



FACULTAD DE CIENCIAS
EXACTAS Y NATURALES
Y AGRIMENSURA

LICENCIATURA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

**Evaluación de la diversidad y estructura espacial de los bosques de la Reserva Natural Privada
“Paraje Tres Cerros”.**



Autora: María Celeste Vallejos

Director: Dr. Roberto Salas

Co- director: Lic. Walter Medina

Laboratorio: Instituto de Botánica del Nordeste (IBONE) – Área de Botánica de FaCENA-UNNE (Asignatura Diversidad Vegetal).

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) y a todos los docentes que participaron desde el comienzo hasta el final en mi formación como profesional.

A la Familia Gobe, al Dr. Rodrigo Cajade y a la Lic. Alejandra Hernando que junto con la Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Agrimensura fui beneficiaria de la beca Gobe- Giordiani que me permitió realizar los viajes de campaña y esta investigación para mi tesis de graduación.

A Ruth, quien dulcemente nos aceptó y abrió sus puertas para realizar estudios para ayudar a la conservación de la reserva y quién nos brindó un lugar cálido de descanso y compañía.

Al instituto de Botánica del Nordeste por darme un espacio de trabajo y apoyo para analizar las muestras recolectadas.

A mi director Roberto salas que me brindo sus conocimientos, su tiempo y un espacio de crecimiento personal. Por la paciencia y la sabiduría, que me enseñó que trabajar en equipo siempre se puede llegar más lejos y acompañarme en los últimos pasos con esta tesis de investigación.

A mi co-director Walter Medina por acompañarme en esta última etapa de mi formación como estudiante, por enseñarme y mostrarme la naturaleza con sus ojos y por compartir conmigo sus conocimientos y por tenerme en cuenta en sus viajes para seguir aprendiendo en campo y por convertirse en mi mentor en la identificación de plantas y amigo.

A la profesora Silvina Vallejos, por todo el acompañamiento brindado por muchos años como directora de becas de pregrado, que me permitieron realizar mis primeros pasos en la investigación y como docente. Por toda la paciencia y el cariño brindado.

A los docentes e investigadores de la cátedra de Bioestadística y Biología de los Cordados de la facultad, que con generosidad siempre están dispuestos a ayudar en la formación de sus alumnos: Mara del Rosario, Sergio Díaz y José Miguel.

A Renata Nicora Chequín, quién me enseñó los primeros pasos a seguir para la realización de estos estudios como pasante.

A Mariana Baruzzo, Hugo Almirón, Lucas Rojas y Fabricio Álvarez por colaborar en esta investigación en el registro de datos en campo.

A Reinier van Rantwijk por enseñarme y ayudarme en el uso del programa R y acompañarme en lo emocional en los estos últimos pasos de mi carrera.

A los docentes de Diversidad vegetal y de Biotaxonomía: Elsa Cabral, Sandra Sobrado y Laila Miguel por sus conocimientos y el acompañamiento tanto en lo profesional como personal.

A Federico Loebarth, quién me acompañó en la inquietud, en la idea y en el armado de un nuevo instrumentoy por la programación de una aplicación "Treegon" para medir las alturas de los árboles en campo.

A mi querida familia, mis hermanos: Martín, Melissa y Gonzalo, que siempre están para acompañarme y apoyarme.

A mi papá por todo el apoyo, por motivarme a seguir siempre y acompañarme en todas las etapas de mi vida.

A mi mamá, por estar siempre presente y por ser un ejemplo a seguir siempre con humildad, alegría y resiliencia.

A mis amigas, que a pesar de tomar caminos diferentes siempre están para mí: Meli, Leti, Mara, Agus y Andrea.

A mis queridos amigos y compañeros, aquellos que conocí en mi recorrido en la carrera y que me ayudaron a llegar a la meta, porque nunca se llega solo.

A mis amigos incondicionales que siempre están presentes y me recordaron el valor de la amistad: Huguito, Noe, Flor y Alexis.

INDICE:	
Denominación	2
Resumen	2
INTRODUCCIÓN	2
Origen y fundamento de la investigación.....	2
Antecedentes del tema.....	3
OBETIVOS	4
Objetivos generales.....	4
Objetivos particulares.....	4
HIPÓTESIS	4
MATERIALES Y MÉTODOS	5
Área de estudio.....	5
Trabajo de campo.....	7
Análisis de datos.....	6
RESULTADOS	9
Inventario forestal sistematizado basado en dos parcelas de 1000 m2.....	9
Frecuencia absoluta de las especies leñosas.....	10
Estudio de la estructura vertical del bosque.....	12
Estudio de la estructura horizontal de los bosques.....	14
Curva y acumulación de las especies leñosas.....	18
Estudios no paramétricos.....	19
Composición, abundancia y uniformidad.....	19
Similitud.....	19
Índice de abundancia proporcional.....	19
DISCUSIÓN	20
CONCLUSIÓN	21
BIBLIOGRAFÍA	22
ANEXO	25
EXPOSICIÓN SINTÉTICA DE LA LABOR DESARROLLADA	30
OBSTÁCULOS Y DIFICULTADES EN EL DESARROLLO DEL PLAN	30
EVALUACIÓN DEL DIRECTOR	31
EVALUACIÓN DEL CO- DIRECTOR	31

Denominación Evaluación de la diversidad y estructura espacial de los bosques de la Reserva Natural Privada “Paraje Tres Cerros”.

Resumen

Las islas rocosas conocidas como Paraje Tres Cerros pertenecen a la reserva natural privada ubicada en la localidad de la Cruz, en el departamento de San Martín, Corrientes, Argentina. La reserva está representada por antiguos afloramientos de arenisca y son las únicas elevaciones en un lugar caracterizado por llanuras. El único trabajo sobre la vegetación hasta el momento fue realizado por Parodi en el año 1943, en el cual se describe los siguientes tipos de vegetación: campos en meseta rocosa arbóreo-arbustiva, pastizal rocoso inclinado de *Andropogon lateralis* Nees con matorrales, bosques xerófilos de la meseta y bosques higrófilos. La vegetación se ve fuertemente influenciada por su exposición al viento, predominantemente seco del norte y la exposición solar. En las faldas de la zona norte y la meseta, se desarrollan pastizales rocosos o con escasos árboles achaparrados, mientras en la zona sur, más escarpada y húmeda, se registraron bosques mesófilos. La presencia de ruinas jesuíticas en el lugar dió aparentemente origen a bosques antropogénicos y se desarrollaron siguiendo en general la forma de los viejos corrales de piedra. Se registran dos especies de plantas endémicas (*Gymnocalycium angelae* Meregalli y *Cypella trimontina* Ravenna). De igual modo, se encuentran citadas dos especies de lagartijas endémicas y otras especies de fauna autóctona. Recientemente, se han realizado y sistematizado colecciones botánicas por miembros del Instituto de Botánica, las cuales fueron insumos para este trabajo. Se estudiaron los bosques presentes en la falda sur de los cerros y en el pedemonte con ruinas jesuíticas, con el fin de evaluar y comparar la estructura y la diversidad de ambas comunidades de bosques. Se esperan que los resultados obtenidos en esta investigación sean de utilidad en la toma de decisiones de futuros proyectos destinados a la conservación, a la enseñanza y a la concientización de la reserva.

Introducción

Origen y fundamentos de la investigación

Los bosques tienen un valor ecológico, económico y cultural, brindan servicios ecosistémicos como la protección de cuencas, regulación hídrica, provisión de productos como madera, alimentos, medicinas, forraje, carne, miel, productos aromáticos, y son el hábitat de millones de personas que viven dentro de la matriz de los bosques nativos, como el 13% de la población en Argentina (Mónaco et al. 2019; FAO 2020; Ceballos, et al. 2022). En este marco, la instalación de Parcelas Permanentes (PPM) tiene vital importancia como áreas de muestreo donde se registran la identidad, abundancia y tamaño de los árboles de forma periódica con el fin de realizar estudios sobre los cambios en los bosques en relación con el clima, disturbios naturales, usos y manejos (Ceballos et al., 2022). Recientes esfuerzos mancomunados, han resultado en la creación de la Red Argentina de Parcelas Permanentes (RAPP) encabezados por Ceballos y colaboradores. Hasta la fecha, la RAPP incluye 317 parcelas que cubren 328,9 ha de bosque, distribuidas en 15 provincias y en siete de las nueve regiones forestales de Argentina (Bosques Andino-Patagónicos, Chaco Húmedo, Chaco Seco, Monte de Sierras y Bolsones, Monte de Llanuras y Mesetas, Selva Paranaense, Yungas), quedando sin representación las ecorregiones del Espinal y Delta e Islas del Paraná. El establecimiento de parcelas permanentes en la Reserva Natural “Paraje Tres Cerros” permitió constituir la primera en la región del Espinal,

más específicamente en el distrito Uruguayense (Arana et al., 2021). Hasta el presente, Corrientes posee instaladas parcelas PPMB en bosques ribereños del Paraná, al Norte de la Provincia (Ceballos, et al. 2022). Por esta razón, la instalación de las parcelas seguirá las recomendaciones propuestas por la RAPP (Ceballos et al., 2022) y complementadas por las propuestas por Dry Flor (Protocolo para el establecimiento y monitoreo de parcelas de bosque seco (Moonlight, 2021).

Lamentablemente solo dos de los tres cerros se encuentran conservados mediante la creación de la Reserva Natural Privada “Paraje Tres Cerros”, mientras que el cerro Capará carece acciones formales destinadas a su preservación (Salas, R.M. com. pers.). Por tal motivo, y por las particularidades geológicas, naturales y sociales del sitio, los tres cerros son un lugar clave para realizar estudios de relevamiento, registro e identificación de la flora y fauna endémica y autóctona. El estudio de la vegetación de estos afloramientos permite ampliar el conocimiento sobre la dinámica ecológica, cubrir vacíos del conocimiento de los bosques e islas rocosas inmersas en el Espinal, y ayudar en la toma de decisiones para la formulación de futuros proyectos destinados a la conservación, a la enseñanza y a la concientización.

Antecedentes del tema

La Región Neotropical de Argentina corresponde una o más unidades fitogeográficas dependiendo de las hipótesis de los autores. Está representada por dos grandes dominios, uno Amazónico y otro Chaqueño (Cabrera 1971; Cabrera & Willink 1973; Morrone 2002; Arana et al., 2017). Teniendo en cuenta dichas regionalizaciones, en Corrientes (Argentina), se encuentran representadas las provincias Chaqueña, Paranaense y Espinal (Cabrera 1971; Cabrera & Willink 1973), provincias Chaqueña y Paranaense (Morrone 2002), dominios Pampeano y Chaqueño (Arana et al. 2017) o bien las eco-regiones Chaco húmedo, Esteros, campos y malezales y Espinal (Burkart, 1999). Estudios recientes, posicionan a la provincia de Corrientes en el cuarto lugar, respecto a la diversidad vegetal específica, después de Salta, Jujuy y Misiones (Fontana, 2015). Adicionalmente, la mayor parte de estas especies tienen amplia distribución y presencia en el noreste argentino, pero un grupo de ellas tienen un área reducida y están restringidas a determinadas comunidades en sitios puntuales (Fontana, 2015). En este contexto, el área de los cerros (Dpto. San Martín, Corrientes) recientemente fue incluida por Oyarzabal et al. (2018) en la unidad de vegetación Pradera hidrofítica de *Andropogon lateralis* Nees, también llamada Malezales, no obstante, el trabajo no menciona la vegetación presente en los afloramientos. De igual manera, Arana et al. (2021) incluye a la región en estudio en la provincia fitogeográfica pampeana, particularmente en el distrito Uruguayense. Por otra parte, también es importante destacar que tanto los cerros, como otros sistemas de sierras aislados e inmersos en la Pampa, son considerados como evidencias de una biota tropical con alta heterogeneidad ambiental que existió con mayor extensión en el pasado y se redujo su área en la actualidad a dichos sectores particulares (Arana, 2021).

