

# Propuesta de herramienta técnica de estimación de fijación potencial de carbono en tierras forestales, para el manejo y aprovechamiento de bosques de la Zona Norte, Costa Rica

J.P. Herra Azofeifa. Universidad Estatal a Distancia (UNED), Costa Rica.  
email: jpherra@gmail.com

3er Seminario de Actualización Profesional de la carrera de MARENA



## INTRODUCCIÓN

El desarrollo de las actividades industriales, comerciales, agrícolas y ganaderas a nivel global y nacional, han provocado un aumento en los niveles de emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera terrestre, contribuyendo en cierta medida con los efectos negativos en la contaminación atmosférica y agravando la problemática del cambio climático. Las necesidades actuales de disminuir los gases de efecto invernadero y mitigar los resultados negativos del cambio climático, requieren de acciones como la estimación de la capacidad de los bosques para capturar CO<sub>2</sub> de la atmósfera, como medida de compensación de las emisiones generadas por la economía global. Elaborar herramientas con información estadística forestal aplicado a muestras significativas, pueden ayudar a desarrollar metodologías rápidas de medición en campo y generar nuevas formas de estimar la fijación de carbono a nivel nacional.

## OBJETIVO

Diseñar una herramienta que pronostique la captura de carbono y el comportamiento forestal en los bosques de la Zona Norte de Costa Rica.

## UBICACIÓN GEOGRÁFICA ÁREA DE ESTUDIO

La investigación se aplica en la región Norte de Costa Rica, justamente en dos provincias de Costa Rica, Heredia y Alajuela. Los datos estadísticos se obtienen de parcelas permanentes de muestreo (PPM), los cuales se utilizan para proyecto de carbono neutro de las fincas forestales de los complejos hidroeléctricos de la Cooperativa de electrificación rural COOPELESCA, los cuales son: Chocosuelas (Florescia, San Carlos), Platanar (Florescia, San Carlos), La Esperanza (La Tigra, San Carlos), Cubujuquí (Horquetas, Sarapiquí); y los complejos hidroeléctricos de CONELÉCTRICAS los cuales son: Sigifredo Solís (Peñas Blancas, San Ramón) y San Lorenzo (San Lorenzo, San Ramón).

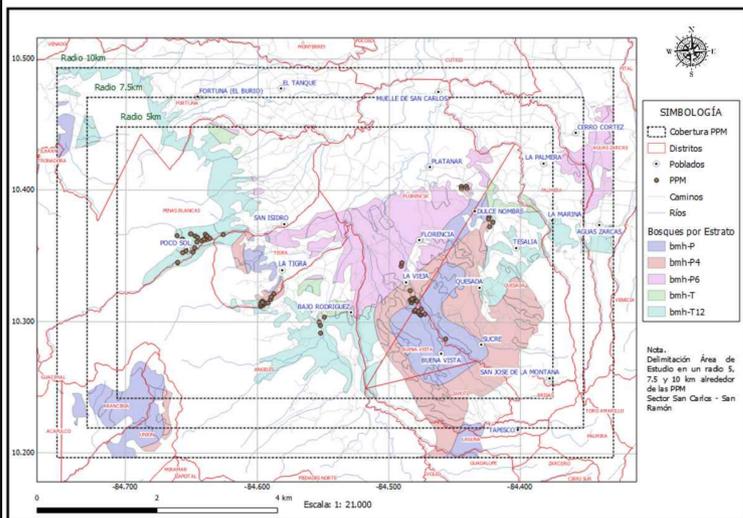


Fig. #1. Mapa de delimitación de área de estudio por estratos en un rango de cobertura de 5, 7.5 y 10 km de radio de las PPM. Elaborado por: J. Herra.

## METODOLOGÍA

A una muestra significativa 3,75 hectáreas de bosque, representadas en 75 parcelas permanentes de muestreo (PPM) y 2343 árboles, medidos en un periodo comprendido entre el 2013 y 2018; se realizó un mapeo del área de estudio para determinar algunas características espaciales y determinar el área de influencia y se clasifican estratos por zona de vía en un rango de 5 km de las PPM.

Posteriormente, se realiza un inventario forestal de los árboles, se determina la cantidad el CO<sub>2</sub> a partir del diámetro a altura de pecho (DAP) en cada árbol, en conjunto a una serie de ecuaciones alométricas. Se logra cuantificar la diferencia en el incremento de CO<sub>2</sub> de cada año y se determinan estimadores de fijación promedio de CO<sub>2</sub> anual por hectárea.

Finalmente, se crea un calculadora con estimadores de CO<sub>2</sub> por rango de DAP la cual funciona para ser aplicada en campo mediante Parcelas Rápidas de Muestreo (PRM), en el cual se cuantifican los árboles y el DAP dentro de una parcela de 500m<sup>2</sup>.

