

Reservas de Carbono Forestal de la Selva Paranaense en la Provincia de Misiones, Argentina

Desarrollo de la metodología para la determinación
de la línea base o Nivel de Referencia

Asistencia Técnica

Octubre 2021 - Enero 2022 - Autora: Verónica Andrea Carbone

Organizadores:



Misiones
PROVINCIA

Cambio
Climático

Gestión, Desarrollo
Sostenible e Innovación

DESAFÍO

Determinar la línea base de reservas de **Carbono Forestal** de la **Selva Misionera** también llamada **Nivel de Referencia (NREF)** y brindar un **modelo de escenarios futuros** como **herramienta de proyección** para proporcionar **mecanismos para la elaboración de proyectos REDD+**

<https://youtu.be/sjPzBPcPNBA>

<https://youtu.be/qyNhl4B-1Qc>

<https://youtu.be/rkVcKT5pMk4>



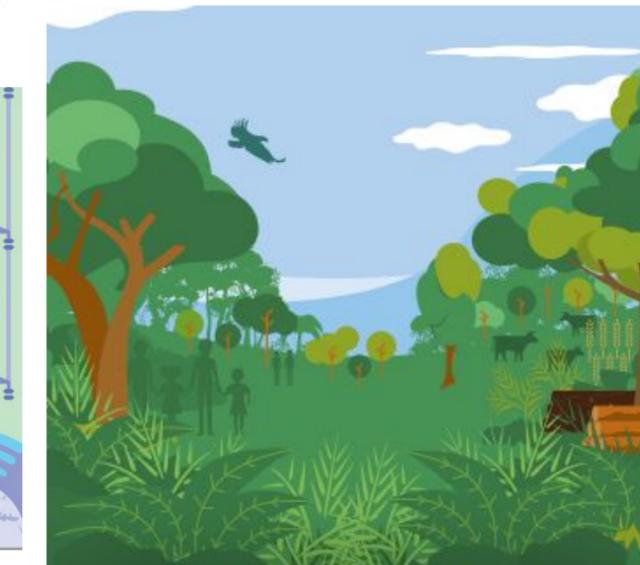
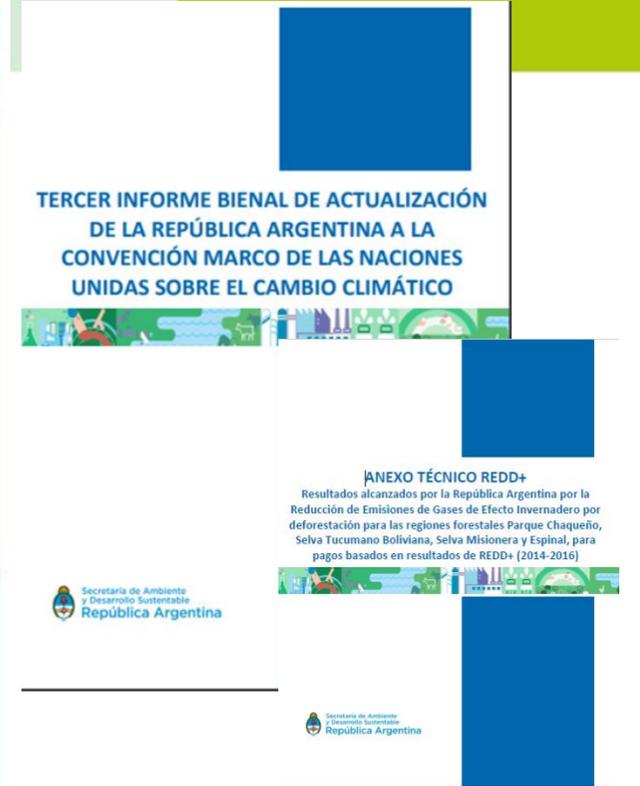
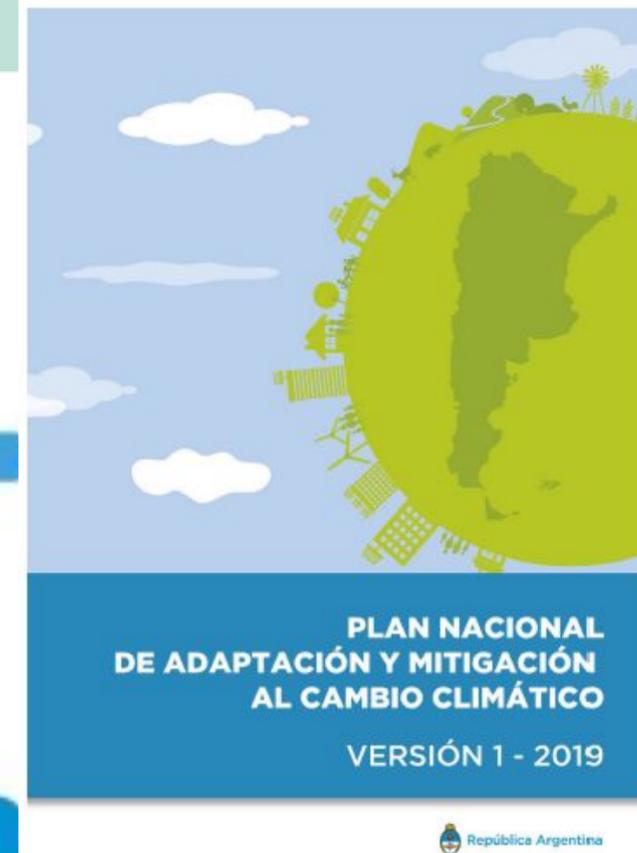
QUE HAY QUE SABER PREVIAMENTE?

PLAN NACIONAL DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO (PNAMCC)



El presente NREF es de 101.141.848 tCO₂

53,6 millones de hectáreas (ha)



QUE HAY QUE SABER PREVIAMENTE?

Ordenamiento territorial de los bosques nativos

Definición de bosque nativo

En el marco de la Ley Nacional 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos, se entiende como **bosque nativo** a todos los ecosistemas forestales naturales en distinto estado de desarrollo, de origen primario o secundario, que presentan una cobertura arbórea de especies nativas mayor o igual al 20 % con árboles que alcanzan una altura mínima de 3 metros y una ocupación continua mayor a 0,5 ha, incluyendo palmares (figura 1). Esta definición de bosque nativo resume los contenidos de la que figura en la Ley 26.331, su ampliación en el Decreto Reglamentario 91/09 y los umbrales definidos en la *Resolución COFEMA 230/2012*.

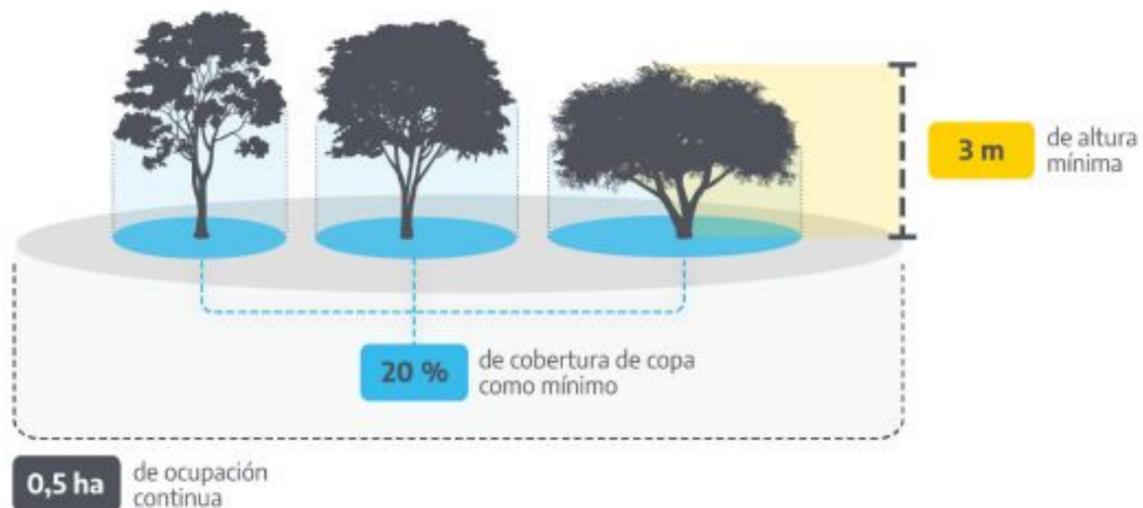


Figura 1. Definición de bosque nativo en el marco de la Ley 26.331 de acuerdo a los parámetros de altura, cobertura y ocupación.