Las islas rocosas conocidas como “Paraje Tres Cerros” emergen al Oeste de la localidad de la Cruz y se elevan sobre la llanura con alturas de 179 msnm, 158 msnm y de 148 msnm (Cajade et al., 2013). Los cerros, se caracterizan por presentar un relieve topográfico con afloramientos rocosos conformados por areniscas cuarzosas del periodo Jurásico Superior al Cretácico inferior (Herbst & Santa Cruz, 1999),

correspondiente a la formación estratigráfica Botucatu (Aceñolaza, 2007). Estas elevaciones están rodeadas por campos llanos, a menudo bajos, y con frecuencia sub-anegados, y presentan en sus faldas formaciones vegetales con plantas mesófilas y también xerófitas que proceden de regiones apartadas de esta localidad (Parodi, 1943).

En cuanto a su riqueza histórica y cultural, las huellas del pasado siguen presentes en la región donde hoy se halla “El Paraje Tres Cerros”. Hace más de 400 años fue habitado por la cultura guaraní y por los jesuitas en el siglo XVII. En la actualidad, se hacen presentes por medio de las ruinas de las reducciones jesuíticas guaraníes representadas por corrales y muros de piedra utilizados en su tiempo para el arreo, contención y encierro del ganado (Cajade et al., 2013). Los sitios arqueológicos ubicados en este paraje corresponden a corrales líticos que, en principio podrían postularse de origen jesuítico, confeccionados en piedra arenisca local (Oliva & Panizzab, 2020). Por tal motivo, este entorno es el resultado de los procesos cíclicos y lineales, tanto como de los agentes estructurales de los sitios, en función de la interrelación entre las sociedades pasadas y actuales, y de los agentes que intervinieron en ellas, que determinan la visibilidad paisajística de los sitios (Oliva & Panizzab 2020).

En el presente trabajo, se estudiaron los bosques presentes en la falda sur de los cerros y en el pedemonte con ruinas jesuíticas, con el fin de evaluar y comparar la estructura y la diversidad de ambas comunidades de bosques. Se esperan que los resultados obtenidos en esta investigación sean de utilidad en la toma de decisiones de futuros proyectos destinados a la conservación, a la enseñanza y a la concientización de la reserva.

Objetivos generales y particulares

Objetivos generales

- Realizar un inventario forestal de los bosques hidrófilos en la Reserva Natural Privada “Paraje Tres Cerros”.

Objetivos particulares

- Describir la vegetación boscosa de la Reserva Natural Privada “Paraje Tres Cerros”.
- Describir la estructura vertical y horizontal de los bosques del pedemonte y de la ladera sur del cerro Nazareno.
- Comparar la diversidad y la estructura de la vegetación boscosa presentes en la ladera sur del cerro Nazareno y en el pedemonte.

Hipótesis de trabajo

- La comunidad leñosa ubicada en el bosque del pedemonte es diferente a la comunidad del bosque del cerro Nazareno al presentar diferencias en la riqueza específica y en la estructura espacial.

Materiales y métodos

Área de estudio

Para el presente trabajo se llevó a cabo en la Reserva Natural Privada llamada “Paraje Tres Cerros” ubicada en la región centro-este perteneciente al municipio de la Cruz de la provincia de Corrientes. En la ladera sur la vegetación está conformada por un bosque higrófilo aparentemente primario que crece entre las rocas constituido por algunos elementos florísticos de la selva paranaense misionera, aunque disminuida en cuanto a la riqueza de especies (Parodi, 1943). Para el diseño experimental se ubicaron dos sitios de muestreo: en el pedemonte dispuesto en las cercanías del cerro (sitio A) y en la pendiente del cerro más alto, el Nazareno, (sitio B). Ver Fig.1.



Fig 1: A. Imagen satelital donde se muestran los sitios de estudio. B- Vista general del sitio A. C- vista general del sitio B.

Trabajo de Campo

Para poder llevar a cabo el objetivo uno se delimitaron dos PPM siguiendo el diseño de parcelas de la metodología descrita por DryFlor (protocolo de establecimiento y monitoreo de parcelas de bosques secos) y la RAPP (Ceballos et al., 2022), seguido por un Inventario forestal sistematizado basado en dos parcelas de 1000 m² cada una. El mismo permitió establecer un listado de las especies leñosas encontradas en dos parcelas de 50x40 m² divididas en subparcelas de 10mx10m según metodología recomendada por la resolución 037/14 Dirección de Recursos Forestales, Min. de la Producción, Prov. de Corrientes. Para la selección de los sitios de muestro una se ubicó en el pedemonte (sitio A) y otra en el bosque de la ladera sur en el cerro Nazareno (sitio B) ver Fig. 2. Luego se procedió a la identificación de las especies en campo gracias al listado de 43 especies distribuidas en 23 familias (Tabla en anexo N°1) elaboradas en base a numerosas incursiones realizadas previamente (desde 2012, por Roberto Salas y Walter Medina). A partir de los registros

de las especies en los sitios, primero se realizó una tabla de todas las especies encontradas en ambos bosques y dos listas de las especies presentes en de cada sitio (A y B), seguido por la elaboración de gráficos en barra en el programa RStudio donde se resaltó la abundancia de cada especie.

Para describir la estructura vertical y horizontal de los sitios (objetivo número dos) se realizó la toma de datos en campo de cada árbol, identificando a cada ejemplar con una placa de metal tomando medidas de distancia teniendo en cuenta los bordes de la subparcela para delimitar valores de coordenadas de eje "x" y eje "y" para luego trasponer la ubicación exacta de los ejemplares en la gráfica horizontal. La recopilación de los datos se realizó por medio del inventario de todos los individuos arbóreos con DAP ≥ 5 cm (el equivalente al PAP=15 cm). La medición del diámetro a la altura del pecho (DAP) fueron tomados a 1,30m sobre el terreno. Por otro lado, también se tomaron datos de la cobertura realizando mediciones del diámetro de la copa de cada árbol teniendo en cuenta el ancho y el largo del follaje. Para la representación gráfica de la distribución de la cobertura, se procedió a la elaboración a mano alzada de gráficos esquemáticos. Se representó la cobertura de cada individuo gracias a las coordenadas obtenidas en campo para ubicar cada ejemplar por subparcela que luego fueron editadas en el programa Corel Draw (Corel Corporation, 2022). Además, se llevará un registro de los individuos sobre el estado sanitario, categorizando a cada ejemplar como: Buen estado (árboles sin lesiones) - Regular (árboles con lesiones abruptas).

Para la medición de la altura total, se diseñó una nueva herramienta y aplicación para ser ocupada en campo capaz de medir con mayor exactitud la altura de los árboles (Fig. 2). Para el desarrollo del artefacto y el cálculo de la altura, se tomaron en cuenta las reglas de trigonometría, donde es necesario calcular la distancia de un punto fijo y el ángulo opuesto al ángulo recto formado por el tronco del árbol y el suelo. Para el armado del aparato, se utilizó un medidor universal de ángulos de Ruhlmann con dos láseres ubicados en sus extremos. Esto permitió medir el ángulo desde la distancia del piso hasta la altura del árbol. La distancia, fue tomada desde la base del árbol hasta la ubicación del medidor angular mediante el uso de una cinta métrica fue. Por otra parte, para disminuir el error de cálculo del ángulo debido a la presencia de la inclinación del suelo, el medidor de Ruhlman también cuenta con un nivel. Por otra parte, para poder realizar los cálculos matemáticos pertinentes en campo, junto con un estudiante en ingeniería en software, se programó una nueva aplicación llamada Treegon. Para los cálculos matemáticos, se utilizaron las siguientes fórmulas: la tangente del (ángulo de inclinación $\times \pi/180$) \times distancia. Para la descripción de la estructura vertical se consideró por otra parte, las directrices de Lamprecht (1990), a través de una clasificación simple de la estructura vertical, en la que se distingue: estrato superior (altura $> 2/3$ de la altura superior), estrato medio ($< 2/3 > 1/3$) y estrato inferior ($< 1/3$ de la altura superior). Para poder llevar a cabo el objetivo tres, se realizó un análisis estadístico utilizando una matriz de abundancia de especies en ambos sitios.

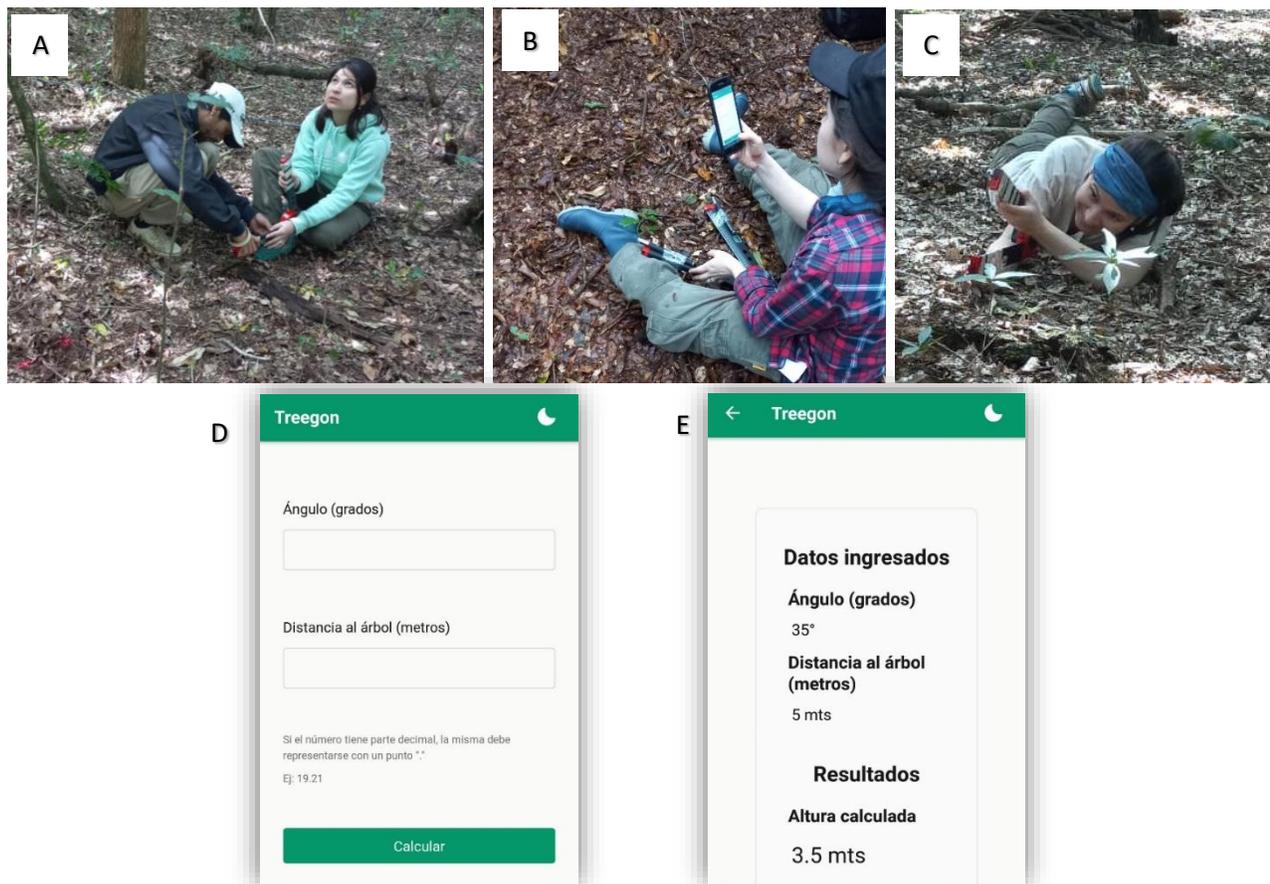


Fig. 2: A-C, Uso del medidor universal de ángulos de Ruhlmann con láseres y de la aplicación Treegon en campo D-E, Aplicación móvil Treegon.

