



IV CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL, FORESTAL Y ecoturismo

16, 17 Y 18 DE SEPTIEMBRE DE 2020

**IV CONGRESO INTERNACIONAL DE
INGENIERÍA AMBIENTAL FORESTAL Y ECOTURISMO**

“Uso de un método LiDAR mixto (de masa-árbol individual) para estimar la densidad de rodal en plantaciones de *Pinus radiata* D. Don”



Marcelo López G.

Estudiante Pregrado,
Ingeniería Forestal,
Facultad de Ciencias Forestales,
Universidad de Concepción.



Dr. Simón Sandoval R.

Profesor Asistente,
Departamento Manejo de
Bosques y Medio Ambiente,
Facultad de Ciencias Forestales,
Universidad de Concepción.



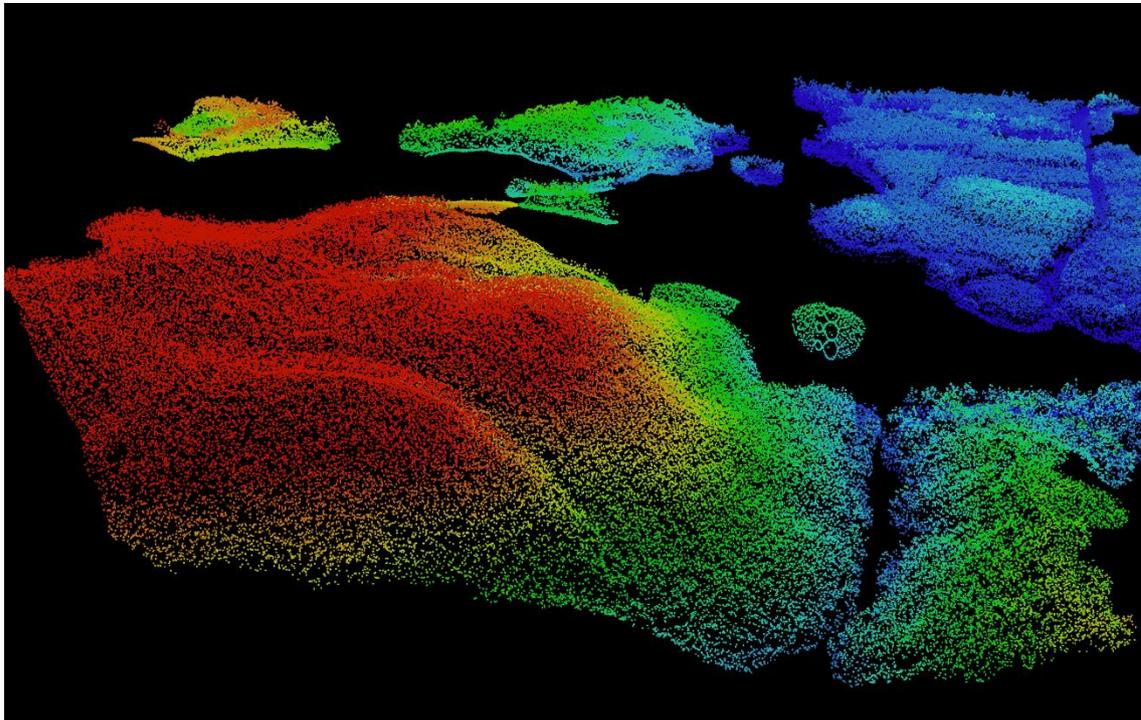
Dr. Eduardo Acuña C.

Profesor Asociado,
Departamento Manejo de
Bosques y Medio Ambiente,
Facultad de Ciencias Forestales,
Universidad de Concepción.

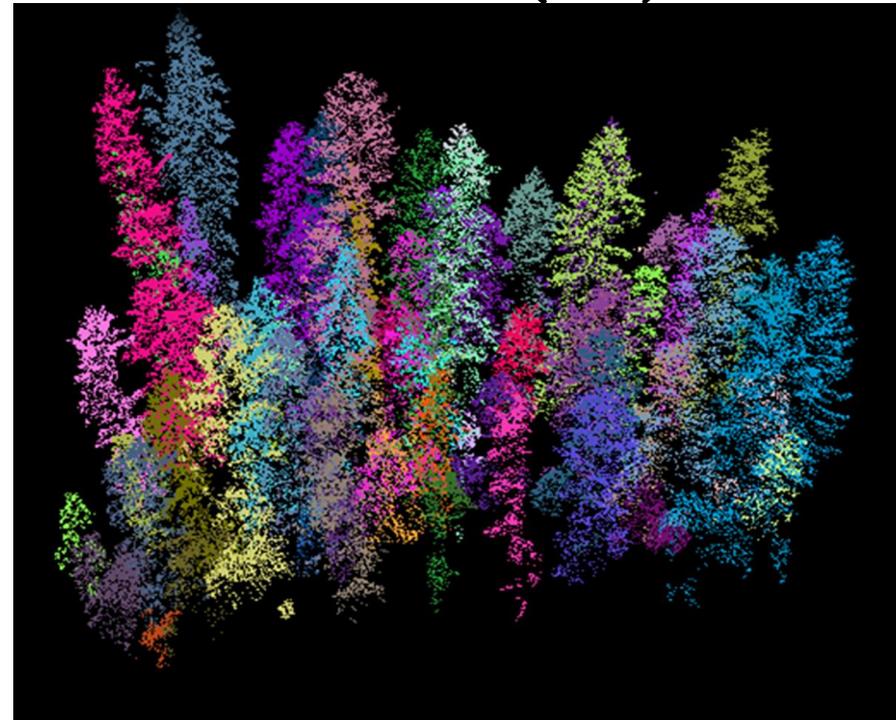
CONTEXTO

Implementación de LiDAR en ámbito forestal

- Método de masa (ABA)



