

PROGRAMA PAZyMONTE



RELEVAMIENTO DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES NATIVOS

MONTE ENOC

www.pazymonte.org

RIVERA - URUGUAY

Agosto, 2023

Apoya **BBVA**



Ministerio
de Recursos
Naturales

Unidad de
Gestión

RIVERA
URUGUAY

51 332 333

EQUIPO TÉCNICO

Ing. Agr. Ludmila Profumo

Lic. Gonzalo Gómez

Lic. RRNN Cesar Justo

Téc. RRNN Ana Lluviera

Equipo de Campo - muestreo

Julieta Vázquez

Juan Zufiría

Equipo de Campo - censo

Johanna Feil (pasantes UNESCO)

Elio Jargosch (pasantes UNESCO)

Maya Bembejew (pasantes UNESCO)

Jette Beckmann (pasantes UNESCO)

Jenifer Bueno (funcionaria IDR - Educación Ambiental)

Gualberto Daniel Olivera (funcionario IDR)

Julio Cesar Da Silva (funcionario IDR)

RESUMEN

El presente trabajo propone la instalación de unidades de muestreo permanentes dentro del bosque nativo con el objetivo de medir el volumen de madera, para estimar la biomasa leñosa y el carbono fijado y como objetivo de largo plazo monitorear las mismas para verificar el comportamiento de dichos indicadores. El programa PAZyMONTE consta de 10ha de bosque nativo que se encuentran en el predio llamado MONTE ENOC localizado a 16km de la ciudad de Rivera, al noreste de Uruguay. Desde el punto de vista geológico el predio está situado sobre las areniscas de la Formación Tacuarembó, con distintos grados de silicificación y con algunas intrusiones de diabasio. Los suelos son superficiales y arenosos con distintos grados de erosión. En noviembre de 2022 se inició la instalación de un sistema de monitoreo permanente del crecimiento leñoso del bosque. Dicho sistema consta de parcelas permanentes circulares de diverso tamaño: de 200 m² en bosque de quebrada, donde la misma fue dividida en cauce y cumbre: el cauce es la zona cóncava y profunda del terreno y la cumbre es la zona convexa de la quebrada sobre las nacientes; por otra parte, en bosque serrano se instalaron parcelas de 100 m², estratificadas en 3 categorías en función de la progresión de la sucesión secundaria en: serrano propiamente dicho, intermedio e inicial (matorral) y finalmente se censaron los árboles del área de bosque serrano manejado como parque. El objetivo del muestreo permanente es monitorear la restauración pasiva del bosque luego de la exclusión del ganado en 2019. En cada parcela se identificaron las especies leñosas con DAP ≥ 3 cm y se le midió el diámetro a la altura del pecho a cada fuste, dos diámetros de copa perpendiculares, la altura total y el punto de inversión morfológica. Para obtener la diversidad se calcularon los índices de Margalef, Shannon H' y abundancia de Simpson (1-D) y los índices de Berger Parker y de Pielou para equitatividad. Se obtuvo la cobertura de copas, el área transversal y el área basal, total y por especie (m²/ha). Para la estimación del volumen de madera por árbol se multiplicó el área transversal, por la altura total, por el factor de forma de 0,7; para la estimación de la biomasa se multiplicó dicho volumen por el peso específico de cada especie (gr/cm³) y finalmente el carbono fijado se estimó en toneladas por árbol y por superficie considerando el 0,5 de la biomasa por especie. Los resultados muestran que los dos tipos de bosque en conjunto alcanzaron una florística compuesta por 48 especies, donde 10 de ellas son comunes a ambos tipos de bosque, entre las más conspicuas están la aruera, el molle, la yerba de pajarito, el arrayán, el guayabo del país, el palo jabón, el chal chal, el duraznero bravo y el sucará. Por otro lado, como especies exclusivas del bosque serrano están entre las más destacadas el molle ceniciento y el molle enano, sumando 8 especies en esa categoría. Sin embargo, en las quebradas hay 30 especies exclusivas entre las que se destacan los

laureles, la coronilla, el tembetarí y el plumerillo. La diversidad resultó ser muy elevada en las quebradas ($H' 3,1$; $1-D 0,94$) y aceptable en bosque serrano ($H' 2,0$; $1-D 0,84$). La abundancia de individuos fue de 2188 y 2950 árboles/ha para quebrada cauce y cumbre, respectivamente, en serrano fue de 4000 árboles/ha y para el parque de serrano manejado de 73 árboles/ha. En cuanto a la distribución diamétrica, los dos tipos de bosque y sus estratificaciones presentan una distribución típica de J invertida, con valores medios que muestran individuos muy jóvenes y van desde 4,4 cm en serrano manejado, 6,3 cm en serrano, 6,9 cm en quebrada cumbre y 8,5 cm en quebrada cauce. Desde el punto de vista cuantitativo se estimó que el bosque de quebrada en el estrato cauce presentó entre 95 y 339 $m^3 \cdot ha^{-1}$ de madera que representa una biomasa de 129 a 239 $t \cdot ha^{-1}$ y entre 33 y 119 $t \cdot ha^{-1}$ de carbono fijado; mientras que el estrato cumbre de las quebradas presentó entre 101 y 155 $m^3 \cdot ha^{-1}$ de madera, significando una biomasa de 87 a 108 $t \cdot ha^{-1}$ y entre 43 y 54 $t \cdot ha^{-1}$ de carbono fijado y en el bosque serrano propiamente dicho se obtuvieron valores similares a la cumbre de las quebradas con 175 $m^3 \cdot ha^{-1}$ de madera, 154 $t \cdot ha^{-1}$ de biomasa y 77 $t \cdot ha^{-1}$ de carbono fijado. Por otra parte, como el programa incluye un área de acceso universal para los visitantes, donde se realiza un manejo específico para tal fin, esa área también ha sido relevada en formato de censo obteniéndose 4 $t \cdot ha^{-1}$ de biomasa y 2 $t \cdot ha^{-1}$ de carbono fijado. Dado que el cierre del predio al pastoreo lleva solamente 4 años, siendo un bosque joven, la capacidad de fijar carbono y de aumentar su stock es probable que esté en fase acelerada, donde el monitoreo de mediano-largo plazo es una fuente de información valiosa para la toma de decisiones sobre este aspecto a nivel regional.

Palabras clave: restauración ecológica pasiva, diversidad de leñosas, monitoreo de crecimiento de bosque nativo, accesibilidad universal al bosque nativo.

Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. IMPORTANCIA ESTRATÉGICA DE LOS BOSQUES EN URUGUAY	9
3. ¿POR QUÉ RESTAURAR LOS BOSQUES - LA RESTAURACIÓN PASIVA?	10
4. CAMBIO CLIMÁTICO Y FIJACIÓN DE CARBONO EN LOS BOSQUES	12
5. ¿QUÉ TIPOS DE BOSQUE HAY EN MONTE ENOC?.....	13
6. ¿POR QUÉ ES IMPORTANTE MONITOREAR EL BOSQUE NATIVO?.....	16
7. ¿CUÁLES SON LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA PROPUESTA?.....	17
8. PROPUESTA METODOLÓGICA.....	18
8.1 Ubicación de MONTE ENOC	20
8.2 Unidades de Muestreo Permanentes	23
8.3 Indicadores Estimados	25
8.3.1 Índices de diversidad y de equidad	25
8.3.2 Cobertura de copas y área basal por especie y por superficie	26
8.3.3 Altura total y punto de inversión morfológico por especie y para el dosel del bosque	26
8.3.4 Volumen de madera por especie y por superficie de bosque	26
8.3.5 Biomasa por especie y del bosque	27
8.4 Censo del Bosque Serrano Manejado.....	27
8.5 Stock de Carbono fijado.....	30
8.6 Tamaño de muestra.....	30
9. RESULTADOS OBTENIDOS.....	31
9.1 Florística	31
9.2 Herbario.....	35
9.3 Diversidad y Equitatividad	35
9.4 Índices de diversidad y de equidad	36
9.5 Variables Dendrométricas y Dasométricas.....	40

9.5.1 Abundancia por tipo de bosque	40
9.5.2 Altura total y punto de inversión morfológico por tipo de bosque	42
9.5.3 Diámetro por tipo de Bosque	49
9.5.4 Cobertura por tipo de Bosque del área cubierta por las copas y.....	53
9.5.5 Volumen, Biomasa, Área de Copa, Área Basal y Carbono Fijado	57
9.6 Tamaño de Muestra	61
9.7 Parcelas Permanentes.....	62
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	65
10.1 Conclusiones	65
10.2 Recomendaciones	65
11. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	68

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe, que se complementa con los Anexos I a III (página 71), se desarrolla en el marco de la estrategia de monitoreo del área de bosque nativo del Programa PAZyMONTE, que se lleva a cabo en el predio rural Monte Enoc (Rivera, Uruguay), propiedad de Oscar Darío Peri y Andrea Rivero (supervisores generales del plan de trabajo). El Programa cuenta con el apoyo de los Ministerios de Turismo, Medio Ambiente, Ganadería, Agricultura y Pesca, la Intendencia Departamental de Rivera y BBVA – Uruguay, cuya institución aportó los recursos necesarios para llevar adelante los estudios y relevamientos que sustentan el informe. En cuanto al alcance del mismo: En esta etapa se incluye, únicamente, al componente leñoso. El equipo de trabajo que lo genera es multidisciplinario en el área de las ciencias de la naturaleza y el hábitat, incluyendo la participación de un biólogo especialista en legislación ambiental, un licenciado en recursos naturales y una técnica en recursos naturales, coordinados por la ingeniera agrónoma forestal Ludmila Profumo. Esta última es docente e investigadora en la Universidad de la República, en el Centro Regional Noreste, responsable del Laboratorio de Dendrocronología y Anatomía de la Madera. Dentro de las líneas de investigación del laboratorio se está desarrollando muy fuertemente la que busca conocer el crecimiento de las especies leñosas nativas del territorio uruguayo. En tal sentido, la ingeniera ha liderado al grupo para establecer una línea base de cuantificación del componente leñoso de los bosques del Programa PAZyMONTE, definido en un proceso de largo plazo con la instalación y monitoreo de unidades de muestreo permanente.

El Lic. Gonzalo Gómez ha trabajado fundamentalmente en la estructura de la idea, la puesta en marcha del programa que genera este informe, en coordinación con los propietarios del predio, y en la revisión y seguimiento de todas las etapas. El Lic. RRNN Cesar Justo ha participado desde el aporte de material bibliográfico estratégico y con su visión holística de la temática, el territorio y sus interacciones. Por su parte, la Téc. RRNN Ana Lluviera se ocupó del censo del parque y lideró el equipo de campo de esta actividad.

El equipo de campo del muestreo estuvo integrado por los ayudantes Julieta Vázquez y Juan Zufiría. Julieta acompañó la instalación de la mayoría de las unidades de muestreo y realizó el ingreso y registro de toda la información en planillas de cálculo. Juan acompañó la instalación de dichas unidades, en dos oportunidades.

Finalmente, el equipo de campo del censo estuvo compuesto por la participación muy interesante de los pasantes UNESCO desde Alemania, que aportaron con su trabajo y su genuina curiosidad: Johanna Feil, Elio Jargosch, Maya Bembejew y Jette Beckmann; así como también contó con la participación de funcionarios del área de medio ambiente de la Intendencia Departamental de Rivera: Jenifer Bueno, Gualberto Daniel Olivera y Julio César Da Silva.

2. IMPORTANCIA ESTRATÉGICA DE LOS BOSQUES EN URUGUAY

Como se expresa en Informe Inicial de noviembre de 2022 - en adelante: *Informe Inicial*, el territorio uruguayo es campestre; solamente un 5% está cubierto por bosque nativo, que, a causa de diversos factores antrópicos, como la tala, la ganadería, la agricultura y sobre todo la urbanización en los litorales del río Uruguay, de la Plata y del Océano Atlántico, entre otros, está en constante peligro de degradación, a pesar del aumento en superficie boscosa. Por ello, realizar diferentes evaluaciones para alcanzar un manejo adecuado de los mismos es imprescindible desde el punto de vista de la conservación, de la utilización sostenible de los muchos servicios ecosistémicos que nos brinda el bosque nativo y de la mitigación del cambio climático, especialmente favoreciendo la fijación de carbono, tanto en la biomasa aérea como en el suelo. Entre estos servicios se incluye la regulación y provisión de agua en calidad y cantidad, la captura de carbono, la conservación de suelos y de la diversidad biológica, las oportunidades para el turismo, la mejora de la salud y el bienestar humanos y la recreación (Lara *et al.* 2003; Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, 2015).

Asimismo, la importancia de la conservación de los bosques nativos del Uruguay se puede presentar desde otras perspectivas, como fuente de recursos naturales no maderables, como frutos, polinización, producción de mieles, producción de aceites esenciales y medicinas naturales, para la investigación en todas las áreas mencionadas, así como por motivos culturales. Nuestros bosques enfrentan muchos retos en relación con su conservación, siendo el más relevante la pérdida de su biodiversidad, la degradación por presión del ganado, la erosión del suelo, los incendios y la deforestación ilegal son las principales amenazas a las que se enfrentan (MGAP, 2018).

En Uruguay, lo relacionado a los bosques nativos y a la forestación está regulado por la Ley N° 15.939, conocida como la Ley Forestal. En su artículo 3 se establece que la misma regulará lo concerniente a los bosques, parques y terrenos forestales existentes dentro del territorio nacional; definiendo los tipos de bosques según el artículo 4: “*Son bosques las asociaciones vegetales en las que predomina el arbolado de cualquier tamaño, explotado o no, y que estén en condiciones de producir madera u otros productos forestales o de ejercer alguna influencia en la conservación del suelo, en el régimen hidrológico o en el clima, o que proporcionen abrigo u otros beneficios de interés nacional*” (<https://www.impo.com.uy/bases/leyes/15939-1987>).

Los bosques están regulados por la Dirección General Forestal, dependencia del Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca – MGAP. En la Ley Forestal en su artículo 7 se menciona que: ... *“la Dirección Forestal tendrá los siguientes cometidos especiales: A) Promover el desarrollo forestal en todas sus etapas productivas mediante actividades de investigación, extensión, propaganda y divulgación; ... C) Fomentar y planificar la forestación en tierras privadas o públicas y desarrollar todas las actividades que, con este fin, se prevén en esta ley; ... E) Asistir a las instituciones públicas y a los particulares propietarios de bosques, en el manejo de formaciones naturales o artificiales y su explotación racional; ... G) Organizar la protección de los bosques contra enfermedades, parásitos y otras causas de destrucción; ... I) Desarrollar tareas de experimentación en el campo de la ecología forestal, la explotación y las industrias forestales, en coordinación con las actividades que en este campo desarrollen otras instituciones; ... L) Coordinar con los Gobiernos Departamentales interesados, las acciones conducentes a la promoción forestal en el departamento”*

Finalmente en el artículo 8 se define que: *“los bosques particulares se calificarán según sus fines en la siguiente forma: a. protectores, cuando tengan fundamentalmente el fin de conservar el suelo, el agua y otros recursos naturales renovables; b. de rendimiento, cuando tengan por fin principal la producción de materias leñosas o a leñosas y resulten de especial interés nacional por su ubicación o por la clase de madera u otros productos forestales que de ellos puedan obtenerse; c. generales, cuando no tengan las características de protectores ni de rendimiento. La calificación de los bosques protectores y de rendimiento será hecha por la Dirección Forestal, a su iniciativa o por solicitud de los interesados”*

3. ¿POR QUÉ RESTAURAR LOS BOSQUES - LA RESTAURACIÓN PASIVA?

Conforme se indica en el Informe Inicial, los postulados generales de la restauración ecológica sostienen que los ecosistemas no responden a finalidad alguna, sino que son conjuntos de factores bióticos y abióticos, cuyos variados componentes interactúan, mediante adaptaciones locales mutuas y que se caracterizan por desarrollar una serie de funciones con cierta estabilidad y en una progresión más o menos clara en el tiempo (Sánchez et al., 2005). La estabilidad del sistema implica que éste pueda brindar los servicios que son necesarios en los territorios donde crecen. Dado que los tipos de uso del suelo, de relativa intensidad, afectan la estabilidad de esos sistemas, generando distintos niveles de degradación, se hace necesario,

para que se retome la función, que el sistema alcance el estado de equilibrio o a la estabilidad. La restauración ecológica es una forma de colaborar con esa vuelta al equilibrio.

La restauración ecológica tiene varias definiciones, pero, básicamente, es una herramienta metodológica de abordaje al sistema como un proceso de gestión y apoyo a la recuperación de un ecosistema degradado, dañado o destruido, e intenta sustentar la resiliencia ecosistémica y la conservación de la biodiversidad (CBD, 2016, citado en MGAP, 2018). La Sociedad para la Restauración Ecológica -SER - *Society for Ecological Restoration* define a la restauración ecológica como “*el proceso de asistir la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado, o destruido*” (SER, 2004; Vargas, 2007).

Desde 2019, en MONTE ENOC, mediante instalación y reparación de alambrados, se ha cerrado al ingreso de ganado a 10 hectáreas de bosque nativo, tanto serrano/cornisa, como de algunas nacientes del arroyo de los Farrapos, que tributa al río Tacuarembó y que forma el inicio de pequeñas quebradas. A este tipo de acción se le denomina restauración pasiva.

Según Mola, et al (2018), la estrategia de búsqueda de una intervención mínima implica identificar los procesos ecológicos clave que rigen el funcionamiento del ecosistema y actuar sobre ellos, desencadenando los procesos dinámicos que habiliten mecanismos de mínima intervención en la gestión futura, basados especialmente en activar la capacidad de auto regeneración del ecosistema.

Existen algunas opciones básicas de intervención definidas como restauración ecológica activa y restauración ecológica pasiva. Nuevamente, de acuerdo con Mola, et al (2018), la restauración ecológica activa consiste en la intervención directa del hombre sobre la estructura y características del ecosistema degradado, con el fin de remplazarlo, rehabilitarlo o restaurarlo, para garantizar la existencia de un ecosistema estructurado y funcional. La restauración ecológica pasiva se centra en eliminar o minimizar las perturbaciones causantes de la degradación, dejando que el ecosistema degradado pueda recuperar por sí mismo su estructura y funcionalidad. De esta forma, en MONTE ENOC se ha iniciado un proceso de restauración ecológica pasiva, mediante el retiro de los factores estresores, o sea, los causantes de la degradación, principalmente, las que ejercían el pastoreo del ganado, ramoneo y pisoteo del vacuno y la extracción de madera para leña.

4. CAMBIO CLIMÁTICO Y FIJACIÓN DE CARBONO EN LOS BOSQUES

El mayor desafío que plantea hoy el Cambio Climático, con relación a las acciones tendientes a mitigar sus efectos, es la disminución de los niveles de gases de efecto invernadero en la atmósfera, especialmente el dióxido de carbono (CO₂). Este resultado sólo se puede lograr a través de dos estrategias complementarias: la reducción de las emisiones de estos gases principalmente los generados por la utilización de combustibles fósiles y el aumento de la tasa de secuestro de carbono por parte de la biomasa vegetal, ya sea aumentando su superficie de cobertura, su volumen y o mejorando su estado sanitario y de conservación.

Se estima que los ecosistemas terrestres pueden almacenar, en los tejidos de los seres vivos, en sus residuos y en la materia orgánica del suelo, hasta tres veces más de carbono del que se encuentra presente en la atmósfera, siendo los ecosistemas de bosques el segundo principal sumidero de carbono del planeta, superados solamente por la comunidad de organismos fitoplactónicos presentes en los océanos.

Es por lo que, si las masas forestales no rinden a su máximo potencial, debemos plantearnos acciones que mejoren o faciliten su capacidad fotosintética a través de estrategias de restauración de los bosques nativos, aumento del área de cobertura, conservación de su biodiversidad, raleos que permiten el aumento del dosel de los ejemplares sanos, eliminación de especies exóticas invasoras, protección del suelo, colonización del sotobosque por especies arbustivas, etc.

Además, el aprovechamiento de los recursos forestales, a través de una gestión ordenada y sostenible de los bosques, y el utilizar en nuestra vida diaria productos derivados de la madera, puede contribuir en gran medida a la inmovilización del CO₂ atmosférico.

La cuantificación del balance emisión / captura de carbono, es uno de los principales retos de la investigación forestal, si se quiere incorporar la fijación de carbono como un objetivo añadido de la gestión de los bosques. En un ecosistema de bosque, el carbono puede estar retenido en sus diferentes compartimentos. Lo encontramos presente en los árboles (troncos, ramas, hojas o raíces), arbustos, hierbas, mantillo o en la materia orgánica del suelo, y para su cuantificación se deben utilizar diferentes metodologías.