Análisis de datos

Para comprobar si el tamaño de la muestra fue representativo, se elaboró curvas de acumulación de especies, asumiendo que, al alcanzar la asíntota en el número de especies, el tamaño de muestra correspondiente es el área mínima de muestreo, que contiene una muestra representativa de la comunidad (Rosenzweig, 1995). Además, estas curvas “suavizadas” se realizaron mediante reordenamiento aleatorio repetido (999 repeticiones) de las muestras con intervalos de confianza del 95%, con el fin de determinar la existencia de diferencias significativas en la riqueza de especies entre ambos sitios.

El nivel de completitud del inventario en cada sitio se calculó mediante estimadores no paramétricos tales como, Chao 1 y ACE y a partir de estos valores se determinó el porcentaje de representatividad del estudio (Colwell & Coddington 1995). Estas pruebas se realizaron mediante el software de acceso libre EstimateS versión v9.1.0 (<http://purl.oclc.org/estimates>) (Colwell 2006). Para comparar la composición,

abundancia y uniformidad de especies entre ambos bosques, se usaron curvas de rango-abundancia (Feinsinger, 2001). Para esto, se graficó la abundancia absoluta de las especies contra el rango ocupado por cada especie desde la de mayor a la de menor abundancia (Urbina-Cardona et al., 2008) y con la elaboración de gráficos en barra en el programa RStudio. Se calculó la similitud entre los bosques a partir de una matriz de abundancia. Con base en ella se obtuvo una matriz de similitud (calculando el índice de Jaccard) mediante el software de acceso libre Past versión v1.99 (<http://folk.uio.no/ohammer/past>) (Hammer et al. 2001) el cuál mide. Además, se realizaron análisis sobre los índices de abundancia proporcional por medio del uso del software Past versión 4.12. Estos índices de equidad son aquellos que toman en cuenta el valor de importancia de cada especie, e índice de heterogeneidad, aquellos que además del valor de importancia de cada especie consideran también el número total de especies en la comunidad. Sin embargo, cualquier de estos índices enfatiza ya sea el grado de dominancia o la equidad de la comunidad, por lo que se clasifican en índices de dominancia e índices de equidad (Moreno, 2001), La importancia de aplicar estos índices reside en el hecho de que los índices de dominancia tienen en cuenta las especies que están mejor representadas o que dominan sin tener en cuenta las demás como el Índice de Simpson. Los índices de equidad tienen en cuenta la abundancia de cada especie y que tan uniformemente se encuentran distribuidas (Moreno, 2001). La equitatividad (J) es un índice que mide la uniformidad con la que se distribuyen las especies en un ecosistema determinado (Magurran, 1988), mientras que el índice de Simpson (1-D) es un índice comúnmente utilizado para medir la diversidad biológica en un ecosistema (Gotelli & Colwell, 2001) y el índice de diversidad de Shannon se utiliza comúnmente en ecología para medir la riqueza y la abundancia relativa de las especies en una comunidad (Shannon, 1948). También se utilizó el índice de dominancia de Beguer- Parker este índice varía entre 0 y 1, se utiliza para medir la heterogeneidad de los hábitats en un paisaje determinado, tomando en cuenta tanto la cantidad como la calidad de los diferentes tipos de hábitats (Beguería & Pardini, 1997) y, en cuanto a el índice de Jaccard es un método comúnmente utilizado para medir la similitud entre dos muestras o comunidades (Jaccard, 1901). Es importante también agregar, que para entender la interpretación de dichos índices y programas se acudió a trabajos realizados sobre Riqueza y composición de la fauna de anuros y el trabajo realizado sobre la diversidad de las comunidades de escamados por Ingaramo, 2011 y Etchepare, 2013.

Por otro lado, para el cálculo del área basal de cada individuo se realizaron tablas en Excel, la dominancia de los individuos de acuerdo con Lamprecht (1990), a partir de la dominancia absoluta de las especies obtenidas por la suma de las áreas basales de todos los individuos por especie. Por otra parte, se calculó la dominancia relativa mediante el porcentaje del área basal de cada especie respecto al total de área basal de todos los individuos en la PPM, tomando en cuenta la siguiente formula:

<p><u>Fórmula:</u> $D_i = \sum AB_i \quad (5) \quad D_i\% = D_i/AB_t \times 100 \quad (6) \quad AB = \pi/4 \times d^2$</p>	<ul style="list-style-type: none"> - "D_i" es la dominancia absoluta de la especie i - D_i% es la dominancia relativa de la especie i - AB es el área basal de la especie i - AB_t es el área basal total - d: diámetro a la altura del pecho (1.30 m sobre el terreno).
--	---

Luego se procedió a realizar la clasificación de las clases diamétricas en centímetros en cinco diferentes clases para realizar análisis comparativos para ambos sitios.

Resultados

Resultados del objetivo 1: Describir la vegetación boscosa de la Reserva Natural Privada Tres Cerros.

Inventario forestal sistematizado basado en dos parcelas de 1000 m²

A partir del censo, se obtuvo un listado de todas las especies presentes en ambos sitios de muestreo (tabla N°1) en el cual se identificaron un total de 13 familias diferentes con 15 especies. Cada familia está representada solamente por una sola especie con excepción de las familias Meliaceae y Myrtaceae con dos representantes cada una.

A partir de la recolección, también se obtuvo las listas de las especies encontradas particularmente en cada bosque (tabla N°2 - N°3). En las mismas se observan diferencias en el número de familias y de especies presentes en cada bosque. El sitio B está representando por 9 especies, todas de diferentes familias, mientras que el sitio A está representado por un total de 13 especies distribuidas en 11 familias.

Tabla N°1: Familias y especies censadas en la Reserva Natural Privada Paraje Tres Cerros.

Familias	Especies leñosas
Anacardiaceae	<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A. DC.
Cannabaceae	<i>Celtis</i> sp.
Fabaceae	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan
Lauraceae	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees
Meliaceae	<i>Guarea macrophylla</i> Vahl.
	<i>Trichilia elegans</i> A. Juss
Moraceae	<i>Ficus luschnathiana</i> Miq.
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i> L.
	<i>Psidium guajava</i> L.
Primulaceae	<i>Myrsine laetevirens</i> (Mez) Arechav.
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.
Sapindaceae	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.
Solanaceae	<i>Solanum granulosum-leprosum</i> Dunal

Tabla N°1: Familias y especies censadas en el bosque del pedemonte (sitio A).

Familia	Especies Leñosas
Anacardiaceae	<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A. DC.
Cannabaceae	<i>Celtis</i> sp.
Fabaceae	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan
Lauraceae	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees
Meliaceae	<i>Guarea macrophylla</i> vahl. <i>Trichilia elegans</i> A. Juss
Moraceae	<i>Ficus luschnathiana</i> Miq.
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i> L. <i>Psidium guajava</i> L.
Primulaceae	<i>Myrsine laetevirens</i> (Mez) Arechav.
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.

Tabla N°2: Familias y especies censadas en el bosque del cerro Nazareno (sitio B).

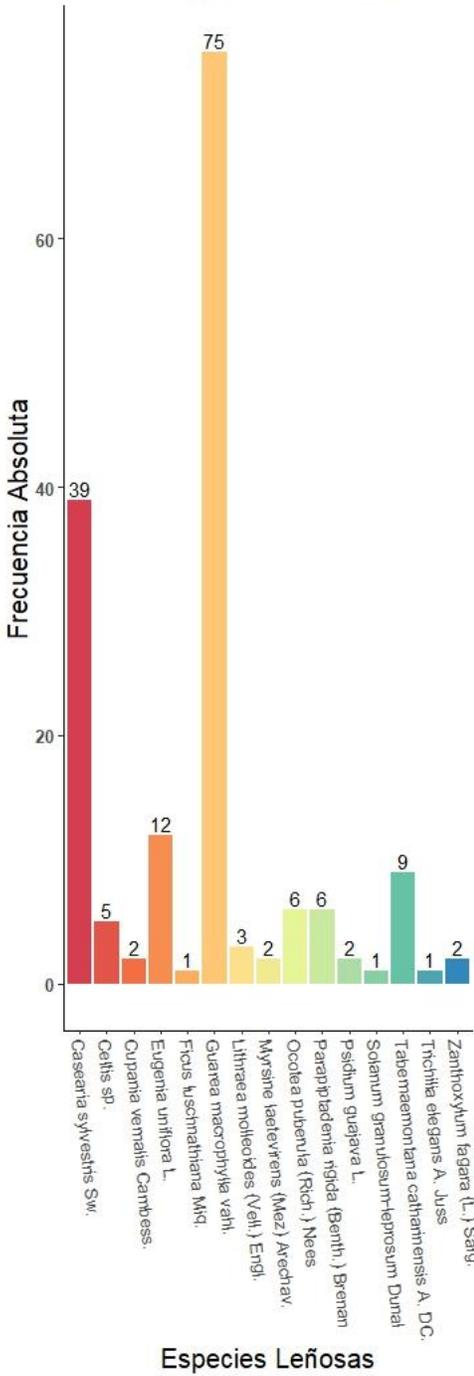
Familia	Especies Leñosas
Anacardiaceae	<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A. DC.
Lauraceae	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees
Meliaceae	<i>Guarea macrophylla</i> vahl.
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i> L.
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.
Sapindaceae	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.
Solanaceae	<i>Solanum granulatum-leprosum</i> Dunal

Frecuencia absoluta de las especies leñosas

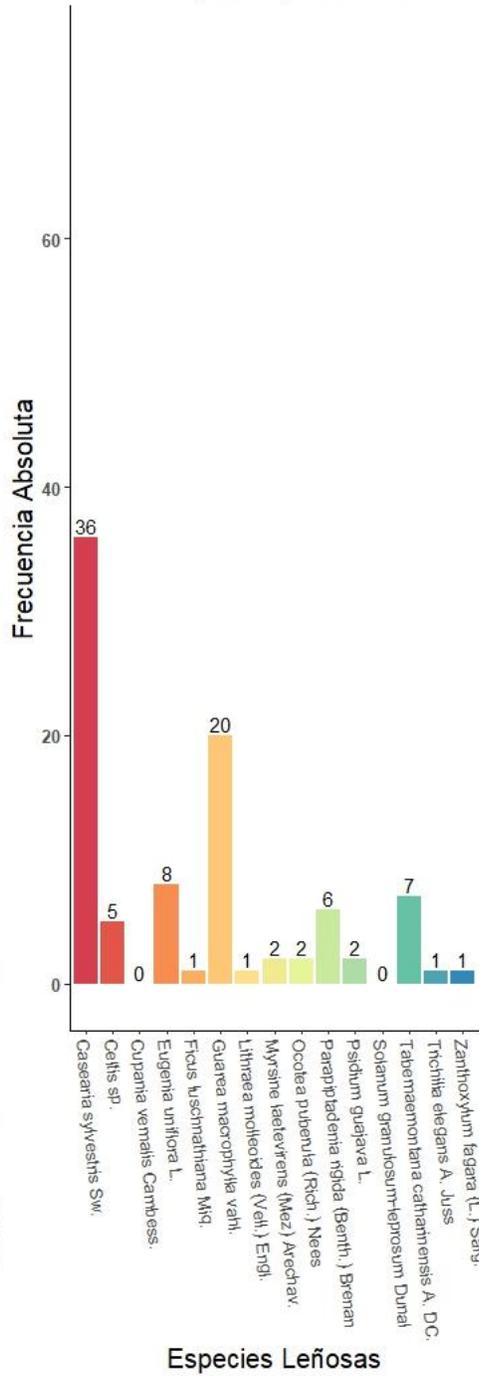
En este marco, se encontraron en total de 166 individuos de los cuales 92 corresponden al sitio A y 74 al Sitio B (ver tablas en anexo N°2 y N°3). En el bosque situado en el sitio A se observó la dominancia de dos especies: *Casearia sylvestris* con 36 individuos y *Guarea macrophylla* con 20 individuos. Las demás especies en este sitio presentan una frecuencia de 8 individuos o menos. De esta forma se encuentran distribuidos sobre la parcela 8 individuos de *Eugenia uniflora*, 7 de *Tabernaemontana catharinensis*, 6 de *Parapiptadenia rigida*, 5 ejemplares de *Celtis* sp. y *Myrsine laetevirens*, *Psidium guajava* y *Ocotea puberula* con 2 ejemplares cada uno y, por último, *Zanthoxylum fagara*, *Trichilia elegans* y *Ficus luschnathiana* con un solo ejemplar.