- Método de árbol individual (ITD)



CONTEXTO

| | Método ABA | Método ITD |
|---------------------------------------|---|--|
| Variables estimadas | H(m), AB (m ² /ha), Vol(m ³ /ha) | H(m), AB (m ² /ha), Vol(m ³ /ha) y N(arb/ha) |
| Estimación Densidad de Rodal | Alto error en estimación y baja variabilidad espacial | Depende de la resolución |
| Resolución - Densidad de puntos | Bajos costos en resolución | Altos Costos en resolución |

OBJETIVO GENERAL

Estimar la densidad de rodal en una plantación de *Pinus radiata* a través de un método mixto LiDAR de método de masa y árbol individual.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Generar estimación DR con flujo de trabajo método ABA
- Parametrizar identificación de árbol individual con algoritmo lidR
- Generar una metodología que permita mejorar las estimaciones DR con un método mixto
- Comparar estimaciones de DR de los distintos métodos a rodal completo

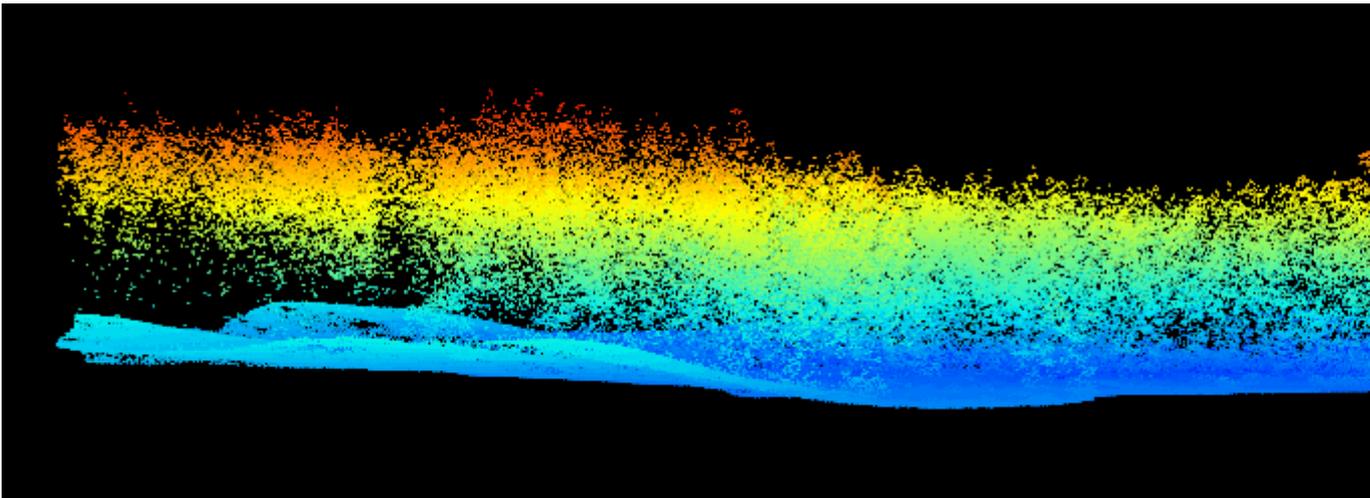
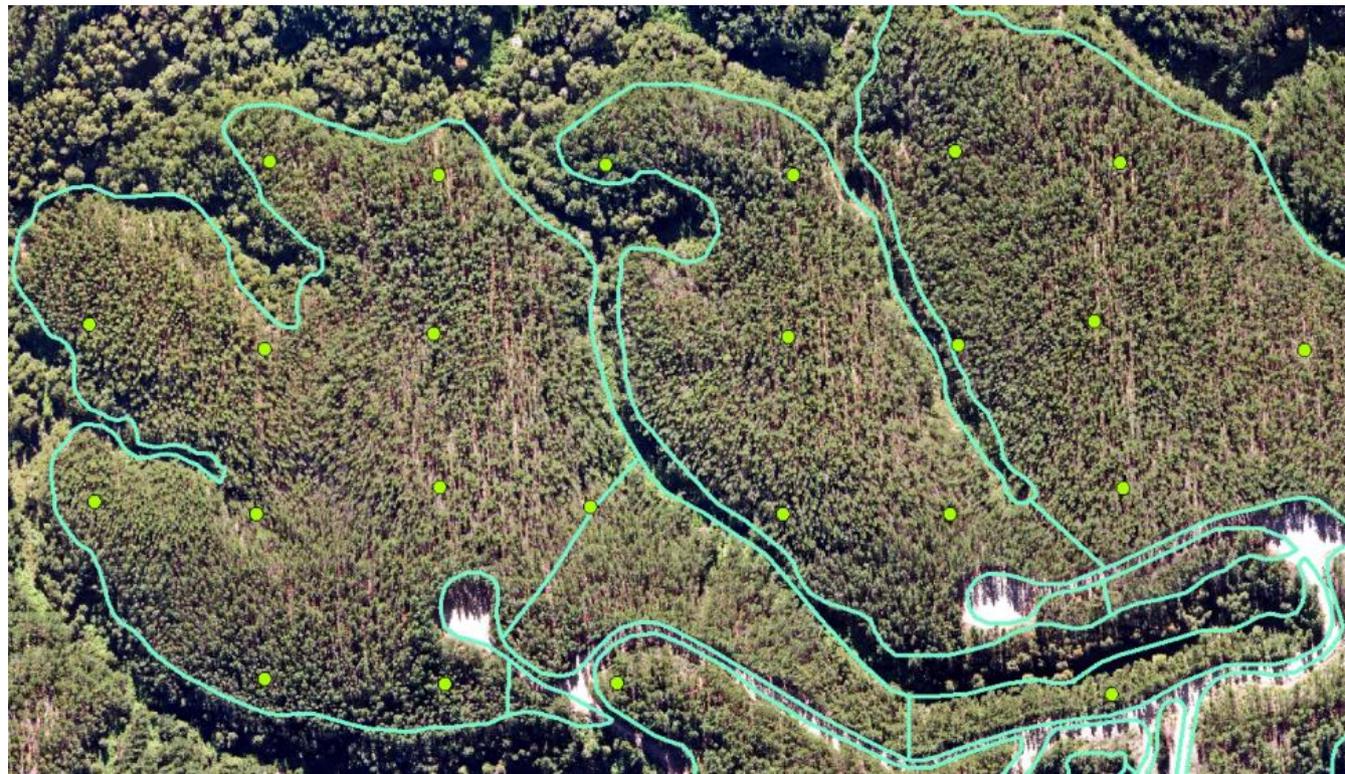
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Área de estudio

