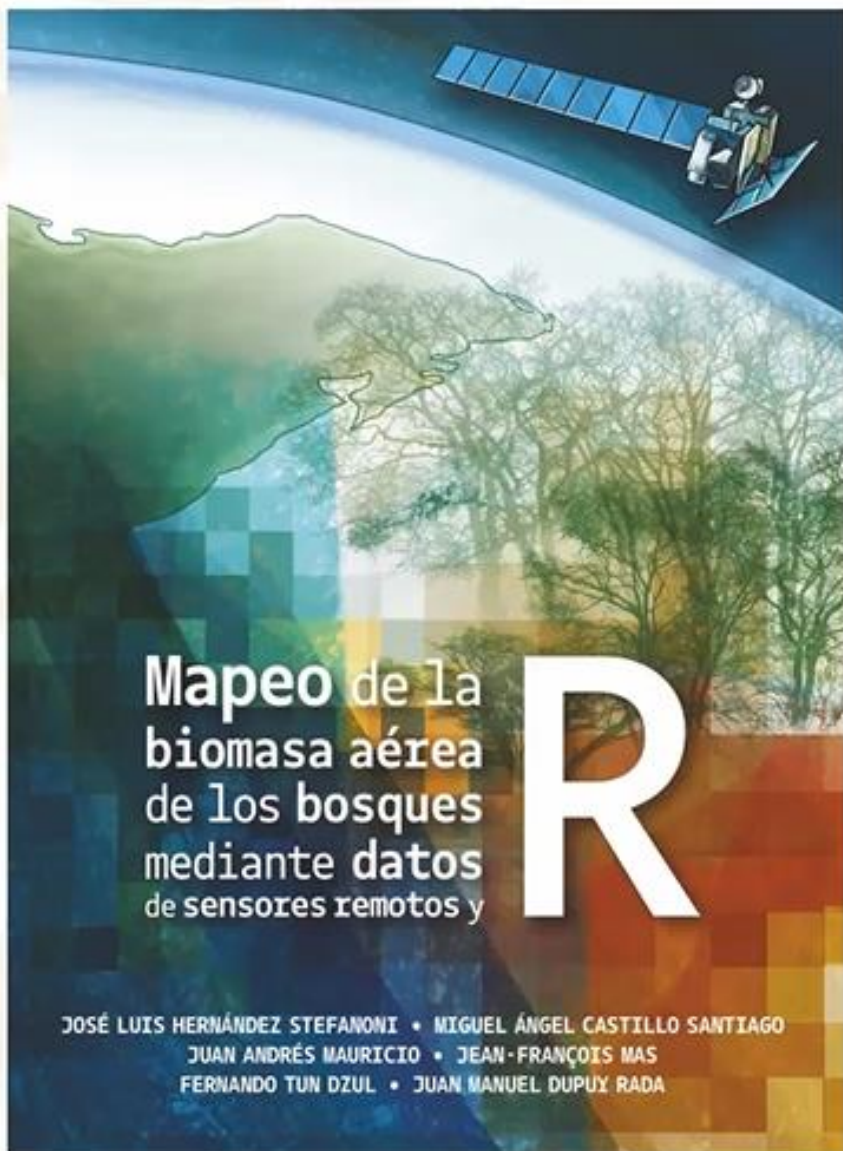
COMPARANDO LAS ESTIMACIONES DE BIOMASA CON OTROS ESTUDIOS



(Hernández-Stefanoni et al., 2020)

MAPA BIVARIADO DE CARBONO Y DIVERSIDAD





<https://www.cicy.mx/unidad-de-recursos-naturales/investigacion/joseluis-hernandez-stefanoni/proyecto-mapeo-de-biomasa-a-aerea>

PROYECTO MAPEO DE BIOMASA AÉREA DE BOSQUES MEDIANTE DATOS DE SENSORES REMOTOS

- [Apendice libro biomasa](#). Formato PDF, actualizado 15 de enero de 2021
- [Mapeo biomasa](#). Formato ZIP, actualizado 15 de enero de 2021
- [Mapeo de la biomasa aérea de los bosques mediante datos de sensores remotos y R](#). Formato PDF, actualizado 4 de febrero de 2021

AGRADECIMIENTOS

Dr. Miguel Ángel Castillo Santiago
Dr. Juan Manuel Dupuy Rada

MC. Fernando Tun Dzul

Juan Andrés Mauricio
Stephanie George Chacón
Gabriela Reyes Palomeque
Blanca Castellanos Basto