Por otra parte, el sitio B se observó la dominancia de la especie *Guarea macrophylla* con 76 individuos, seguido por *Casearia sylvestris* con 39 ejemplares, *Eugenia uniflora* con (12), y *Tabernaemontana catharinensis* (9), especies como *Ocotea puberula* y *Parapiptadenia rigida* con 6, las restantes especies tienen una frecuencia menor a 6 (Fig. 3).

A Especies leñosas censadas
Abundancia absoluta



B Especies leñosas
Bosque del pedemonte



C Especies leñosas
Bosque en el Cerro Nazareno

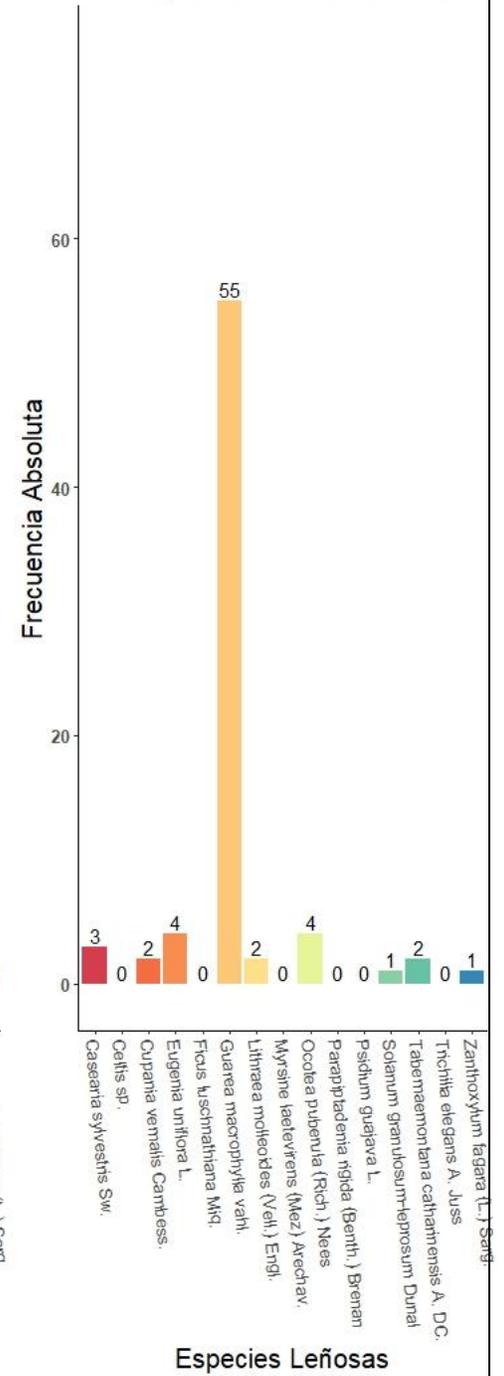


Fig. 3: A. Abundancia absoluta de todas las especies censadas, B. Abundancia absoluta de las especies en el bosque del pedemonte, C. Abundancia absoluta del bosque del cerro Nazareno.

Resultados del objetivo 2: Describir la estructura vertical y horizontal de los bosques del pedemonte y de la ladera sur del cerro Nazareno.

Estudio de la estructura vertical de los bosques

En cuanto a la estructura vertical se puede observar que, de los 166 individuos censados en los dos bosques, 82 individuos pertenecen al estrato medio, 73 individuos en el estrato bajo y solamente 11 individuos sobrepasan los 14m de altura, conformando el estrato alto (tabla N°4 y Fig. 4).

Por otra parte, el sitio A esta representado por 74 individuos, de los cuales el 48% pertenece al estrato bajo, el 43% al estrato medio y el 9% al estrato alto. Por otra parte, es importante resaltar que el estrato predominante solo supera al estrato medio por 3 individuos (tablas N° 5).

En el sitio B se contabilizó un total de 92 ejemplares distribuidos de forma decreciente en los siguientes porcentajes: 59% en el estrato medio, 39% en el estrato bajo y 4% en el estrato alto (tablas N° 5).

De acuerdo con las especies que conforman cada estrato, en el sitio A el estrato bajo está compuesto en un 43% por *Casearia sylvestris*, 32% por *Guarea macrophylla*, 15% por *Parapiptadenia rigida*, *Tabernaemontana catharinensis* y *Celtis* sp. (con 5% cada una) y, por último, con 2% cada una se encuentran *Ocotea puberula*, *Trichilia elegans* y *Lithraea molleoides*. Por otro lado, el estrato medio está conformado en un 35% por *Casearia sylvestris*, seguido por *Guarea macrophylla* con el 20%; *Eugenia uniflora* con 12%; *Tabernaemontana catharinensis* y *Celtis* sp. con 7% cada una, *Parapiptadenia rigida* con 5 % y, por último, *Zanthoxylum fagara* con 2%.

En el sitio B el estrato dominante es el estrato medio, en donde está representado por el 47% por una especie claramente dominante: *Guarea macrophylla*, seguido con el 7% *Ocotea puberula*, *Eugenia uniflora* con el 5% y *Tabernaemontana catharinensis*, junto con *Zanthoxylum fagara* con el 2% restante. Y, de acuerdo con el estrato bajo se encuentran: *Guarea macrophylla* con 69%, *Casearia sylvestris* con 10%, *Cupania vernalis* y *Lithraea molleoides* con 7% y, por último, *Eugenia uniflora* y *Solanum granulosum-leprosum* con el 3% cada una.

En cuanto al estrato alto, estos bosques en particular los individuos pertenecientes a este estrato se comportan como elementos emergentes que sobrepasan el dosel, conformados por las especies: *Casearia sylvestris*, *Parapiptadenia rigida*, *Ficus luschnathiana*, *Tabernaemontana catharinensis* y *Ocotea puberula* en el sitio A; y, en el sitio por: *Guarea macrophylla*, *Eugenia uniflora* y *Ocotea puberula*. En el bosque del pedemonte en esta categoría, se resalta la presencia de un ejemplar de *Parapiptadenia rigida* que presenta una altura de 20,91 m. Además, dentro de las observaciones realizadas a campo también se observaron árboles más altos en el sitio A que superan los 25 m formando parte de estas especies emergentes.

Tabla N°4: Cantidad de individuos por estrato en ambos sitios.

Especies leñosas censadas	Estrato bajo ($\leq 7m$)	Estrato medio ($7 < x \leq 14$)	Estrato Alto $14 < x < 21$)	Total
Sitio A	44	40	8	92
Sitio B	29	42	3	74
Total	73	82	11	166
Porcentaje	44%	59%	7%	100%

Tabla N°5: Porcentaje de ejemplares categorizados por estrato y por sitios.

Estratos	Sitio A	Sitio B
Estrato bajo ($\leq 7m$)	48,00%	39,00%
Estrato medio ($7 < x \leq 14$)	43,00%	57,00%
Estrato Alto $14 < x < 21$)	9,00%	4,00%
Total	100,00%	100,00%

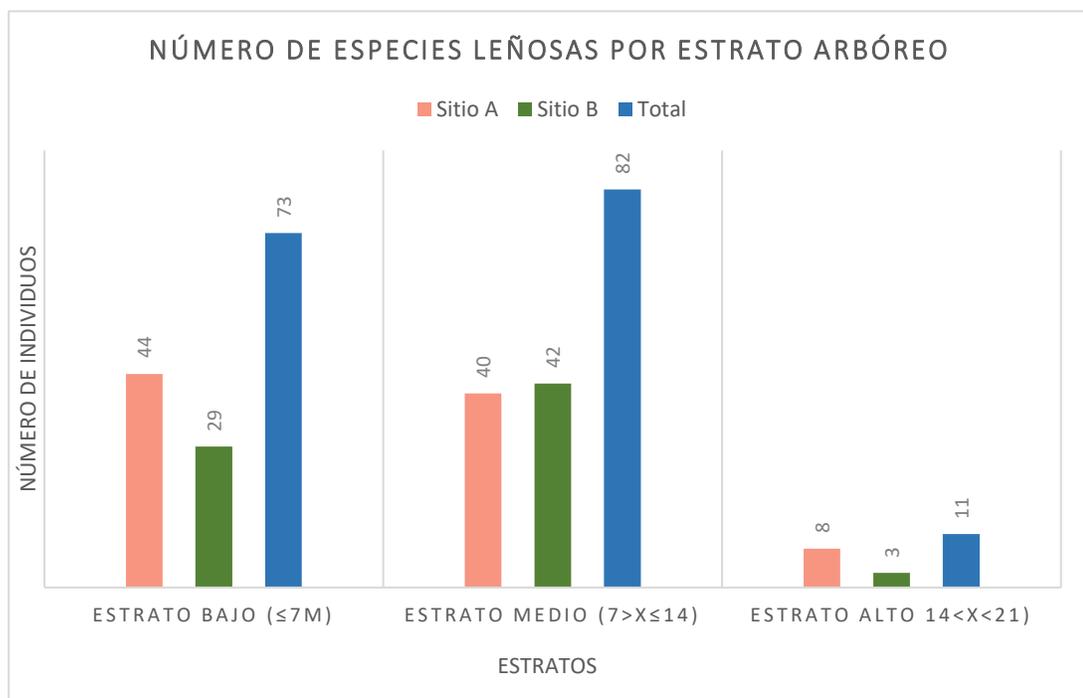


Fig.4: Estructura vertical: altura clasificada por estratos de todos individuos de las especies leñosas censadas.

Estudio de la estructura horizontal de los bosques

En cuanto a los estudios de la estructura horizontal, se encontraron diferencias observables tanto en la cobertura del follaje de los árboles (Fig. 5) como en el área basal de los troncos y en las clases diamétricas (Fig. 6 y 7).

Cobertura

En la figura 6 se muestra la dispersión de la cobertura de los árboles en ambos bosques. En el pedemonte (sitio A) la mayor parte de la cobertura del bosque está ocupada por un solo ejemplar de gran tamaño de *Ficus luschnathiana*, que cubre una superficie de 20,20 x 12,30 m (248 m² de 1000 m² del total de la parcela). En este sitio, además, se observa en la cobertura una mayor diversidad de especies ocupando la superficie, lo que le confiere una notoria heterogeneidad. Sin embargo, el bosque del cerro Nazareno (sitio B) presenta una mayor superficie ocupada por una sola especie, *Guarea macrophylla*, la especie dominante en este bosque.