La Ley 26.331 establece, en su artículo 6, que cada jurisdicción debe realizar OTBN de aquellas formaciones boscosas existentes en su territorio mediante un proceso participativo, de acuerdo a los criterios de sustentabilidad ambiental (CSA)

CATEGORÍA ROJA	I ALTO	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de Conservación de Bosques Nativos <p>(No se pueden realizar desmontes ni aprovechamiento forestal)</p>
CATEGORÍA AMARILLA	II MEDIANO	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de Conservación de Bosques Nativos • Plan de Manejo Sostenible de Bosques Nativos <p>(No se pueden realizar desmontes)</p>
CATEGORÍA VERDE	III BAJO	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de Conservación de Bosques Nativos • Plan de Manejo Sostenible de Bosques Nativos • Plan de Cambio de Uso del Suelo <p>(Se pueden realizar desmontes)</p>

Figura 2. Categorías de conservación.

https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2020/10/2021_informe_estado_implementacion.pdf



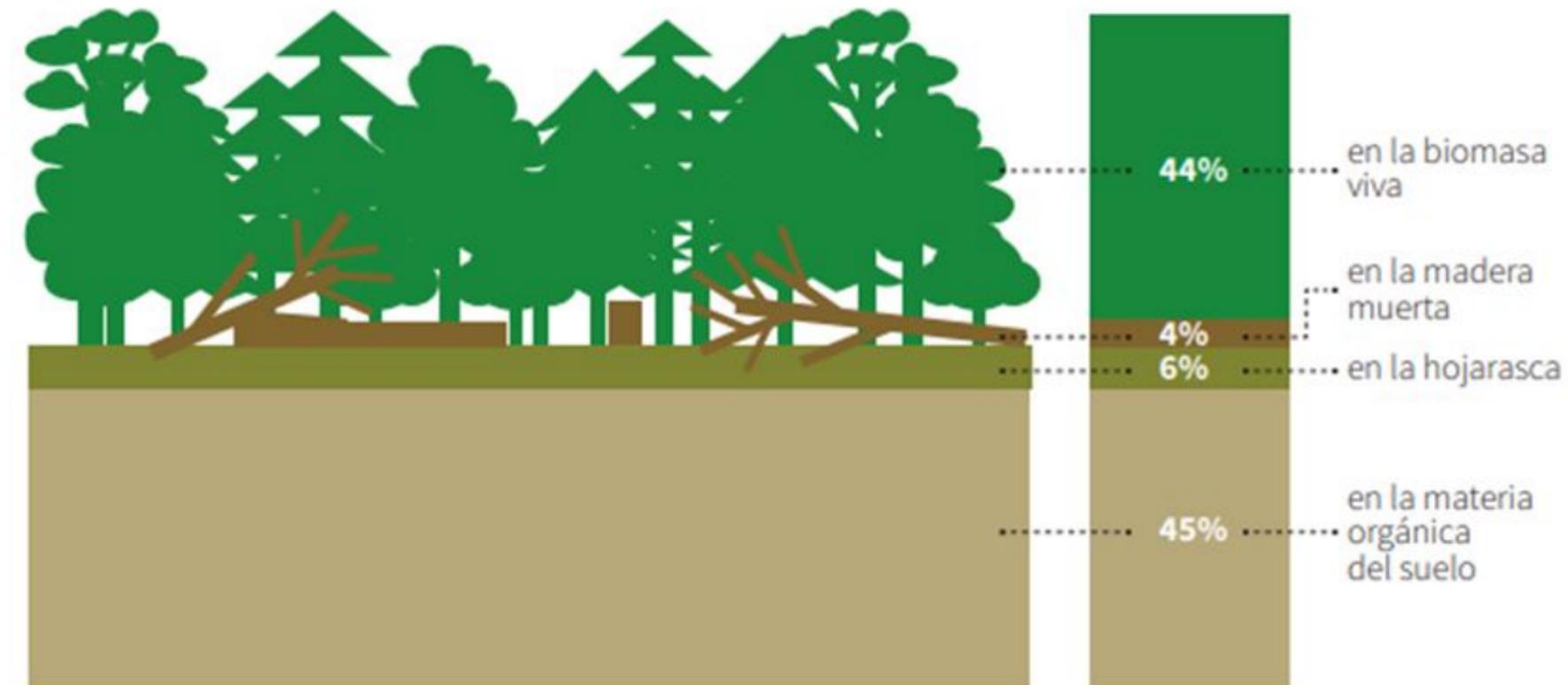
RESERVAS DE CARBONO DEL RECURSO FORESTAL

De acuerdo al IPCC (2006) se reconocen 5 reservorios principales de carbono en un bosque:

- 1) biomasa aérea, constituida principalmente por los troncos, ramas y hojas de los árboles;
- 2) biomasa subterránea, constituida principalmente por las raíces de los árboles;
- 3) madera muerta, conformada por todas las ramas y troncos de árboles muertos sobre el suelo o en pie;
- 4) mantillo, formado por restos vegetales de pequeña dimensión como hojas, ramitas y restos reproductivos; y
- 5) carbono orgánico del suelo, representado por el carbono en la materia orgánica en distinto grado de transformación y su biota, como hongos y bacterias.

De todos los reservorios uno de los más importantes es el de la biomasa arbórea (Vieira et al., 2008)

Porcentaje de reserva de carbono en los reservorios de carbono en los bosques, 2020



Fuente: Extraído de FAO (2020). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020. Principales resultados.



IMPORTANCIA DE LOS BOSQUES – DIVERSIDAD BIOLÓGICA FORESTAL

Refiere a todas las formas de vida que se encuentran dentro de las áreas forestales y los roles ecológicos que desempeñan.

Abarca no solo los árboles, sino la multitud de plantas, animales y microorganismos que habitan en áreas forestales, y su diversidad genética asociada.

La diversidad biológica forestal puede considerarse a **diferentes niveles**, incluidos ecosistema, paisaje, especies, población y genética.

Las **interacciones complejas** pueden ocurrir dentro y entre estos niveles. Esta complejidad permite a los organismos adaptarse a las condiciones ambientales que cambian continuamente y mantener las funciones del ecosistema.

Los bosques cubren el 31 por ciento de la superficie terrestre mundial.

Albergan el 80 % de las plantas y animales terrestres, estimación precisa poco probable dado el estado cambiante del conocimiento de la biodiversidad planetaria.

Gran parte de la sociedad humana actual tiene al menos cierta interacción con los bosques y la biodiversidad que contienen y todas las personas se benefician de las funciones que proporcionan los componentes de esta biodiversidad en los ciclos de carbono, agua y nutrientes y a través de los vínculos con la producción de alimentos. 800 millones de personas en el mundo viven de los bosques y cerca de 1600 millones dependen de ellos para su sustento (valor ecológico, social y cultural) FAO (2020).

Tanto en los países de bajos y altos ingresos como en todas las zonas climáticas, las comunidades que viven dentro de los bosques dependen más directamente de la biodiversidad forestal para sus vidas y medios de vida, utilizando productos derivados de los recursos forestales para alimentos, forraje, vivienda, energía, medicamentos y generación de ingreso



IMPORTANCIA DE LOS BOSQUES – SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Servicios de los ecosistemas y la biodiversidad

SERVICIOS DE ABASTECIMIENTO de productos procedentes de los ecosistemas

- *Alimentos
- *Materias primas
- *Agua potable
- *Recursos medicinales

SERVICIOS DE REGULACIÓN

- *Clima local y calidad del aire
- *Almacenamiento de dióxido de carbono
- *Moderación de desastres naturales
- *Prevención de la erosión y mantenimiento de la fertilidad del suelo
- *Tratamiento de aguas residuales
- *Polinización
- *Control biológico: regulación de plagas y enfermedades

SERVICIOS CULTURALES

- *Actividades recreativas y salud mental y física
- *Turismo de la naturaleza
- *Apreciación estética e inspiración para la cultura, el arte y el diseño
- *Experiencia espiritual y sentido de pertenencia

SERVICIOS DE HÁBITAT

- *Mantenimiento de la biodiversidad
- *Mantenimiento de la diversidad genética

La definición de bosque adoptada por Argentina y tomando la definición según lo establece la Ley 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos y su Decreto Reglamentario N° 91/2009:

“Son ecosistemas forestales naturales compuestos predominantemente por especies arbóreas nativas maduras, con diversas especies de flora y fauna asociadas, en conjunto con el medio que las rodea —suelo, subsuelo, atmósfera, clima, recursos hídricos—, conformando una trama interdependiente con características propias y múltiples funciones, que en su estado natural le otorgan al sistema una condición de equilibrio dinámico y que brinda diversos servicios ambientales a la sociedad, además de los diversos recursos naturales con posibilidad de utilización económica.

Se encuentran comprendidos en la definición tanto los bosques nativos de origen primario, donde no intervino el hombre, como aquellos de origen secundario formados luego de un desmonte, así como aquellos resultantes de una recomposición o restauración voluntarias”

Sukhdev, P., Wittmer, H., y Miller, D.: *La economía de los ecosistemas y la biodiversidad (TEEB). Desafíos y respuestas*, 2014.



Reservas de Carbono en las Regiones Forestales de la Argentina

Diferentes condiciones geográficas, geológicas, topográficas y climáticas.

Amplios gradientes térmicos y de precipitaciones, se desarrollan en la Argentina distintos tipos de BN y se localizan en 7 regiones forestales

Cada uno se encuentra sometido a distintas presiones naturales y humanas



Deforestación

Proceso de conversión de bosques a no bosques inducidos por la acción humana

Pérdida de BN debido a CUS

Reducción de las capacidades de los BN para producir bienes o servicios (Funciones Ecosistémicas) producto de un disturbio natural o de una intervención humana.

Degradación

En CC se asocia a la reducción del contenido de C que conforma el stock en BN y de los atributos funcionales y estructurales del ecosistema, producto de la acción humana directa