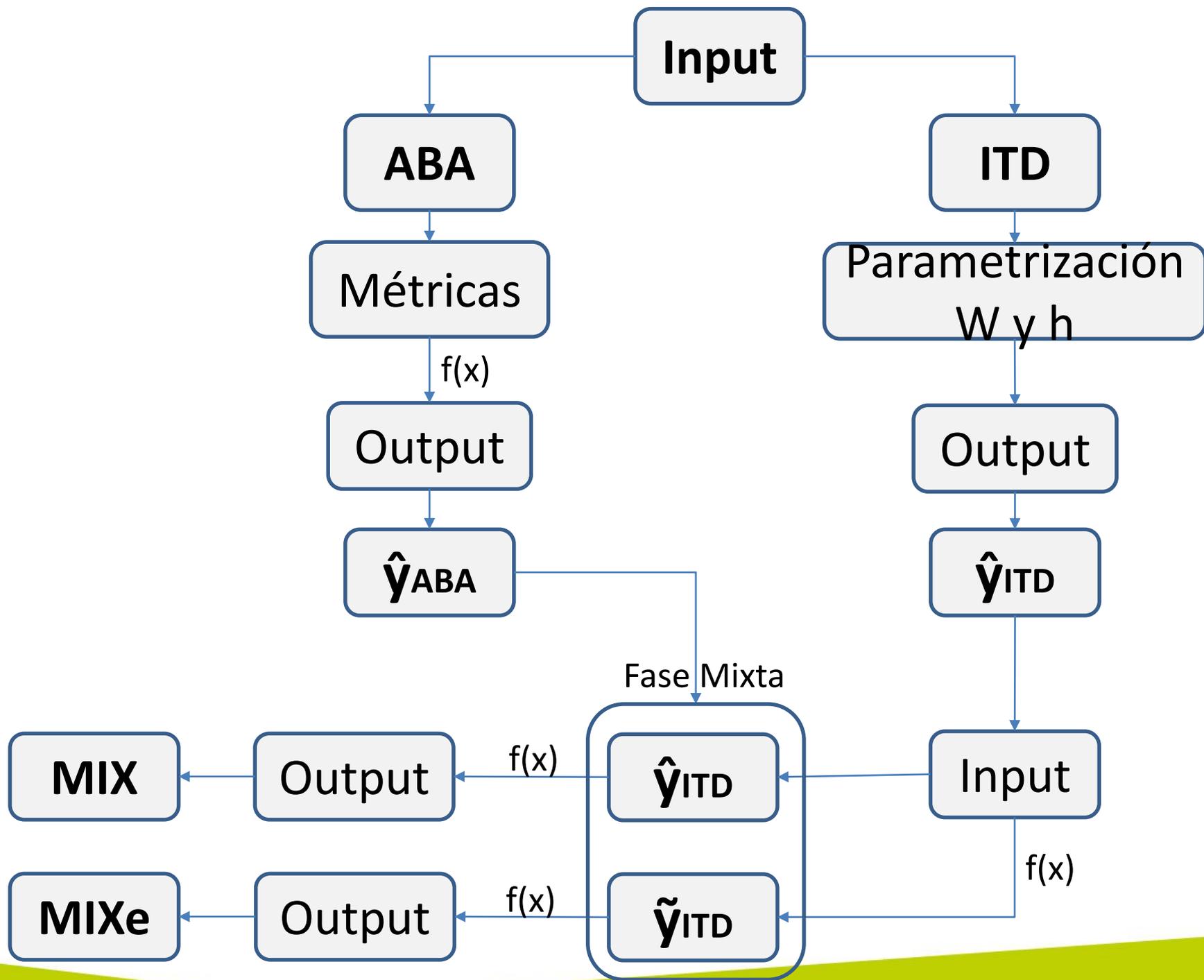
- Plantación de *Pinus radiata* de 99,2 ha
- 78 parcelas de 500 m² de superficie