Área basal

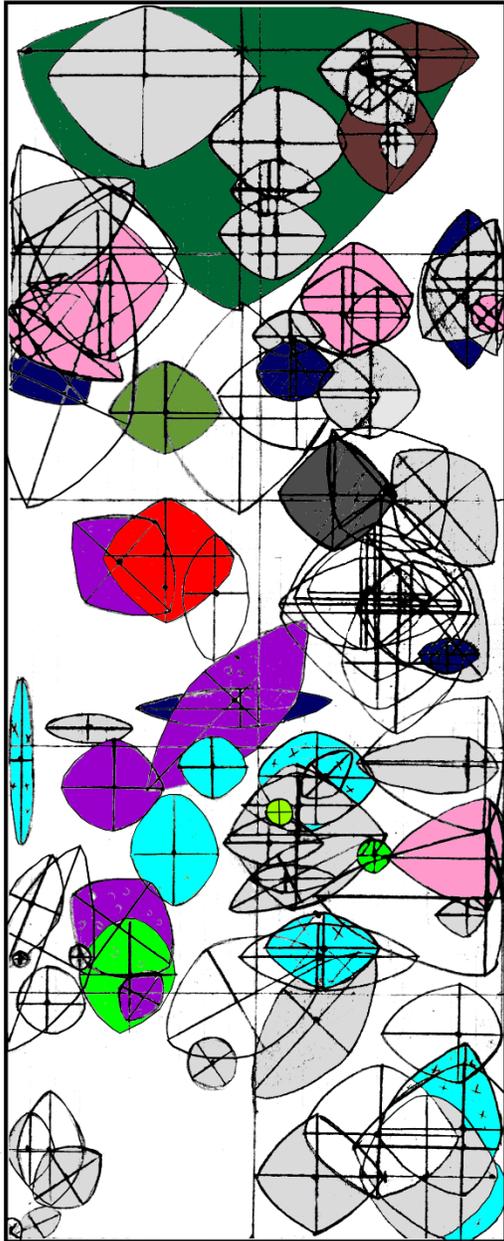
El área basal total en el sitio B se estimó en 73,22 m²/ha, mientras que en el sitio A se calculó un total de 33,96 m²/ha. (Fig.7). Las especies que aportan mayor área basal en el sitio B son: *Guarea macrophylla* 66,61 m²/ha (que representan 91%), seguido por *Ocotea puberula* 3,04 m²/ha (4%), *Eugenia uniflora* 2,06 m²/ha (3%), y, por último, las restantes especies que cubren el 1,51 m²/ha (2% restante). En el bosque del pedemonte, sitio A, *Casearia sylvestris* aporta el 7,63 m²/ha (49% del área basal), seguido por *Guarea macrophylla* con 5,61 m²/ha (17%), *Eugenia uniflora* 2,3 m²/ha, *Ficus luschnathiana* 2,4 m²/ha, *Parapiptadenia rigida* con 1,82 m²/ha, *Tabernaemontana catharinensis* 1,24 m²/ha, *Celtis* sp. 1,43 m²/ha, *Myrsine laetevirens* 0,94 m²/ha, y *Ocotea puberula* 0,53 m²/ha (representando cerca del 2% cada una), y, por último, las demás aportan el 1% restante (Fig.7).

Distribución de las clases diamétricas

La frecuencia de las diferentes clases diamétricas también mostró diferencias notorias en los dos sitios de muestreo (Tabla del anexo N°6 y 7). En las clases 16-81 y 82- 146 se encontraron 47 y 20 individuos en el bosque del cerro Nazareno (sitio B) respectivamente, siendo *Guarea macrophylla* la especie que más aporta en estas categorías. En tanto, las clases restantes solo se encuentran 8 individuos, resaltando la presencia de un solo ejemplar de *Guarea macrophylla* en la última clase de 408-472 (Fig. 8). En cambio, en el bosque del pedemonte (sitio A), en las dos primeras clases se destacan 75 y 20 individuos de *Casearia sylvestris* y *Guarea macrophylla* respectivamente. Por último, la presencia de un solo individuo en la clase de 147 - 211 corresponde a un ejemplar de *Ficus luschnathiana* (Fig. 8).

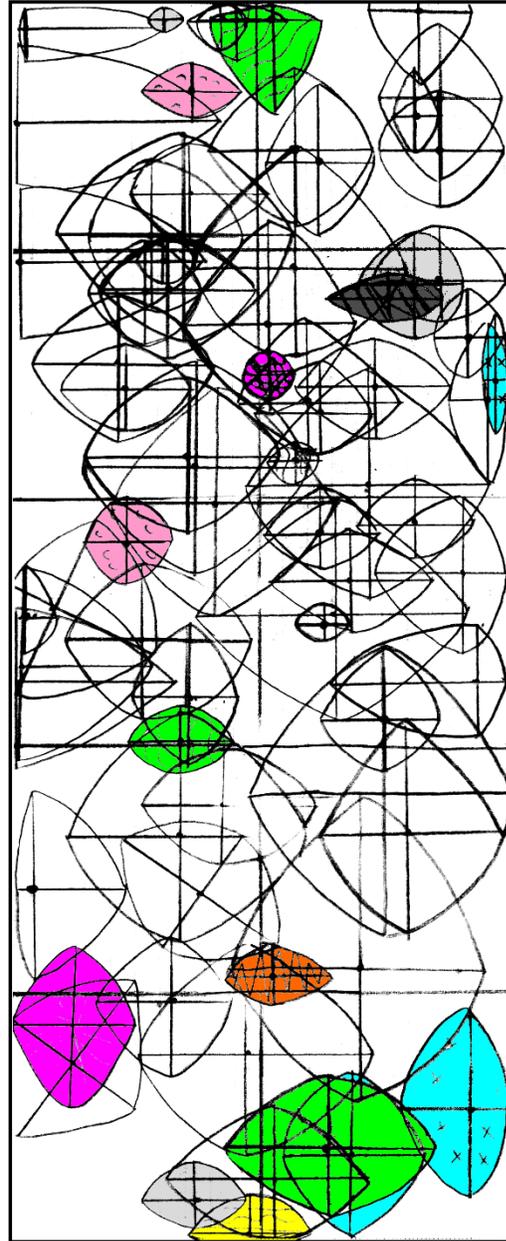
A

Pedemonte



B

Cerro Nazareno



Guarea macrophylla



Cupania vernalis



Zanthoxylum fagara



Casearia sylvestris



Tabernaemontana catharinensis



Ocotea puberula



Eugenia uniflora



Solanum granulosum-leprosum



Lithraea molleoides



Ficus luschnathiana



Celtis sp.



Psidium guajaba



Parapiptadenia rigida



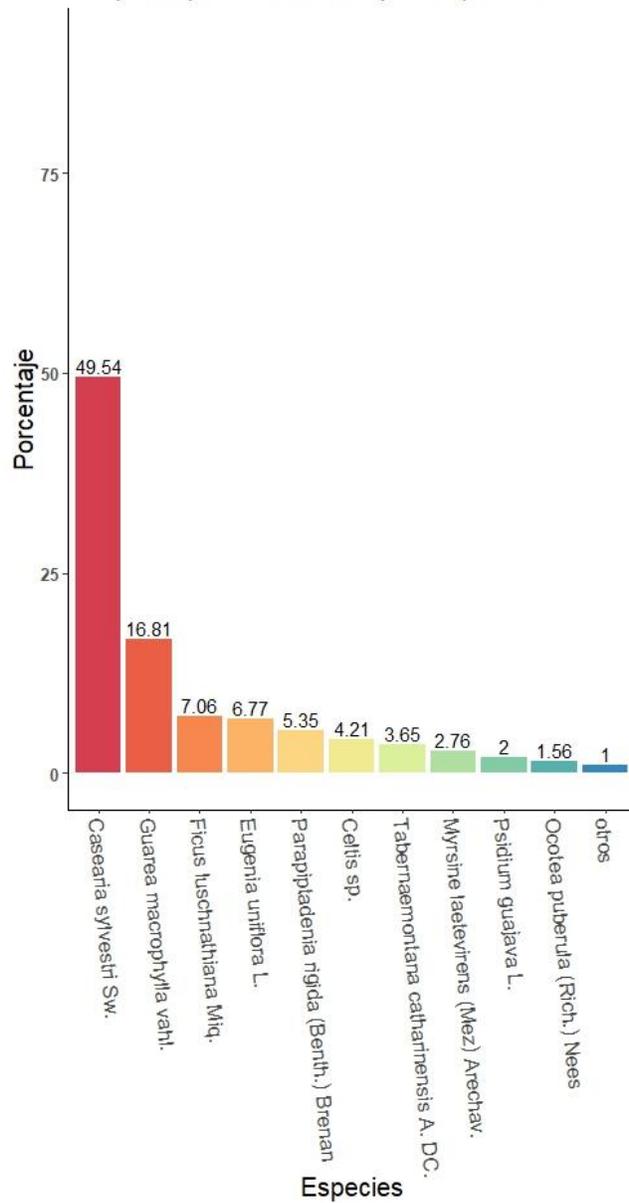
Trichilia elegans



Myrsine lateovirens

Fig. N°5: Cobertura de las especies censadas, A. Bosque del pedemonte, B. Bosque del cerro Nazareno.

A Porcentaje del área basal (m²/ha) por especies en el bosque del pedemonte



B Porcentaje del área basal (m²/ha) por especie en el bosque del cerro Nazareno

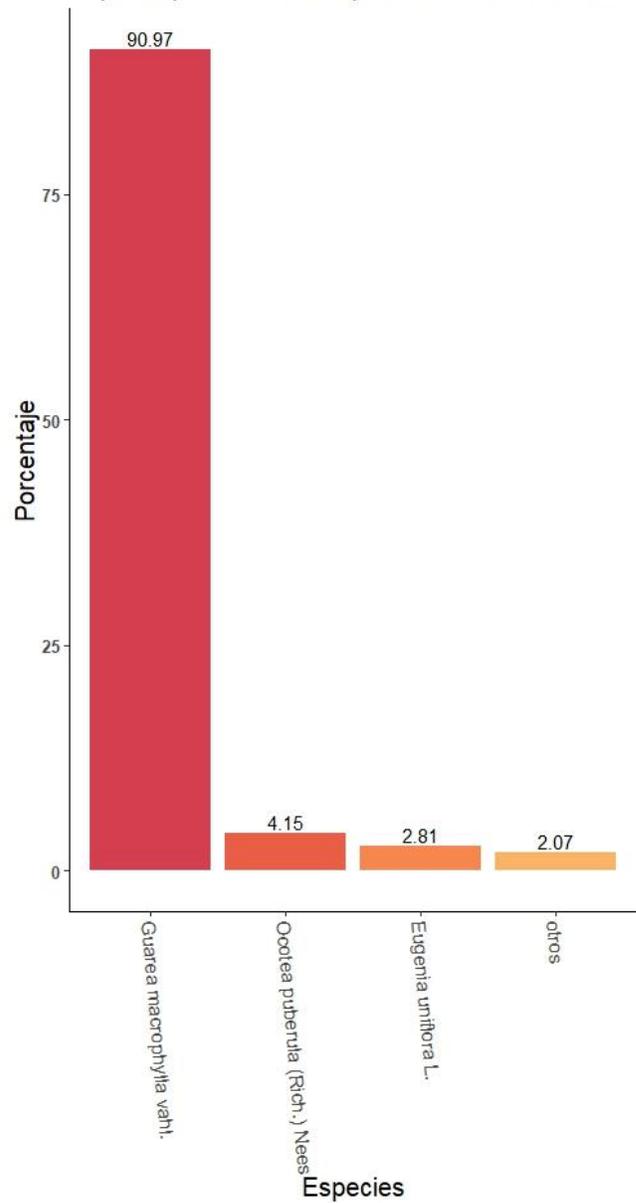


Fig.6: Porcentaje del área basal (m²/ha). A. Bosque del pedemonte, B. Bosque del cerro.