Pérdida de Biodiversidad

Pérdida de Productividad

Erosión de suelos

Migración

Desarraigo de la Población Rural



INFORMACIÓN BASE INBN2 – METODOLOGÍA UTILIZADA –NREF

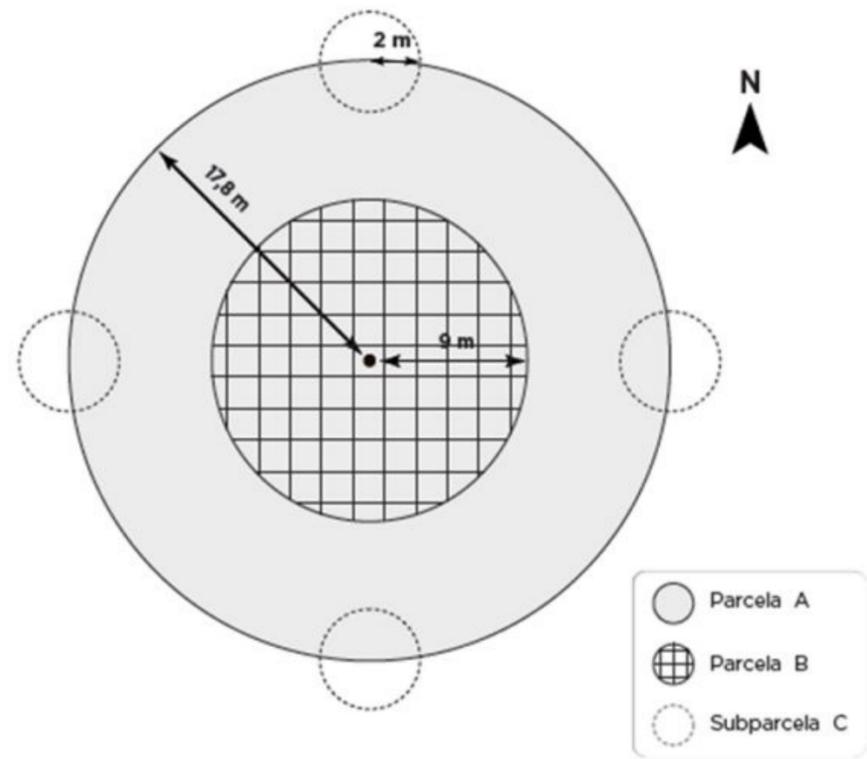
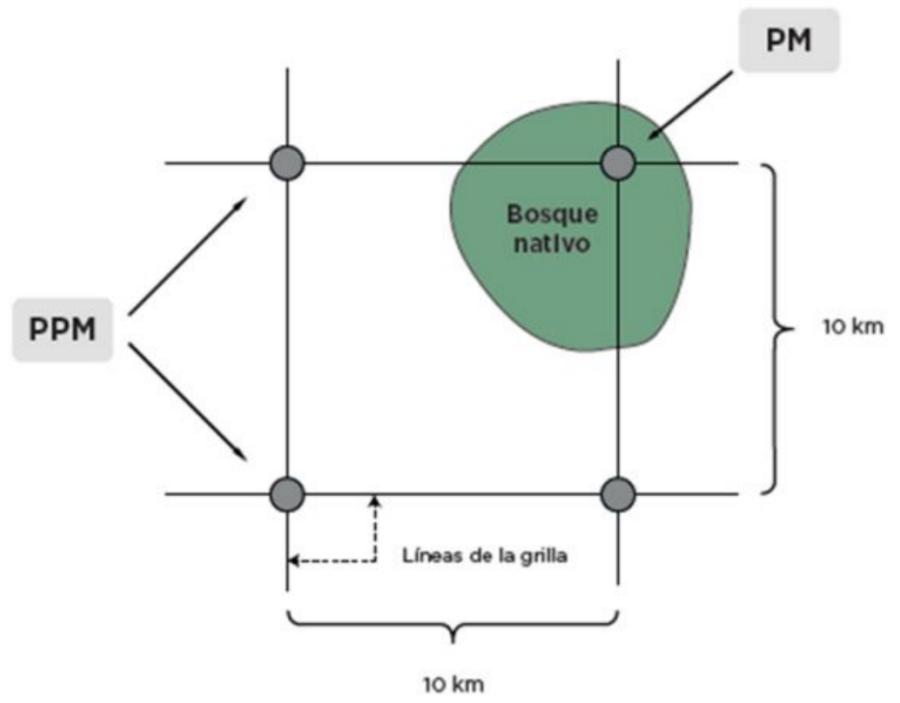
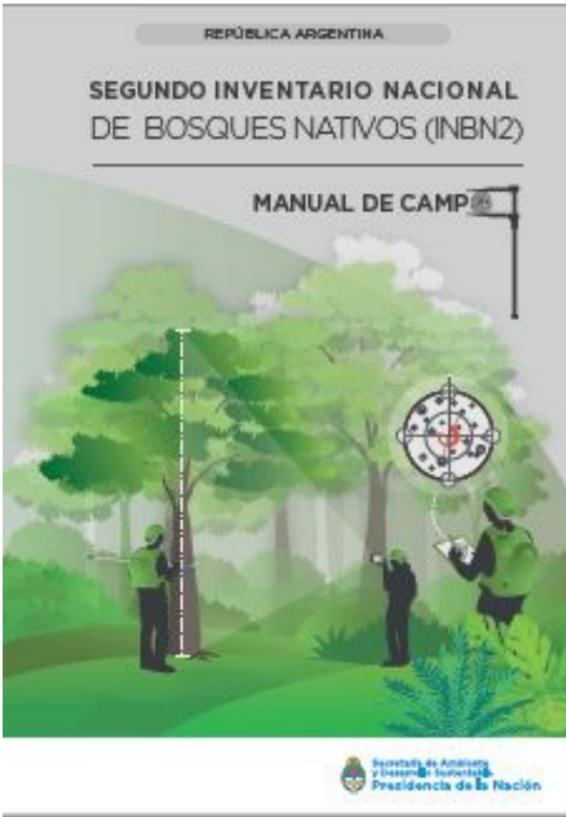
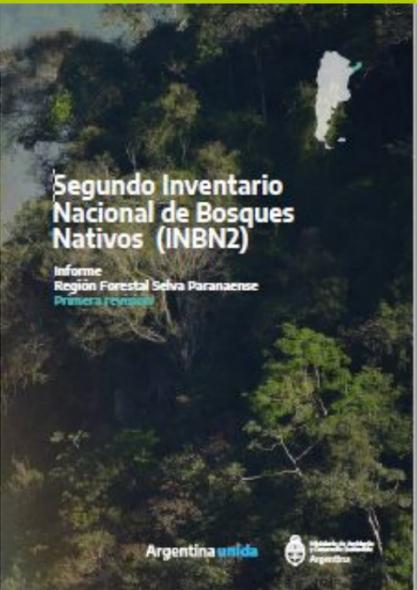


Figura 3. Esquema de la UM.

¿EN QUÉ CONSISTE?

A lo largo de todo el territorio nacional se identifican áreas con bosque nativo separadas, una de otra, por 10 kilómetros.

Toma de datos
En el área inventariable se toman datos que incluyen altura, diámetro, sanidad y cantidad de árboles, presencia de renovales, biodiversidad, entre otros.

DIÁMETRO

10 km

CANTIDAD DE ÁRBOLES **VARIEDAD DE ESPECIES** **ALTIMETRIA** **PRESENCIA DE RENOVALES** **MEDICIÓN DE COBERTURA**

El equipo encargado de la instalación de parcelas y recolección de los datos está compuesto por profesionales capacitados que interactúan con los pobladores locales para llevar a cabo su trabajo.

ALGUNOS DATOS SOBRE EL SELVA PARANAENSE

SUPERFICIE DE BOSQUES NATIVOS:
1.545.870 HECTÁREAS

DATOS REGISTRADOS EN 165 UM*
DISTRIBUIDAS EN TODA LA REGIÓN

ESPECIES ARBÓREAS INVENTARIABLES:
149 especies

DIVERSIDAD MEDIA:
353,17 ARBOLES VIVOS POR HECTÁREA

REGENERACIÓN MEDIA:
3.968 INDIVIDUOS POR HECTÁREA

6 UM* CONTROLADAS A CAMPO

5 ESPECIES MÁS REPRESENTATIVAS:
LAUREL DEL RÍO / LAUREL NEGRO, APUÍ, SOTA CABALLO, BABO ITÁ, GUAYABÍ

PERSONAS INVOLUCRADAS EN EL REGISTRO A CAMPO: 11 3 BRIGADAS PROFESIONALES

CANTIDAD DE ÁRBOLES INVENTARIABLES MEDIDOS: 3.079 INDIVIDUOS

LAUREL DEL RÍO / LAUREL NEGRO **APUÍ** **SOTA CABALLO** **BABO ITÁ** **GUAYABÍ**

ÁREA BASAL MEDIA: 17,36 m² POR HECTÁREA

VOLUMEN MEDIO: 115,3 m³ POR HECTÁREA

35 UM* CON PRESENCIA DE TOCONES **5,27 TOCONES POR HECTÁREA**

* UNIDAD DE MUESTREO

INFORMACIÓN BASE INBN2 – METODOLOGÍA UTILIZADA –NREF

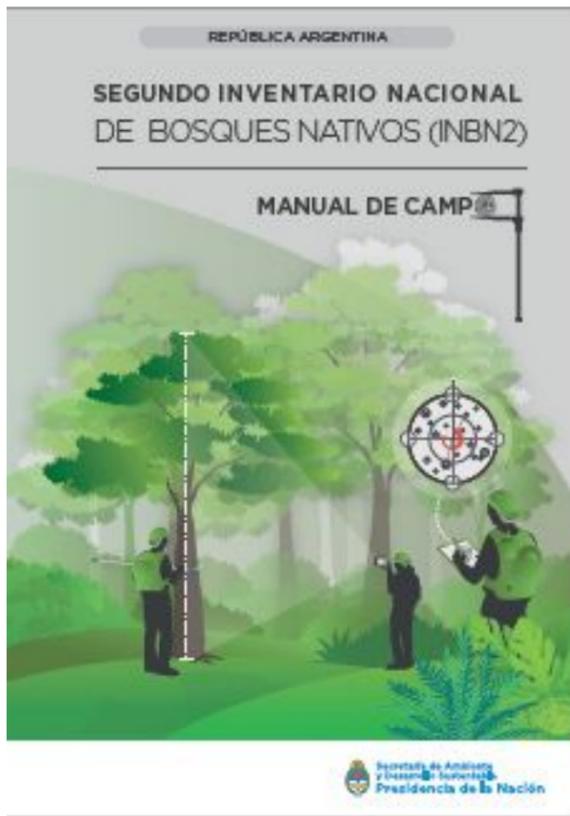


Tabla 1. Umbrales de DAP/DAB para seleccionar individuos de la muestra en las distintas regiones forestales.