La cantidad de CO₂ que inmoviliza un árbol está íntimamente relacionada con el peso de su biomasa (tronco, ramas, hojas y raíces), siendo la madera el principal compartimento para la

fijación del carbono. Se estima que alrededor del 70% de la biomasa de un árbol corresponde a madera, por lo que ésta sería un buen estimador de su biomasa total.

Del total del peso seco de un árbol el 50% es carbono, que se transformará en CO₂ tras su combustión o después de su descomposición y volatilización al finalizar su ciclo de vida. La deforestación, las quemadas, incendios, los árboles muertos, la caída de hojas, frutos y ramas, en su proceso de descomposición, devuelven a la atmósfera parte del carbono almacenado por la fotosíntesis.

Tanto para los arbustos, hierbas y mantillo, así como para el propio suelo, se utilizan métodos directos de muestreo, que implican la determinación de la biomasa seca por unidad de área, la cual podrá ser extrapolada a la superficie total del bosque. Para la determinación del carbono retenido en los árboles, es aconsejable utilizar, por sobre aquellos métodos que no implican la destrucción del árbol, los modelos alométricos, con base a parámetros de crecimiento, como son: el radio de copa, la altura, diámetro fustal del tronco, etc., en función a la densidad típica de cada especie presente.

A su vez, actualmente, la tecnología nos permite la utilización de métodos indirectos de estimación de biomasa, a través de las funcionalidades que nos ofrecen los sensores remotos, como las imágenes satelitales, fotos aéreas, vuelos de drones, láser de tierra, etc.

5. ¿QUÉ TIPOS DE BOSQUE HAY EN MONTE ENOC?

Según se señala en el Informe Inicial, en MONTE ENOC están representados dos tipos de bosque de los varios que existen en Uruguay, el bosque serrano/cornisa y el bosque de quebrada (figura 1). Los bosques se distinguen por su fisonomía y ubicación topográfica, aunque no necesariamente presentan una gran diferencia de especies entre ellos. Puede ocurrir lo contrario, sobre todo en los bosques de quebrada, los que pueden presentar buena variabilidad en el número de especies en sitios cercanos. Estas diferencias, en general, se explican por las características geológicas y del suelo (Brussa y Grela, 2007).

Según estos autores, los bosques de quebrada están asociados a cursos de agua no permanentes, con la particularidad de estar restringidos a las gargantas profundas y estrechas, donde las condiciones topográficas ofrecen un microclima especial con más humedad del aire y libre de heladas. En ellos existe una alta diversidad de especies y de formas vegetativas,

desde árboles de gran tamaño hasta un tapiz herbáceo con helechos. Dentro del bosque de quebrada Brussa *et al.*, (1993) definen dos estratos topográficos: el estrato superior denominado cumbre y el inferior denominado cauce. El estrato cumbre es la zona que está en contacto con el bosque serrano y tiene por especies típicas a la aruera, el arrayán, el tembetarí, el carobá y el canelón. Presenta mayor cantidad de árboles que el cauce, pero, en general, son más finos los troncos y más bajos en altura. El estrato cumbre reviste gran importancia ecológica, porque es fuente, sobre todo, de especies medicinales, como el arrayán y la pitanga y es donde se capta el agua en las cabeceras de drenaje, que luego formará arroyos y ríos. Por otro lado, el estrato cauce presenta árboles de tronco recto y con las mayores alturas que se puede encontrar en bosques nativos en Uruguay, llegando el dosel muy desarrollado a los 25 m. Las especies más abundantes son: elamboata, el blanquillo, el guaviyú, los laureles, el caobetí y la pindó (Brussa y Grela, 2007).

En MONTE ENOC, el bosque serrano está asociado a cornisas areniscosas y a una mezcla de geologías arenosas y otras de basalto de profundidad, básicamente areniscas de la Formación Tacuarembó, con distintos grados de silicificación, lo que las hacen relativamente erosionables en función de cuan recocidas por el basalto estén. Se puede apreciar una mezcla de bosque serrano con bosque de cornisa. Por ello, se encuentran especies de ambas formaciones, como la *Agarista eucalyptoides* G.Don (a la que se le dice urze o criúva en Brasil); es una especie típica de las cornisas areniscosas; y, por otro lado, está repleto de anacardiáceas y laureles, como la aruera, el carobá o molle ceniciento y el laurel canela; dos especies de sucará; canelones, congrosa y mirtáceas, como el palo de fierro y el guayabo del país.



Figura 1 – Imágenes de los distintos tipos de bosque en MONTE ENOC.

6. ¿POR QUÉ ES IMPORTANTE MONITOREAR EL BOSQUE NATIVO?

Según la FAO (2017), ha aumentado considerablemente en los últimos años la necesidad de información sistematizada y de calidad sobre los bosques. Se ha pasado de requerir, únicamente, información sobre la superficie de los bosques y el volumen de madera en pie, a recabarse otros aspectos clave para la gestión sostenible de los bosques, como el rol de estos en la conservación de la biodiversidad y la provisión de otros servicios para el ecosistema. Más recientemente, la información sobre los cambios en las reservas de carbono, los aspectos socioeconómicos (como la contribución a los medios de vida y a la reducción de la pobreza), la gobernanza y otras cuestiones generales del uso de la tierra, se ha vuelto fundamental para la planificación en los territorios a diferentes escalas.

El monitoreo de los aspectos cuali-cuantitativos de los servicios ecosistémicos de los bosques requiere tantas medidas como datos o preguntas se quieran contestar (figura 2). De cualquier forma, la instalación de unidades de muestreo permanente, de área definida y con representatividad, para algunos parámetros, pueden constituir una línea de base a partir de la cual acumular información y conocimiento, generando bases de datos robustas para la toma de decisiones.



Figura 2 – Imagen del equipo de campo por oportunidad de la instalación de unidades de muestreo para el monitoreo arbóreo inicial en MONTE ENOC.

Esta es la razón fundamental por la cual se plantea, dentro del programa PAZyMONTE, la estrategia de monitoreo de las especies leñosas, de bosque serrano/cornisa y de quebrada,

mediante unidades de muestreo permanentes, con el objetivo general de caracterizar el bosque nativo y habilitar el monitoreo continuo de las variables alométricas, a corto plazo y las que puedan surgir como interesantes a largo plazo.

7. ¿CUÁLES SON LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA PROPUESTA?

De acuerdo a lo anunciado en el Informe Inicial, los objetivos específicos de este planteo metodológico fueron: **a.** conocer la diversidad de especies leñosas dentro del área de muestreo, estimando los índices de diversidad y de equitatividad; **b.** estimar las variables dendrométricas y dasométricas, por especie y para las comunidades: altura total media, punto de inversión morfológico, abundancia absoluta y relativa, cobertura de copas y área basal de los troncos, el volumen de la madera y estimar biomasa por hectárea; **c.** definir suficiencia muestral para cada variable; **d.** instalar por lo menos 10 unidades de muestreo en cada tipo de bosque; y **e.** organizar un herbario mínimo con las especies leñosas en el centro de visitantes de MONTE ENOC.

A su vez, se avanzó en el establecimiento de una línea de base necesaria para la determinación de la tasa de fijación de carbono del ecosistema, donde, con una visión de largo plazo, la instalación de las unidades de muestreo fue diseñada con el objetivo de que las mismas sean funcionales para un monitoreo permanente.

8. PROPUESTA METODOLÓGICA

La estrategia de trabajo se basó en un diseño de muestreo preferencial estratificado. Esta estratificación se explica en función de los objetivos de largo plazo, orientados al monitoreo de los individuos de forma individualizada, permitiendo obtener datos de su crecimiento y de la variación de la diversidad de especies a lo largo del tiempo, a medida que avanza la sucesión secundaria como respuesta a la estrategia aplicada de restauración pasiva desde 2019.

La primera estratificación del predio se realizó en tres sectores según se puede observar en la figura 3, a saber: el área de **bosque de quebrada** en amarillo, que son tres polígonos, el área del **parque manejado** para el sendero corto con acceso universal (**en adelante: “parque manejado”**), que es de color rojo. Cabe aclarar que esta área quedó excluida de la estrategia de muestreo ya que, en ella, se avanzó en un censo de la totalidad de individuos de leñosas. El resto del predio se corresponde al **bosque serrano/cornisa**, que concierne al polígono azul, sustrayendo a los polígonos amarillos (bosque de quebrada) y el polígono rojo (parque del circuito con acceso universal).

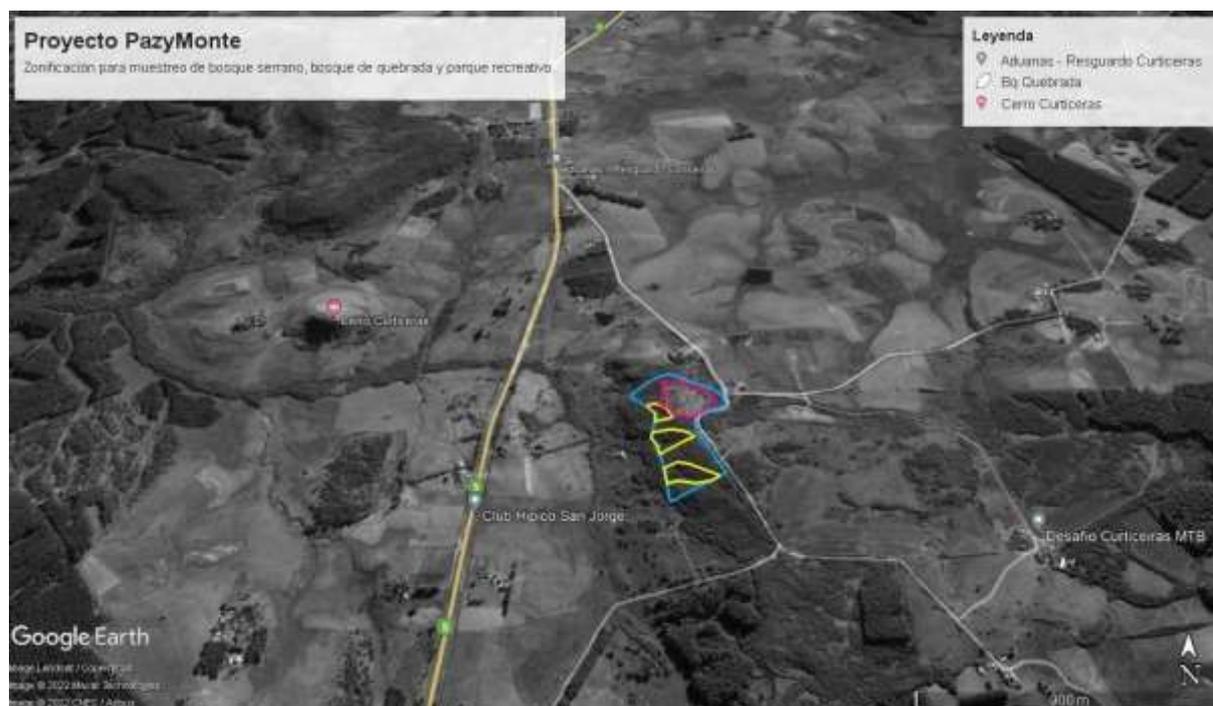


Figura 3 - Imagen de satélite mostrando los límites del predio de MONTE ENOC (azul), los límites del bosque de quebrada (amarillo), el polígono con el parque manejado I (rojo) y el resto del predio se corresponde al bosque serrano. Fuente: elaboración propia a partir de Google Earth Pro ®.

El muestreo, entonces, es preferencial, porque a priori se decidió instalar parcelas, respetando la geomorfología del terreno y se estratificó en bosque de quebrada (polígonos amarillos) y bosque serrano (serrano = azul - menos amarillo - menos rojo). Dentro de cada tipo de bosque también se estratificó; o sea, se separó en base a criterios espaciales, para el caso del bosque de quebrada y en base a criterios temporales (sucesionales) al bosque serrano. Dentro del bosque de quebrada se tienen tres estratos: quebrada 1, 2 y 3; mientras que el bosque serrano se estratificó en tres sectores en función del estado sucesional en: 1. serrano inicial (matorral), 2. serrano intermedio y 3. serrano propiamente dicho, en función de la altura del dosel y de la composición florística (diversidad de leñosas). La estratificación del bosque serrano se realizó *in situ* como resultado del propio muestreo.

En la tabla 1 se presenta el esquema de estratificación con la superficie correspondiente a cada estrato, así como el porcentaje de superficie a muestrear para cada una de las categorías.

Tabla 1. Esquema de muestreo preferencial y la estratificación con la superficie correspondiente a cada estrato, así como el porcentaje de superficie a muestrear para cada una de las categorías del muestreo preferencial.

Tipo de Bosque	Superficie (ha) por tipo de bosque	Estratos	Superficie (ha) por estrato	Superficie muestreo (ha) por estrato	Porcentaje de muestreo por estrato	Número de Parcelas
Bosque Serrano/Cornisa	5	Serrano 1 - inicial (matorral)	5	2000	4%	10
		Serrano 2 - intermedio				
		Serrano 3 - propiamente dicho				
Bosque de Quebrada	2	Quebrada 1	1	800	9%	4
		Quebrada 2	1	1000	9%	5
		Quebrada 3	0	400	10%	2
	2		2	2200	9%	11
Parque Mancjado	3		3	-	-	-
Total	10		10	4200	4%	21

8.1 Ubicación de MONTE ENOC

El predio donde se implementa el programa PAZyMONTE se encuentran a 16 km de la ciudad de Rivera, al noreste de Uruguay. Desde el centro de Rivera, según se muestra en la figura 1. Se conduce por Brigadier Gral. Fructuoso Rivera- Ruta 5, hacia el sur durante 13,5 km hasta parada Mulatiteri (próxima al control fronterizo de la Dirección Nacional de Aduanas). Una vez arribando allí, se gira al este por camino vecinal y se avanza durante 1,5 km. MONTE ENOC está hacia la derecha, según orienta un cartel, que luce la inscripción del nombre del predio y del Programa, según se indica en la figura 4.

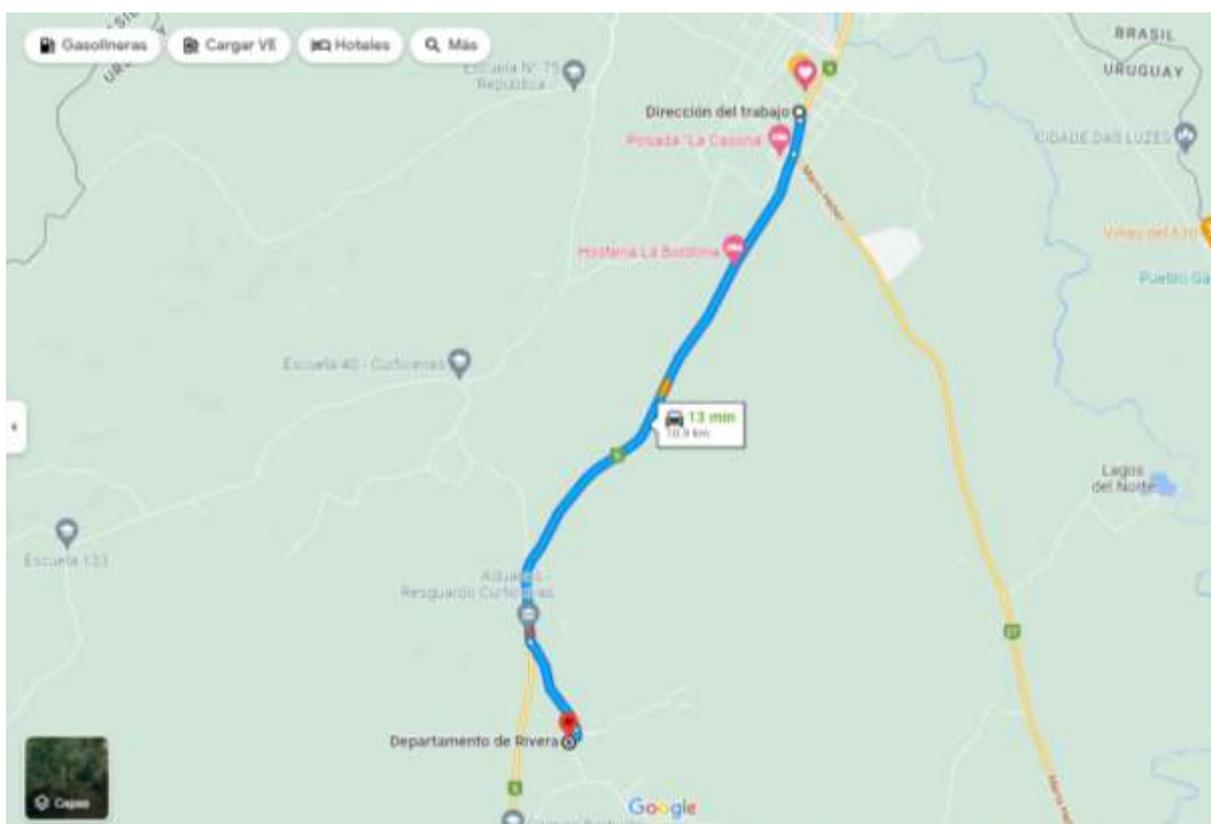


Figura 4 - Esquema rutero mostrando el trayecto posible desde la ciudad de Rivera hasta MONTE ENOC, viajando en automóvil. Fuente: Google Maps ®.

MONTE ENOC forma parte del **corredor biológico** Curticeiras, conformado por una zona núcleo principal y seis parches adyacentes de monte nativo que superan las 200 ha, destacados en color verde claro en la figura 5. Este conjunto unificado de ecosistemas se integra al Bioma Pampa como las Quebradas del Norte, considerando principalmente su localización geográfica y la similitud de conformaciones biológicas y morfológicas que incluye la presencia de extendidos bosques de quebrada.

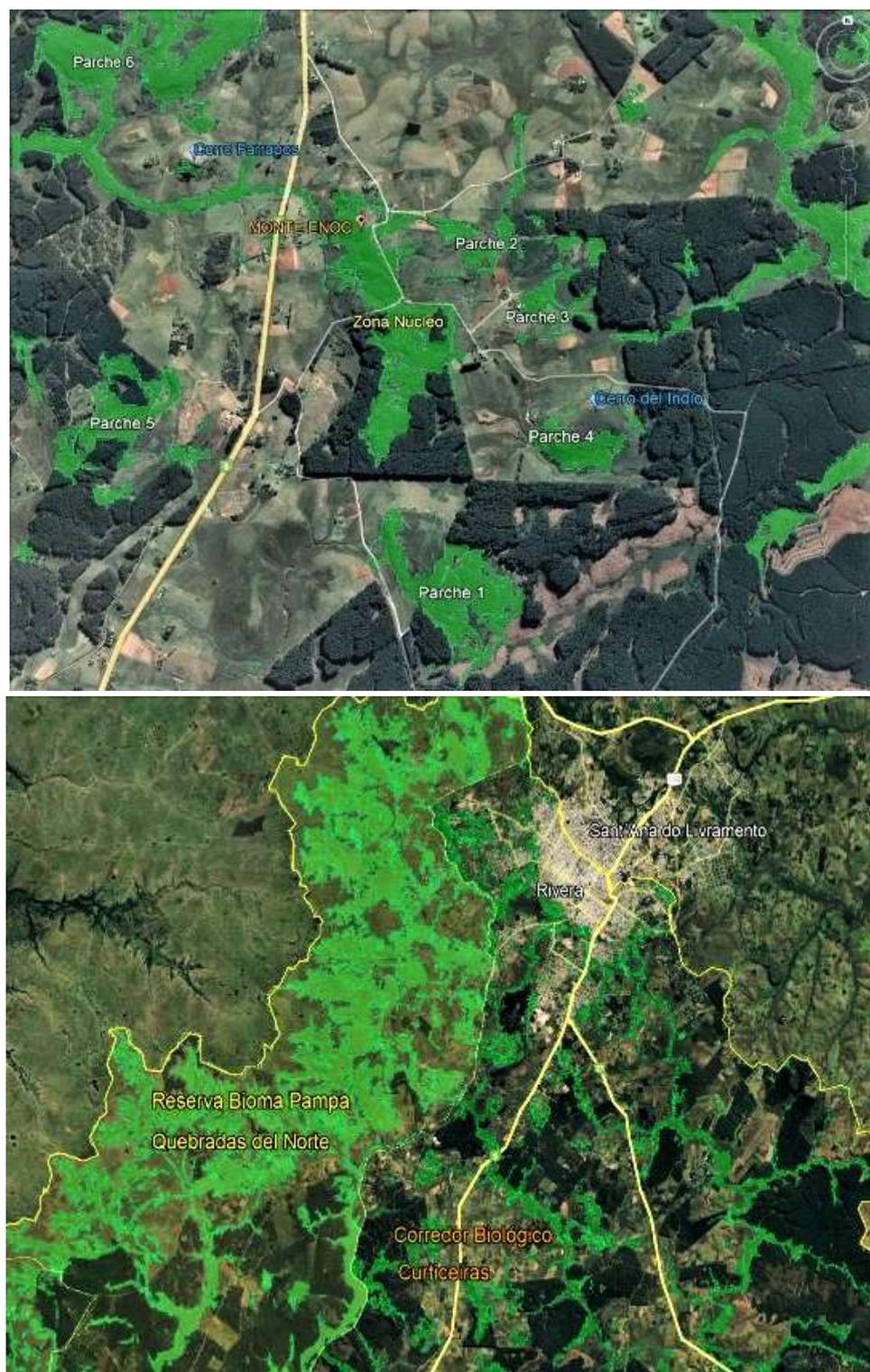


Figura 5 - MONTE ENOC integra el Corredor Biológico Curticeiras dentro del Bioma Pampa en las Quebradas del Norte.