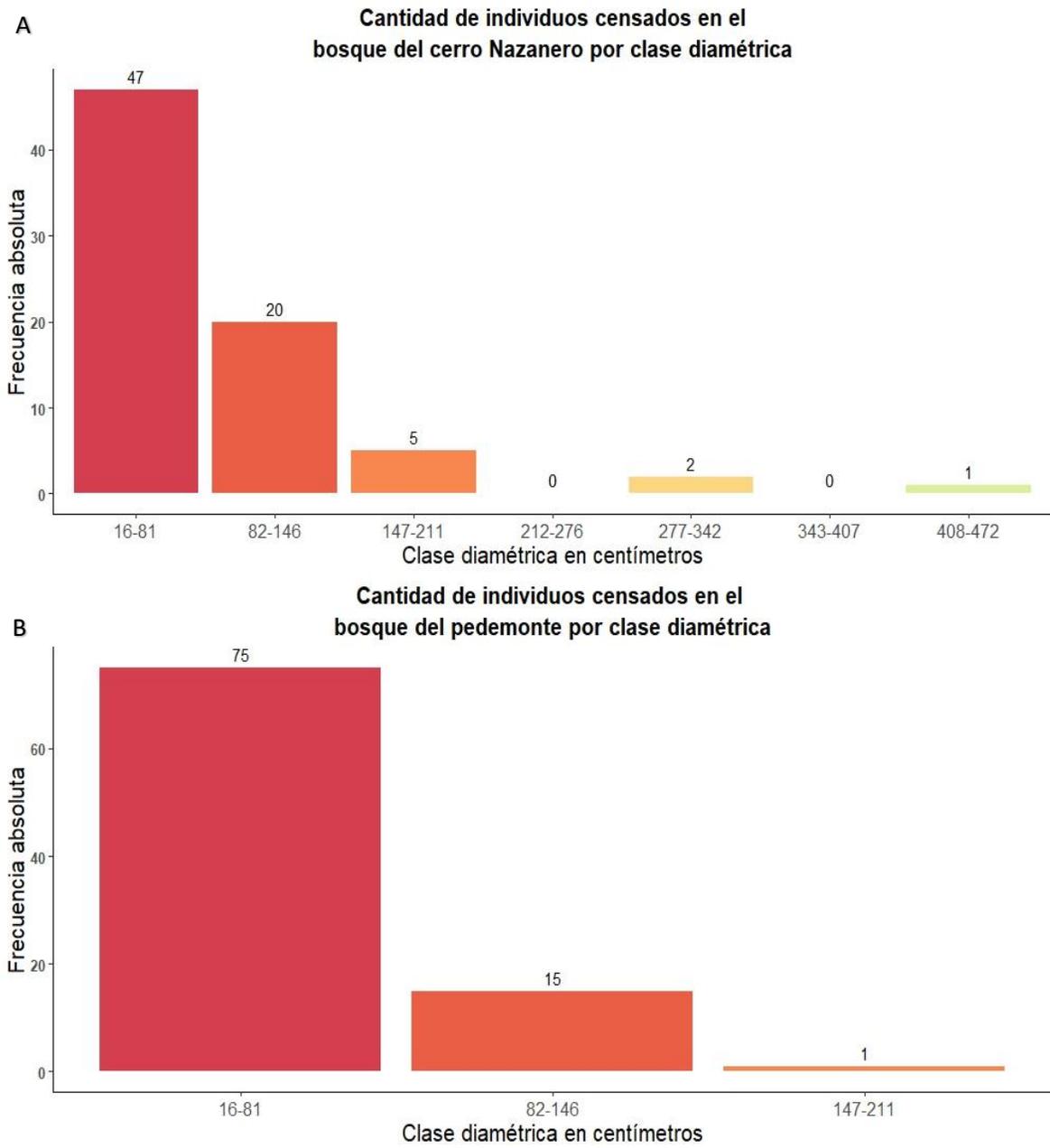


Fig.7: Cantidad de individuos censados por clase diamétrica en centímetros: A. Bosque del pedemonte, B. Bosque de l del cerro Nazareno.

Estado Sanitario de los árboles censados

De los 166 árboles censados, el 81% se categorizó en buen estado y el 19% restante se encontró en estado regular. Estos porcentajes generales se mantienen en el bosque ubicado en el cerro Nazareno, donde un 85% tiene buen estado y 15% regular, mostrando una leve diferencia con el bosque del pedemonte, con el 77% en buen estado y el 23% restante regular. En este aspecto, cabe resaltar que, en el pedemonte, la especie más frecuente en estado regular fue *Casearia sylvestris* con el 57%. Estos individuos presentaban daños en la base de sus troncos con una franja de micelio blanquecino (5-10 cm de ancho), fuera de la parcela fueron observados numerosos individuos caídos, con daños visibles en raíces y de gran altura (aprox. 8-10 metros).

Resultados del objetivo 3: Comparar la diversidad y la estructura de la vegetación boscosa presentes en la ladera sur del cerro Nazareno y en el pedemonte.

Curva de acumulación de las especies leñosas: análisis de las especies leñosas censadas en cada sitio

Mediante el estudio comparativo de las especies leñosas censadas en ambos sitios, si bien se observaron diferencias en el número de especies presentes en cada lugar de muestreo, esta diferencia no fue estadísticamente significativa, dado que los intervalos de confianza del 95% para las curvas de acumulación de especies se superponen (Fig. 8).

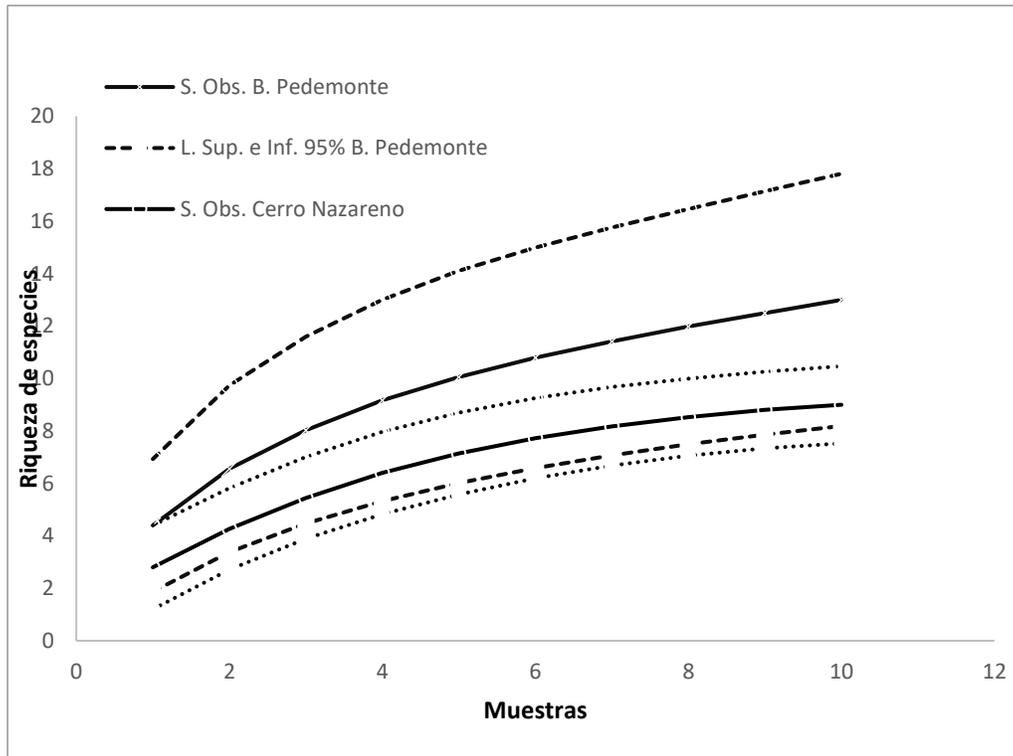


Fig.8: Curva de acumulación de las especies leñosas en los dos sitios.

Estudios no paramétricos

Según los estimadores no paramétricos Chao 1 y ACE la completitud del inventario para el bosque del pedemonte osciló entre un 97% y 90,5% respectivamente, mientras que para el bosque del cerro Nazareno arrojaron valores de 91% para el estimador Chao 1 y 79% para el estimador ACE. Los resultados obtenidos muestran que el esfuerzo de muestreo fue suficiente.

Composición, abundancia y uniformidad

Los patrones de distribución de la abundancia y el orden jerárquico de las especies entre ambos bosques presentaron diferencias, observándose una pendiente más abrupta en el bosque ubicado en el cerro (sitio B) debido a la presencia de la especie más dominante *Guarea macrophylla*. Por otro lado, el bosque del pedemonte (sitio A) presenta dos especies principales *Guarea macrophylla* y *Casearia sylvestris* seguidas por cuatro especies secundarias: (Fig. 9).

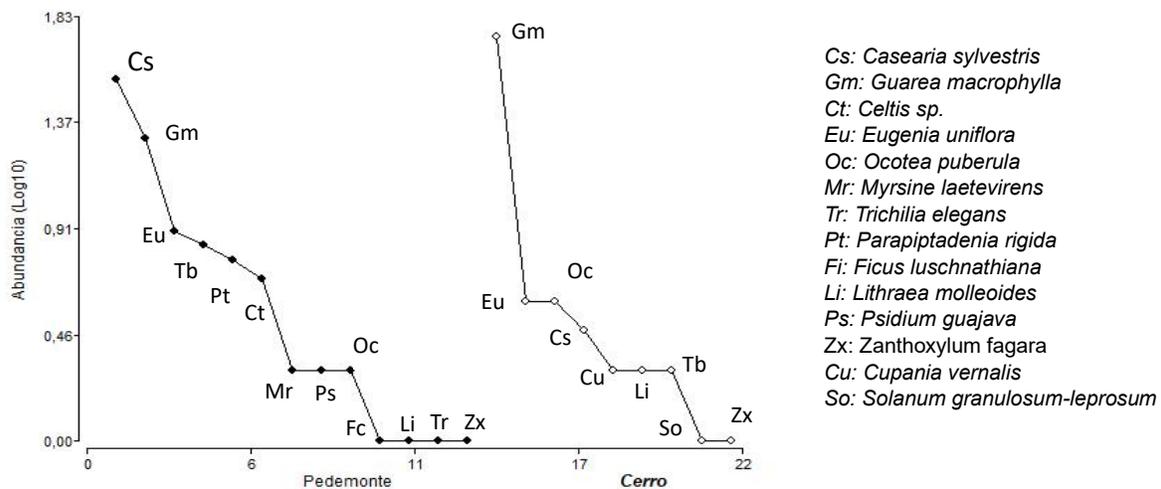


Fig. 9: Curva de rango-abundancia para las especies leñosas censadas en el bosque del pedemonte (sitio A) y en el cerro Nazareno (sitio B).

Similitud

A través del índice de Jaccard que arrojó un valor de 0,46, se constató que el índice de similitud entre ambos bosques fue relativamente bajo, lo que demuestra también que ambas comunidades son bastantes diferentes.

Índices de abundancia proporcional

Los índices de abundancia proporcional se muestran en la tabla de anexo N°3, calculados con datos de las especies arbóreas. Se observa que el índice de Shannon alcanza un valor de 1,89 en el sitio A (bosque del pedemonte) y 1,075 en el sitio B (bosque del cerro Nazareno). Los índices de equitatividad (J) y Simpson (1-D) se mantienen cercanos a 1 en el bosque del pedemonte, lo que indica que es un sitio más equitativo y diverso, mientras que en el bosque del cerro toma un valor de 0,48 y 0,4375 de los índices de equitatividad (J) y de Simpson (1-D) respectivamente, demostrando que hay dominancia de las especies. Este resultado se

refuerza con el bajo valor obtenido para Berger-Parker, el cual también toma valores entre 0 y 1, con valores de 0,3913 para el bosque del pedemonte (menor dominancia y más diversidad) y 0,7432 para el bosque del cerro Nazareno, indicando que mayor es la dominancia y menor es la diversidad al estar más cercano al 1.