Unidades	Regiones forestales						
	Parque chaqueño	Yungas	Selva paranaense	Bosque andino patagónico	Espinal	Delta e Islas del río Paraná	Monte
Parcela A (A)	DAP ≥ 10	DAP ≥ 20	DAP ≥ 20	DAP ≥ 20	DAP ≥ 10	DAP ≥ 10	DAP ≥ 5 DAB ≥ 10
Parcela B (B)	5 ≤ DAP < 10	10 ≤ DAP < 20	10 ≤ DAP < 20	10 ≤ DAP < 20	5 ≤ DAP < 10	5 ≤ DAP < 10	5 ≤ DAB < 10
Subparcela C (C)	DAP < 5 Altura total ≥ 1,5	Clase 1: DAP < 5 Altura total ≥ 1,5	Clase 1: DAP < 5 Altura total ≥ 1,5	Clase 1: DAP < 5 Altura total ≥ 1,5	DAP < 5 Altura total ≥ 1,5	DAP < 5 Altura total ≥ 1,5	DAB < 5 Altura total ≥ 0,5
		Clase 2: 5 ≤ DAP < 10 Altura total ≥ 1,5	Clase 2: 5 ≤ DAP < 10 Altura total ≥ 1,5	Clase 2: 5 ≤ DAP < 10 Altura total ≥ 1,5			

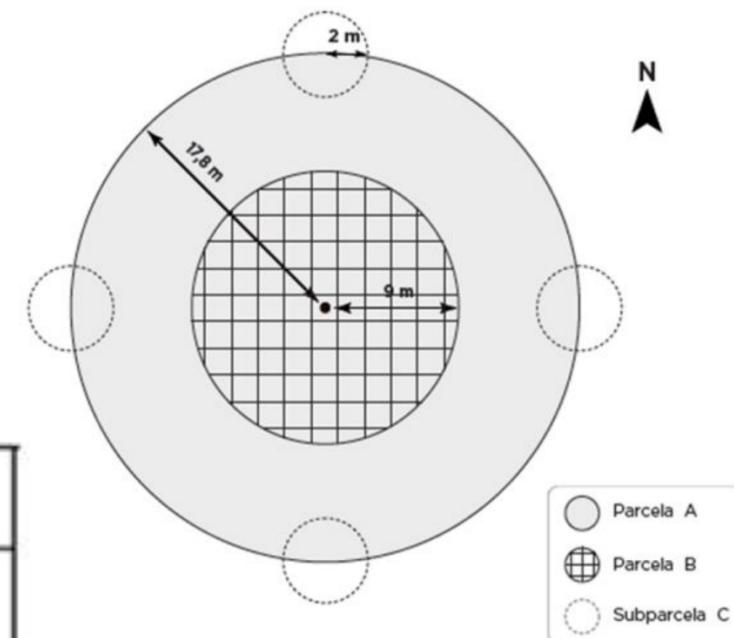


Figura 3. Esquema de la UM.



INFORMACIÓN BASE – METODOLOGÍA UTILIZADA –NREF

METODOLOGÍA UTILIZADA PARA EL CÁLCULO DE CARBONO. ESTIMACIÓN DE BIOMASA.

La cuantificación de la biomasa se realiza a partir de ecuaciones alométricas que permiten hacer las estimaciones correspondientes a partir de las variables DAP y Ht. Se optó por estos modelos matemáticos por ser un método no destructivo y extrapolable o comparable con situaciones de crecimiento en ecosistemas similares. (Abranchuk et al 2018).

$$AGB \text{ (Kg)} = \exp (-2,977 + \ln (\rho \times D^2 \times h)) \text{ (1)}$$

descrita por Chave et al. (2005) y validada por Vieira et al. (2008). BN

$$AGB \text{ (Kg)} = 10 + 6,4 h \text{ (2)}$$

desarrollada por Frangi y Lugo (1985).

$$AGB \text{ (Kg)} = [\exp (a + b \times \ln D)] \times K \text{ (3)}$$

modelo ajustado por Martiarena (2008) para el género *Pinus*

$$AGB = p^* \exp (-1.499 + 2.148 \ln(D) + 0.207(\ln(D))^2 - 0.0281(\ln(D))) \text{ (4)}$$

desarrollado también por Chave et al. 2005 utilizado para el Género *Eucallyptus sp.* y *Melia Azederach (+UNLISTED)*

Dónde: AGB (del inglés aboveground biomass) es la biomasa aérea en Kg; ρ es la densidad básica de la madera (g/cm³); D es el diámetro del fuste (cm) a 1,3 m de altura; h es la altura total (m) del individuo; a y b son parámetros de cada compartimento; y K el coeficiente de corrección.



INFORMACIÓN BASE – METODOLOGÍA UTILIZADA –NREF

METODOLOGÍA UTILIZADA PARA EL CÁLCULO DE BIOMASA ARBÓREA.

Especie
(Nombre Científico)
Actualizado o No)

DAP
(metros)
(conversión a **cm**)

Ht (metros)

Densidad
INTI-CITEMA (KG/m³)
(conversión a **g/cm**)
Otras Fuentes: Chave et al 2006, Gatti et al 2010, PIP 09 FCF, otras.

C.A.: para realizar el calculo
ABG:
 D^2
 $\ln(\rho \times D^2 \times h)$
 $\exp(-2,977 + \ln(\rho \times D^2 \times h))$
 $\ln D; \ln(D); 2.148 \ln(D)$
 $[\exp(a + b \times \ln D)]$
 $[\exp(a + b \times \ln D)] \times K$
 $0.207 (\ln(D))^2$
 $0.0281 (\ln(D))^3$
 $\text{neg } 1.499 + x + y - z$
 $\exp()$

Ecuación Alométrica AGB (Kg)

$$AGB \text{ (Kg)} = \exp(-2,977 + \ln(\rho \times D^2 \times h)) \text{ (1)}$$

$$AGB \text{ (Kg)} = 10 + 6,4 h \text{ (2)}$$

$$AGB \text{ (Kg)} = [\exp(a + b \times \ln D)] \times K \text{ (3)}$$

$$AGB = \rho \times \exp(-1.499 + 2.148$$

$$\ln(D) + 0.207(\ln(D))^2 - 0.0281(\ln(D))) \text{ (4)}$$

Dónde: AGB (del inglés aboveground biomass) es la biomasa aérea en Kg; ρ es la densidad básica de la madera (g/cm³); D es el diámetro del fuste (cm) a 1,3 m de altura; h es la altura total (m) del individuo; a y b son parámetros de cada compartimento; y K el coeficiente de corrección.

Carbono Almacenado en Biomasa Forestal (KG)

fracción de carbono (%) contenido en la biomasa seca de la madera según el grupo de especie y los factores de conversión ajustados para las mismas (IPCC, 2006).

Carbono Almacenado en Biomasa Forestal (Tn)

RANGOS DE DENSIDAD (CUANTILES)

Bajo (1 y 2)
Medio (2, 3 y 4)
Alto (5)

RANGOS

1: 0 a 1000
2: 1001 a 2000
3: 2001 a 3000
4: 3001 a 4000
5: mayor a 4001

92.280.423 Tn C almacenado en la Biomasa Forestal
1.545.870 has BN

60 Tn C /ha
219,1 Tn/ha de CO₂ eq

SUMA Total Carbono Almacenado en Biomasa Forestal
931 (Tn)

BAJA
MEDIA
ALTA



INFORMACIÓN BASE – METODOLOGÍA UTILIZADA –NREF

METODOLOGÍA UTILIZADA PARA EL CÁLCULO DE BIOMASA ARBÓREA.

PASO 1: a) Si poseo el Nombre común deberé buscar el Nombre Científico. Para ello, sugerimos utilizar claves de identificación de especies (realizando una correcta observación en el campo, o recolectando correctamente una muestra de la misma). También puedes obtener fotografías adecuadamente y, para todos los casos, contar con la ayuda de expertos.



El "Catálogo de las Plantas Vasculares del Conosur" es un proyecto organizado en colaboración entre diversas instituciones de la Argentina y de los Estados Unidos de América. Su objetivo es completar un inventario actualizado y computarizado de la flora de Argentina. En 1994 se publicó la lista crítica de las Poaceae de Argentina (Zuloaga et al., 1994), publicación a la que siguieron el resto de las Monocotyledoneae, junto con Pteridophyta y Gymnospermae (Zuloaga & Morrone, 1996) y las Dicotyledoneae (Zuloaga & Morrone, 1999). La información florística existente en la base se mantiene actualizada a medida que nuevos cambios taxonómicos o nuevos registros de la plantas argentinas son publicados. Consecuentemente, los datos presentan modificaciones en relación a los catálogos ya impresos.



b) Si poseo el Nombre científico asegúrate que sea el actual, ya que estos a veces son actualizados e¿por el Comité científico, recomendamos utilices la siguiente página: <http://www.darwin.edu.ar/proyectos/floraargentina/fa.htm>



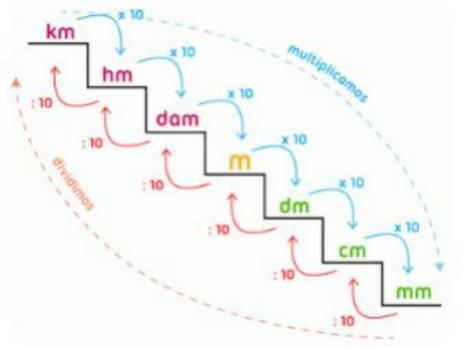
INFORMACIÓN BASE – METODOLOGÍA UTILIZADA –NREF

METODOLOGÍA UTILIZADA PARA EL CÁLCULO DE BIOMASA ARBÓREA.

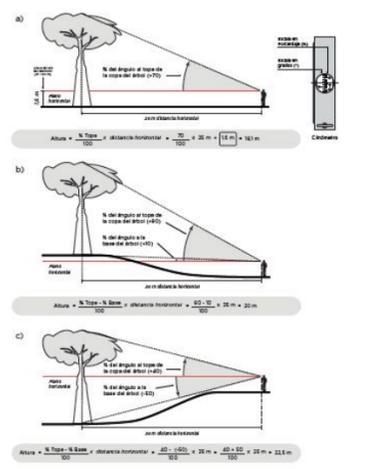
DAP (metros) (conversión a cm)
1 METRO = 100 CENTIMÉTROS

INTI - CITEMA

Densidad INTI-CITEMA (KG/m3) (conversión a g/cm) Otras Fuentes: Chave et al 2006, Gatti el al 2010, PIP 09 FCF, otras.