Desde el punto de vista geográfico, el predio se sitúa sobre la cuenca del río Tacuarembó, conformando las nacientes del arroyo de los Farrapos, que desemboca en el anterior con dirección este – oeste. Incluye en su tránsito pequeñas quebradas del front de retroceso de la cuesta basáltica, áreas de cerros areniscos y cornisas, con los bosques típicos ya descritos, ubicando a las cornisas, que son los lugares más elevados del predio a 230 msnm y a los desagües de las pequeñas quebradas a 200 msnm en el campo vecino, donde las quebraditas se convierten en bosque ribereño, conformando el arroyo Farrapos, que corre de este-oeste, atravesando la ruta 5 hacia el río Tacuarembó. En la figura 6 se presenta un extracto de la carta topográfica del Servicio Geográfico Militar - SGM con las cotas altitudinales y la localización del predio (círculo azul claro).

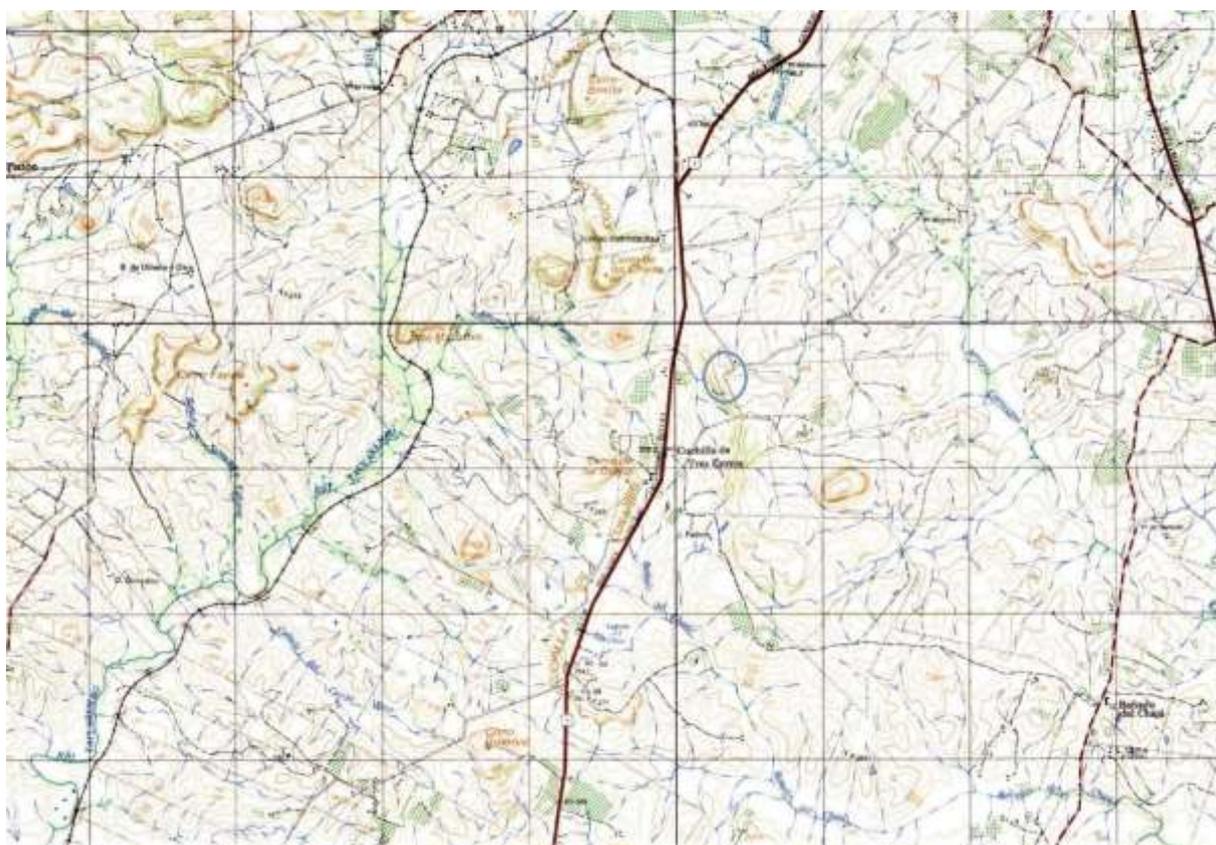


Figura 6 - Segmento de carta topográfica con curvas de nivel y delimitación de MONTE ENOC (círculo Azul). Fuente: extracto de la hoja H de relevamiento topográfico del Servicio Geográfico Militar – SGM del Uruguay.

8.2 Unidades de Muestreo Permanentes

En cada unidad de muestreo, a partir de puntos previamente definidos, se estableció una parcela circular (con el fin de minimizar el efecto de borde), de 200 m² en el bosque de quebrada (Anexo I) y de 100 m² en el serrano (Anexo II), con el objetivo general de tener entre 20 y 50 árboles por unidad de muestreo.

La delimitación de estas parcelas se hizo a partir de una estaca central, desde la cual, con una cinta métrica, se determinó el radio de la parcela de 7.98 m en quebrada y de 5.64 m en serrano.

Cada parcela se instaló identificando aquellos individuos leñosos cuyo diámetro a la altura del pecho (DAP, o sea a 1.30m del suelo) fue mayor o igual a 3cm, (figura 7). El primer árbol de la parcela es aquel que está más cercano al cero grado en la horizontal desde el norte magnético. Luego, se gira en sentido horario en forma angular para marcar a los sucesivos individuos, con el auxilio de una brújula. Los individuos que quedan superpuestos se consideran, primero, los que están más cercanos al centro de la parcela (estaca) y luego se avanza midiendo hacia la periferia de la parcela (borde).



Figura 7 - Imagen de una de las instancias durante la instalación de las parcelas permanentes, en oportunidad de la toma la medida del diámetro a la altura del pecho -DAP.

Dentro de cada parcela se identificaron las especies arbóreas presentes; se les colocó, además, un número correlativo que fue impreso, mediante sistema láser, en una placa madera dura, amarrada en el fuste (tronco), tal como se muestra en la figura 8. Respecto a cada individuo, dentro de la parcela, relevaron los siguientes datos: 1. diámetro a la altura del pecho (DAP a 1.3m del suelo) para cada fuste, 2. diámetro de copa (2 diámetros perpendiculares), 3. distancia del individuo al centro de la parcela, 4. altura total 5. punto de inversión morfológica - PIM y 6. rumbo.



Figura 8 - Imagen de la placa de madera con letra de parcela número del inventario, impresos en láser, utilizada para la identificación de los individuos leñosos dentro de las parcelas. En el caso, se trata de un laurel canela – *Ocotea pulchella*, en bosque de quebrada.

8.3 Indicadores Estimados

8.3.1 Índices de diversidad y de equidad

Se obtuvieron los índices de diversidad y de equidad. A través de estos índices se puede saber el grado de biodiversidad de un determinado ambiente. La diversidad plantea que los ambientes no alterados se caracterizan por tener una alta riqueza, una distribución uniforme de individuos entre las especies y una moderada a alta cantidad de individuos.

Para calcular los valores de biodiversidad se consideran tres componentes de la estructura de la comunidad, la riqueza de especies utilizando los índices de Margalef (R) y Shannon (H').

Índice de Shannon- Wiener (H') (equidad) es el índice más utilizado para medir la diversidad de organismos. Se basa en la abundancia proporcional de las especies y en el número de especies y se define de la siguiente manera: $H = -\sum P_i \ln P_i$, donde: P_i = proporción del número de individuos de la familia "i" con respecto al total de ejemplares (n_i/N).

La dominancia se calcula utilizando el índice de Simpson, que muestra que a medida que el índice se incrementa la diversidad decrece. Se simboliza como (λ) implica un índice de dominancia y se obtiene: $\lambda = \sum p_i^2$, donde: p_i = abundancia proporcional de una especie (n_i/N). A medida que la dominancia se incrementa la diversidad decrece entonces éste índice se presenta a la inversa: $1/\lambda = 1/\sum p_i$

Índice de Berger Parker (D) es un índice de dominancia que varía entre 0 y 1, cuanto más se acerca a 1 significa que mayor es la dominancia y menor la diversidad, se calcula como $D = N_{max} / N$, donde: N_{max} = abundancia de la especie dominante.

La equitatividad tiene que ver con la uniformidad de la distribución de individuos entre las especies. Se utilizó el índice de Pielou que toma valores de Shannon y, por otra parte, la equitatividad, tomando valores de Simpson. Pielou, mide la proporción de la diversidad observada en cada estación con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran 1988). El cálculo se efectuó según la siguiente expresión: $J' = \frac{H'}{H'_{max}}$, donde: $H'_{max} = \ln(S)$ y H' = medida logarítmica de la diversidad.

8.3.2 Cobertura de copas y área basal por especie y por superficie

La cobertura de copa es un indicador importante porque ofrece, de forma cuantitativa, la superficie cubierta por bosque que está siendo creada y, por lo tanto, cuantifica la transformación del sistema degradado a un sistema de bosque. Se estima midiendo los diámetros de la copa N-S y con la copa E-W promediando dichos valores y sumando la superficie para cada especie y para el total del bosque, expresado en m²/ha.

El área basal por especie refiere a la superficie que ocupan los fustes (troncos) de cada individuo con la siguiente fórmula: $\text{área basal (m}^2\text{)} = \left(\frac{DAP}{2/100}\right)^2 \cdot \text{PI}$, luego se suma por especie y se expresa en m²/ha.

8.3.3 Altura total y punto de inversión morfológico por especie y para el dosel del bosque

La altura total es un dato de campo y se mide para cada individuo en la parcela; luego, se expresa como altura media por hectárea y por especie, así como también se utiliza para estimar el volumen.

El Punto de Inversión Morfológica - PIM tiene que ver con la arquitectura del árbol. Se considera un punto sintomático de la interacción entre la ontogenia del árbol y el sistema ecológico del bosque donde crece. Este punto se ubica en la primera bifurcación del tronco, es decir, donde el árbol cambia su estrategia de crecer en altura y pasa a priorizar el ensanchamiento de la copa para captar más luz solar. Es por esta razón que este punto merece el nombre de punto de inversión morfológico (Oldeman, 1975).

8.3.4 Volumen de madera por especie y por superficie de bosque

Para estimar el volumen de madera de cada árbol se considerará la ecuación: $v \text{ (m}^3\text{)} = \pi \cdot r^2 \cdot \text{ht} \cdot \text{ff}$, donde r: radio a la altura del pecho (1.30m), ht: altura total del árbol (m) y ff: factor forma (0,7)

Luego de haber obtenido el volumen para cada árbol se realiza la sumatoria de los volúmenes individuales, por especie y el volumen de madera por hectárea, en función del número de árboles por especie y por hectárea estimados en el muestreo.

8.3.5 Biomasa por especie y del bosque

El cálculo de la biomasa por especie se realizó mediante la sumatoria de las biomásas calculadas para cada uno de los individuos identificados en las parcelas, en función del volumen que ocupan (parámetros alométricos) y de su peso específico detallado en la tabla 2.

Para realizar este cálculo se utilizó una tabla de peso específico para cada especie y la fórmula: biomasa por especie (t/ha) = $(v \text{ (m}^3/\text{ind)} \cdot \text{peso específico (gr/cm}^3) / \text{superficie parcela (m}^2)) \cdot 10000 \text{ (m}^2)$.

El peso específico es una característica estructural de cada especie, y corresponde al peso de la biomasa de esa especie, que ocupa un volumen determinado, expresado en gr/cm^3 .

Para muchas de las especies presentes en MONTE ENOC, la bibliografía presenta los valores de los pesos específicos máximos, mínimos y promedio. Para otras, se debió utilizar el peso específico promedio del género o la familia, según se muestra en la tabla 2.

Finalmente, el cálculo de la biomasa del bosque se obtuvo multiplicando el valor por hectárea de la biomasa de cada especie en función de su abundancia relativa y del área de cobertura según el tipo de bosque.

8.4 Censo del Bosque Serrano Manejado

En este caso, se tomaron del censo se identificaron las especies arbóreas presentes (Anexo III); se les colocó, además, una placa de madera con número correlativo impreso en láser, amarrada en el fuste. A cada individuo del parque se le tomó los siguientes datos: 1. diámetro a la altura del pecho (DAP a 1.3m del suelo) para cada fuste, 2. diámetro de copa (2 diámetros perpendiculares) y 3. altura total. Una imagen del sector donde se realizó el censo se presenta en la figura 9.

Los cálculos realizados para el censo son los mismos que se hicieron para el muestreo.



Figura 9 – Imagen ilustrativa del área de bosque serrano manejado como parque donde se realizó el censo de individuos.

Tabla 2 - Peso específico por especie en gr/cm³ – nombre común - por familia y según la fuente de información. Poner la tabla con la primera columna bien

Especie	Familia	Peso específico (gr/cm ³)	Fuente
Aruera	Anacardiaceae	1,075	Senyszyn, 1989
Arrayán	Myrtaceae	1,030	Senyszyn, 1989
Azarero	Symplocaceae	0,786	valor promedio general (Senyszyn, 1989)
Blanquillo	Euphorbiaceae	0,785	Senyszyn, 1989
Caà-obetí	Malvaceae	0,665	Senyszyn, 1989
Cambará	Asteraceae	0,786	valor promedio general (Senyszyn, 1989)
Camboatá	Sapindaceae	0,730	Senyszyn, 1989
Camboatá blanco	Sapindaceae	0,730	valor promedio para Sapindaceae (Senyszyn, 1989)
Cambuí	Myrtaceae	1,118	valor promedio para Myrtaceae (Senyszyn, 1989)
Canelón ferrugíneo	Primulaceae	0,820	Senyszyn, 1989
Carne de Vaca	Styracaceae	0,590	Silva et al. Sci. For., Piracicaba, v. 43, n. 108, p. 943-953, dez. 2015
Chal Chal	Sapindaceae	0,740	Senyszyn, 1989
Chirca blanca	Asteraceae	0,786	valor promedio general (Senyszyn, 1989)
Chirca negra	Asteraceae	0,786	valor promedio general (Senyszyn, 1989)
Coca Nativa	Erythroxylaceae	0,786	valor promedio general (Senyszyn, 1989)
Congorosa	Celastraceae	0,786	valor promedio general (Senyszyn, 1989)
Coronilla	Rhamnaceae	1,265	Senyszyn, 1989
Duraznero bravo	Rosaceae	0,760	forestalmaderero.com/articulos/item/tabla-de-densidad-de-maderas.html
Envira	Thymelaeaceae	0,786	valor promedio general (Senyszyn, 1989)
Espina amarilla	Berberidaceae	0,786	valor promedio general (Senyszyn, 1989)
Guamirín	Myrtaceae	1,118	valor promedio para Myrtaceae (Senyszyn, 1989)
Guayabo blanco	Myrtaceae	0,950	Senyszyn, 1989
Guayabo del país	Myrtaceae	1,118	valor promedio para Myrtaceae (Senyszyn, 1989)
Higuerón	Moraceae	0,465	Senyszyn, 1989
Laurel amoenun	Lauraceae	0,715	Senyszyn, 1989
Laurel canela	Lauraceae	0,470	forestalmaderero.com/articulos/item/tabla-de-densidad-de-maderas.html
Laurel de río	Lauraceae	0,485	Senyszyn, 1989
Laurel negro	Lauraceae	0,555	Senyszyn, 1989
Lechero	Euphorbiaceae	0,690	Senyszyn, 1989
Molle ceniciento	Anacardiaceae	0,897	valor promedio para Anacardiaceae (Senyszyn, 1989)
Molle comun	Anacardiaceae	0,840	Senyszyn, 1989
Molle enano	Anacardiaceae	0,840	Senyszyn, 1989
Murta	Myrtaceae	1,118	valor promedio para Myrtaceae (Senyszyn, 1989)
Naranja	Rutaceae	0,860	valor promedio para Rutaceae (Senyszyn, 1989)
Palo cruz	Rubiaceae	0,786	Senyszyn, 1989
Palo jabón	Quillajaceae	0,900	Senyszyn, 1989
Peine de mono	Bignoniaceae	0,786	valor promedio general (Senyszyn, 1989)
Pindó	Arecaceae	0,786	valor promedio general (Senyszyn, 1989)
Pitanga	Myrtaceae	1,150	Senyszyn, 1989
Plumerillo rojo	Fabaceae	0,786	valor promedio general (Senyszyn, 1989)
Sucará común	Salicaceae	0,850	Senyszyn, 1989
Sucará peludo	Salicaceae	0,850	Senyszyn, 1989
Tala	Cannabaceae	0,715	Senyszyn, 1989
Tala gateador	Cannabaceae	0,715	Senyszyn, 1989
Tarumán	Verbenaceae	0,850	Senyszyn, 1989
Tembetará	Rutaceae	0,860	Senyszyn, 1989
Uña de gato	Smilacaceae	0,786	valor promedio general (Senyszyn, 1989)
Yerba pajarito	Loranthaceae	0,660	valor promedio general (Senyszyn, 1989)

8.5 Stock de Carbono fijado

Para realizar el cálculo del carbono fijado por hectárea en los tres tipos de bosque y en el total del predio, se utilizó el valor obtenido en cada estrato, multiplicándolo por la superficie total de cada tipo de bosque.

El carbono se calculó como el 50% del valor de la biomasa, estimándose para cada especie y, luego, se sumaron los valores de cada parcela y se expandieron a la hectárea, para expandirlo por tipo de bosque.

8.6 Tamaño de muestra

Con los datos de cada variable se estimó la suficiencia muestral con las fórmulas:

Primero el error:

$E = LE * \text{media (de cada variable)}$

LE = límite de error en general es 0,2 (20%)

Y tamaño de la muestra con la fórmula:

$$N = \frac{S^2 * t^2}{E^2}$$

N= número ideal de muestras para casa Variable.

S^2 = varianza de la media para la variable en consideración

t= valor tabulado para determinado nivel de significancia (95%)

La suficiencia de muestreo para diversidad se realizó a partir de la curva especies/área o curva del colector.

9. RESULTADOS OBTENIDOS

9.1 Florística

La florística refiere a la cantidad de especies de un lugar. Es un indicador sencillo, pero importante, siempre y cuando se entienda el marco de su aplicación y comparación. Sobre todo, desde el punto de vista de la conservación es un buen indicador inicial de estatus de sanidad ecológica de un ecosistema. Considerando sobre todo que la conservación de las plantas es vital para la existencia de la vida en la tierra debido a su capacidad de captar la energía del sol y fijarla como carbono, ya que son la vía de entrada de la energía al sistema, a través del proceso de fotosíntesis. Hay un total de más de medio millón de especies de plantas en el mundo, entre plantas con flores - angiospermas, algas, helechos, coníferas, musgos y hepáticas. Cada especie realiza diferentes funciones ecológicas en diferentes ecosistemas y tiene diferentes usos o usos potenciales para la humanidad. Por lo tanto, para sostener la supervivencia de la vida en el planeta se vuelve fundamental que las técnicas de conservación de todas las plantas apunten a preservar tantas especies como sea posible (Prance, 2000).

En el presente trabajo, a partir de las unidades de muestreo - parcelas y del censo del bosque serrano en el área de parque manejado, se generó una lista de especies leñosas. En la tabla 3 están mencionadas las especies comunes a ambos tipos de bosque, quebrada y serrano, las exclusivas del bosque serrano y las exclusivas de bosque de quebrada.