Finalmente, a partir de los análisis estadísticos realizados, se pueden constatar diferencias entre el bosque del pedemonte y el bosque ubicado en el cerro Nazareno. Sin embargo, la composición florística no presenta diferencias significativas en cuanto a la riqueza de especies. Por otra parte, el estudio de la estructura, tanto horizontal y vertical, muestran diferencias entre los dos sitios de muestreo, siendo una de las principales la dominancia de dos especies diferentes, *Guarea macrophylla* en el sitio B y de *Casearia sylvestris* en el sitio A. La dominancia de estas dos especies en los dos sitios es también observada en la cobertura del follaje y en el área basal que cubre la superficie de cada área de muestreo (73,22 m²/ha en el sitio B vs 39,96 m²/ha en el sitio A). Por otra parte, en cuanto la estructura vertical en el sitio A el estrato con mayor frecuencia de individuos es el estrato bajo (árboles de menor o igual tamaño a 7 m de altura) superando por solo 3 individuos al estrato medio. En este sentido además ambos estratos en este sitio están compuestos por un mayor número de especies a diferencia del sitio B, donde el estrato medio (el más dominante) está mayormente representado por una sola especie: *Guarea macrophylla*. Por otra parte, se observa en el sitio B, un bosque con mayor heterogeneidad en cuanto a las clases diamétricas donde se resalta las distintas frecuencias de los individuos clasificados en cinco clases, mientras que en el sitio A se tiene una clase diamétrica notoriamente más frecuente (75 individuos en la clase 16-81 cm DAP). Por lo tanto, se puede afirmar en base a las mediciones realizadas a campo y a los análisis estadísticos que la composición florística presenta diferencia en la estructura vertical y horizontal en ambos bosques censados.

Discusión

De acuerdo a Hui y Pommerening (2014), los análisis de la estructura de la comunidad pueden ser considerados como un indicador de la biodiversidad en un sitio determinado. Por esta razón, el análisis de la estructura del bosque fue el eje principal de este estudio. Ambos bosques estudiados tienen particularidades, el sitio A presenta heterogeneidad en la estructura y dominancia de dos especies, mientras que el sitio B solo una especie es dominante y en la estructura homogénea. Curiosamente, a pesar de ser bosques subtropicales, los resultados son similares a los obtenidos en áreas templadas de México, los cuales presentan una homogeneidad y dominancia de una o dos especies, ya sean bosques de encino (Mora-Donjuán et al., 2017) o de coníferas como *Abies vejarii* (Cubas et al., 2018). Por otra parte, una de las características particulares de los bosques tropicales es el gran número de especies representadas por pocos individuos (Alvis Gordo, 2009), al igual que en estudios en los bosques subtropicales del chaco serrano donde se mantiene la diversidad y no hay dominancia de las especies (Hernández, 2016). En algunos casos, los bosques tropicales pierden su heterogeneidad y es reemplazada por una dominancia “secundaria” por la existencia de una especie exótica, *Artocarpus heterophyllus* Lam. (Cruz et al., 2013), sin la cual se observarían 6 especies dominantes en este sistema. En el caso de los bosques estudiados, las especies exóticas no representan por el momento un caso similar de invasión (e.g. *Psidium guayaba*).

La distribución del arbolado en las diversas categorías diamétricas describe las características de un bosque maduro sin manejo, donde se concentra el número más alto de árboles en las clases diamétricas

menores (Cubas et al., 2018). En ambos sitios muestreados, también se pudo observar la abundancia de ejemplares en la primera categoría (menor a 80 cm de PAP) de las clases diamétricas, resaltando la presencia de muy pocos ejemplares con un gran diámetro mayor a 141 cm.

Además, en cuanto a la altura, al igual que en los bosques templados del Estado de Durango, la distribución vertical en ambos sitios de muestreo se pudieron identificar dos estratos de altura bien conformados, donde las especies arbóreas se distribuyeron mayormente en los estratos II y III, en la parte media y baja (Silva-García, 2021).

Por otra parte, el trabajo más completo para la región de los cerros fue realizado por Parodi (1943). En cuanto a los bosques, describe para la ladera sur la presencia de bosques higrófilos serranos. Estos bosques, a medida que se asciende, se tornan cada vez más xeromórficos y achaparrados por la presencia de algunas especies como *Eugenia uniflora*, *Lithraea molleoides*, *Cupania vernalis*, *Ruprechtia laxiflora*, *Celtis* spp. y *Ocotea puberula*. Esta cara sur, descrita como la falda meridional, notoriamente escarpada y escabrosa, tiene una inclinación aproximada de 60° a 70°. Contiene una vegetación boscosa y densa gracias a la existencia de grandes piedras y grietas húmedas donde crece una vegetación hidrófila variada. Parodi menciona además entre las especies principales al pindó [*Syagrus romanzoffianum* (Cham.) Glassman], palmera característica de las orillas de grandes ríos, y en mayor abundancia menciona a *Ruprechtia laxiflora*, *Cupania vernalis*, *Ocotea puberula*, *Ficus luschnathiana* (citado como *Ficus monckii* Hassl.) *Allophylus edulis*, *Sebastiania brasiliensis*, entre otras especies (Parodi, 1943). En esta área, descrita por Parodi, se estudió la parcela del Nazareno, y a diferencia de las observaciones hechas a campo por el autor (hace 80 años), se observó una notable dominancia de *Guarea macrophylla*, siendo las demás especies notoriamente escasas en la actualidad.

El bosque del pedemonte no es mencionado estrictamente por Parodi (1943), dado que según este autor la vegetación en la cara septentrional existían bosquecillos que ocupaban las grietas de las rocas y representados por especies como *Ruprechtia laxiflora*, *Lithraea molleoides*, *Tabernaemontana catharinensis*, *Ocotea puberula*, *Cereus stenogonus*, entre otras especies. Curiosamente, el autor no menciona la presencia de las especies más dominantes en el bosque analizado como son *Casearia sylvestris* y *Guarea macrophylla*.

Conclusión

Como conclusión, a partir de los estudios comparativos realizados se puede confirmar parcialmente la hipótesis de que ambos bosques son diferentes en cuanto a su estructura espacial, sin embargo, la composición florística no presenta diferencias significativas en la riqueza de especies. Por otra parte, es importante resaltar las peculiaridades que estos presentan con respecto a las dos especies dominantes, las cuales no fueron citadas en las observaciones realizadas por Parodi hace 80 años. Esto demuestra la importancia del estudio mediante parcelas permanentes en estudios a lo largo plazo, y obtener un mejor entendimiento de la dinámica de estos bosques tan peculiares en nuestra provincia: “bosques del cerro en la llanura correntina”.

Bibliografía

- Aceñolaza, F. G. 2007. *Geología y recursos geológicos de la Mesopotamia Argentina* (No. 22). Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Instituto Superior de Correlación Geológica, Universidad Nacional de Tucumán.
- Alvis Gordo, J. F. 2009. Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayán. *Biotecnología en el sector Agropecuario y Agroindustrial*, 7: 115-122.
- Arana, M.D.; Matínez, G.A.; Oggero, A.J.; Natale, E.S. & J.J. Morrone. 2017. Map and Shapefile of the biogeographic provinces of Argentina. *Zootaxa* 4241: 420-422.
- Arana, M. D., E. S. Natale, N. E. Ferretti, G. M. Romano, A. J. Oggero, G. Martínez & J. J. Morrone. 2021. Esquema biogeográfico de la República Argentina, 1° ed. *Opera lilloana* 56: 1-240.
- Beguer-Parker: Beguería, S., & Pardini, G. 1997. A methodological approach to landscape heterogeneity. *Landscape Ecology*, 12: 143-155.
- Burkart, R.; Bárbaro, N. O.; Sánchez, R. O. & D.A. Gómez. 1999. *Eco-Regiones de la Argentina. Administración de Parques Nacionales*. Buenos Aires, Argentina. 42 p.
- Cabrera, A.L. 1971. Fitogeografía de la República Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 14: 1-42.
- Cabrera, A.L. & Willink, A. 1973. *Biogeografía de América Latina. Programa regional de Desarrollo Científico y Tecnológico*. Serie de Biología, Monografía n° 13. Departamento de Asuntos Científicos. Secretaría general de la Organización de los Estados Americanos. Washington, D.C.
- Cajade, R., E. G. Etchepare, C. Falcione, D. A. Barrasso & B. B. Álvarez 2013. A new species of *Homonota* (Reptilia: Squamata: Gekkota: Phyllodactylidae) endemic to the hills of Paraje Tres Cerros, Corrientes Province, Argentina. *Zootaxa*. 3709: 162-176.
- Cajade, R., W. Medina, R. Salas, B. Fandiño, A. Paracampo, I. García, & B. B. Álvarez. 2013. Las islas rocosas del Paraje Tres Cerros: un refugio de biodiversidad en el litoral mesopotámico argentino. *Biológica*. 16: 147-159.
- Ceballos, S., C. Blundo, A. Malizia, O.O. Acosta, J. Carilla, R. Grau, P. I. Campanello, A. Cuchiatti, I. Gasparri, G. Gatti, D. Loto, G.M. Pastur, J. Saucedo, M. Amoroso, N. Andino, D. Arpigliani, V. Aschero, I. Barberis, N. Bedrij, R. Nicora Chequin, V. Chillo, B. Eibl, P. Eliano, R. Fernandez, L. Garibaldi, S. Giannoni, M. Goldenberg, M.G. Peñalba, Y. Jimenez, S. Kees, G. Klekailo, M. Lara, P. Mac Donagh, L. Malizia, F. Mazzini, W.A. Medina, F. Oddi, D. Paredes, P. Peri, D. Persini, D.E. Prado, R.M. Salas, A. Srur, M. Villagra, P. Zelaya, & Villagra P. 2022. Red Argentina de parcelas permanentes de bosques nativos para promover colaboraciones científicas en estudios de largo plazo. *Ecol. Austral*. 32: 361-377.
- Colwell, R.K. 2006 EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from sample. Versión 9.1.0 Persistent URL <purl.oclc.org/estimates>.

Colwell, R.K. & J.A. Coddington. 1995. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation, In D.L. Hawksworth (ed.). Biodiversity measurement and estimation. Chapman & Hall, Nueva York, EEUU. 101-118.

Corel Corporation. 2022. CorelDRAW Graphics Suite 2022.

Cruz, A. R., Silva-Gonçalves, K. C. D., & Nunes-Freitas, A. F. 2013. Estrutura e florística de comunidade arbórea em duas áreas de Floresta Ombrófila Densa em Macaé, RJ. *Rodriguésia*, 64: 791-805.

Etchepare, E. G., M. R. Ingaramo, E. Porcel, B. B. Álvarez, 2013. Diversidad de las comunidades de escamados en la Reserva Natural del Iberá, Corrientes, Argentina. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84: 1273-1283.

Equitatividad (J): Magurran, A. E. (1988). Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press.

FAO. 2020. Global Forest Resources Assessment 2020: Main report. <https://doi.org/10.4060/ca9825en>. Roma, Italia.

Fontana, J. L. 2015. Flora y vegetación del Nordeste de Corrientes y Sur de Misiones. En Bauni, V., M. Homberg y V. Capmourteres (Eds.). El patrimonio natural y cultural en el área de influencia del embalse de Yacretá, Argentina, pp 9-27. Fundación de Historia Natural Félix de Azara, Buenos Aires.

González Cubas, R., Treviño Garza, E. J., González Tagle, M. A., Duque Montoya, Á., & Gómez Cárdenas, M. 2018. Diversidad y estructura arbórea en un bosque de *Abies vejarii* Martínez en el sur del estado de Nuevo León. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 9: 36-65.

Hammer, Ø., D.A.T. Harper & P.D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistic software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica* 4.12.

Hernández, P., & Giménez, A. M. 2016. Diversidad, composición florística y estructura en el Chaco Serrano, Argentina. *Madera y bosques*, 22:37-48.

Hui & Pommerening 2014. Analysing tree species and size diversity patterns in multi-species uneven-aged forests of Northern China. *For. Ecol. Manag.* 316: 125-138.

Ingaramo, M. R., E.G. Etchepare, E. Porcel, B. B. Álvarez, 2011. Riqueza y composición de la fauna de anuros en la región oriental de la Reserva Natural Provincial Esteros del Iberá, Corrientes, Argentina.