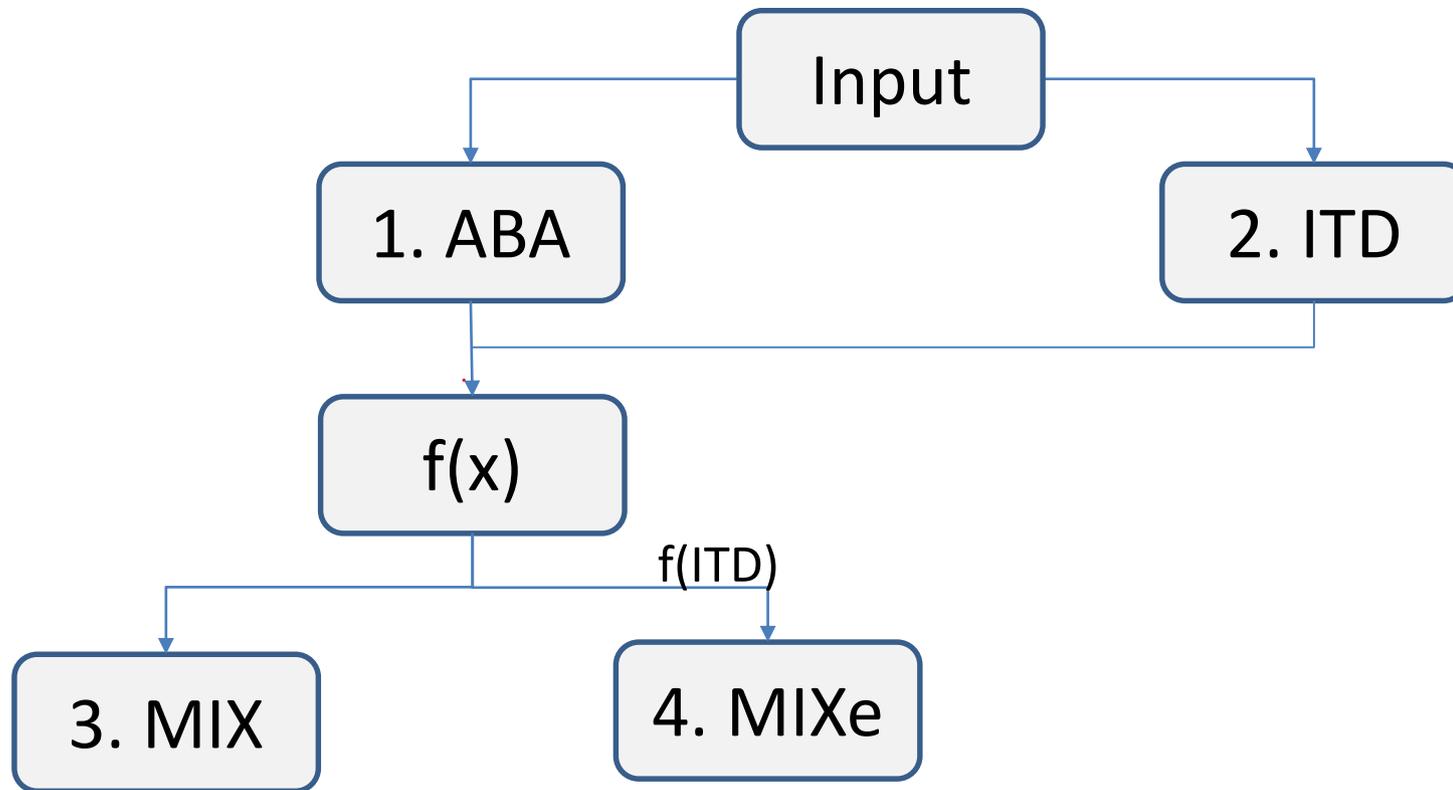
Captura información LiDAR

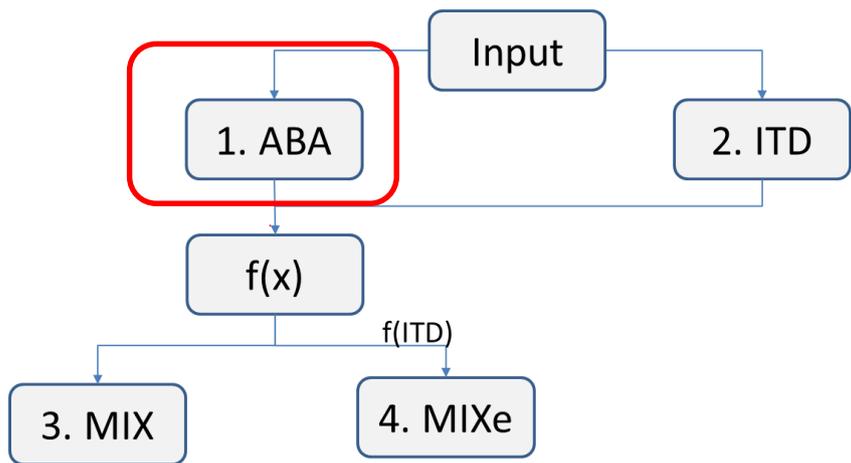
Densidad de 12 puntos m⁻²



arauco



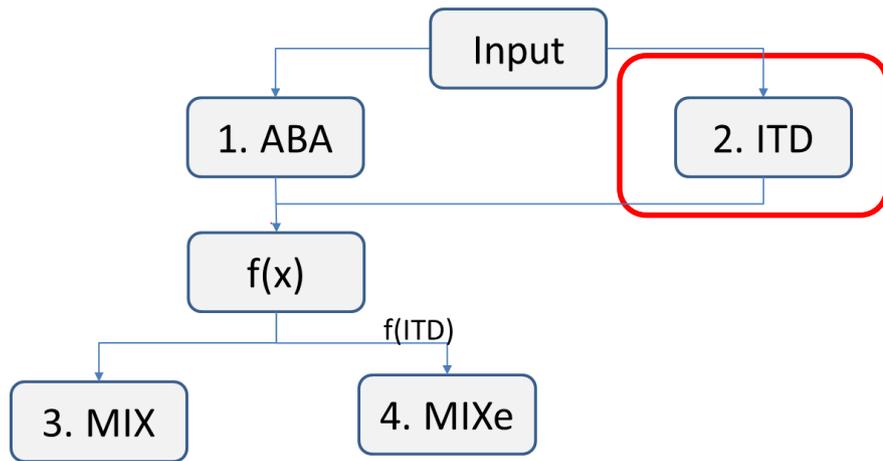




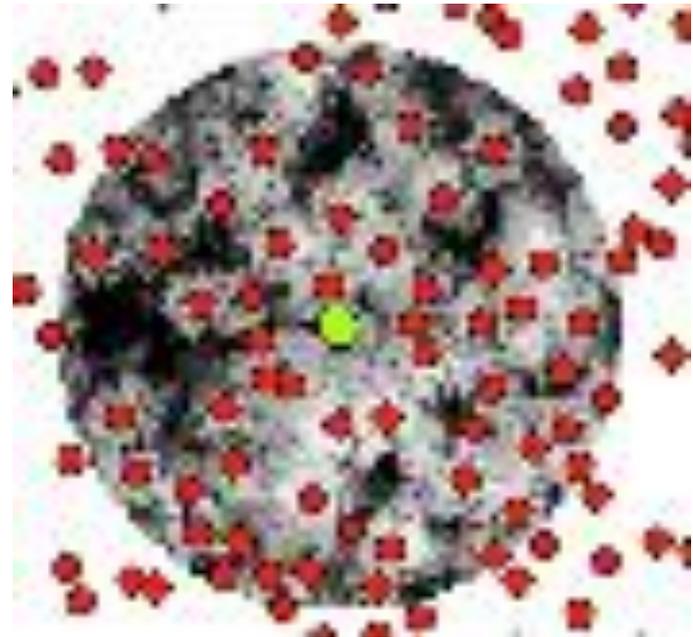
RESULTADOS

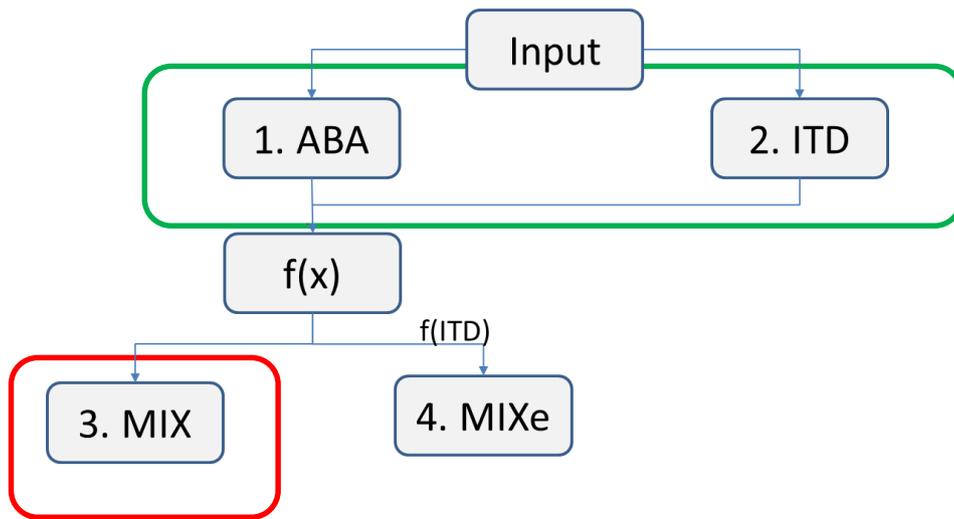
Parámetros e indicadores de modelos ABA

| | Modelo | RMSE | | AIC |
|--------------|--|--------|------|-------|