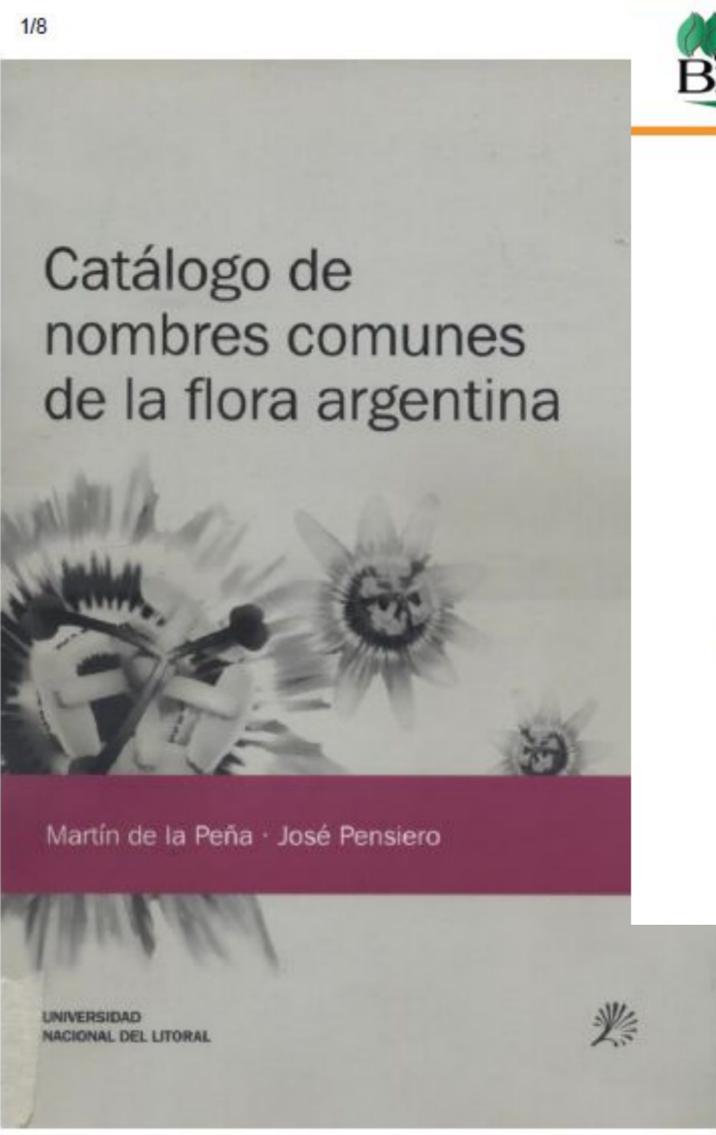


Altura Total (Ht) (metros)



Densidad de maderas (Kg/m3) ordenadas por nombre científico

Nombre vulgar	Nombre científico	Madera verde	Madera sec
Tusca	Acacia aroma	1080	790
Churqui	Acacia caven	1195	960
Teatín	Acacia furcatispina	1230	1025
Acacia melanoxilón	Acacia melanoxylon		540
Garabato negro	Acacia praecox	1155	915
Yuquerí guazú	Acacia tucumanensis	1090	800
Visco	Acacia visco	1230	1015
Sacha pera	Acanthosyris falcata	1050	750
Palo mataco	Achatocarpus praecox	1135	870
Tinta	Acnistus parviflorus	1015	695
Arbol del cielo	Ailanthus altissima		620
Pichi blanco	Albaradoa amorphoides	1030	725
Anchico blanco	Albizzia hassleri	955	620
Tapia guazú y Caixeta	Alchomea iricurana	750	400
Aliso de cerro	Alchomea triplinervia		440
Bacú	Alnus jorullensis var spacchii	800	450
Roble del país	Alophylus edulis	985	60
Sorioco -Trebol	Amburana cearensis	960	600
Caju	Amburana cearensis		530
Caju acu	Anacardium excelsum		480
Curupau	Anacardium giganteum		520
Cebil -Curupay	Anadenanthera colubrina		1020
Curupay	Anadenanthera macrocarpa		910
Grapia	Anadenanthera macrocarpa		830
Ibirá peré	Apuleia leiocarpa		830
Pinho do paraná	Apuleia leiocarpa	1065	770
Pino Paraná	Araucaria angustifolia		550
Pehuén	Araucaria angustifolia	850	500
Coquino	Araucaria araucana	940	600
Amarillo - Peroba	Ardisia cubana		760
	Aspidosperma australe		730



Estimation of biomass and carbon stocks: the case of the Atlantic Forest

Oecologia (2005)
DOI 10.1007/s00442-005-0100-x

ECOSYSTEM ECOLOGY

J. Chave · C. Andalo · S. Brown · M. A. Cairns · J. Q. Chambers · D. Eamus · H. Fölster · F. Fromard · N. Higuchi · T. Kira · J.-P. Lescure · B. W. Nelson · H. Ogawa · H. Paig · B. Riéra · T. Yamakura

Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests

Received 4 October 2004 / Accepted: 11 March 2005
© Springer-Verlag 2005

Abstract Tropical forests hold large stores of carbon, yet uncertainty remains regarding their quantitative contribution to the global carbon cycle. One approach to quantifying carbon biomass stores consists in inferring changes from long-term forest inventory plots. Regression models are used to convert inventory data into an estimate of aboveground biomass (AGB). We provide a critical reassessment of the quality and the robustness of these models across tropical forest types, using a large dataset of 2,410 trees > 5 cm diameter, directly harvested in 27 study sites across the tropics. Proportional relationships between aboveground biomass and the prod-

uct of wood density, trunk cross-sectional area, and total height are constructed. We also develop a regression model involving wood density and stem diameter only. Our models were tested for secondary and old-growth forests, for dry, moist and wet forests, for lowland and montane forests, and for mangrove forests. The most important predictors of AGB of a tree were, in decreasing order of importance, its trunk diameter, wood specific gravity, total height, and forest type (dry, moist, or wet). Overestimates prevailed, giving a bias of 0.5–6.5% when errors were averaged across all stands. Our regression models can be used reliably to predict aboveground tree biomass across a broad range of tropical forests. Because they are based on an unprecedented dataset, these models should improve the quality

Electronic Supplementary Material Supplementary material is available for this article at <http://dx.doi.org/10.1007/s00442-005-0100-x>

Commentated by Christian Körner

J. Chave (✉) · C. Andalo
Laboratoire Evolutive et Diversité Biologique UMR 5174, CNRS/UPS, bâtiment IVR3, Université Paul Sabatier, 118 route de Narbonne, 31062 Toulouse, France
E-mail: chavo@ict.fr
Tel: +33-561-559560
Fax: +33-561-557327

S. Brown
Ecosystem Services Unit, Winrock International, 1621 N. Kent Street, Suite 1200, Arlington, VA 22207, USA

M. A. Cairns
National Health and Environmental Effects Research Laboratory, Western Ecology Division, US Environmental Protection Agency, 200 SW Street, Corvallis, OR 97331, USA

J. Q. Chambers
Department of Ecology and Evolutionary Biology, Osaka City University, 3-3-138 Sugimoto-cho, Sumiyoshi-ku, Osaka 558-8585, Japan

D. Eamus
Institute for Water and Environmental Resource Management, University of Technology, Sydney, Australia

H. Fölster
Institut für Botanik und Wildtierökologie, Universität Göttingen, Rüdigerweg 2, Göttingen 3077, Germany

F. Fromard · H. Paig
Laboratoire Dynamique de la Biodiversité, CNRS/UPS, 31062 Toulouse, France

N. Higuchi · B. W. Nelson
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, C.P. 478 Manaus, 69011-970, Brazil

T. Kira
ILEC Foundation, Oroshimo-cho, Kusatsu City, Shiga 525-0001, Japan

J.-P. Lescure
IRD, 5 rue de Carbone, 45072 Orleans, France

H. Ogawa · T. Yamakura
Plant Ecology Laboratory, Graduate School of Science, Osaka City University, 3-3-138 Sugimoto-cho, Sumiyoshi-ku, Osaka 558-8585, Japan

B. Riéra
Laboratoire d'Ecologie Générale, URA 1183 CNRS/MNHN, 4 avenue du Petit Château, 91800 Brunoy, France



INFORMACIÓN BASE – METODOLOGÍA UTILIZADA –NREF

METODOLOGÍA UTILIZADA PARA EL CÁLCULO DE BIOMASA ARBÓREA.