Se observa que los dos tipos de bosque en conjunto alcanzaron una florística compuesta por 48 especies, de las cuales 10 de ellas son comunes a ambos. Entre las especies más conspicuas están la aruera y el molle - *Lithraea molleoides* y *Schinus longifolius* - Anacardiaceae, la yerba de pajarito - *Tripodanthus acutifolius*, la espina amarilla - *Berberis laurina*, el arrayán - *Blepharocalyx salicifolius* y el guayabo del país - *Acca sellowiana*, Myrtaceae, el palo jabón - *Quillaja brasiliensis* – Quillajaceae, el chal chal - *Allophylus edulis* Sapindaceae, el duraznero bravo - *Prunus subcoriácea* – Rosaceae y el sucará - *Xylosma tweediana* – Salicaceae.

Por otro lado, como especies exclusivas del bosque serrano están, entre las más destacadas, el molle ceniciento - *Schinus lentiscifolius* y el molle enano - *Schinus engleri* Anacardiaceae, sumando 8 especies en esa categoría.

En las tres quebradas de Monte Enoc hay 30 especies exclusivas entre las que predominan los laureles como *Aiouea amoena*, *Ocotea pulchella*, *Nectandra angustifolia* y *Ocotea acutifolia*, el

coronilla - *Scutia buxifolia*, el tembetarí - *Zanthoxylum fagara*, el camboatá - *Cupania vernalis* y el plumerillo - *Calliandra tweediei*.

En Uruguay existen más de 2750 especies de plantas según Marchesi, (2005) y Alonso & Bassagoda, (2002) citados por Brussa y Grela, (2007), que se distribuyen en 150 familias, por lo que representan una riqueza superior a la de la provincia de Buenos Aires y similar a la de Entre Ríos y Corrientes, si comparados con datos de Zuloaga et al (1999), citado por los mismos autores.

Alrededor del 10% de las especies de plantas en Uruguay son árboles o arbustos según Marchesi (2005), donde la relación especies leñosas por familia es de un 20% (cuyas familias están totalmente compuestas por especies leñosas), pero además los bosques en territorio posee algunas características relevantes como ser: alta riqueza de especies en consideración con la latitud, marcada diferenciación de la composición florística norte – sur y este - oeste, alta fragmentación en todo el territorio, clara zonificación microclimática en xerófilas (plantas que se adaptan a lugares con déficit hídrico), higrófilas (especies que crecen favorecidas por ambiente húmedos, sobre todo con elevada humedad del suelo) y méxicas (especies que crecen en ambientes con suelos húmedos pero nunca anegados) aun dentro del mismo tipo de bosque, predominio de bosque secundarios, importante invasión de especies leñosas no nativas, principalmente en el sur, donde en muchos casos han sustituido a las nativas Brussa y Grela, (2007).

Otra característica del territorio uruguayo respecto a la distribución de las especies leñosas es que dada su localización geográfica, hay muchas especies leñosas que presentan sus extremos o límites de distribución de sus áreas naturales, austral para las subtropicales y oriental para las chaqueñas, de esta manera las poblaciones de especies comprendidas en esta situación estarían albergando extremos de variabilidad genética de gran importancia a considerar en posibles programas de mejoramiento genético y conservación de germoplasma (Brussa et al, 1993).

Para 32 parcelas permanentes de bosque nativo de todo Uruguay de 1000 m², Ramírez y Säumel, (2022) obtuvieron valores que van entre 7 y 38 especies por parcela. Por tanto, Monte Enoc está en el rango de los máximos valores 18 y 38 especies, para serrano y quebrada, respectivamente.

Tabla 3 - Especies comunes a ambos tipos de bosque (quebrada y serrano), exclusivas de bosque serrano y exclusivas de bosque de quebrada: nombre común, nombre científico, familia, tipo y bosque: Q. quebrada; S: serrano.

	Especie Nombre Común	Especie Nombre Científico	Familia	Tipo	Q	S
1	Aruera	<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	Anacardiaceae	Nativa	1	1
2	Molle común	<i>Schinus longifolius</i> Speg.	Anacardiaceae	Nativa	1	1
3	Espina amarilla	<i>Berberis laurina</i> Thunb.	Berberidaceae	Nativa	1	1
4	Yerba pajarito	<i>Tripodanthus acutifolius</i> (Ruiz & Pav.) Tiegh.	Loranthaceae	Nativa	1	1
5	Arrayán	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	Myrtaceae	Nativa	1	1
6	Guayabo del país	<i>Acca sellowiana</i> (O.Berg) Burret	Myrtaceae	Nativa	1	1
7	Palo jabón	<i>Quillaja brasiliensis</i> (A. St.-Hil. & Tul.) Mart.	Quillajaceae	Nativa	1	1
8	Duraznero bravo	<i>Prunus subcoriacea</i> Koehne	Rosaceae	Nativa	1	1
9	Sucará común	<i>Xylosma tweediana</i> (Clos) Eichlam	Salicaceae	Nativa	1	1
10	Chal Chal	<i>Allophylus edulis</i> Radlk. ex Warm.	Sapindaceae	Nativa	1	1
11	Molle ceniciento	<i>Schinus lentiscifolius</i> Marchand	Anacardiaceae	Nativa		1
12	Molle enano	<i>Schinus engleri</i> F.A. Barkley	Anacardiaceae	Nativa		1
13	Pindó	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Arecaceae	Nativa		1
14	Chirca blanca	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	Asteraceae	Nativa		1
15	Chirca negra	<i>Acanthostyles buniifolius</i> (Hook. & Am.) R.M.King & H.Rob.	Asteraceae	Nativa		1
16	Coca Nativa	<i>Erythroxylum myrsinites</i> Mart.	Erythroxylaceae	Nativa		1
17	Uña de gato	<i>Smilax campestris</i> Griseb.	Smilacaceae	Nativa		1
18	Envira	<i>Daphnopsis racemosa</i> Griseb.	Thymelaeaceae	Nativa		1
19	Cambará	<i>Moquiniastrium polymorphum</i> subsp. <i>polymorphum</i>	Asteraceae	Nativa		1
20	Peine de mono	<i>Amphilophium carolinae</i> (Lindl.) L.G.Lohmann	Bignoniaceae	Nativa		1
21	Tala	<i>Celtis tala</i> Gillies ex Planch.	Cannabaceae	Nativa		1
22	Tala gateador	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	Cannabaceae	Nativa		1
23	Congorosa	<i>Maytenus ilicifolia</i> Mart. ex Reissek	Celastraceae	Nativa		1
24	Blanquillo	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B.Sm. & Downs	Euphorbiaceae	Nativa		1
25	Lechero	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	Euphorbiaceae	Nativa		1
26	Plumerillo rojo	<i>Calliandra tweediei</i> Benth.	Fabaceae	Nativa		1
27	Laurel amoenuñ	<i>Aiouea amoena</i> (Nees & Mart.) R.Rohde	Lauraceae	Nativa		1
28	Laurel canela	<i>Ocotea pulchella</i> Mart.	Lauraceae	Nativa		1
29	Laurel de río	<i>Nectandra angustifolia</i> (Schrad.) Nees & Mart.	Lauraceae	Nativa		1
30	Laurel negro	<i>Ocotea acutifolia</i> (Nees) Mez	Lauraceae	Nativa		1
31	Caà-obetí	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Malvaceae	Nativa		1
32	Higuerón	<i>Ficus luschnathiana</i> Miq.	Moraceae	Nativa		1
33	Cambuí	<i>Myrcia selloi</i> (Spreng.) N.Silveira	Myrtaceae	Nativa		1
34	Guamirim	<i>Myrciaria tenella</i> (DC.) O.Berg	Myrtaceae	Nativa		1
35	Guayabo blanco	<i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess.	Myrtaceae	Nativa		1
36	Murta	<i>Myrceugenia glaucescens</i> (Cambess.) D.Legrand & Kausel	Myrtaceae	Nativa		1
37	Pitanga	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Myrtaceae	Nativa		1
38	Canelón ferrugíneo	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	Primulaceae	Nativa		1
39	Coronilla	<i>Scutia buxifolia</i> Reissek	Rhamnaceae	Nativa		1
40	Palo cruz	<i>Guettarda uruguayensis</i> Cham. & Schtdl	Rubiaceae	Nativa		1
41	Naranja	<i>Citrus aurantium</i> L.	Rutaceae	Exótica		1
42	Tembetari	<i>Zanthoxylum fagara</i> subsp. <i>culantrilo</i> (Kunth) Reynel	Rutaceae	Nativa		1
43	Sucará peludo	<i>Xylosma schroederi</i> Sleumer ex Herter	Salicaceae	Nativa		1
44	Camboatá	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Sapindaceae	Nativa		1
45	Camboatá blanco	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Sapindaceae	Nativa		1
46	Carne de Vaca	<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	Styracaceae	Nativa		1
47	Azadero	<i>Symplocos uniflora</i> Benth.	Symplocaceae	Nativa		1
48	Tarumán	<i>Citharexylum montevidense</i> Moldenke	Verbenaceae	Nativa		1

Por su parte, los resultados del presente relevamiento son destacables, pues se muestra una relación especies/familia de 58%, con 48 especies que se distribuyen 28 familias. Ello indica una

alta diversidad dado que la relación especies/familia es muy alta. Las familias presentes en MONTE ENOC, en función de la cantidad de especies son: Myrtaceae (7), Anacardiaceae y Lauraceae (4), Asteraceae y Sapindaceae (3), Cannabaceae, Euphorbiaceae, Rutaceae y Salicaceae (2); y el resto con una sola especie, según se puede observar en la figura 10, donde, además, figura la distribución de las mismas, en función del tipo de bosque, observándose que Myrtaceae es muy diversa en bosque de quebrada; Anacardiaceae, por su parte, en bosque serrano y que Lauraceae está igualmente representada en ambos componentes.

Indicando una escasa diversidad por familia y muchas familias, lo que significa que estamos en el borde de distribución fitogeográfica de muchas familias leñosas donde sus representantes, las especies, resultan escasas. Las familias que presentan una sola especie son: Arecaceae, Berberidaceae, Bignoniaceae, Celastraceae, Erythroxylaceae, Fabaceae, Loranthaceae, Malvaceae, Moraceae, Primulaceae, Quillajaceae, Rhamnaceae, Rosaceae, Rubiaceae, Smilacaceae, Styracaceae, Symplocaceae, Thymelaeaceae y Verbenaceae.

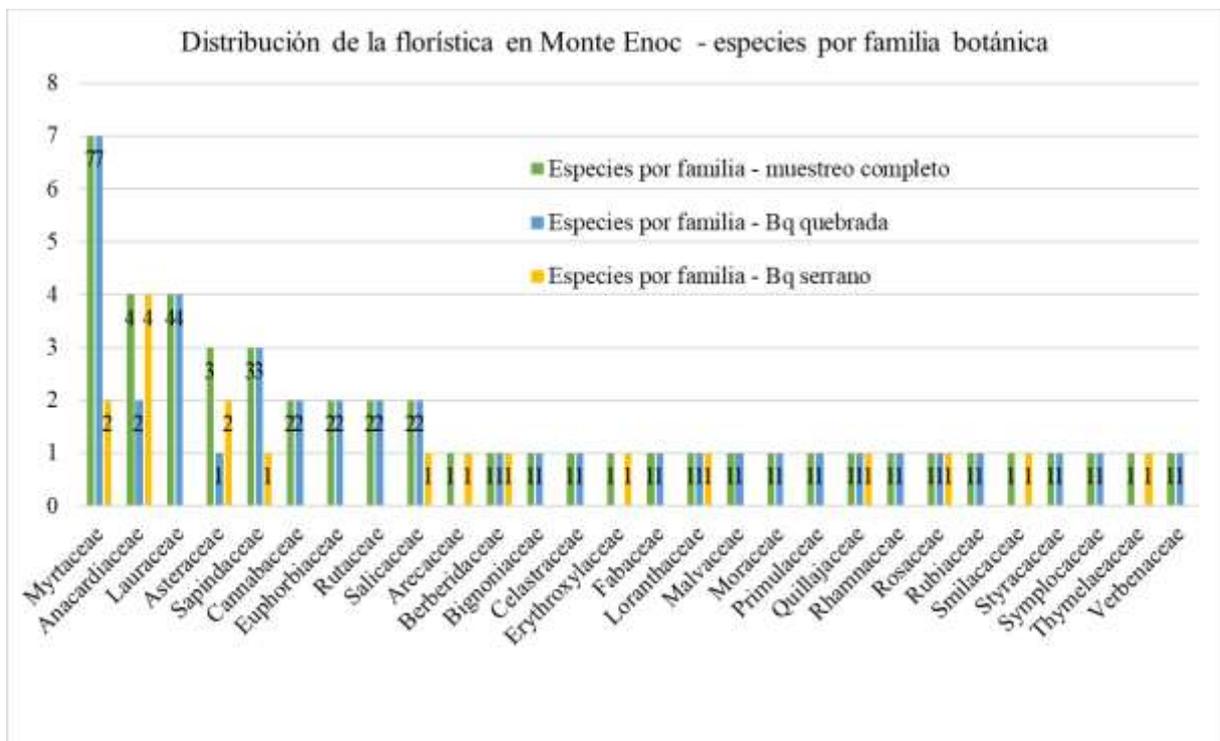


Figura 10 - Especies por familia para cada tipo de bosque y para el muestreo + censo total.

Finalmente, según Soutullo et al (2013), donde se definen las especies prioritarias para la conservación en Uruguay, de vertebrados, moluscos continentales y plantas vasculares, hay dos especies que aparecen en el relevamiento de las parcelas permanentes y del censo que están dentro de la lista de especies prioritarias para la conservación en el país: el sucará - *Xylosma*

schroederi Sleumer ex Herter - Salicaceae y el cambuí - *Myrciaria tenella* (DC.) O. Berg – Mytaceae.

9.2 Herbario

Si bien se han recolectado muestras de las especies leñosas registradas y se ha realizado un relevamiento fotográfico pormenorizado de las mismas, para la confección final del herbario es necesario tener también muestras de flores y frutos (fundamentales para su identificación). Dadas las características de nuestros bosques, estos estadios se dan principalmente en primavera (octubre – diciembre), por lo que se deberá aguardar a esa estación para instalar el herbario en el Centro Interpretativo de MONTE ENOC.

En esta etapa surgirá una nueva lista de especies complementaria a la presentada en este informe, conteniendo una serie de especies que están creciendo fuera de las unidades de muestreo, pero que sí están dentro del predio y, además, están consideradas en la lista de especies de plantas vasculares prioritarias para la conservación en Uruguay, como ser la *Agarista eucalyptoides* (Cham. & Schltdl.) G.Don, Ericaceae, la cual está ubicada en el grupo 16 de Agrupamiento para el Análisis de Amenazas – AAA: plantas vasculares de roquedales.

9.3 Diversidad y Equitatividad

Se estimó la diversidad de especies leñosas dentro del área de muestreo, a través del cálculo de los índices de diversidad y de equitatividad. Estos indicadores son útiles tanto para comparar entre las diferentes comunidades dentro de MONTE ENOC, como con comunidades de bosque nativo en la región y, en general, del territorio más amplio del Bioma Pampa.

La diferencia entre la riqueza de especies y su diversidad radica en que la riqueza se refiere al número de especies pertenecientes a un determinado grupo existente en una determinada área y la diversidad considera tanto al número de especies como también al número de individuos, o sea, la abundancia de cada especie existente en un determinado lugar (Todd, 2000). De esta forma, los índices comprimen mucha información que puede ser más útil si se analiza de manera diferente. A pesar de ello, los estudios florísticos y ecológicos los utilizan como una herramienta para comparar la diversidad de especies, ya sea entre tipos de hábitat, tipos de bosque, etc.

En tal sentido, existen más de 20 índices de diversidad, cada uno con sus ventajas y desventajas. Los más utilizados son el índice de Shannon-Wiener, el de Simpson y la Equitatividad (Todd, 2000)., que son los que se emplean en el presente informe.

9.4 Índices de diversidad y de equidad

Se analizaron los índices de diversidad de Margalef (R), Shannon (H') y de Simpson (D) y, por otra parte, los índices de abundancia de Berger Parker y Pielou y la Equitatividad, en formato de índice, complementado por el diagrama de dominancia.

En la tabla 4 se puede observar la elevada diversidad del bosque de quebrada (H'3,1), indicadores que relacionan la cantidad de especies (35) en relación con la cantidad de individuos (429). Mientras que, en las áreas de bosque serrano, tanto en el "propriadamente dicho" (H'2,0) como en el "parque manejado" (H'1,6) es sustancialmente menor, pero aun así, presentan una diversidad alta, en comparación con este tipo de formación en el resto del Uruguay, como se verá más adelante, cotejando con valores de publicaciones sobre bosques del territorio.

En la figura 11 en el diagrama de abundancia se observa cómo el bosque de quebrada distribuye la ocupación del territorio en muchas especies. Además de una muy elevada diversidad, ello aporta un gran equilibrio de esa diversidad, distribuida en una cantidad de árboles ecuánime entre especies. Por ello, presenta un bajo índice de abundancia, o sea, que no hay una especie que domine sobre las demás, reflejado en el bajo valor de Berger Parker (0,08). En el otro extremo están los valores del bosque serrano (0,47), con muy pocas especies (9) y en una situación intermedia, el bosque serrano manejado con 13 especies (0,09). En el caso del bosque serrano propriadamente dicho, los valores han de mejorar, porque no se ha agotado aún el número de parcelas a instalar, o sea, que para el bosque serrano hay un efecto del tamaño de muestra, como ya sea ha comentado en el párrafo anterior.

De acuerdo con Ramírez y Säumel, (2022), quienes obtuvieron el valor del índice de Shannon de entre 1,9 y 3,43, con un promedio de 2,48 para todo el Uruguay, para 32 parcelas permanentes de bosque nativo instaladas en diversas cuencas en territorio nacional, y para el conjunto de individuos (juveniles y adultos), las parcelas eran de 1000 m². Cada parcela se subdividió en 3 subparcelas de 200 m², en las que se registraron las plantas adultas y 9 subparcelas de 9 m², en las que se registraron las plantas juveniles, clasificándose las leñosas según el diámetro en el pecho altura (dap) en adultos (dap ≥ 5 cm) y en juveniles (dap < 5 cm). En tal sentido, el presente informe arrojó un valor superior a la media del país (H' 3,1) de valor de índice de Shannon para

bosque de quebrada y menor ($H'_{2,0}$) para bosque serrano, por lo que se puede aseverar que: el bosque de quebrada en MONTE ENOC está entre los más diversos del país, estando entre los indicadores más elevados; el bosque serrano está en valores inferiores, probablemente debido, fundamentalmente, a que en el muestreo de bosque serrano aún se ha alcanzado la suficiencia muestral (ver capítulo correspondiente en el presente informe) . Por otra parte, las parcelas medidas por Ramírez y Säumel, (2022), fueron en bosque de galería/quebrada y no en bosque serrano, que es típicamente más pobre.

Tabla 4 - Índices de diversidad, abundancia y equitatividad para cada estrato de bosque nativo, quebrada, serrano y serrano manejado.

	Diversidad			Abundancia	Equitatividad	
	Magalef ®	Shannon (H')	Simpson (1-D)	Berger Parker	Pielou (J)	Equitatividad (E)
Bosque de Quebrada (Cuace y Cumbre)	6,1	3,1	0,94	0,08	0,87	0,48
Bosque Serrano (propriadamente dicho)	2,7	2,0	0,84	0,47	0,90	0,68
Bosque Serrano - Parque Manejado	2,4	1,6	0,70	0,09	0,62	0,26

Piaggio y Delfino (2009), en el bosque ribereño del arroyo Corrales en Minas de Corrales, a 65 km de MONTE ENOC en Rivera, con un muestreo de 15 transectos perpendiculares al cauce de arroyo, utilizando el método del punto centrado y midiendo los individuos arbóreos con más de 5 cm de diámetro a la altura del pecho y más de 1,30 m de altura, registraron 43 especies arbóreas y arbustivas, pertenecientes a 19 familias, siendo las familias más representativas las Myrtaceae (7), Fabaceae y Euphorbiaceae (6), Anacardiaceae (4) y Rubiaceae (3). Las especies con mayor valor de importancia fueron el blanquillo y la pitanga - *Sebastiania commersoniana* y *Eugenia uniflora*.

Guido y López (2011), en el estudio de la composición florística y estructura del componente leñoso del bosque del río Queguay Grande en Paysandú, realizado también con el método del cuadrante centrado, midieron todas las leñosas con un diámetro a la altura del pecho ≥ 2 cm y obtuvieron el registro de 18 especies, en 13 familias, todas nativas, siendo la familia Myrtaceae (4) la más representada, seguida de las Fabaceae (3). Las especies que presentaron mayor importancia fueron *Ruprechtia* sp. dos especies de viraró - *R. salicifolia* y *R. laxiflora*, pitanga - *Eugenia uniflora*, blanquillo - *Sebastiania commersoniana* y el palo de hierro - *Myrrhinium atropurpureum* var. *octandrum*, con un índice de diversidad de Shannon-Wiener de $H' 2,46$.