| | | Arb/ha | (%) | |
| Mejor modelo | $y_{ABA} = 449,1880^{ns} - 15,0690^{ns} P95 - 10,4360^{*} COV$ | 215,2 | 23,6 | 840,9 |
| 2do mejor | $y_{ABA} = -59,6070^{ns} + 5,1050^{ns} P80 + 10,5250^{*} COV$ | 216,5 | 23,7 | 841,9 |
| 3er mejor | $y_{ABA} = 31,5037^{ns} + 0,0485^{ns} P90 + 10,8111^{*} COV$ | 216,6 | 23,7 | 842,0 |

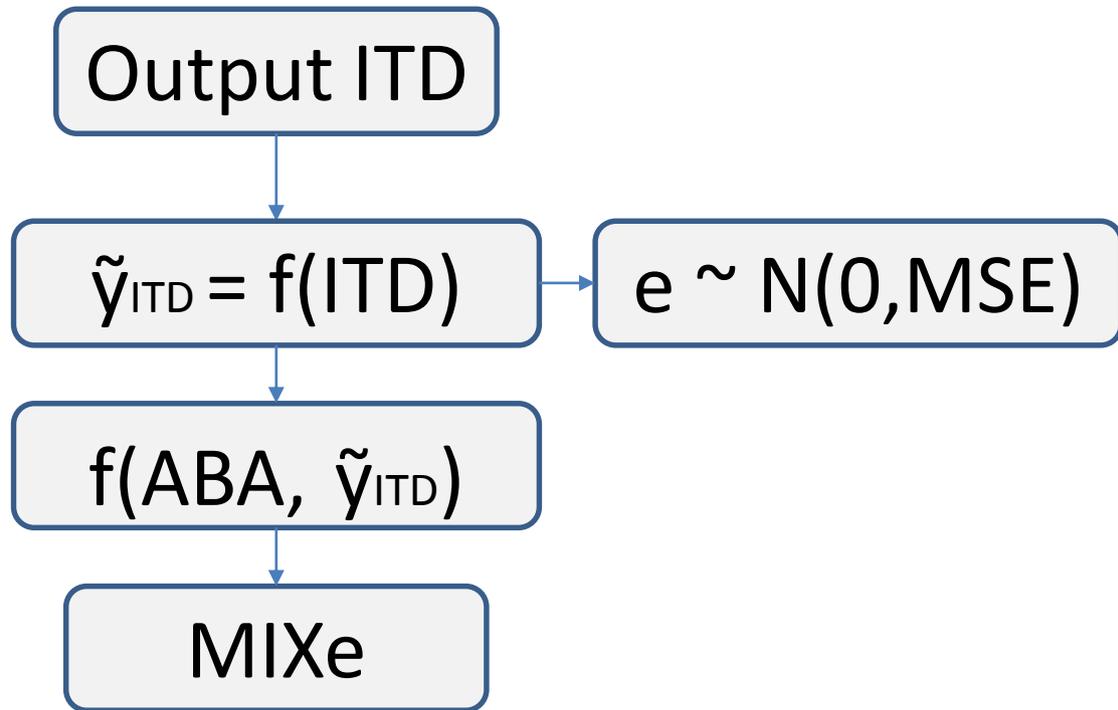
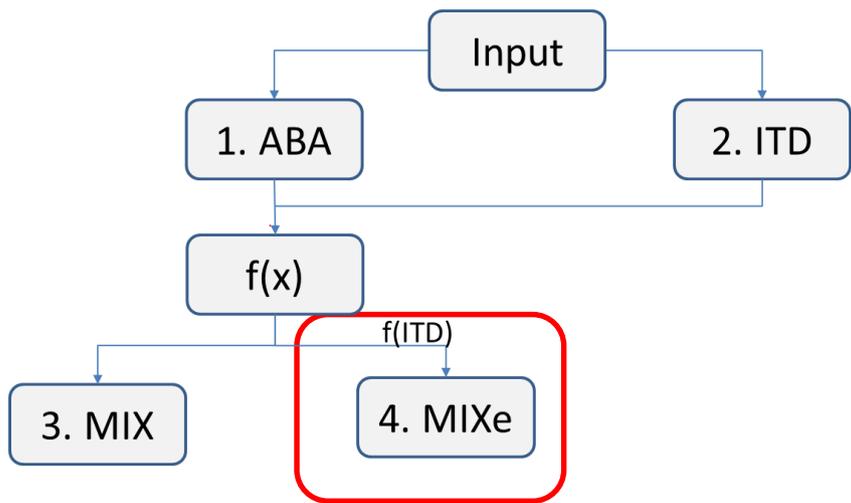