Ecuación Alométrica AGB (Kg)

Dónde: AGB (del inglés aboveground biomass) es la biomasa aérea en Kg; ρ es la densidad básica de la madera (g/cm³); D es el diámetro del fuste (cm) a 1,3 m de altura; h es la altura total (m) del individuo; a y b son parámetros de cada compartimento; y K el coeficiente de corrección.

$$AGB (Kg) = \exp(-2,977 + \ln(\rho \times D^2 \times h)) \quad (1)$$

descrita por Chave et al. (2005) y validada por Vieira et al. (2008). BN

$$AGB (Kg) = 10 + 6,4 h \quad (2)$$

desarrollada por Frangi y Lugo (1985).

$$AGB (Kg) = [\exp(a + b \times \ln D)] \times K \quad (3)$$

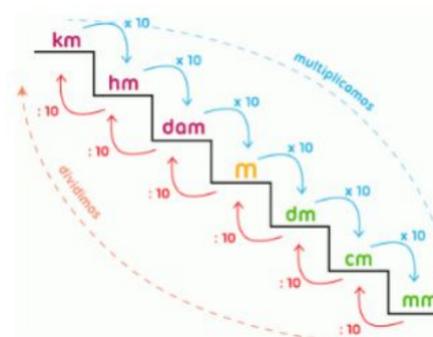
modelo ajustado por Martiarena (2008) para el género *Pinus*

$$AGB = \rho \times \exp(-1.499 + 2.148 \ln(D) + 0.207(\ln(D))^2 - 0.0281(\ln(D))) \quad (4)$$

desarrollado también por Chave et al. 2005 utilizado para el Género *Eucalyptus sp.* y *Melia Azederach (+UNLISTED)*

Carbono Almacenado en Biomasa Forestal (KG): Fracción de carbono (%) contenido en la biomasa seca de la madera según el grupo de especie y los factores de conversión ajustados para las mismas (IPCC, 2006). Para Ecuación (1) 0,5 (2) 0,35. (3) y (4) 0,45 según bibliografía consultada.

um_id	no_indi	especie_corregida	estado	parcela	DAP_fit	altura_t	Densidad	fuerza_de	D2	ln(p * D^2 * h)	exp(-2,977 + ln(p * D^2 * h))	ECUAI	FÓRMULA	AGB (Kg)	Carbono	Carbono Almac	Carbono	Densidad	RANGOS	latitud_i	longitud	UM
54143071	1	Achatocarpus praecox	1	A	0,22	6,8	0,87	INTI-CITEMA	434	7,959745452	145,8743233	1	1 AGB (Kg) =	145,87432	72,937	0,073	0,073	Baja	1	-27,98875	-55,62706	6
54153063	28	Achatocarpus praecox	2	A	0,2388	5,9	0,87	INTI-CITEMA	570,2544	7,981772261	149,1232076	1	1 AGB (Kg) =	149,12321	74,562	0,075	0,075	Baja	1	-27,25111	-55,27467	23
54153070	24	Achatocarpus praecox	1	B	0,1787	11,2	0,87	INTI-CITEMA	319,3369	8,042899369	158,5227901	1	1 AGB (Kg) =	158,52279	79,261	0,079	0,079	Baja	1	-27,877	-55,23044	25



$$CO_2 \text{ almacenado (Tn)} = AGB (Kg) * FC * 0,001$$

60 Tn C /ha
219,1 Tn/ha de CO2 eq

Columna1	especie_corregida	Densidad (Madera Seca) (g/cm3)	fuerza de información
Palo tinta	Achatocarpus praecox	0,87	INTI-CITEMA
Larangeira	Actinostemon concolor	0,73	Gatti et al 2010
Viudita de río	Aiouea amoena	0,60	INTI-CITEMA
Anchico Blanco	Albizia niopoides	0,56	Chave et al 2006
Mora Blanca o Tapia Guazú	Alchornea glandulosa	0,37	Chave et al 2006
Mora Blanca o Tapia Guazú	Alchornea triplinervia	0,44	INTI-CITEMA
Cocú o Chal-chal	Allophylus edulis	0,06	INTI-CITEMA
Ingá colorado	Aloysia virgata	0,73	Gatti et al 2010
Araticú o Chirimoya	Annona emarginata	0,59	INTI-CITEMA
Araticú o Chirimoya	Annona neosalicifolia	0,59	PIP 09
Araticú o Chirimoya	Annona rugulosa	0,59	PIP 09
Grapia	Apuleia leiocarpa	0,83	INTI-CITEMA
Sabugero	Aralia warmingiana	0,47	INTI-CITEMA
Pino Paraná	Araucaria angustifolia	0,50	INTI-CITEMA
Guatambú amarillo	Aspidosperma australe	0,73	INTI-CITEMA
Palo Rosa	Aspidosperma polyneuron	0,78	INTI-CITEMA
Timbó blanco	Ateleia glazioviana	0,62	INTI-CITEMA
Guatambú o yvyra ñeti o P...	Balfourodendron riedelianum	0,84	INTI-CITEMA
Guazatunga blanca	Banara tomentosa	0,64	INTI-CITEMA
Loro	Bastardiopsis densiflora	0,77	INTI-CITEMA
blanco	Bastardiopsis densiflora	0,77	INTI-CITEMA
Bezuña de vaca	Bauhinia forficata	0,57	Chave et al 2006

INFORMACIÓN BASE – METODOLOGÍA UTILIZADA –NREF

METODOLOGÍA UTILIZADA PARA EL CÁLCULO DE BIOMASA ARBÓREA.

Carbono Almacenado en
Biomasa Forestal (Tn)

SUMA Total Carbono
Almacenado en Biomasa
Forestal
931 (Tn)

92.280.423 Tn C
almacenado en la Biomasa
Forestal
1.545.870 has BN

60 Tn C /ha
219,1 Tn/ha de CO2 eq

ha Totales Inventariadas en el INBN2 (15,6)
931,239



Suma C almac. Biomasa (Tn)

ha Totales de BN en la Prov según INBN2 (1.545.870)



$X = \frac{(1.545.870 \text{ has} * 931,239 \text{ Tn})}{15,6 \text{ has}}$

15,6 has

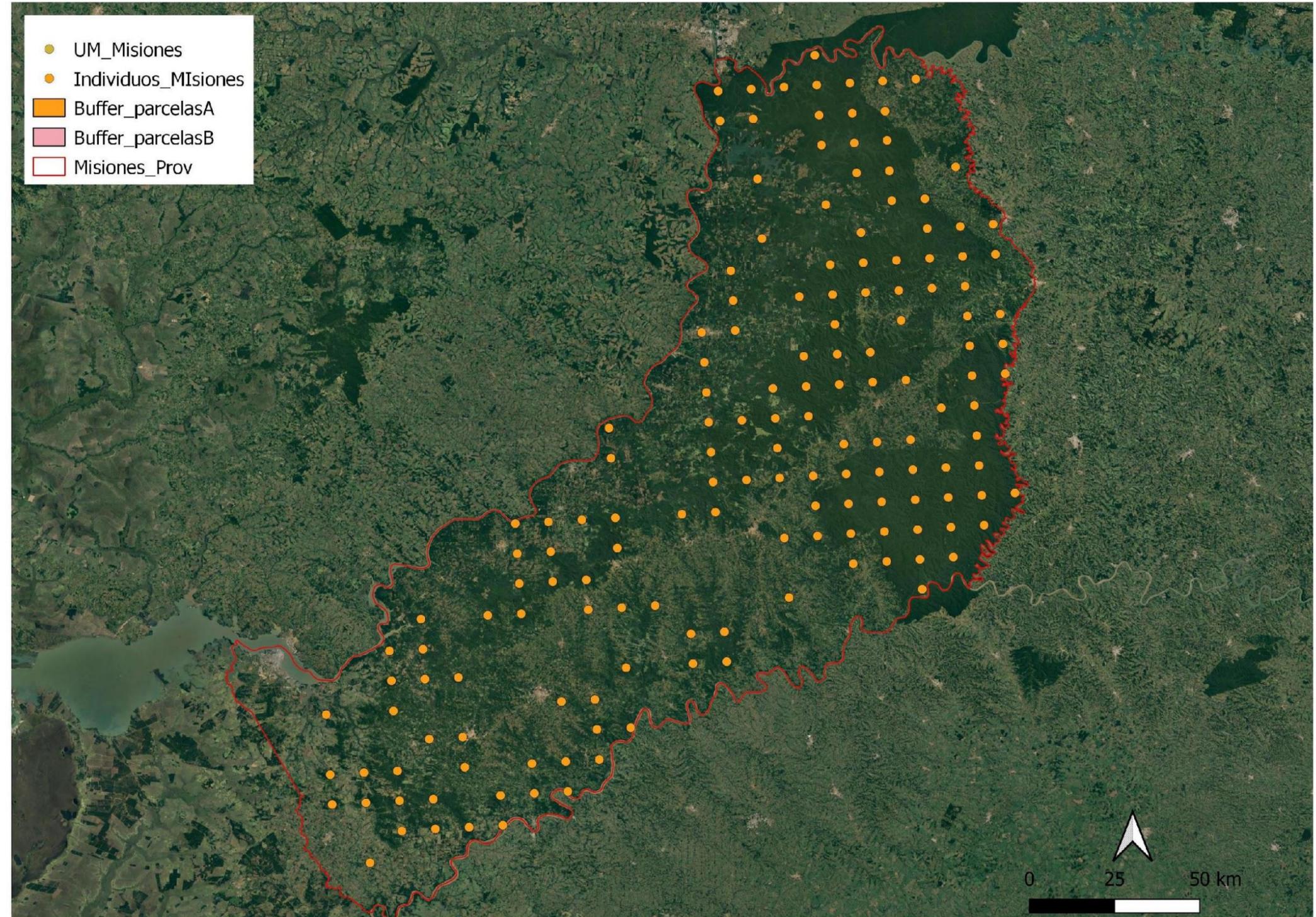
$X = 92.280.423,70 \text{ Tn}$



DESARROLLO DEL ESTUDIO

Con los datos proporcionados por el INBN2 se realizó el análisis de los datos de las parcelas registradas en la Región

Capas vectoriales (puntos) a partir de los datos georreferenciados INBN2 para las UM de la Selva según e INBN2 de las UM de la Selva y capas vectoriales (polígonos) a partir de los diámetros según el manual de campo del INBN2



DENSIDAD DE CARBONO y NREF

Se calculó que el almacenamiento de carbono forestal de la Selva Paranaense según los datos relevados del INBN2 y analizados en el presente trabajo arrojando un valor de 59,69 Tn C /ha.