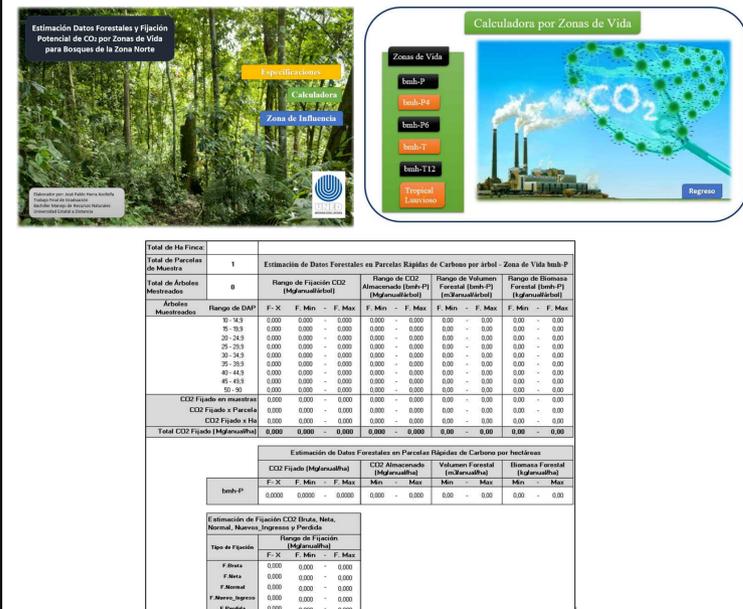


Fig. #2. Calculadora estimadora de datos forestales por zona de vida (CO<sub>2</sub> fijado, CO<sub>2</sub> Almacenado, Volumen Forestal y Biomasa Forestal). Elaborado por: J. Herra.



Fig. #3. Medición de PRM para aplicación de estimadores. Elaborado por: J. Herra.

## RESULTADOS

Como resultados se obtuvieron algunas de las características del área de estudio que son de importancia, se logra destacar la presencia de 5 estratos o zonas de vida según Holdridge (bhm-P, bhm-P4, bhm-P6, bhm-T y bhm-T12), en un clima de categoría Tropical Lluvioso. La temperatura promedio en la zona ronda entre los 20-26°C, con una precipitación media entre los 3000-7000 mm/año. Asimismo se presenta un piso altitudinal entre los 100-700 m.s.n.m.

Durante análisis estadístico, se logra determinar que para la fijación de carbono, la mejor representatividad estadística se encuentra en un rango de 5 km de radio sobre las PPM, y para una muestra de 3.75 ha de bosque y población aproximada de 39111.74 ha, se obtiene que:

### • Estadísticos para Bosques en Clima Tropical Lluvioso.

Tabla # 21. Detalle de valores estadísticos de Fijación de CO<sub>2</sub> promedio anual por árboles, según rango diamétrico en clima tropical lluvioso.

n (árboles)	Rango DAP (cm)	$\bar{X}$ Fijación CO <sub>2</sub> (Mg/año/árbol)	s	s <sup>2</sup>	CV	% EE	% EM
1076	10 - 14.9	0,007 ± 0,0006	0,008	0,000	0,03%	0,05%	6,93%
509	15 - 19.9	0,016 ± 0,0016	0,016	0,000	0,07%	0,14%	8,42%
304	20 - 24.9	0,023 ± 0,0027	0,021	0,000	0,12%	0,24%	10,51%
174	25 - 29.9	0,036 ± 0,0054	0,032	0,001	0,24%	0,48%	13,41%
82	30 - 34.9	0,049 ± 0,0075	0,031	0,001	0,34%	0,67%	13,86%
74	35 - 39.9	0,045 ± 0,0122	0,047	0,002	0,55%	1,09%	24,20%
37	40 - 44.9	0,103 ± 0,0415	0,114	0,013	1,87%	3,79%	36,93%
35	45 - 49.9	0,066 ± 0,0201	0,054	0,003	0,91%	1,84%	28,07%
52	50 - 90	0,097 ± 0,0480	0,156	0,024	2,16%	4,34%	44,54%

Notas:  $\bar{X}$  = representa el valor promedio. DAP= Diámetro a altura de pecho. s = desviación estándar s<sup>2</sup>= varianza, CV= coeficiente de variación, %EE= porcentaje error estándar, %EM= porcentaje error muestral.

### • Estadísticos forestales por zona de vida (por árbol y por hectáreas).

Tabla # 23. Detalle de valores estadísticos de Fijación de CO<sub>2</sub> promedio anual por árboles, según rango diamétrico por zona de vida.