LidR - Roussel *et al.* (2018)
 Parametrización
 $W= 3$ y $h= P50$
 $RMSE = 205,2$ árboles ha^{-1}





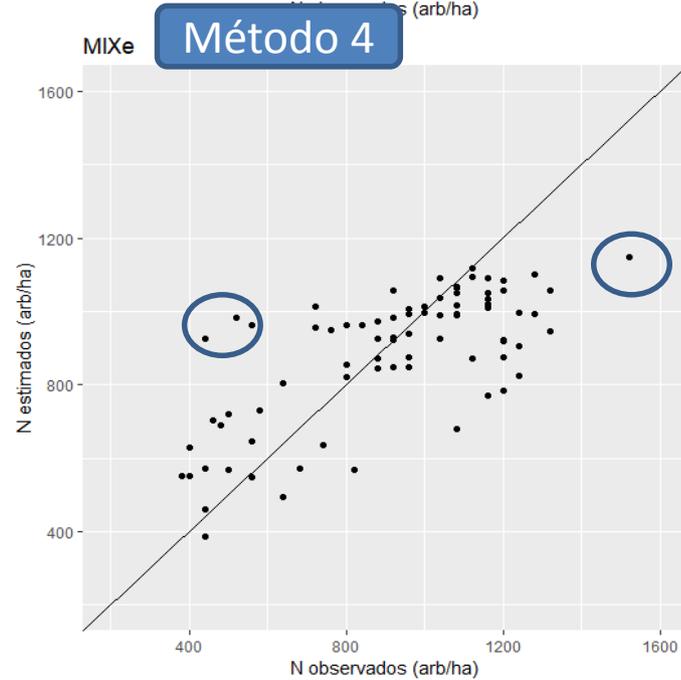
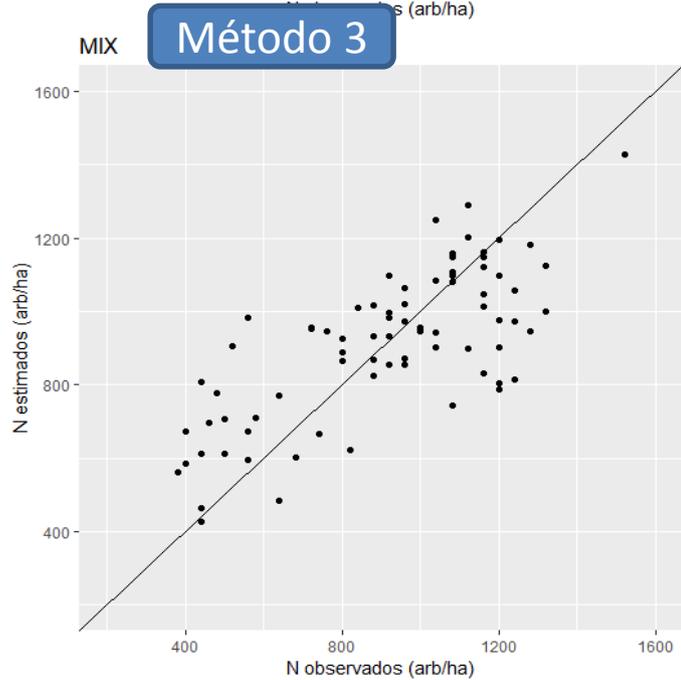
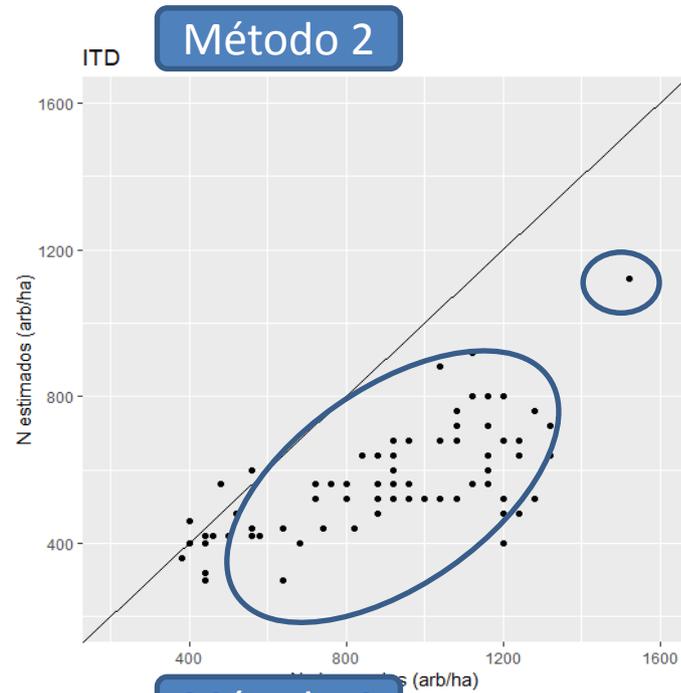
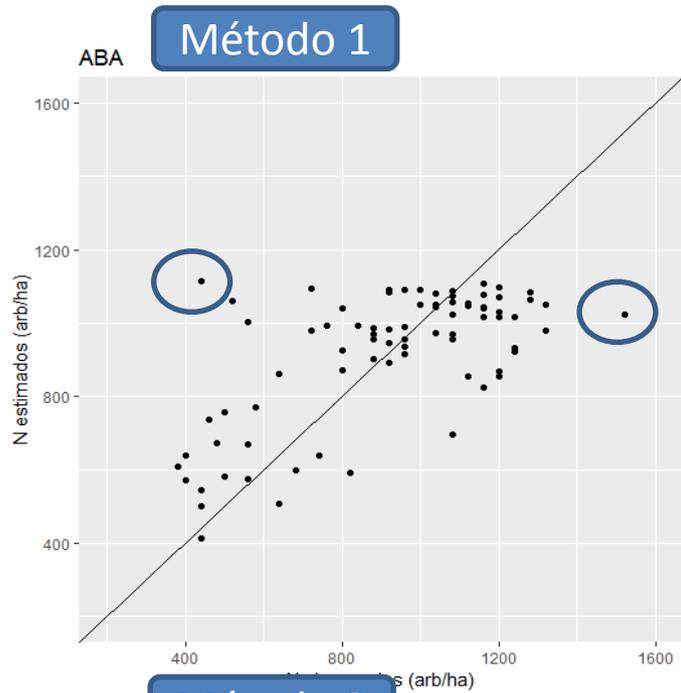
| | Modelo | RMSE | | AIC |
|--------------|---|--------|------|-------|
| | | Arb/ha | (%) | |
| Mejor modelo | $y_{MIX} = 2,8592^{ns} (ITD^{0,5616*} COV^{0,5001*})$ | 190,7 | 20,9 | 822,1 |
| 2do mejor | $y_{MIX} = 340,7499^{ns} + 0,894*ITD - 14,3895^{ns}P95 + 5,2288*COV$ | 190,7 | 20,9 | 823,0 |
| 3er mejor | $y_{MIX} = -1513,5134^{ns} + 296,6964^{ns} (ITD^{0,2263*} COV^{0,1525*})$ | 191,1 | 21,2 | 823,3 |