TABLA 1: Elaboración propia. Análisis de las categorías de Densidad de Carbono propuestas para el Mapeo y Evaluación de las reservas de carbono Forestal a partir de los datos en cada tipo de Parcela según lo relevado en el INBN2 en Tn Carbono Forestal almacenado

Rango (Densidad de C)	Parcela A	Parcela B	Total
Baja	498,66	36,91	535,57
Media	277,52	1,40	278,92
Alta	116,75		116,75
	892,93	38,31	931,24

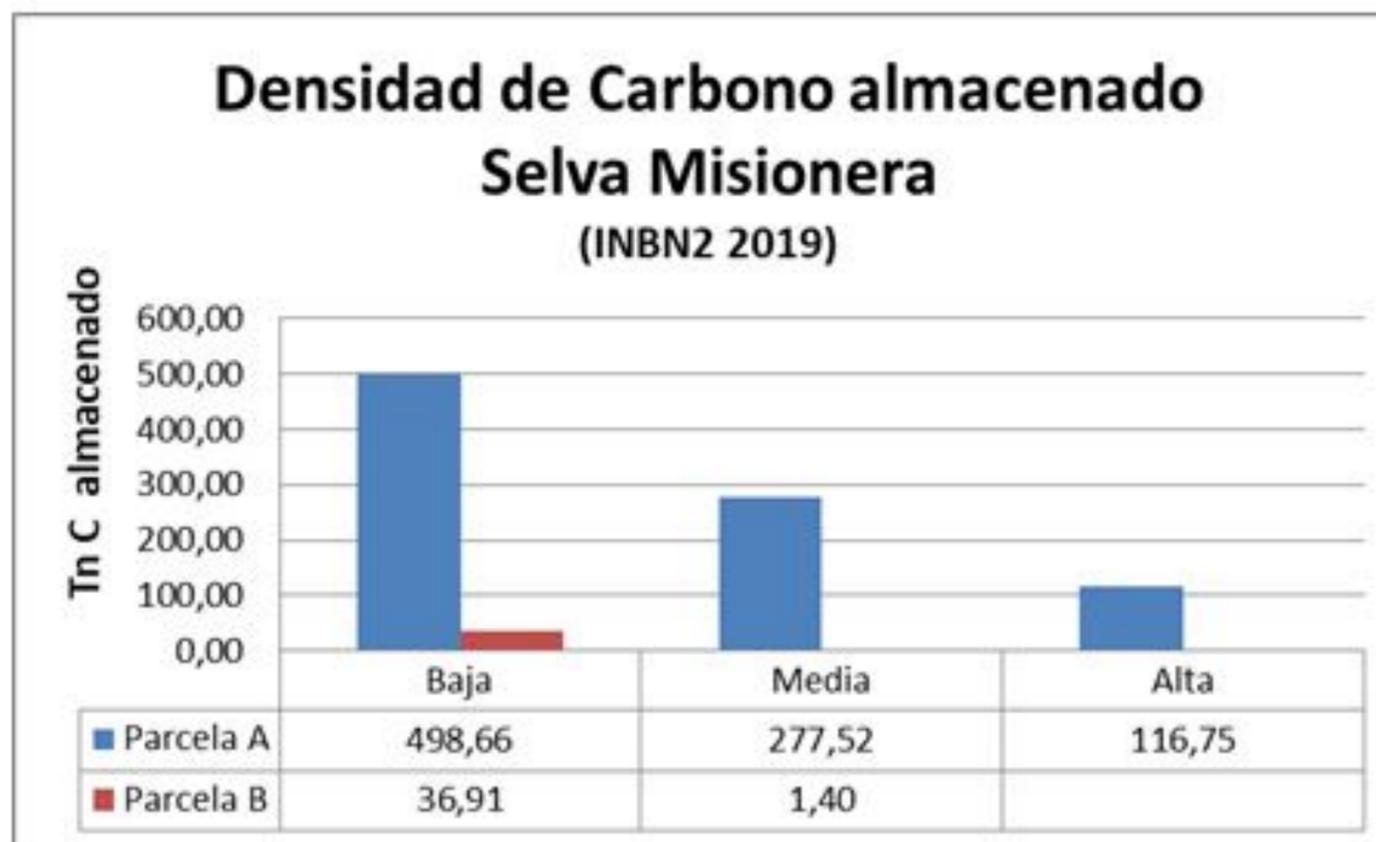


GRÁFICO 1: Elaboración Propia. Densidad de Carbono Forestal por Rangos y Categorías propuestas según los datos y resultados obtenidos del análisis del INBN2 en Tn de Carbono Forestal almacenado por tipo de Parcela inventariada.



OTBN PROVINCIAL

BALANCE DE CARBONO

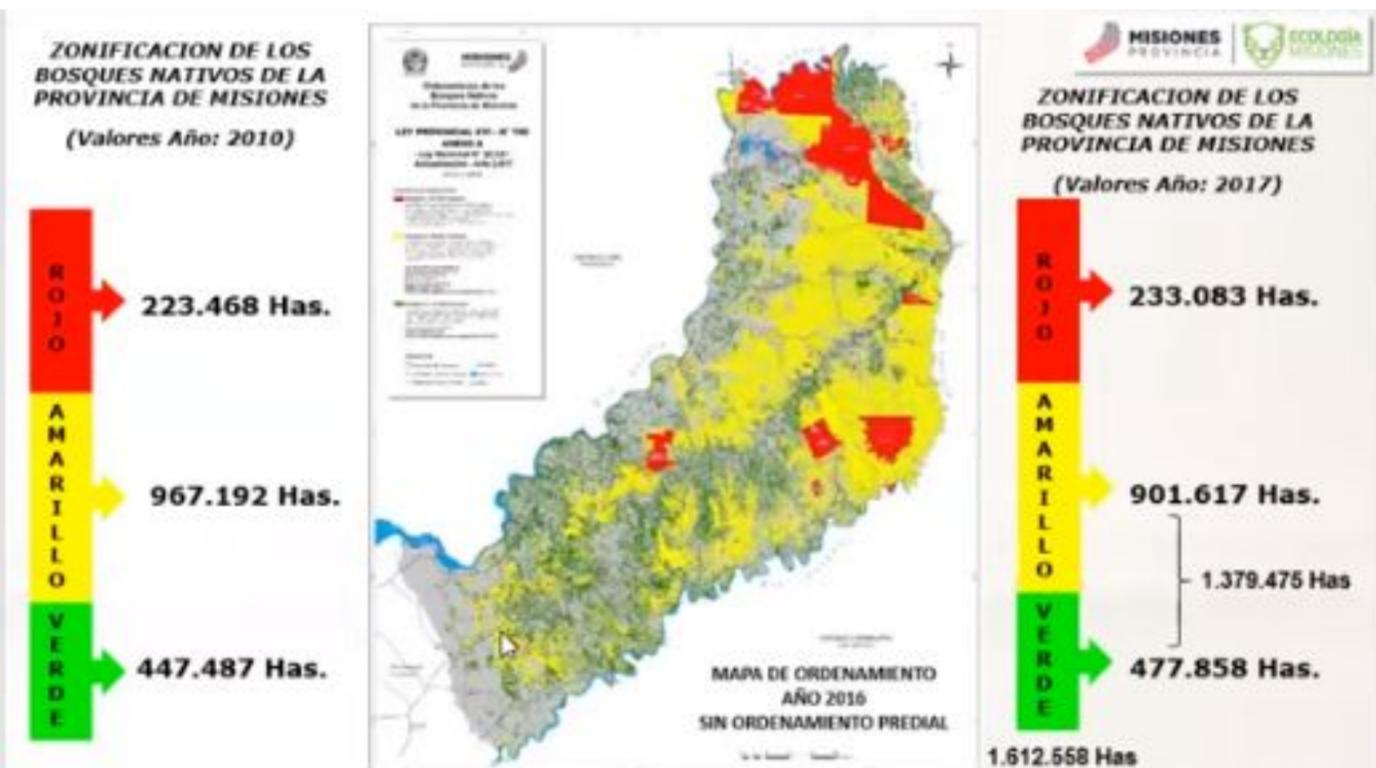


TABLA 2: Elaboración propia. Cálculos orientativos en Tn de Carbono almacenado a partir de los datos analizados y resultados obtenidos del INBN2 y los datos declarados del OTBN Provincial 2010 y 2017.

CATEGORIAS	OTBN Provincial				
	2010 (has)	Total C almacenado (Tn)	2017 (has)	Total C almacenado (Tn)	
I (ROJA)	223.468	13.339.881	233.083	13.913.847	(+)
II (AMARILLA)	967.192	57.736.348	901.617	53.821.860	(-)
III (VERDE)	447.487	26.712.654	477.858	28.525.645	(+)
Total	1.638.147	97.788.882	1.612.558	96.261.352	(-)
Ganancias (G) en (I y III)			39.986	2.386.957	(+)
Pérdidas (P) (II)			65.575	3.914.487	(-)
Balance (G-P)			-25.589	-1.527.531	(-)