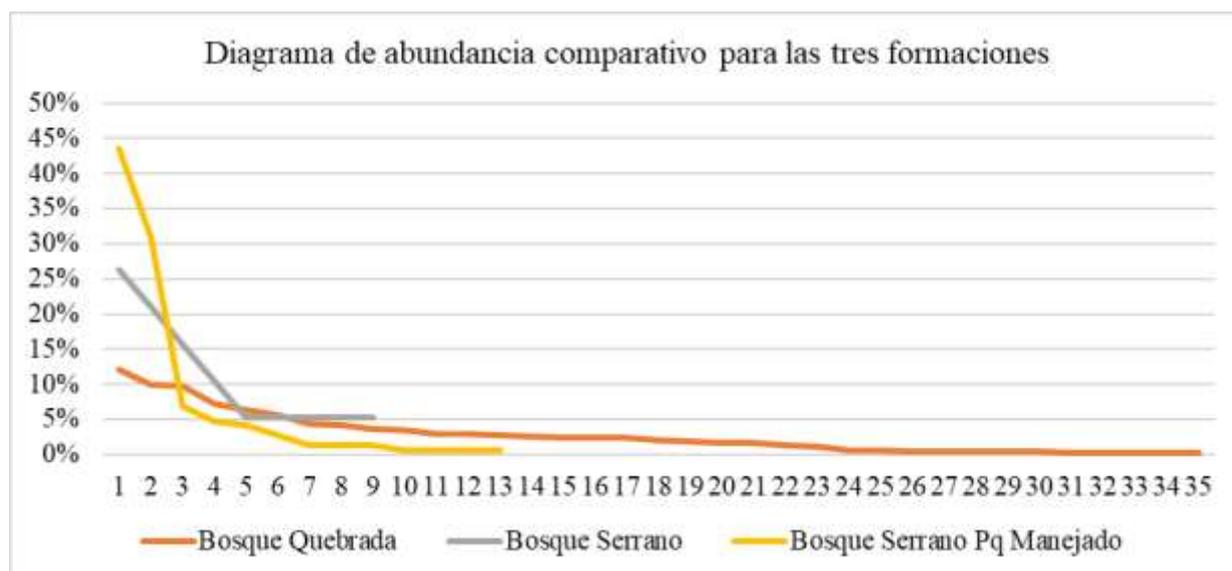


Figura 11 - Diagrama de abundancia con la cantidad de especies (abundancia relativa) en función del número de individuos por especie (posición relativa de la especie con mayor cantidad de individuos).

En el caso del bosque serrano propiamente dicho, los valores han de mejorar, porque no se ha agotado aun el número de parcelas a instalar. O sea, para el bosque serrano hay un efecto del tamaño de muestra, que no es despreciable.

En bosque de quebrada la especie con mayor número de individuos es la coronilla (12%), seguidos de la aruera (10%) y del laurel canela (10%), con valores muy inferiores a los reflejados en los dos tipos de bosque serrano evaluados, ya que las tres especies se encuentran en el entorno del 10% de los individuos relevados. Sin embargo, en el bosque serrano propiamente dicho las tres especies más abundantes que son la carne de vaca (26%), el laurel canela (21%) y el arrayán (16%), ya en el serrano manejado como parque el 45% de los individuos se corresponden con una sola especie, el molle ceniciento, por su parte le sigue la aruera con 31% y finalmente el arrayán con 5%, figura 12.

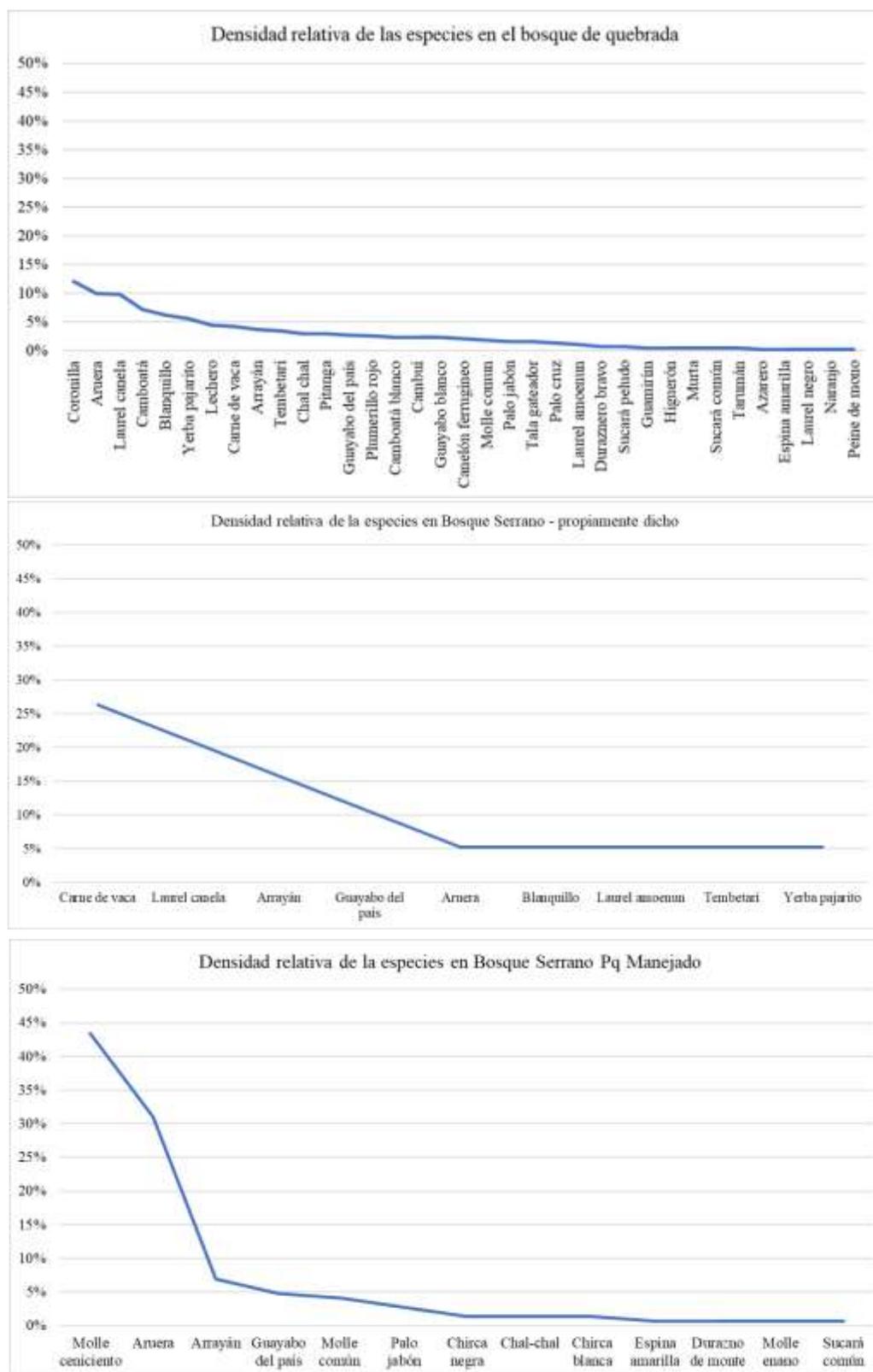


Figura 12 - Diagrama de abundancia relativa del número de individuos por especie por tipo de bosque.

9.5 Variables Dendrométricas y Dasométricas

9.5.1 Abundancia por tipo de bosque

Se determinó el número de árboles por hectárea, total y por especie (tabla 5). El parque manejado presentó una densidad de 73 árboles por hectárea, 4000 árboles/ha en bosque serrano propiamente dicho, 2950 y 2188 árboles/ha, en bosque de quebrada cumbre y cauce, respectivamente.

También se analizó el número de árboles por hectárea para todo el bosque de MONTE ENOC, indistintamente del tipo bosque. En tal sentido, en la figura 13 se observa que la especie que domina el sistema es la *Ocotea pulchella* – laurel canela, le siguen la coronilla, luego la aruera y la carne de vaca. Es importante, asimismo, la cantidad de árboles secos, lo que implica gran abundancia de nichos ecológicos para los animales que habitan ese territorio, pero también se observó que hubo un afecto en la muerte de árboles en pie por la fase de seca provocada por el ciclo de La Niña del ENSO, especialmente de árboles laurel canela en la zona de bosque serrano propiamente dicho y en la cumbre de las quebradas, muy probablemente a raíz de la superficialidad del suelo, lo que implica una baja capacidad de retención de agua a mediano plazo. A este factor ha de sumarse que la geología de buena parte de esa área se caracteriza por areniscas silicificadas (más resistente a la erosión), lo cual no habilita la ocurrencia grietas de roca por donde las raíces puedan explorar en profundidad y acceder a la napa freática, como sí ocurre en zonas de basalto, ya que éste tiene a erosionarse en profundidad, generando grietas verticales, por donde las raíces pueden profundizar y llegar al agua de subsuperficie.

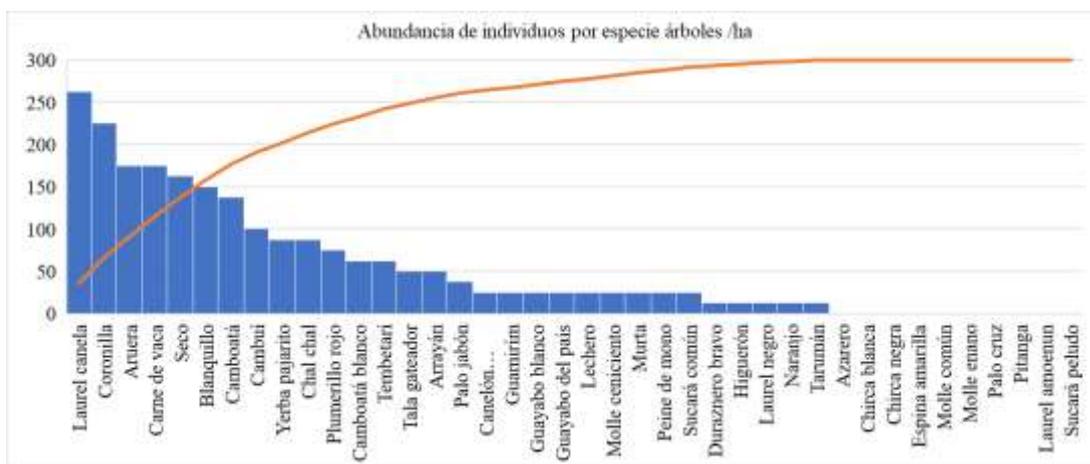


Figura 13 - Abundancia de individuos por especie (posición relativa de la especie con mayor cantidad de individuos) para todos los tipos de bosque en el relevamiento.

Tabla 5 - Abundancia de individuos por especie por hectárea en orden alfabético para todos los tipos de bosque en el relevamiento.

Especie	Bq Q Cauce árboles/ha	Bq Q Cumbre árboles/ha	Bq S <i>Stricto</i> <i>sensu</i> árboles/ha	Bq S <i>manejado</i> como parque árboles/ha
Arrayán	50	120	600	5
Aruera	175	290	200	23
Azarero		10		
Blanquillo	150	150	200	
Camboatá	138	200		
Camboatá blanco	63	50		
Cambuí	100	20		
Canelón ferrugíneo	25	70		
Carne de vaca	175	40	1000	
Chal chal	88	60		1
Chirca blanca				1
Chirca negra				1
Coronilla	225	340		
Duraznero bravo	13	20		1
Espina amarilla		10		1
Guamirím	25			
Guayabo blanco	25	80		
Guayabo del país	25	100	400	4
Higuerón	13	10		
Laurel amoenun		50	200	
Laurel canela	263	210	800	
Laurel negro	13			
Lechero	25	170		
Molle ceniciento	25			32
Molle común		60		3
Molle enano				1
Murta	25			
Naranja	13			
Palo cruz		60		
Palo jabón	38	40		2
Peine de mono	25	10		
Pitanga		110		
Plumerillo rojo	75	50		
Seco	163	280	200	
Sucará común	25			1
Sucará peludo		30		
Tala gateador	50	30		
Tarumán	13	10		
Tembetará	63	100	200	
Yerba pajarito	88	170	200	
Abundancia	2188	2950	4000	73

9.5.2 Altura total y punto de inversión morfológico por tipo de bosque

La altura de un bosque es un parámetro importante porque funciona como un indicador de la calidad de sitio, en el entendido de que el concepto de "sitio forestal" refiere a una ubicación o área específica en un ecosistema forestal que tiene características distintivas en términos de su suelo, clima, topografía y otros factores ambientales. Estas características influyen en el crecimiento, la salud y la composición de la vegetación en esa área particular. Es un fundamental en la silvicultura y la gestión forestal, ya que ayuda a comprender cómo diferentes tipos de bosques prosperan en diferentes entornos y cómo se puede planificar la gestión adecuada de los recursos forestales en función de estas diferencias (Ojeda, 2011).

Para medir el "sitio forestal" se toman en cuenta diferentes parámetros relacionados con la calidad y ocupación del área boscosa. A continuación, se mencionan algunos de los elementos que se consideran en mensura forestal para evaluar el sitio forestal: el primero y más utilizado es la altura de los árboles de mayor diámetro, o sea los que conforman el dosel del bosque, a nivel práctico se considera como la altura media de los 100 árboles con mayor DAP por hectárea (criterio de Assman, 1970). Es un valor que se considera por especie, aunque en el caso de una comunidad compleja como un bosque nativo se puede considerar como la altura de los árboles de las especies de mayor diámetro que conforman el dosel (Dasometría, 2017). Siendo que la altura es un parámetro directamente relacionado con la calidad del sitio forestal y puede proporcionar información sobre la densidad del bosque;. Ésta, también llamada abundancia, es un factor que se considera en la ocupación del sitio forestal y puede influir en la calidad del sitio y en la capacidad productiva de la masa forestal, (Prodan, 1997; Ojeda, 2011). Asimismo, el volumen de madera producido por una masa forestal también se utiliza para evaluar la calidad del sitio porque está relacionado con la capacidad productiva del área boscosa y puede ser estimado a partir de diferentes mediciones, como la altura y la densidad.

Una vez establecida la importancia de contar con las estimaciones de este parámetro, se puede observar en la tabla 6 que la formación que presentó mayor altura media fue el bosque de quebrada estrato cauce, con un promedio de 6,7m (46% CV), seguido del bosque serrano propiamente dicho con 5,9m (38% CV). En tercer lugar estuvo el bosque de quebrada estrato cumbre con 5,6m (39% CV) y por último se posiciona el bosque serrado manejado, ya que es un espacio abierto que no favorece la búsqueda de luz en altura por parte de las plantas y sí la apertura de copa. Por lo tanto, presenta un valor mucho más bajo, de 3,1 (32% CV) hecho que está directamente vinculado con la baja densidad, tal como se planteó anteriormente.

Tabla 6 - Abundancia de individuos por especie por hectárea en orden alfabético para todos los tipos de bosque en el relevamiento.

	Árboles TALLARES	Árboles FUSTALES	PIM medio (m)	ht media (m)	PIM Desvío (m)	ht Desvío (m)	PIM Coef. Varia ción (%)	ht Coef. Varia ción (%)
Bq Quebrada Cauce	60%	40%	2,8	6,7	2,0	3,1	72%	46%
Bq Quebrada Cumbre	87%	13%	2,0	5,6	1,4	2,2	70%	39%
Bq Serrano <i>Stricto sensu</i>	80%	20%	2,9	5,9	1,9	2,2	66%	38%
Bq Serrano Manejado como Pq	81%	19%	-	3,1	-	1,0	-	32%

El otro parámetro vertical estimado fue el punto de inversión morfológica – PIM, considerado como la primera bifurcación que determina la formación de la copa caracterizada por la primera rama viva o rebrote del tronco. El PIM constituye el punto donde el árbol cambia la estrategia de crecimiento y su balance hormonal, de invertir en la adición de fotosintatos, para crecer en altura, buscando alcanzar el dosel para llegar a plena luz solar y se implica en ampliar la copa. Este hecho ecológico significa, a *grosso modo*, dos circunstancias: que el árbol está creciendo a pleno sol en una situación de sistema abierto y no en una masa boscosa, lo cual puede evidenciar que está en un claro natural o que está avanzando sobre un ecotono de menor altura como un matorral, pastizal o bañado; o, por otra parte que el bosque fue talado por intervención humana, o sufrió algún tipo de disturbio natural masivo, como fuego, deslizamiento de flujo de masa, una erupción volcánica etc., y rebrotó (OLDEMAN, 1974 citado por HALLÉ et al 1978).

Con respecto al PIM, la formación que posee el valor más elevado es el bosque serrano propiamente dicho con 2,9 m (66% CV), seguido del bosque de quebrada cauce con 2,8 m (72% CV), luego de quebrada cumbre 2,0 (70% CV), en el parque no se registró este parámetro (tabla 6).

En la figura 14 se puede apreciar la estructura vertical de los dos tipos de bosque y sus estratificaciones desde el punto de vista gráfico y con la misma escala métrica para todos los casos. Se incluyó a todos los individuos censados y muestreados, con el objetivo de ofrecer una composición visual y comparativa, tanto para quienes no conocen las características dendrometrías de las áreas de restauración en el norte del Uruguay, como para ofrecer una mirada comparativa entre las distintas comunidades. Siendo así, la figura 14 muestra que la quebrada estrato cauce se desarrolla entre los 5 – 15m de altura, con un ejemplar emergente de 20m y con un inicio de copas (PIM) a los 5m; mientras que el estrato cumbre de las mismas quebradas va entre los 5 – 10m, con lagunas emergencias a los 12m y concentración de valores de inversión

morfológica (inicio de apertura de copas) concentrados a los 2,5m. El bosque serrano propiamente dicho, por su parte, aunque con escasos datos, ya que no se ha culminado el muestreo, presenta valores muy similares a los del bosque de quebrada estrato cumbre, con un dosel de entre 5 – 10m y un emergente a los 11m, el punto de inversión morfológico es más elevado que en quebrada cumbre, cercano a los 3m en serrano stricto sensu. Finalmente, el parque de bosque serrano manejado tiene un dosel mucho más bajo, entre 1 y 5m, siendo que en el censo no se registró en punto de inversión morfológico pero en general es cercano a los 50cm.

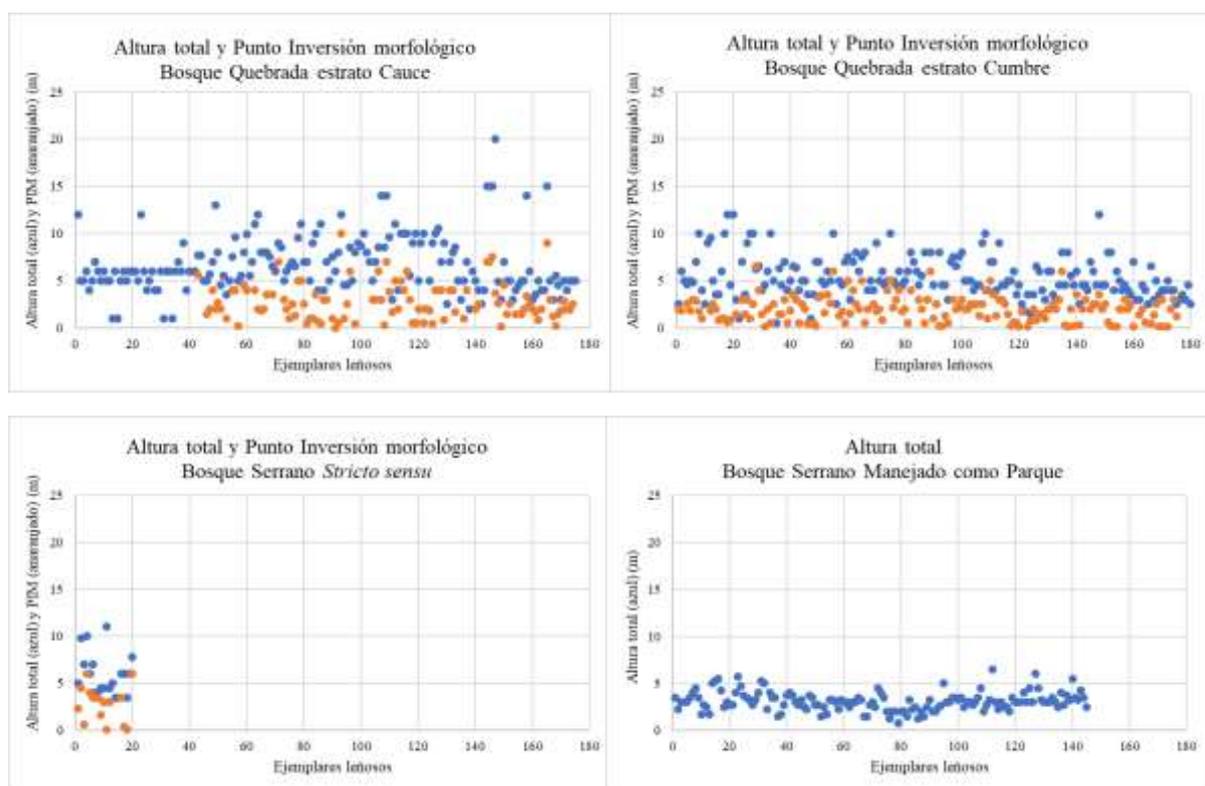


Figura 14 - Distribución de todos los individuos muestreados y censados para la estimación de los parámetros de altura total (ht (m) - blue dots) y punto de inversión morfológico (PIM (m) - orange dots) por tipo de bosque y estratos.