| Modelo | RMSE | | AIC |
|---|--------|------|-------|
| | Arb/ha | (%) | |
| Mejor modelo $Y_{MIX} = 6,1562^{ns} (ITD^{0,8056} * COV^{0,2238*})$ | 207,5 | 21,3 | 835,2 |

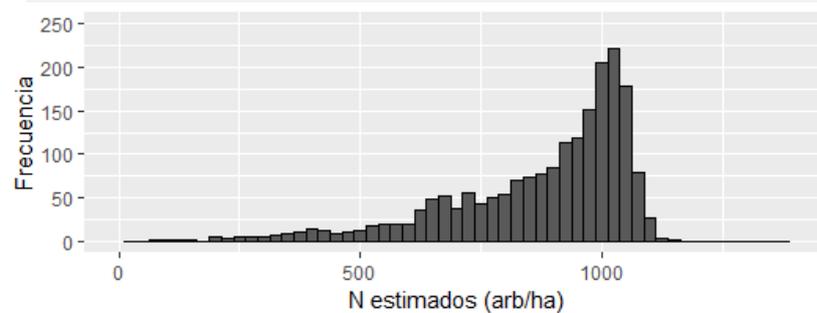
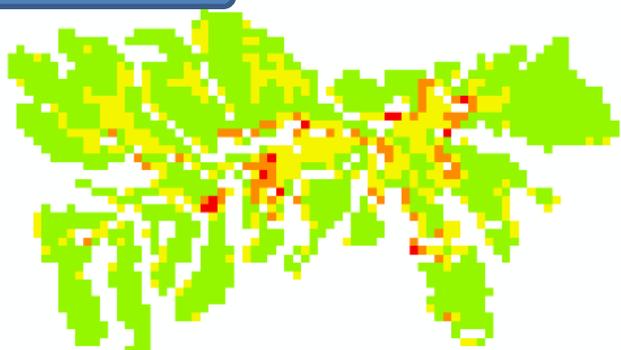
RESUMEN

| Método | RMSE | RMSE (%) |
|--------|-------|----------|
| 1 ABA | 215,2 | 23,6 |
| 2 ITD | 205,2 | 35,6 |
| 3 MIX | 190,7 | 20,9 |
| 4 MIXe | 207,5 | 21,3 |



Gráficos comparativos entre número de árboles medido y observado de los mejores modelos ABA, ITD, MIX y MIXe