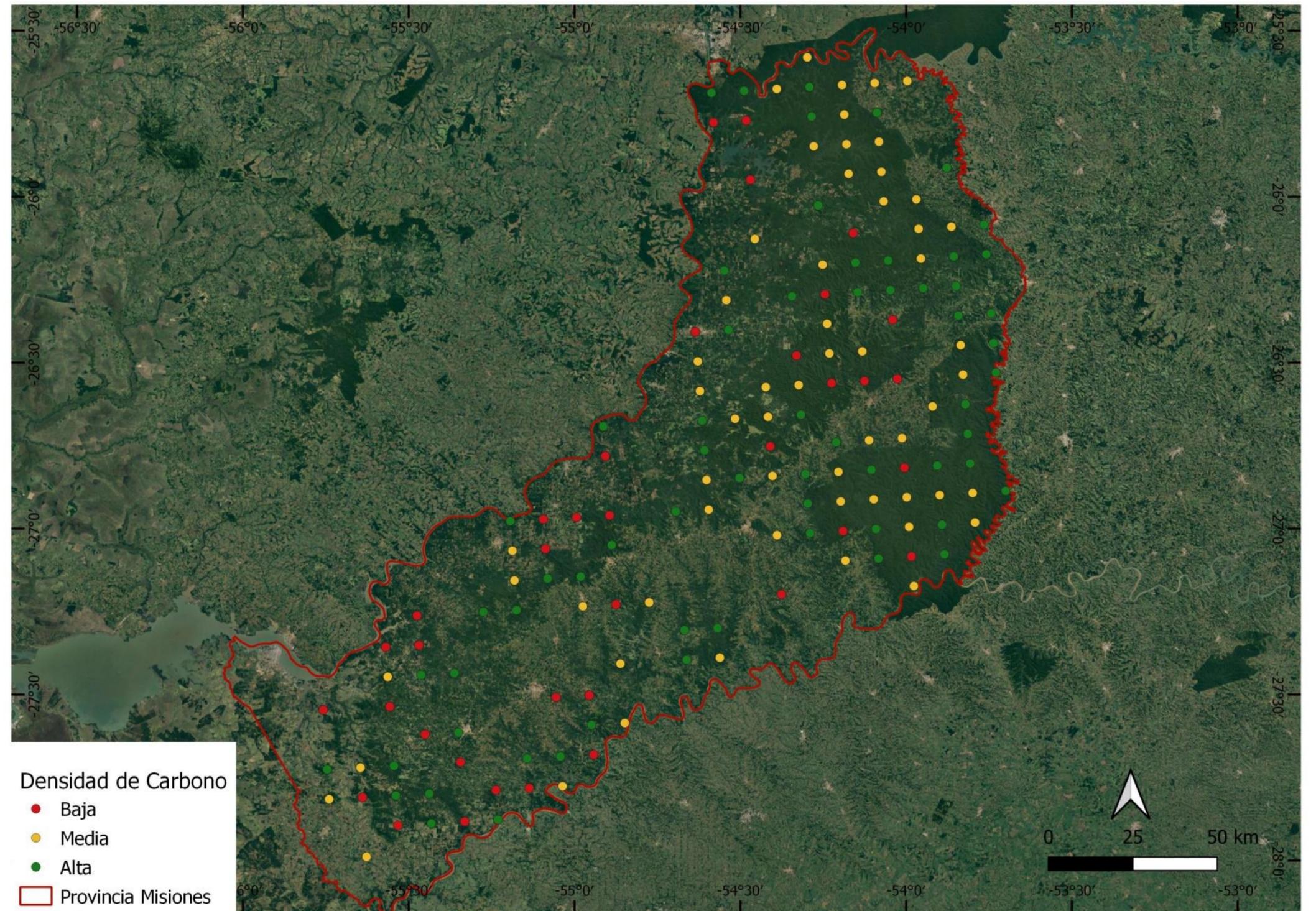
Los datos obtenidos aquí son utilizados tanto para establecer el NREF o Línea Base como para los datos necesarios de los escenarios ya que otorgan información sobre tendencias en cuanto a escenarios futuros.



DENSIDAD DE CARBONO

En el MAPA 2 puede observarse la distribución de la densidad de carbono almacenada en las capas vectoriales (polígonos) generadas a partir del análisis de los datos del INBN2

Polígonos de densidad de carbono y mapas de densidad según rangos a partir de los datos georreferenciados IINBN2 para las UM de la Selva según e INBN2



MODELIZACIÓN DE ESCENARIOS FUTUROS

C.I. ESCENARIOS OPTIMISTAS QUE CONSIDEREN MEDIDAS Y ACCIONES DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN (COMO LA PROTECCIÓN Y REPARACIÓN DE LAS FUNCIONES ECOSISTÉMICAS, REFORESTACIÓN, ETC.)

C.II. ESCENARIOS BUSINESS AS USUAL (NEUTROS)

En el escenario “business as usual”, se considera un bosque existente, el cual recibe una gestión sostenible. Tendencial. Toma en Cuenta Pérdidas y Ganancias Históricas del Sistema.

C.III. ESCENARIOS PESIMISTAS QUE CONTEMPLAN LA DEGRADACIÓN DEL BOSQUE Y LOS IMPACTOS NEGATIVOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SIN LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL SUFICIENTES DE MITIGACIÓN.



RESULTADOS

El **NREF** se estableció para el año de inicio de la aplicación de la Ley 26.331 con su primer OTBN 2010. Para lo cual se obtuvo un total de 97.788.882 Tn Carbono almacenado (14 % Categoría I; 59% Categoría II y el 27 % Categoría III).

Como ya se ha comentado anteriormente mediante el cálculo se obtuvo un valor referencial de biomasa de carbono de 59,69 Tn/ha.

Sobre los **escenarios futuros:**

En porcentaje se podría decir que el escenario pesimista al 2030 representa una pérdida de carbono cercana al 30% mientras que los escenarios BAU y Optimistas representan una ganancia del 20 % y 105% de captura de carbono.

Para el 2030 en el escenario Optimista la captura es de 102,2 Tn/ha; en BAU de 86,3 Tn/ha y en el Pesimista de 59,7 Tn/ha, éste último igualando al actual stock.

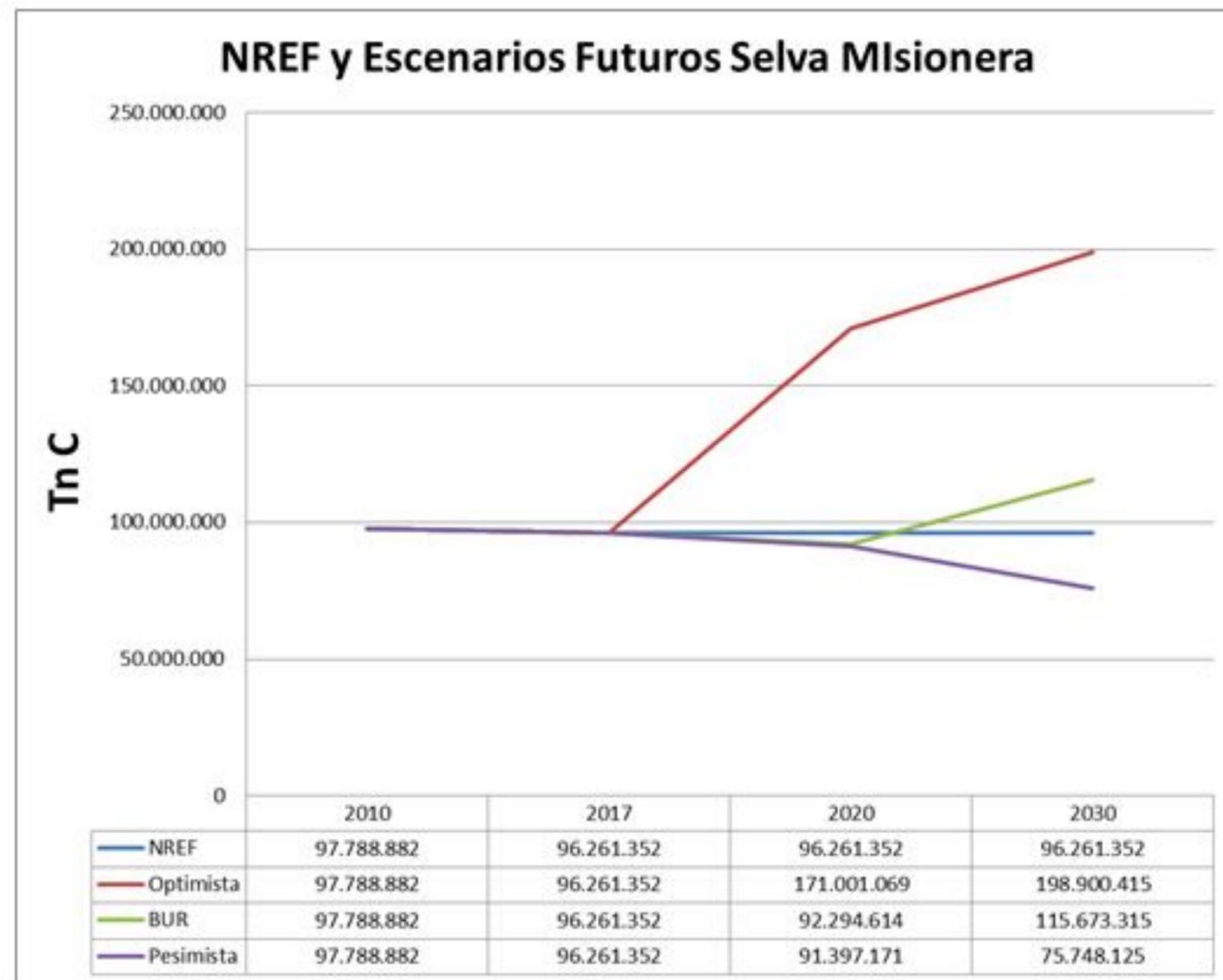


GRÁFICO 2: Elaboración propia. Nivel de Referencia de Carbono almacenado de la Selva Misionera y proyección de almacenamiento de Carbono de escenarios futuros: Optimista, BAU y Pesimista.



CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

- Importancia de determinar una línea base o NREF de las reservas de carbono forestal a nivel subnacional.
- Funciones del Gabinete Provincial de Cambio Climático y relevancia para posteriores estudios o acciones.
- La modelización de escenarios futuros aquí planteada puede sufrir radicales modificaciones.
- El almacenamiento de carbono y la capacidad de los bosques para su captura es solo uno de los beneficios que los bosques brindan.
- Se sugiere contar con parcelas permanentes provinciales para un Inventario Provincial.
- Los escenarios se verán enriquecidos en etapas posteriores a este estudio al evaluar otros factores en función a los datos otorgados.



OTROS PRODUCTOS GENERADOS

- ANEXO I: Lista de Densidad de Especies; Instructivo de Uso de la Planillas de cálculos; Instructivo Línea Base (NREF) y Escenarios ; Ejemplo Análisis FHPP.
- ANEXO II: Enlaces a Formatos Shape de los mapas generados
- ANEXO III: Enlace a la bibliografía soporte utilizada; Entrevistas a Actores Claves : A quienes agradezco por su generosidad y predisposición; Registro fotográfico, videos, mapas y otros productos.



AGRADECIMIENTOS

POR NUESTROS BOSQUES.
POR QUE NO SOMOS SIN ELLOS.



VERÓNICA A. CARBONE
ING. FTAL. MP N° 271 IP N° 2107
carbeneveronicaa@gmail.com