Profumo, (2010) en bosque ribereño de transición entre quebrada y ribereño de las nacientes del río Tacuarembó, en Paso Vargas, Rivera obtuvo valores medios de 2,5m de PIM (70% CV), con una altura total de 5,6m (50% CV) para toda la comunidad. En general, no existen otras evaluaciones que hayan estimado este tipo de parámetros para bosque en Uruguay. En tal sentido, comparativamente, el bosque de quebrada de MONTE ENOC presentó mayor altura total, tanto en el bosque de quebrada como en el serrano propiamente dicho, que el bosque ribereño del Río Tacuarembó. Respecto al PIM, no aparece haber diferencias significativas, lo cual requiere

análisis estadísticos específicos posteriores. Respecto al bosque serrano manejado, sí hay diferencias porque es un sistema manejado con fines educativo – recreativos. Entonces, presenta menor altura total y menor PIM, ya que los árboles desarrollan fundamentalmente área de copa y no fuste.

Finalmente, en la tabla 6 se puede observar que se discrimina la condición de fustal y tallar para cada tipo de bosque y sus estratos. El término fustal refiere a la parte del tronco de un árbol que está libre de ramas, que también se conoce como fuste o tallo. En ecología forestal el diámetro fustal se utiliza a menudo como medida del tamaño y crecimiento de los árboles. Por otro lado, un árbol tallar significa que posee muchos fustes, muchos tallos desde la base y está relacionado con el PIM muy bajo, en general entre 30 y 50 cm que es comúnmente la altura de corta de la motosierra y desde donde luego los árboles rebrotan a partir de las yemas epicórmicas, los que las poseen. Por tanto, puede ser considerado como un indicador de antropización, conformado con otros indicadores.

En la figura 15 se presenta la frecuencia de árboles en porcentaje en cuatro clases de altura total (m), Se aprecia que el bosque serrano manejado como parque concentró a sus árboles en las clases de altura inferiores entre 0 y 5m, desapareciendo de las demás categorías, a excepción de la clase entre 5,1 y 10m; el bosque de quebrada concentró a los árboles de cauce en la clase de 5,1 a 10m y de la cumbre repartido entre 0-5m y 5,1-10m con mayor énfasis en la clase inferior, desapareciendo en las clases superiores donde el que mantiene ejemplares en esa categoría es el estrato cauce de las quebradas con 11% entre 10,1 y 15,0 y 1% en la última clase de altura de 15,1 a 20m.

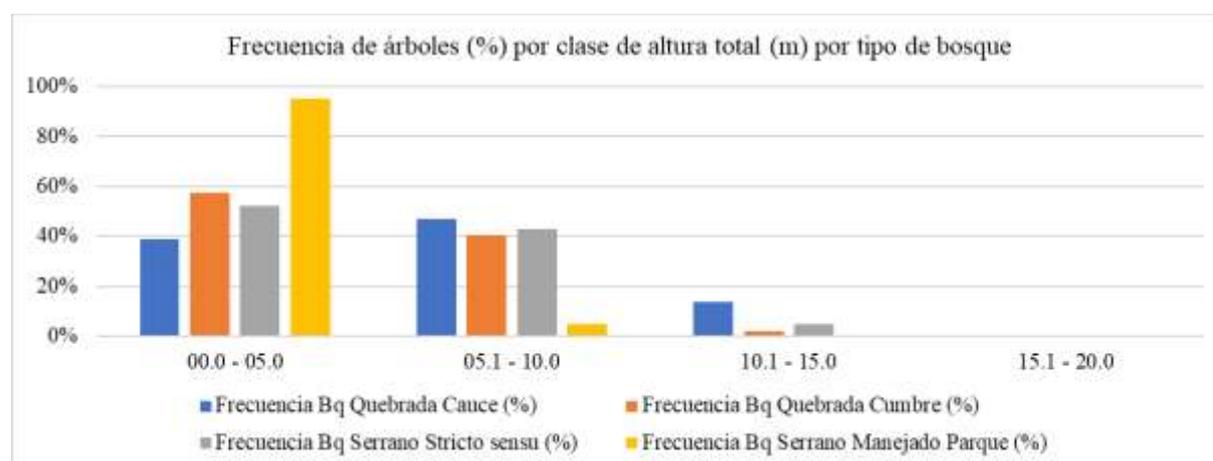


Figura 15 - Frecuencia de árboles (%) por clase de altura total (m) por tipo de bosque y estratos dentro del bosque quebrada.

Tal como se puede visualizar en la tabla 7, que es una ampliación de información de la figura 15, en todas las comunidades dominan los árboles de la clase inferior hasta 5m de altura total, a excepción de la quebrada cauce donde la mayoría de los arboles están en la clase de 5 a 10m de altura total.

Tabla 7 - Frecuencia de árboles (%) por clase de altura total (m) por tipo de bosque y estratos dentro del bosque quebrada.

Clases ht (m)	Frecuencia Bq Quebrada Cauce (%)	Frecuencia Bq Quebrada Cumbre (%)	Frecuencia Bq Serrano Stricto sensu (%)	Frecuencia Bq Serrano Manejado Parque (%)
00.0 - 05.0	39%	58%	52%	95%
05.1 - 10.0	47%	40%	43%	5%
10.1 - 15.0	14%	2%	5%	0%
15.1 - 20.0	1%	0%	0%	0%
	100%	100%	100%	100%

En la figura 16 se distinguen los valores medios por especie y por comunidad, por lo que se puede observar que en general el dosel, como gran promedio, varía entre 4 y 10m y que los árboles en general abren como entre 0,5 y 3,5 m.

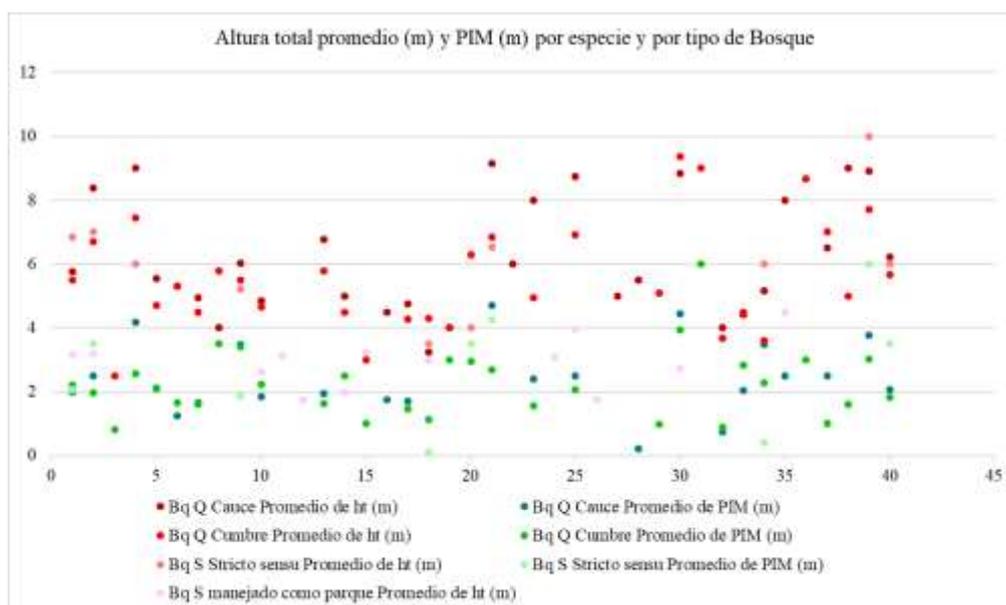


Figura 16 - Altura total media y punto de inversión morfológico promedio (m) por tipo de bosque, estrato y por especie.

Piaggio y Delfino (2009), para el arroyo corrales, en Rivera, obtuvieron una altura promedio de los árboles muestreados de 3,87 m, donde las especies más importantes eran el blanquillo y la pitanga.

Cuando se analizan los valores por especie se observa que a medida que una misma especie se distribuye en los distintos tipos de bosque, va cambiando la altura que desarrollo (tabla 8), es así el caso de la aruera que pasa de 8m en quebrada, 7m en serrano y 3m en el serrano parque.

Igualmente ocurre con otra de las especies comunes a las tres comunidades como el emblemático blanquillo, cuya altura disminuye paulatinamente, según el tipo de bosque: desde 9m en quebrada cauce, 7m en quebrada cumbre y 6m en serrano propiamente dicho. También tienen un comportamiento similar el laurel canela de 9 a 7m, el molle común (de 9 a 7m) y el tarumán (9 a 8m).

El palo jabón se mantiene como una especie que ocupa el dosel en todas las comunidades muestreadas no variando su altura total de 9m.

Sin embargo, otras especies también pioneras heliófilas como la aruera y el blanquillo adoptan un comportamiento distinto, como es el caso del arrayán y el tembetarí, los cuales muestran un aumento en la altura desde las áreas de quebrada a las serranas más abiertas pasando de 6 a 7m y de 9 a 10m, respectivamente.

Tabla 8 - Promedio general por especie de las variables altura total (m) y altura del punto de inversión (m) morfológica por especie para todos los tipos de bosque en el relevamiento.

Especie	Bq Q Cauce Promedio de ht (m)	Bq Q Cauce Promedio de PIM (m)	Bq Q Cumbre Promedio de ht (m)	Bq Q Cumbre Promedio de PIM (m)	Bq S <i>Stricto sensu</i> Promedio de ht (m)	Bq S <i>Stricto sensu</i> Promedio de PIM (m)	Bq S <i>manejado como parque</i> Promedio de ht (m)
Arrayán	6	2	6	2	7	2	3
Aruera	8	2	7	2	7	4	3
Azarero			3	1			
Blanquillo	9	4	7	3	6		
Camboatá	6	2	5	2			
Camboatá blanco	5	1	5	2			
Cambuí	5	2	5	2			
Canelón ferrugíneo	4		6	4			
Carne de vaca	6	3	6	3	5	2	
Chal chal	5	2	5	2			3
Chirca blanca							3
Chirca negra							2
Coronilla	7	2	6	2			
Duraznero bravo	5		5	3			2
Espina amarilla			3	1			3
Guamirín	5	2					
Guayabo blanco	5	2	4	1			
Guayabo del país	3		4	1	4	0	3
Higuerón	4		4	3			
Laurel amoenun			6	3	4	4	
Laurel canela	9	5	7	3	7	4	
Laurel negro	6						
Lechero	8	2	5	2			
Molle ceniciento							3
Molle común	9	3	7	2			4
Molle enano							2
Murta	5						
Naranjo	6	0					
Palo cruz			5	1			
Palo jabón	9	4	9	4			3
Peine de mono			9	6			
Pitanga	4	1	4	1			
Plumerillo rojo	4	2	5	3			
Seco	5	3	4	2	6	0	
Sucará común	8	3					5
Sucará peludo			9	3			
Tala gateador	7	3	7	1			
Tarumán	9		5	2			
Tembetará	9	4	8	3	10	6	
Yerba pajarito	6	2	6	2	6	4	
Promedio	6	2	6	2	6	3	3
Maximo	9	5	9	6	10	6	5
Minimo	3	0	3	1	4	0	2

9.5.3 Diámetro por tipo de Bosque

La distribución de los diámetros indica que los mayores valores se dan en la quebrada y los menores en el bosque serrano manejado, según se puede apreciar en la tabla 9.

Tabla 9 - Distribución horizontal de los diámetros para todos los tipos de bosque en el relevamiento.

	Árboles TALLARES	Árboles FUSTALES	DAP medio (cm)	DAP Desvío (cm)	DAP Coef. Variación (%)
Bq Quebrada Cauce	60%	40%	8,5	6,7	79%
Bq Quebrada Cumbre	87%	13%	6,9	4,5	65%
Bq Serrano <i>Stricto sensu</i>	80%	20%	6,3	4,7	75%
Bq Serrano Manejado como Pq	81%	19%	4,4	3,0	70%

Las frecuencias diamétricas muestran la típica forma de J invertida, presente en los bosques nativos sanos, donde ocurren muchos individuos jóvenes de diámetros pequeños y escaso adultos de grandes dimensiones, lo cual se cumple para todas las comunidades censadas y muestreadas, apreciándose un adecuado desarrollo de la sucesión secundaria (figura 17)

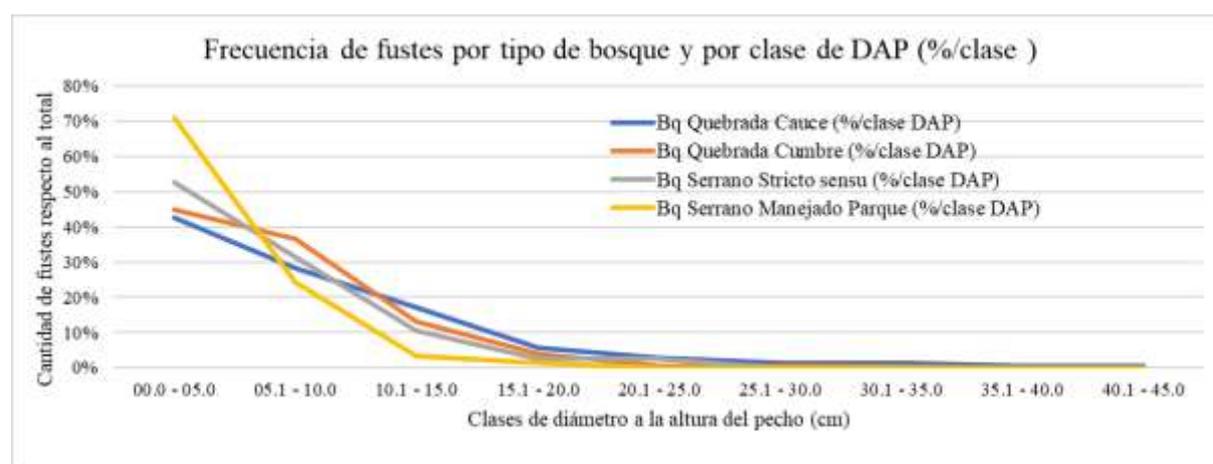


Figura 17 - Frecuencia de árboles por tipo de bosque y estratos según clase diamétrica.

Tabla 10 - Frecuencia de árboles por tipo de bosque y estratos según clase diamétrica.

Clases DAP (cm)	Bq Quebrada Cauce (%/clase DAP)	Bq Quebrada Cumbre (%/clase DAP)	Bq Serrano Stricto sensu (%/clase DAP)	Bq Serrano Manejado Parque (%/clase DAP)
00.0 - 05.0	43%	45%	53%	71%
05.1 - 10.0	28%	37%	32%	24%
10.1 - 15.0	17%	13%	11%	3%
15.1 - 20.0	6%	4%	3%	1%
20.1 - 25.0	3%	1%	3%	0%
25.1 - 30.0	1%	0%	0%	0%
30.1 - 35.0	1%	0%	0%	0%
35.1 - 40.0	0%	0%	0%	0%
40.1 - 45.0	0%	0%	0%	0%
Fustes Totales	100%	100%	100%	100%

así como la distribución horizontal de los diámetros por especie y por fm

Resulta que, en este relevamiento preliminar, hay solo tres especies que están presentes en los 4 estratos (tipos de bosques) en MONTE ENOC, a saber: el arrayán, la aruera y el guayabo del país.

Tabla 11 - Abundancia de individuos por especie por hectárea en orden alfabético para todos los tipos de bosque en el relevamiento.

	Bq Quebrada Cauce DAP (cm)			Bq Quebrada Cumbre (cm)			Bq Serrano Stricto sensu (cm)			Bq Serrano Manejado (cm)		
	Media (cm)	Máx. (cm)	Mín. (cm)	Media (cm)	Máx. (cm)	Mín. (cm)	Media (cm)	Máx. (cm)	Mín. (cm)	Media (cm)	Máx. (cm)	Mín. (cm)
1 Arrayán	7,9	11,6	4,2	5,5	10	2,5	5,0	12,1	1,4	4,0	10,5	1,0
2 Aruera	15,4	31,6	5,0	12,3	29,3	3,5	6,7	13,0	2,9	3,1	16,4	0,5
3 Azarero				4,0	6,2	2,4						
4 Blanquillo	8,6	16,0	1,8	9,9	15,7	1,5	4,0	4,0	4,0			
5 Camboatá	4,2	7,5	3,0	4,1	8,15	1,7						
6 Camboatá blanco	6,7	13,3	3,0	5,3	12,2	2,5						
7 Cambuí	3,6	6	2,0	4,7	5,9	4						
8 Canelón ferrugíneo	3,5	3,5	3,5	4,9	6,8	3,3						
9 Carne de vaca	6,2	21,5	3,1	3,8	4,35	3,3	4,2	6,6	2,0			
10 Chal chal	6,3	14	3,4	6,8	8,9	5				1,3	1,5	1,0
11 Chirca blanca										3,0	4,5	2,0
12 Chirca negra										1,7	1,9	1,6
13 Coronilla	6,6	19	1,5	7,4	24,5	3						
14 Duraznero bravo	11,3	11,3	11,3	3,8	4,1	3,5				3,1	4,1	2,0
15 Espina amarilla				3,5	4,2	2,8				3,9	4,8	3,5
16 Guamirím	3,8	4,3	3,3									
17 Guayabo blanco	6,2	7,4	5,0	3,6	7,7	1,5						
18 Guayabo del país	4,5	4,5	4,5	5,1	8,1	3	3,4	3,8	3,2	3,3	7,3	1,9
19 Higuerón	13,1	20,5	5,6	3,0	3	3						
20 Laurel amoenun				5,2	7,9	3,8	7,8	7,8	7,8			
21 Laurel canela	13,6	37	4,1	8,2	31,8	2,0	4,9	8,6	3,2			
22 Laurel negro	43,5	43,5	43,5									
23 Lechero	7,4	10,8	3,0	5,8	15	1,5						
24 Molle ceniciento										5,1	18,46	0,6
25 Molle común	6,2	12,2	3,8	7,6	13,4	4,2				8,1	18,0	2,2
26 Molle enano										3,0	3,0	3,0
27 Murta	5,8	8,3	3,0									
28 Naranja	3,2	6,7	2,1									
29 Palo cruz				6,4	14	3						
30 Palo jabón	10,1	14,5	6,5	17,0	19	12				1,6	3,6	0,5
31 Peine de mono				7,2	9	5,4						
32 Pitanga	3,3	3,5	3,0	4,4	9,1	2						
33 Plumerillo rojo	3,6	3,9	3,1	3,6	8	1,7						
34 Seco	10,4	24,8	3,1	7,0	18,5	1,6	17,2	22,3	9,4			
35 Sucará común	8,0	9,9	6,5							3,0	3,0	3,0
36 Sucará peludo				11,1	14,8	8,5						
37 Tala gateador	4,2	7	3,0	7,1	9,5	4						
38 Tarumán	11,0	14,8	7,2	5,6	5,6	5,6						
39 Tembetarí	13,7	19	7,0	8,0	25,9	2,8	10,5	10,5	10,5			
40 Yerba pajarito	10,8	29,3	4,0	7,3	12,4	3	5,3	5,3	5,3			
	8,5	43,5	1,5	6,9	31,8	1,5	6,9	22,3		4,4	18,5	0,5