Estrato	n (árboles)	Rango DAP (cm)	$\bar{X}$ Fijación CO <sub>2</sub> (Mg/año/árbol)	s	s <sup>2</sup>	CV	% EE	% EM
bhm-P	483	10 - 90	0,018 ± 0,0055	0,052	0,003	0,24%	0,46%	26,55%
bhm-P4	380	10 - 80	0,019 ± 0,0050	0,044	0,002	0,23%	0,45%	23,34%
bhm-P6	184	10 - 80	0,015 ± 0,0048	0,029	0,001	0,22%	0,43%	28,63%
bhm-T	181	10 - 60	0,026 ± 0,0051	0,031	0,001	0,23%	0,45%	17,59%
bhm-T12	1115	10 - 90	0,022 ± 0,0021	0,032	0,001	0,10%	0,19%	8,53%
Tropical Lluvioso	2343	10 - 90	0,020 ± 0,0018	0,039	0,002	0,08%	0,16%	7,72%

Notas:  $\bar{X}$  = representa el valor promedio. DAP= Diámetro a altura de pecho. s = desviación estándar s<sup>2</sup>= varianza, CV= coeficiente de variación, %EE= porcentaje error estándar, %EM= porcentaje error muestral.

Con los estadísticos anteriormente mencionados se ponen a prueba aplicando el uso de una calculadora (en hoja electrónica), se hacen muestreos rápidos de parcelas, representativos a los bosques a medir. Se aplican pruebas en parcelas con los extractos correspondientes, se miden los árboles y se incluyen en la calculadora. Los resultados indican un valor promedio, mínimo y máximo de fijación de CO<sub>2</sub> por hectárea que puede tener un bosque anualmente, esto según lo que midan los árboles en la parcela.

### • Resultados de las pruebas de campo.

Tabla # 28. Resultado de estimación de fijación de CO<sub>2</sub> en PRM de carbono por hectárea, por zona de vida.

Zona de Vida	PRM	Total de Árboles	Rango de Fijación	CO <sub>2</sub> Estimado Muestra	Fijación CO <sub>2</sub> (Mg/año/ha)				
					F. Bruta	F. Neta	F. Normal	F. Nuevo Ingreso	F. Pérdida
bhm-P	1	29	F. X	1,01	21,37	20,29	17,19	3,10	1,08
			F. Min	0,68	14,25	13,53	11,46	2,07	0,72
			F. Max	1,35	28,49	27,05	22,92	4,13	1,44
bhm-P4	1	33	F. X	0,56	11,38	11,25	10,36	0,89	0,13
			F. Min	0,24	4,83	4,78	4,40	0,38	0,06
			F. Max	0,89	17,92	17,72	16,31	1,41	0,20
bhm-P4	2	22	F. X	0,65	13,17	13,02	11,99	1,03	0,15
			F. Min	0,07	1,41	1,40	1,29	0,11	0,02
			F. Max	1,23	24,93	24,65	22,69	1,95	0,29
bhm-P6	1	21	F. X	0,53	10,72	10,59	9,42	1,17	0,13
			F. Min	0,01	0,20	0,20	0,18	0,02	0,00
			F. Max	1,05	21,23	20,98	18,66	2,32	0,26
bhm-P6	2	35	F. X	0,61	12,32	12,17	10,82	1,34	0,15
			F. Min	0,08	1,66	1,64	1,46	0,18	0,02
			F. Max	1,13	22,97	22,70	20,19	2,51	0,28
bhm-P6	3	33	F. X	0,51	10,26	10,13	9,01	1,12	0,12
			F. Min	0,13	2,69	2,66	2,37	0,29	0,03
			F. Max	0,88	17,82	17,60	15,66	1,94	0,21
bhm-T	1	41	F. X	0,91	18,27	18,17	17,91	0,27	0,09
			F. Min	0,59	11,94	11,88	11,70	0,17	0,06
			F. Max	1,22	24,59	24,47	24,11	0,36	0,13
bhm-T12	1	34	F. X	0,96	19,47	19,25	18,66	0,59	0,22
			F. Min	0,70	14,26	14,10	13,66	0,44	0,16
			F. Max	1,22	24,69	24,41	23,66	0,75	0,28
bhm-T12	2	33	F. X	1,05	21,32	21,08	20,43	0,65	0,24
			F. Min	0,75	15,12	14,95	14,49	0,46	0,17
			F. Max	1,36	27,53	27,22	26,38	0,84	0,31
Bosque Tropical Lluvioso	9	281	F. X	1,17	16,30	15,94	14,68	1,27	0,35
			F. Min	5,42	12,32	12,32	11,09	0,96	0,27
			F. Max	8,92	20,27	19,83	18,26	1,58	0,44

## CONCLUSIONES

Para Bosque de Clima Tropical Lluvioso, se le logró determinar para los bosques en clima tropical lluvioso un porcentaje de representación en fijación neta (97.84%), fijación bruta (100%), fijación normal (90.06%), fijación por nuevos ingresos (7.78%) y fijación perdida (2.16%). Se estima que la fijación promedio ronda entre los 0.376 ± 0.033 Mg de CO<sub>2</sub> por árbol y 12,755 ± 0,0009 Mg por hectárea. La herramienta funciona como un modelo de estimación rápida para fincas interesadas en vender servicios ambientales como sumideros de carbono.

## RECONOCIMIENTOS.

Se agradece ampliamente a las empresas COOPELESCA R.L. y CONELÉCTRICAS por brindar información para el proyecto y a AMBERE Consultores Ambientales por la ayuda técnica brindada.