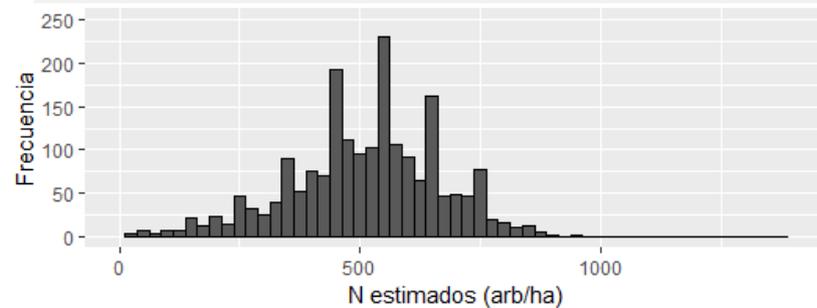
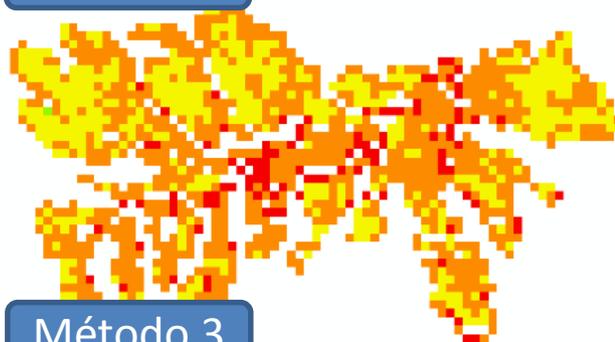
Método 1



Media
(arb/ha)

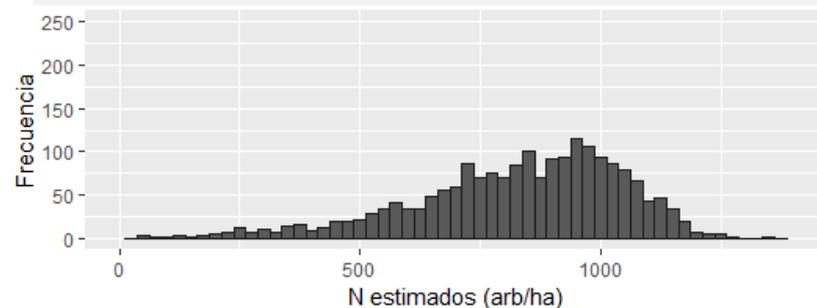
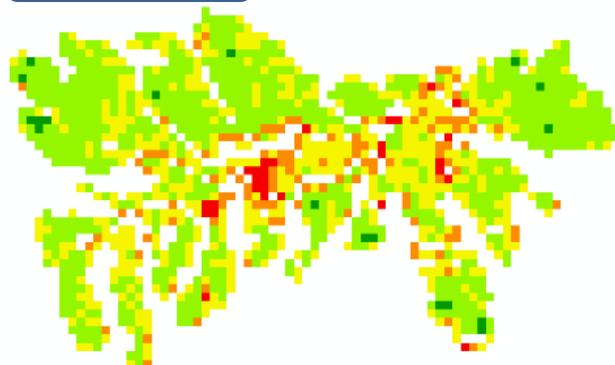
874

Método 2



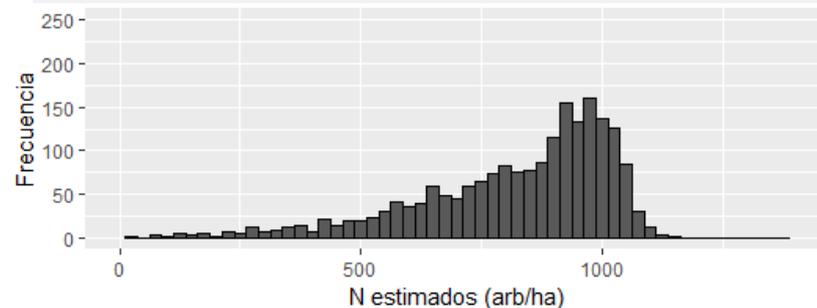
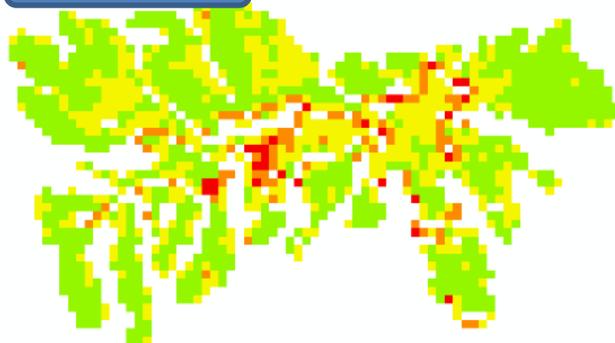
510

Método 3

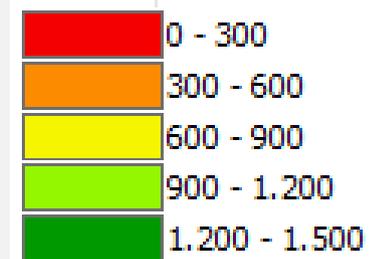


828

Método 4



827



RESUMEN INCERTIDUMBRE DE ESTIMACIÓN

| Método | Media (arb/ha) | Incertidumbre (%) |
|-------------|----------------|-------------------|
| Tradicional | 913 [850-976] | 6,90 |
| 1 ABA | 874 | 3,01 |
| 2 ITD | 510 | - |
| 3 MIX | 828 | 3,19 |
| 4 MIXe | 827 | 3,08 |

CONCLUSIONES

- Las métricas seleccionadas método 1 P95 y COV
- La calibración del método ITD paquete lidR $W=3$
 $h=P50$
- Método 3 fue mejor según *RMSE* y *AIC*.
- La implementación del método 3 a rodal completo permite captar mayor variabilidad de la DR.
- Este método permitirá mejorar las estimaciones de DR sin aumentar requerimiento de calidad de nube puntos LiDAR y no implicará mayor costo.



IV CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL, FORESTAL Y ecoturismo

16, 17 Y 18 DE SEPTIEMBRE DE 2020

**IV CONGRESO INTERNACIONAL DE
INGENIERÍA AMBIENTAL FORESTAL Y ECOTURISMO**