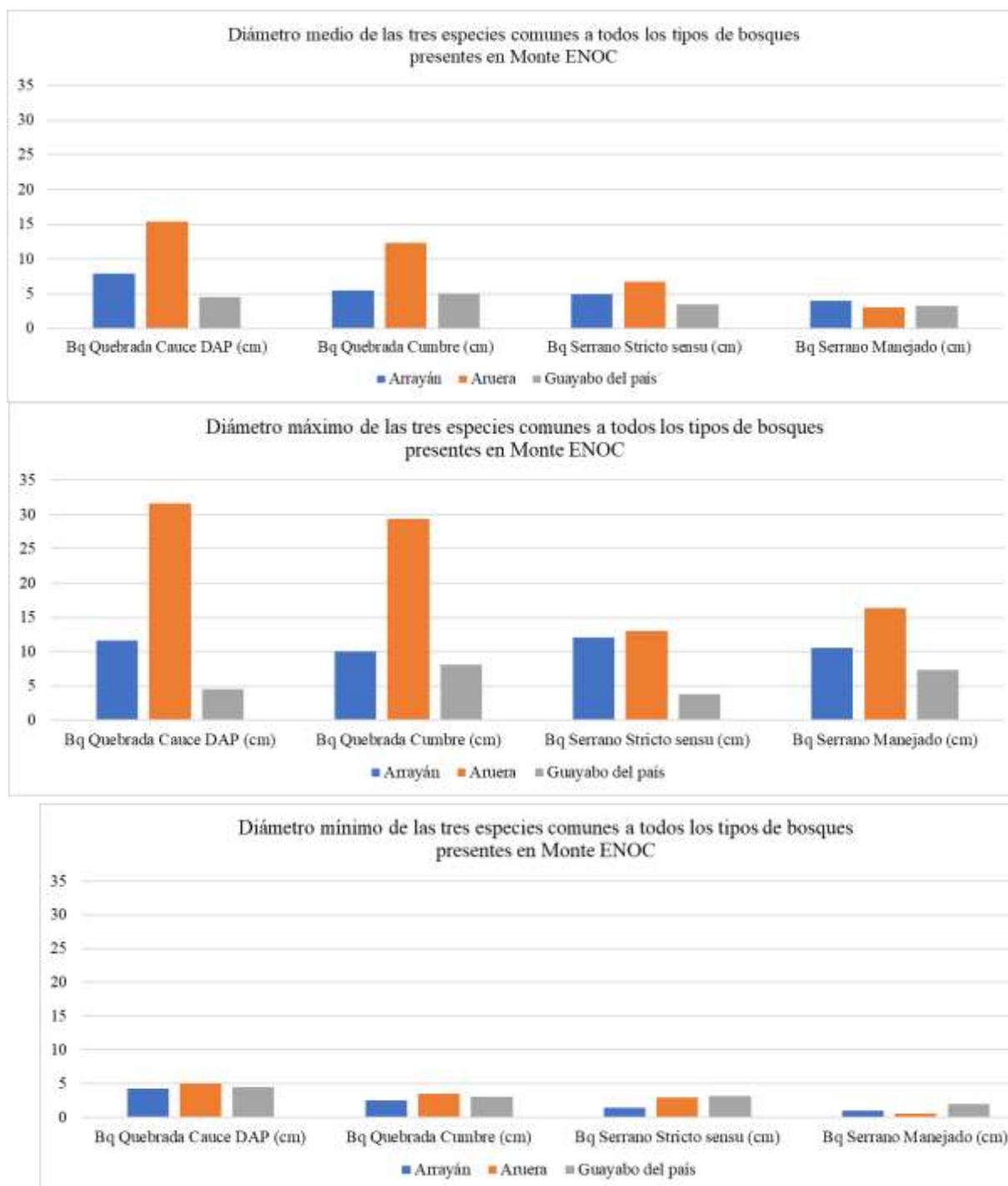


Figura 18 - Frecuencia de árboles (%) por clase de altura total (m) por tipo de bosque y estratos dentro del bosque quebrada.

9.5.4 Cobertura por tipo de Bosque del área cubierta por las copas y

Tabla 12 - Abundancia de individuos por especie por hectárea en orden alfabético para todos los tipos de bosque en el relevamiento.

	Cobertura de copas media por árbol (m ²)	Desvío de Cobertura de copas por árbol (m ²)	Coef. Variación de Cobertura de copas por árbol (%)	Area mínima de Cobertura de copa por árbol (m ²)	Area máxima de Cobertura de copa por árbol (m ²)
Bq Quebrada Cauce	0,01506	0,03914	260%	0,00025	0,14862
Bq Quebrada Cumbre	0,00822	0,01238	151%	0,00057	0,10579
Bq Serrano <i>Stricto sensu</i>	0,00883	0,01839	208%	0,00071	0,07741
Bq Serrano Manejado como Pq	0,00671	0,01447	215%	2,0E-05	0,14664

Diámetros de copa (m)

Tabla 13 - Abundancia de individuos por especie por hectárea en orden alfabético para todos los tipos de bosque en el relevamiento

Frecuencias Relativas				
Clases de diámetro copa (m)	Frecuencia Bq Quebrada Cauce (%)	Frecuencia Bq Quebrada Cumbre (%)	Frecuencia Bq Serrano Stricto sensu (%)	Frecuencia Bq Serrano Manejado Parque (%)
00.0 - 05.0	80%	91%	100%	83%
05.1 - 10.0	18%	9%	0%	16%
10.1 - 15.0	2%	1%	0%	1%
15.1 - 20.0	1%	0%	0%	0%

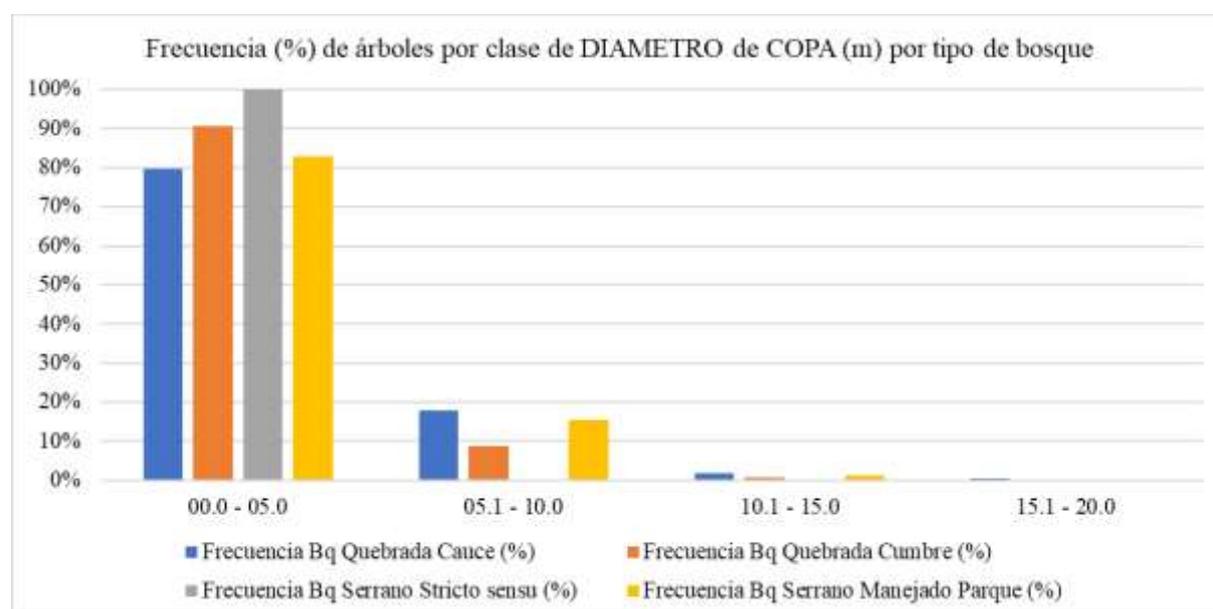


Figura 18 - Frecuencia de árboles (%) por clase de altura total (m) por tipo de bosque y estratos dentro del bosque quebrada. Por especie y por tipo de bosque



Figura 19 - Evolución del aumento del área de cobertura de la masa boscosa en ocupación de las copas en tres períodos de dos décadas, de izquierda a derecha: 2003-2013-2023. Fuente. Elaboración propia a partir de imágenes de Google Earth Pro.

Tabla 14 - Abundancia de individuos por especie por hectárea en orden alfabético para todos los tipos de bosque en el relevamiento

Especie	Bq Quebrada Cauce Diámetro copa (m)			Bq Quebrada Cumbre Diámetro copa (m)			Bq Serrano Stricto sensu Diámetro copa (m)			Bq Serrano Manejado Diámetro copa (m)		
	Media	Máx.	Mín.	Media	Máx.	Mín.	Media	Máx.	Mín.	Media	Máx.	Mín.
Arrayán	3,4	6,0	1,0	1,6	2,5	1,0	1,8	3,5	1,0	2,6	5,5	1,0
Aruera	6,1	9,5	2,0	4,2	10,0	1,3	2,3	2,3	2,3	2,3	7,3	0,5
Azarero				4,0	4,0	4,0						
Blanquillo	3,9	7,5	1,0	3,4	9,0	1,5	1,0	1,0	1,0			
Camboatá	1,9	3,3	1,5	2,5	4,3	0,8						
Camboatá blanco	3,0	4,5	1,5	2,7	5,3	1,8						
Cambuí	2,9	6,0	1,5	3,5	4,0	3,0						
Canelón ferrugíneo	2,1	2,8	1,5	1,7	2,5	1,0						
Carne de vaca	2,9	10,0	1,0	1,8	2,3	1,3	1,3	1,5	1,0			
Chal chal	3,1	4,5	1,8	3,6	6,0	1,5				1,7	2,4	1,1
Chirca blanca										1,8	2,5	1,0
Chirca negra										1,8	2,4	1,3
Coronilla	3,8	10,5	1,0	3,4	10,5	1,0						
Duraznero bravo	4,5	4,5	4,5	1,1	1,3	1,0				3,3	3,3	3,3
Espina amarilla				1,3	1,3	1,3				4,2	4,2	4,2
Guamirín	8,5	14,0	3,0									
Guayabo blanco	2,5	3,0	2,0	2,9	4,0	1,5						
Guayabo del país	1,9	2,3	1,5	2,4	3,5	1,0	1,5	2,0	1,0	5,0	10,4	3,3
Higuerón	7,0	7,0	7,0	1,8	1,8	1,8						
Laurel amoenun				2,5	4,3	1,0	2,0	2,0	2,0			
Laurel canela	4,9	12,5	1,8	2,9	6,5	1,0	1,7	2,5	1,0			
Laurel negro	16,0	16,0	16,0									
Lechero	2,4	2,5	2,3	2,3	3,5	1,0						
Molle ceniciento										4,4	12,9	1,0
Molle común	5,6	7,0	4,3	2,9	5,5	1,5				4,4	5,5	3,2
Molle enano										1,6	1,6	1,6
Murta	4,3	5,0	3,5									
Naranja	3,0	3,0	3,0									
Palo cruz	3,4	4,8	2,5	3,6	4,5	2,0						
Palo jabón				4,6	6,5	2,3				1,3	1,6	0,9
Peine de mono				2,0	2,0	2,0						
Pitanga	1,5	2,0	1,0	3,0	5,5	1,3						
Plumerillo rojo	3,3	4,5	2,3	4,6	9,0	2,0						
Seco				1,1	1,3	1,0						
Sucará común	4,9	6,8	3,0							1,0	1,0	1,0
Sucará peludo				2,4	2,8	1,8						
Tala gateador	4,5	10,0	1,0	5,0	8,0	2,5						
Tarumán	5,0	5,0	5,0	2,0	2,0	2,0						
Tembetará	4,3	7,0	1,5	3,5	13,5	1,0	2,8	2,8	2,8			
Yerba pajarito	4,4	9,0	2,0	2,7	5,5	1,0	2,0	2,0	2,0			
	4	16	1,0	3	14	0,8	2	4	1,0	3	13	0,5

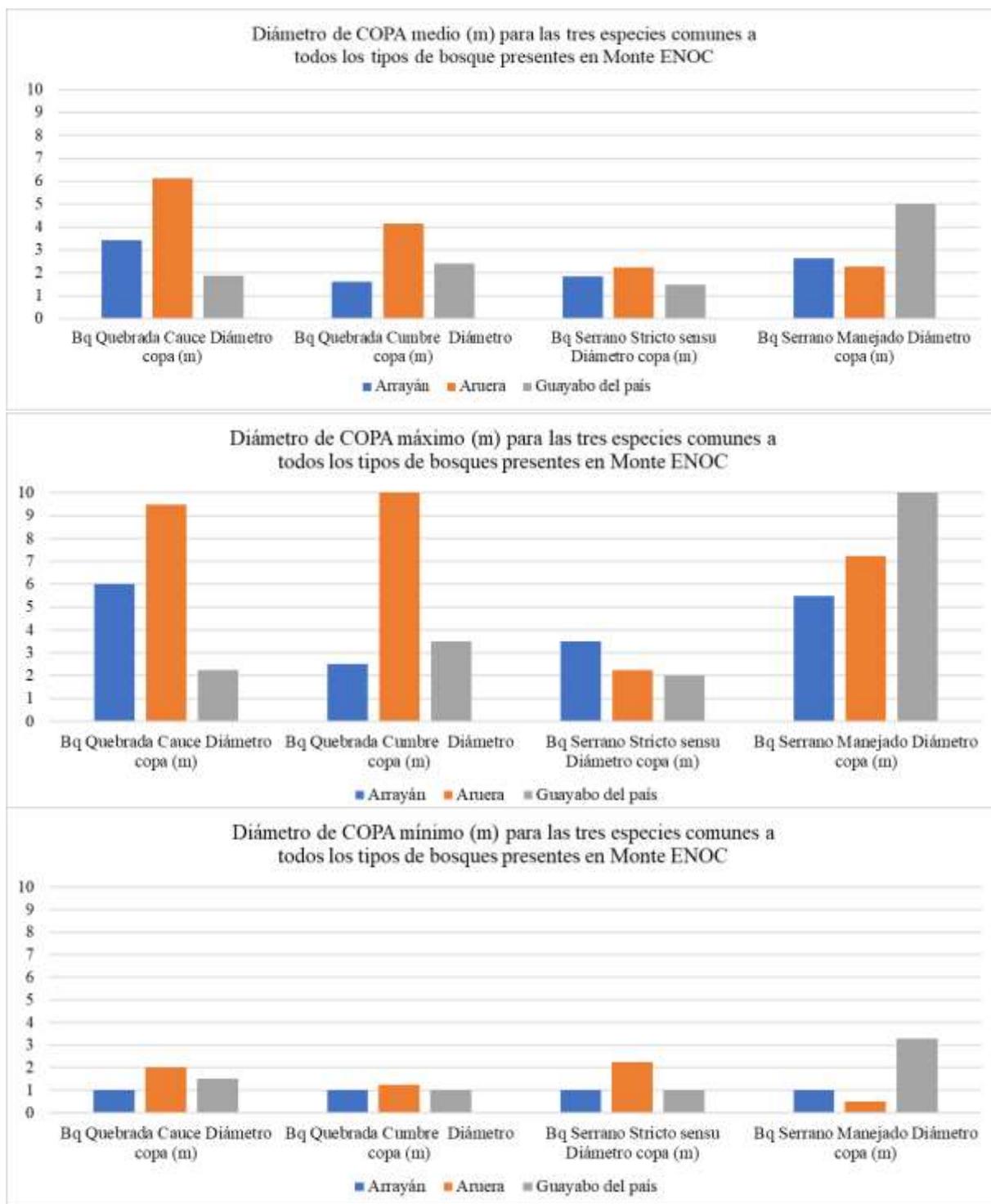


Figura 20 - Frecuencia de árboles (%) por clase de altura total (m) por tipo de bosque y estratos dentro del bosque quebrada.

9.5.5 Volumen, Biomasa, Área de Copa, Área Basal y Carbono Fijado

Desde el punto de vista cuantitativo, se estimó que el bosque de quebraba en el estrato cauce presentó entre 95 y 339 m³. ha⁻¹ de madera que representa una biomasa de 66 a 239 t.ha⁻¹ y entre **33 y 119 t.ha⁻¹ de carbono fijado**. El estrato cumbre de las quebradas presentó entre 101 y 155 m³.ha⁻¹ de madera, significando una biomasa de 87 a 135 t.ha⁻¹ y entre **43 y 67 t.ha⁻¹ de carbono fijado** y que en el bosque serrano propiamente dicho se obtuvieron valores similares a la cumbre de las quebradas, con 175 m³.ha⁻¹ de madera, 154 t.ha⁻¹ de biomasa y **77 t.ha⁻¹ de carbono fijado**. Por otra parte, dado que el programa incluye un área de acceso universal para los visitantes, donde se realiza un manejo específico para tal fin, área que ha sido censada obteniéndose 4 t. ha⁻¹ de biomasa y **2 t. ha⁻¹ de carbono fijado**.

Tabla 15 - Abundancia de individuos por especie por hectárea en orden alfabético para todos los tipos de bosque en el relevamiento.

Tipo de Bosque Sub estrato	Sup. (ha)	Lugar	Parcela	Volumen estrato (m ³)	Área copa por estrato (m ²)	Biomasa por estrato (t)	Área basal por estrato (m ²)	C fijado por estrato (t)
Serrano - Propiamente dicho	5	Serrano	J	876	50.069	768	177	384
Quebrada Cauce + Cumbre	2	Plumerillo	I	315	66.814	262	50	131
Parque (Censo 50%)	3	Censo		13	7.853	11	4	6
Total	10			1.203	124.736	1.041	231	521

Tabla 16 - Abundancia de individuos por especie por hectárea en orden alfabético para todos los tipos de bosque en el relevamiento.

Tipo de Bosque Sub estrato	Sup. (ha)	Lugar	Parcela	Volumen por parcela (m ³ /ha)	Área copa por parcela (m ² /ha)	Biomasa por parcela (t/ha)	Área basal por parcela (m ² /ha)	C fijado por parcela x estrato (t/ha)
Serrano - Propiamente dicho	5	Serrano	J	175,1	10.013,8	153,6	35,3	77
Quebrada - Cumbre		Calagualas	A	108,8	36.793,7	107,6	21,2	54
Quebrada - Cauce		Calagualas	B	95,0	36.867,4	65,8	24,8	33
Quebrada - Cauce		Calagualas	C	171,0	52.533,3	129,1	22,8	65
Quebrada - Cauce		Calagualas	D	218,4	52.376,2	212,8	33,3	106
Quebrada - Cumbre		Pioneras	E	123,0	31.012,2	114,1	23,8	57
Quebrada - Cumbre		Pioneras	F	154,7	18.609,0	134,8	33,5	67
Quebrada - Cauce		Plumerillo	G	338,6	28.971,4	238,5	24,9	119
Quebrada - Cumbre		Plumerillo	H	101,3	18.407,8	86,8	19,7	43
Quebrada - Cumbre	2	Plumerillo	I	105,6	25.093,5	89,1	23,1	45
Parque (Censo 50%)	3	Censo (50%)		4,2	2.617,7	3,8	1,5	2
Total	10							

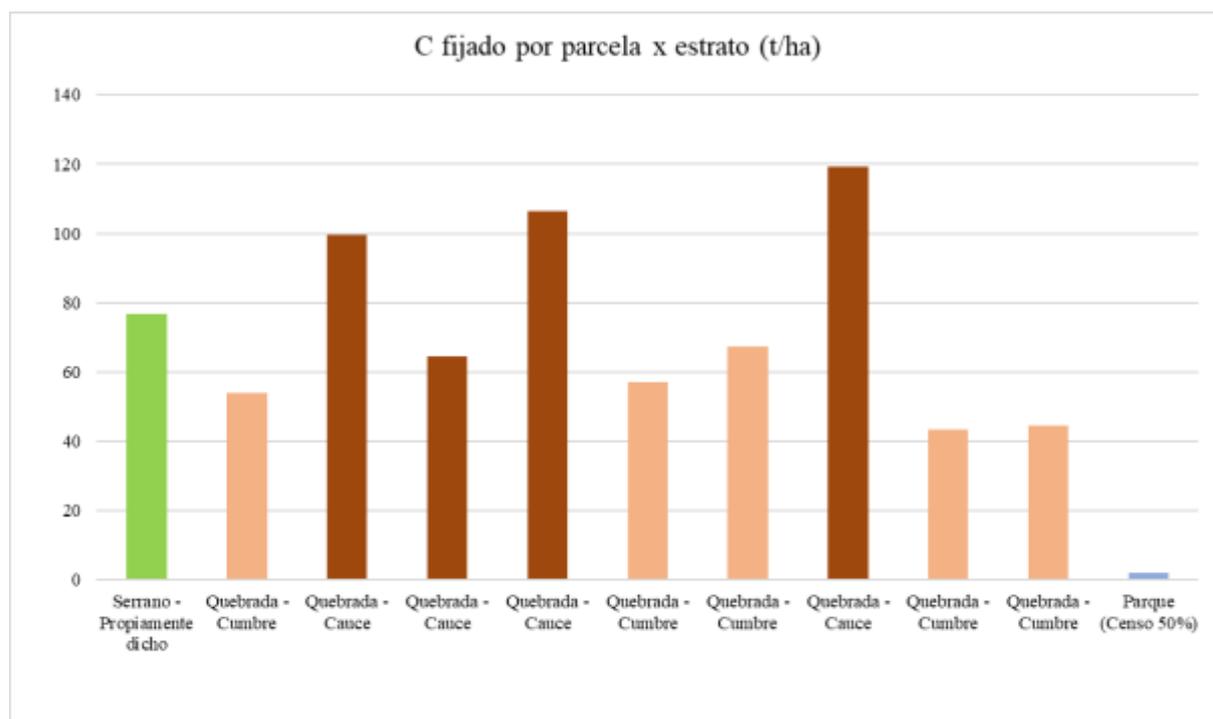


Figura 21 - Frecuencia de árboles (%) por clase de altura total (m) por tipo de bosque y estratos dentro del bosque quebrada.

Tabla 17 - Abundancia de individuos por especie por hectárea en orden alfabético para todos los tipos de bosque en el relevamiento.

Estrato	Suma de Volumen por ESTRATO (m ³ /ha)
Quebrada - Cauce	994
Quebrada - Cumbre	594
Serrano - Propiamente dicho	175
Parque (Censo 50%)	4
Total general	1.767

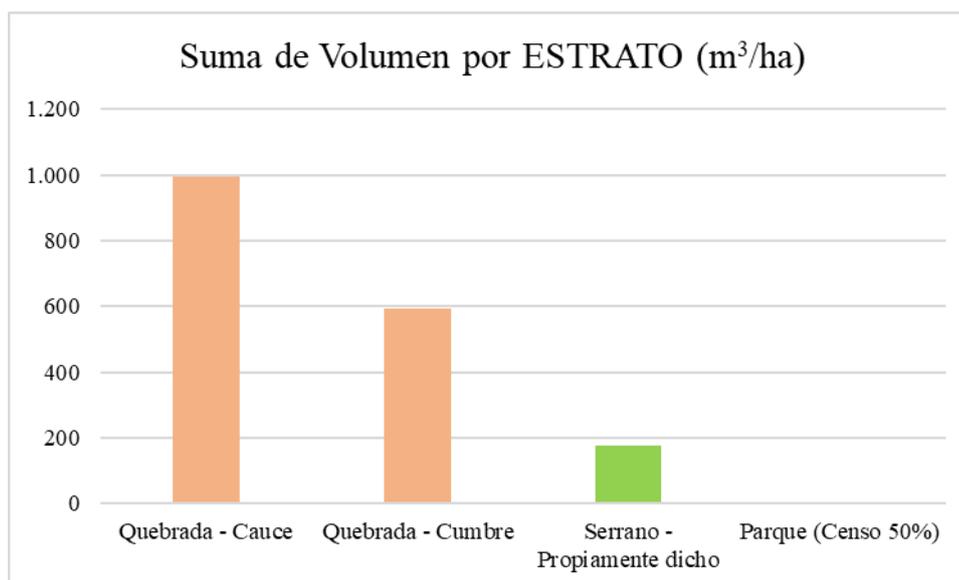


Figura 22 - Frecuencia de árboles (%) por clase de altura total (m) por tipo de bosque y estratos dentro del bosque quebrada.

Tabla 18 - Abundancia de individuos por especie por hectárea en orden alfabético para todos los tipos de bosque en el relevamiento.

Lugar	Suma de Biomasa por LUGAR (t/ha)
Calagualas	649
Plumerillo	414
Pioneras	249
Serrano	154
Parque	4
TOTAL	1.470

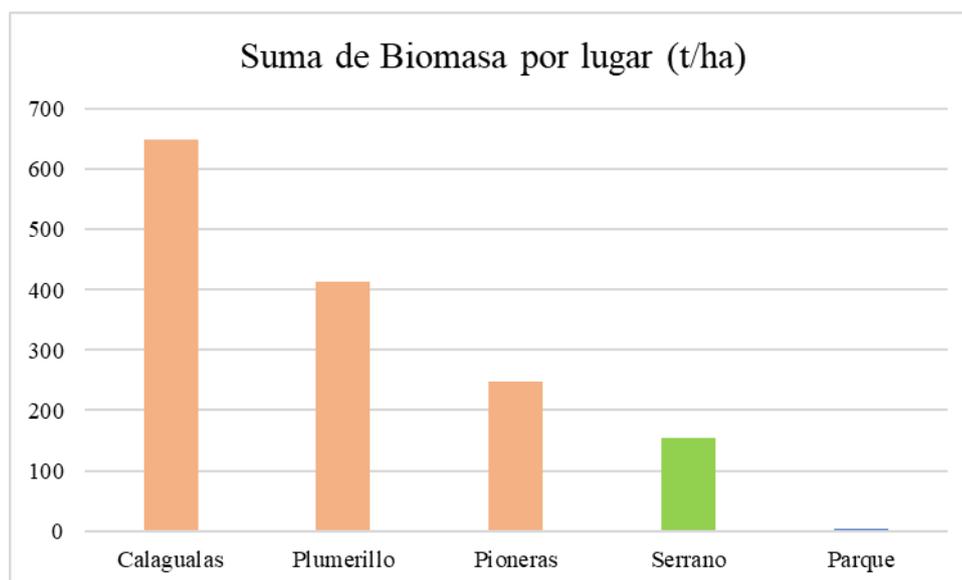


Figura 23 - Frecuencia de árboles (%) por clase de altura total (m) por tipo de bosque y estratos dentro del bosque quebrada.

9.6 Tamaño de Muestra

Se estimó el tamaño de muestra para la diversidad a partir de la curva especies/área o curva del colector, para el bosque quebrada estrato cauce, estrato cumbre y para el censo del área de bosque serrano manejado.

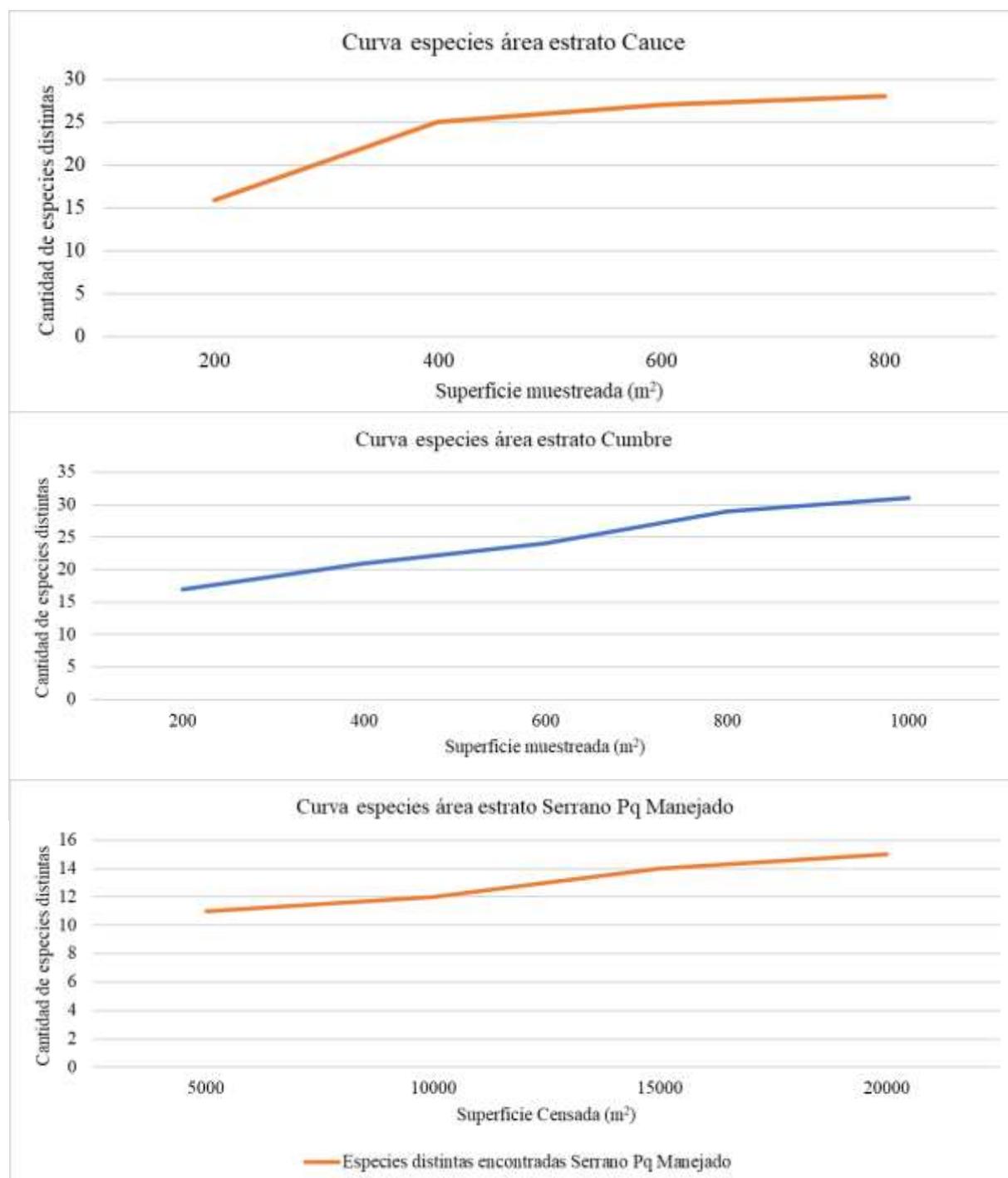


Figura 24 - Frecuencia de árboles (%) por clase de altura total (m) por tipo de bosque y estratos dentro del bosque quebrada gura.

9.7 Parcelas Permanentes

Se dejarán instaladas a campo 9 parcelas de 200m² cada una y 1 parcela de 100m², con todos los individuos identificados con una placa de madera con un número único, impreso en láser, así como el centro de parcela con una estaca de madera.



Figura 25 - Bosque de Quebrada - Muestreo

Se instalaron a la fecha, a campo, 9 parcelas en bosque de quebrada, de 200m² cada una, con todos los individuos identificados con una placa de madera con un número único impreso con láser, así como el centro de parcela con una estaca de madera, resultando en **470** árboles medidos e identificados. De las 9 parcelas, 4 fueron instaladas en el estrato cauce y 5 en el estrato cumbre, en función de la representatividad de cada uno de estos estratos dentro del predio.



Figura 26 - Bosque de Serrano Manejado como Parque Censo.

Se censaron a la fecha a campo 147 individuos leñosos identificados con una placa de madera, con la letra P, seguida de numeración consecutiv, identificados individualmente.

Bosque Serrano - Muestreo

Se instaló a la fecha, a campo, 1 parcela de 100m² con la identificación con una placa de madera con un número único impreso con láser, así como el centro de parcela con una estaca de madera.

La diferencia en el número de parcelas permanentes que quedaron instaladas de la A a la J respecto a las enunciadas en la Propuesta Metodológica se debió a una decisión basada cuestiones operativas. Durante la implementación de la propuesta, se tuvo acceso a recursos técnicos aportados por la Intendencia Departamental de Rivera (División Medio Ambiente), que no estaban previstos cuando se formuló el plan de trabajo inicial. Por tal motivo, se optó por la realización del censo del bosque de parque (que requería mayor cantidad de recursos humanos), por sobre la instalación de las parcelas permanentes en el bosque serrano. Cabe aclarar que, con la realización del censo, la superficie relevada es mayor que la planteada inicialmente.

Igualmente, el Programa tiene previsto instalar las parcelas restantes en el bosque serrano durante los meses siguientes.



Figura 27 - Bosque de Serrano Manejado como Parque Censo.

En los ANEXOS están los datos tomados en cada unidad de muestreo y en el censo

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1 Conclusiones

MONTE ENOC muestra un bosque joven con alta capacidad de fijar carbono, llegando a las tasas más elevadas en el bosque de quebrada estrato cauce con 119 t. ha⁻¹ y un mínimo también bosque de quebrada estrato cauce con 33 t. ha⁻¹, permaneciendo en una situación intermedia el bosque serrano propiamente dicho con 77 t. ha⁻¹.

La estimación del carbono fijado en la **madera de la comunidad leñosa presente en Monte Enoc MONTE ENOC fue de 535 t de C**. Este valor es coincidente con el presentado en informe del mes de setiembre de 2022, que se basó en los estudios realizadas por el MGAP – Dirección General Forestal, en el marco del Proyecto REDD+.

Si consideramos que el 70% del carbono de un bosque se encuentra fijado en la porción madera, dicho valor total se correspondería con 508,2 t de C en madera.

El resultado obtenido de esta investigación, de **521 t de C en madera**, equivaldría a **744 t de C total para el predio**, siendo superior, inclusive, al calculado antes y estaría efectivamente confirmando dicha estimación.

En función del tamaño de los árboles dominantes es posible aseverar que: al ser un bosque joven, está en fase de crecimiento acelerado, las comunidades leñosas presentan un nivel de diversidad muy elevado para las características de los bosques regionales.

10.2 Recomendaciones

Es factible aumentar, adicionalmente, el stock de carbono del suelo debido a la ausencia de pisoteo por parte de cualquier tipo de ganado, por lo que se recomienda buscar una forma de medir esta variable.

Instalar 10 parcelas adicionales en bosque serrano. Procurar la utilización de la tecnología del TLS – Sistema Laser Terrestre, para estimar la biomasa total y correlacionar esas variables con los datos de campo. De esta forma, podrán, en el futuro, generarse ecuaciones alométricas, por tipo de bosque.

Esta acción podrá concretarse a partir del convenio celebrado entre el Programa PAZyMONTE con el CENUR - Universidad de la República y de un posible acuerdo con el Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca, concretamente - Dirección General Forestal, cuya dependencia dispone de la citada metodología TLS.

Ante la erradicación total de pinos (descrita en el Informe Final producido sobre esa acción): debe promoverse, en ocasión del monitoreo, la restauración natural (pasiva) del bosque nativo de las áreas que ocupaban los pinos erradicados (ver: capítulo e del presente), que asegura la conservación de la genética poblacional de la zona. Se tiene la certeza de que no está generando un desbalance al agregar individuos con genética foránea al lugar. Al mismo tiempo, se asegura que los nuevos árboles nativos estén adaptados al ambiente.



Figura 28 - Bosque de Serrano Manejado como Parque Censo.

Asimismo, se recomienda:

Con el empleo de la metodología TLS, medir la biomasa verde: hojas flores y frutos, así como la biomasa de raíces (above ground).

Continuar con el monitoreo de mediano-largo plazo, ya que representa una fuente de información valiosa para la toma de decisiones sobre la adopción de medidas de mejoramiento del estado y/o la extensión, de los bosques.

11. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

ANA CRISTINA SCHILLING e JOÃO LUIS FERREIRA BATISTA 2008. Curva de acumulação de espécies e suficiência amostral em florestas tropicais. Extraído de <http://www.scielo.br/pdf/rbb/v31n1/a16v31n1.pdf> el 29 de mayo 2018.

ASSMANN, E. The principles of forest yield study. Oxford. 506p. 1970.

BRUSSA, C.; GRELA, I. 2007. Flora arbórea del Uruguay, con énfasis en las especies de Rivera y Tacuarembó. Montevideo, COFUSA.

CAUGHLEY 1977. Extraído de: <https://glosarios.servidor-alicante.com/ecologia/abundancia-relativa>, recuperado el 29 de mayo de 2018.

DARONCO, C.; GALVÃO DE MELO, A. C.; DURIGAN, G. 2013. Ecosistema em restauração versus ecosistema de referência: estudo de caso da comunidade vegetal de mata ciliar em região de Cerrado, Assis, SP, Brasil.

FAO 1997. Volumen de madera y biomasa leñosa. Capítulo 2. Extraído de: <http://www.fao.org/docrep/005/y1997s/y1997s08.htm> el 29 de mayo de 2018.

HERNÁNDEZ P.; A. M. GIMÉNEZ; R. GEREZ. 2008. Situación actual de la biodiversidad vegetal en el interfluvio Salado-Dulce, Santiago del Estero, Argentina Vegetal biodiversity present situation of Salado-Dulce watershed, Santiago del Estero, Argentina. Quebracho N° 16 (20-3)

GRELA, I.; BRUSSA, C.; 2003. Relevamiento florístico y análisis comparativo de comunidades arbóreas de Sierra de Ríos (Cerro Largo, Uruguay). Agrocienia. (2003) Vol. VII N°2.

LARA, A.; SOTO, D.; ARMESTO, J; DONOSO, P. 2003. Componentes científicos clave para una política nacional sobre usos, servicios y conservación de los bosques nativos Chilenos. Universidad Austral de Chile. Valdivia.

MARTÍNEZ RAMOS, M.; GARCÍA ORTH, X. 2007. Sucesión ecológica y restauración de las selvas húmedas. Boletín de la Sociedad Botánica de México [en línea] Sup (junio) : [Fecha de consulta: 14 de junio de 2018] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57708008>> ISSN 0366-2128 }

MGAP, 2018. *Actualización del Manual de Manejo de Bosque Nativo en Uruguay*. Primera edición. Montevideo, Uruguay.

MINISTERIO DE VIVIENDA, ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y MEDIO AMBIENTE (MVOTMA), 2015. Uruguay: primer puesto en crecimiento de monte nativo. Extraído de: <http://mvotma.gub.uy/porta/sala-de-prensa/noticias.html?start=680>. Acceso: 27 de mayo de 2018.

OLDEMAN, R.A.A. 1975. Bioarquitectura de las vegetaciones y método práctico para su observación. Nota técnica en el marco del convenio MAG/ORSOM. Sección Ecológica. NE1.32p

PROFUMO AGUIAR, L. 2010. Estudio de anéis de crecimiento de especies arbóreas de ambientes fluviais da bacia do rio Tacuarembó, Uruguai / Curitiba, Tese de Doutorado. 180p.

SAYAGUÉS LASO, L.; GRAF, E.; DELFINO, L.; 2000. Análisis de la Información publicada sobre composición florística de montes naturales del Uruguay. Agrociencia. Vol. IV N°1.

SENYSZYN, P. Principales maderas indígenas del Uruguay. Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Dirección Forestal, División Investigación y Tecnología. Montevideo. 1989. 24p.

<https://www.impo.com.uy/bases/leyes/15939-1987>

Mola, I., Sopeña, A. y de Torre, R. (editores). 2018. Guía Práctica de Restauración Ecológica. Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica. Madrid. 77 pp (disponible en <https://ieeb.fundacion-biodiversidad.es/content/guia-practica-de-restauracion-ecologica>)

Prance, G. T. (2000). *The conservation of botanical diversity*. *Plant Genetic Conservation*, 3-14. doi:10.1007/978-94-009-1437-7_1 10.1007/978-94-009-1437-7_1

Todd S. Fredericksen, Bonifacio Mostacedo. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz de la Sierra.

Soutullo A, C Clavijo & JA Martínez-Lanfranco (eds.). 2013. Especies prioritarias para la conservación en Uruguay. Vertebrados, moluscos continentales y plantas vasculares. SNAP/DINAMA/MVOTMA y DICYT/MEC, Montevideo. 222 pp.

Brussa, C.A.; Majó, B; Sans, C y sorrentino, A. 1993. Estudio fitosociológico del monte nativo en las nacientes del arroyo Lunarejo, departamento de Rivera. Boletín de Investigación. 38. Montevideo, Facultad de Agronomía. 32p.

Ramírez, L. R. and Säumel, I. 2022. Beyond the boundaries: Do spatio-temporal trajectories of land-use change and cross boundary effects shape the diversity of woody species in Uruguayan native forests? Agriculture, Ecosystems and Environment Volume 323, 107646, ISSN 0167-8809, <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107646>.

Guido y López (2011).

Piaggio y Delfino (2009)

Citations: para el concepto de sitio forestal

[1] <https://dasonomia.files.wordpress.com/2017/06/dasometria.pdf>

[2] <https://www.slideshare.net/MISAELROMERO16/mensuraforestalppt>

[3] <https://es.scribd.com/document/260616968/Sitio-Forestal>

[4] <https://es.scribd.com/document/216045936/Mensura-Forestal-5>

[5] <https://myb.ojs.inecol.mx/index.php/myb/article/download/1257/1428/3418>

[6] <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1825/1/33T0100%20.pdf>

Prodan , fecha

HALLÉ, F.; OLDEMAN, R.A.A.; TOMLINSON, P.B. Tropical trees and forests. An architectural analysis. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg. 1978. 441p.

PRODAN, Metal. Mensura forestal. San José, Costa Rica. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 586p. 1997.

ANEXO I: Inventario de Bosque de Quebrada, Parcelas A a I

ANEXO II: Inventario de Bosque Serrano, Parcela J

ANEXO III: Inventario de Bosque de Parque (denominado: “manejado”)