Jaccard, P. 1901. Étude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et des Jura. *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles*, 37, 547-579.

Moonlight, P. W., K. Banda-r, O. L. Phillips, K. G. Dexter, R. T. Pennington, T. R. Baker & E. Veenendaal 2021. Expanding tropical forest monitoring into Dry Forests: The DRYFLOR protocol for permanent plots. *Plants, People, Planet*. 3: 295-300.

Mónaco, M. H., P. L. Peri, F. A. Medina, H. P. Colomb, V. A. Rosales, F. Beron, E. Manghi, M. L. Miño, J. Bono, J. R. Silva, J. J. González Kehler, L. Ciuffoli, F. Presta, A. García Collazo, M. Navall, C. Carranza, D. López, and G. G. Campero. 2019. *Causas e impactos de la deforestación de los bosques nativos de Argentina y propuestas de desarrollo alternativas*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Buenos Aires, Argentina.

Mora-Donjuán, C. A., Burbano-Vargas, O. N., Méndez-Osorio, C., & Castro-Rojas, D. F. 2017. Evaluación de la biodiversidad y caracterización estructural de un Bosque de Encino (*Quercus L.*) en la Sierra Madre del Sur, México. *RFMK*, 14: 68-75.

Moreno, C. 2001. *Métodos para medir biodiversidad*. Manuales y Tesis SEA, vol. 1. México: CYTED-OR.

Morrone, J.J. 2002. Presentación sintética de un nuevo esquema biogeográfico de América Latina y el Caribe. Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática. *Monogr. Ter. Milenio* 2: 267-275.

Müllera A. & J. L. Schmitta, 2018. Phenology of *Guarea macrophylla* Vahl (Meliaceae) in subtropical riparian forest in southern Brazil. *Braz J Biol.* 187-194.

Oliva, F. & Panizzab, M. C. 2020. Paisajes arqueológicos pre y post-hispánicos en la provincia de Corrientes. *Cuad. Inst. Nac. Antrop. Pensam. Latinoamericano, Ser. Esp.* 8: 152-167.

Oyarzabal, M., J. R. Clavijo, L. J. Oakley, F. Biganzoli, P. M. Tognetti, I. M. Barberis & R. J. C. Leon. 2018. Unidades de vegetación de la Argentina. *Ecol. Austral.* 28: 40-63.

Parodi, L. R. 1943. La vegetación del departamento de San Martín en Corrientes (Argentina). *Darwiniana.* 6: 127-178.

R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Rosenzweig, M. L. 1995. *Species diversity in space and time*. Cambridge, Cambridgeshire, Reino Unido: Universidad de Cambridge.

Shannon, C. E. 1948. A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27: 379-423.

Silva García, J. E., Aguirre Calderón, O. A., Alanís Rodríguez, E., Jurado Ybarra, E., Jiménez Pérez, J., & Vargas Larreta, B. 2021. Estructura y diversidad de especies arbóreas en un Bosque templado del Noroeste de México. *Polibotánica.* 52: 89-102.

Simpson (1-D): Gotelli, N. J., & Colwell, R. K. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology letters*, 4, 379-391.

Anexo

Tabla N° 1: Especies leñosas, familias y nombres comunes

Nombre científico	Familia Botánica	Nombre común
1. <i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl	Anacardiaceae	Molle de beber o chichita colorada
2. <i>Schinus longifolius</i> var. <i>paraguariensis</i> (Hassl.)		Molle rastrero
3. <i>Schinus molle</i> L.		Molle o pimentero
5. <i>Annona emarginata</i> (Schltdl.) H.Rainer	Annonaceae	Arachichú
6. <i>Annona neosalicifolia</i> H.Rainer		Araticú-mí
7. <i>Tabernaemontana catharinensis</i> A. DC.	Apocynaceae	Horquetero
8. <i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Arecaceae	Pindó
9. <i>Tabebuia heptaphylla</i> (Vell.) Toledo	Bignoniaceae	Lapacho rosado
10. <i>Handroanthus pulcherrimus</i> (Sandwith) S.O.Grose		Lapacho amarillo
11. <i>Cereus argentinensis</i> Britton & Rose,	Cactaceae	Cardón o cardón del Montiel
12. <i>Celtis pubescens</i> (Kunth) Spreng.	Ulmaceae	Tala
13. <i>Celtis</i> sp.		
14. <i>Trema micrantha</i> (L.) Blume		Palo pólvora
15. <i>Cordia americana</i> Steud.,	Boraginaceae	Guayaibí
16. <i>Cordia ecalyculata</i> Vell.		Palo bugre
17. <i>Sapium haematospermum</i> Müll. Arg.	Euohorbiaceae	Lecherón
18. <i>Sebastiana brasiliensis</i> f. <i>rufescens</i> Müll.Arg.		Lechero
19. <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Fabaceae	Timbó
20. <i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze,		Maricá
21. <i>Holocalyx balansae</i> Micheli		Alecrín
22. <i>Pitecellobium scalare</i> Griseb.		Tatané
23. <i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan		Angico
24. <i>Casearia sylvestris</i> Sw.		Burro-caá
25. <i>Xylosma venosa</i> N.E.Br.		Espina colorada
26. <i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Lauraceae	Laurel
27. <i>Luehea divaricata</i> Mart.	Malvaceae	Azota caballo
28. <i>Guarea macrophylla</i> Vahl.	Meliaceae	Cedrillo
29. <i>Trichilia elegans</i> A. Juss		Catiguá blanca
30. <i>Trichilia catigua</i> A.Juss.		Catiguá
31. <i>Ficus luschnathiana</i> Miq.	Moraceae	Agarrapalo
32. <i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger, Lanj. & Wess.Boer,		
33. <i>Eugenia myrcianthes</i> Nied.	Myrtaceae	Ubajaí
34. <i>Eugenia uniflora</i> L.		Ñangapiri
35. <i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	Polygonaceae	Viraró, marmelero
36. <i>Myrsine laetevirens</i> (Mez) Arechav.	Primulaceae	Canelón
37. <i>Randia ferox</i> DC.	Rubiaceae	Cruceta
38. <i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	Rutaceae	Temberetí
39. <i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Sapindaceae	Ojo de muñeca
40. <i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Hieron. ex Niederl.		Cocú, Chal Chal
41. <i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	Sapotaceae	pikasú rembí'ú, vasuriña
42. <i>Brunfelsia australis</i> Benth.	Solanaceae	Jazmín Paraguayo
43. <i>Solanum granulolum-leprosum</i> Dunal		Fumo bravo

Tabla N°1: Número de individuos por especie en el bosque del pedemonte.

Especies Leñosas	Frecuencia Absoluta
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	36
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl.	20
<i>Eugenia uniflora</i> L.	8
<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A. DC.	7
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	6
<i>Celtis</i> sp.	5
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	2
<i>Myrsine laetevirens</i> (Mez) Arechav.	2
<i>Psidium guajava</i> L.	2
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss	1
<i>Ficus luschnathiana</i> Miq.	1
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	1
<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	1
Total	92

Tabla N°2: Número de individuos por especie en el bosque del cerro Nazareno.

Especies Leñosas Bosque del Cerro Nazareno	Frecuencia Absoluta
<i>Guarea macrophylla</i> vahl.	55
<i>Eugenia uniflora</i> L.	4
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	4
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	3
<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A. DC.	2
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	2
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	2
<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	1
<i>Solanum granulosum-leprosum</i> Dunal	1
Total	74

Tabla N° 4: Frecuencia del área basal en m2/Ha) en el bosque del cerro Nazareno.

Especies Leñosas	Área basal (m2/ Ha) por especie Bosque del CN
<i>Casearia sylvestris</i>	0,1
<i>Guarea macrophylla</i>	66,61
<i>Eugenia uniflora</i>	2,06
<i>Celtis sp.</i>	0
<i>Ocotea pubérula</i>	3,04
<i>Myrsine laetevirens</i>	0
<i>Parapiptadenia rigida</i>	0
<i>Trichilia elegans</i>	0
<i>Tabernaemontana catharinensis</i>	0,18
<i>Ficus luschnathiana</i>	0
<i>Lithraea molleoides</i>	0,63
<i>Zanthoxylum fagara</i>	0,3
<i>Psidium guajava</i>	0
<i>Cupania vernalis</i>	0,18
<i>Solanum granulosum-leprosum</i>	0,12
Total	73,22

Tabla N° 5: Frecuencia del área basal en m2/Ha) en el bosque del pedemonte.

Especies Leñosas	Área basal (m2/ Ha) por especie Bosque del Pedemonte
<i>Casearia sylvestris.</i>	16,828
<i>Guarea macrophylla</i>	5,71
<i>Eugenia uniflora</i>	2,3
<i>Celtis sp.</i>	1,43
<i>Ocotea pubérula</i>	0,53
<i>Myrsine laetevirens</i>	0,94
<i>Parapiptadenia rígida</i>	1,82
<i>Trichilia elegans</i>	0,04
<i>Tabernaemontana catharinensis</i>	1,24
<i>Ficus luschnathiana</i>	2,4
<i>Lithraea molleoides</i>	0,1
<i>Zanthoxylum fagara</i>	0,075
<i>Psidium guajava</i>	0,55
<i>Cupania vernalis</i>	0
<i>Solanum granulosum-leprosum</i>	0
Total	33,963

Tabla N° 6: Clases diamétricas del bosque del pedemonte.

Especies Leñosas Bosque del pedemonte	Datos	Clase diámétricas (cm)						Total/área ó 1000 m2	
		16-81	82- 146	147- 211	212- 276	277- 342	343- 407		408- 472
<i>Casearia sylvestris</i>	N/HA	31	5	0	0	0	0	0	25
	G/HA	4,43	12,398	0	0	0	0	0	16,828
<i>Guarea macrophylla</i>	N/HA	15	5	0	0	0	0	0	20
	G/HA	2,73	2,98	0	0	0	0	0	5,71
<i>Eugenia uniflora</i>	N/HA	6	2	0	0	0	0	0	8
	G/HA	0,64	1,66	0	0	0	0	0	2,3
<i>Celtis sp.</i>	N/HA	4	1	0	0	0	0	0	5
	G/HA	0,597	0,833	0	0	0	0	0	1,43
<i>Ocotea pubérula</i>	N/HA	1	1	0	0	0	0	0	2
	G/HA	0,01	0,52	0	0	0	0	0	0,53
<i>Myrsine laetevirens</i>	N/HA	2	0	0	0	0	0	0	2
	G/HA	0,94	0	0	0	0	0	0	0,94
<i>Parapiptadenia rígida</i>	N/HA	5	1	0	0	0	0	0	6
	G/HA	0,555	1,266	0	0	0	0	0	1,821
<i>Trichilia elegans</i>	N/HA	1	0	0	0	0	0	0	1
	G/HA	0,04	0	0	0	0	0	0	0,04
<i>Tabernaemontana catharinensis</i>	N/HA	7	0	0	0	0	0	0	7
	G/HA	1,24	0	0	0	0	0	0	1,24
<i>Ficus luschnathiana</i>	N/HA	0	0	1	0	0	0	0	1
	G/HA	0	0	2,4	0	0	0	0	2,4
<i>Lithraea molleoides</i>	N/HA	1	0	0	0	0	0	0	1
	G/HA	0,1	0	0	0	0	0	0	0,1
<i>Zanthoxylum fagara</i>	N/HA	1	0	0	0	0	0	0	1
	G/HA	0,075	0	0	0	0	0	0	0,075
<i>Psidium guajava</i>	N/HA	2	0	0	0	0	0	0	2
	G/HA	0,55	0	0	0	0	0	0	0,55
Nª total de individuos		75	15	1	0	0	0	0	91
Área basal total		11,907	19,657	2,4	0	0	0	0	33,964

Tabla N° 7: Clases diamétricas del bosque del cerro Nazareno

Especies Leñosas Bosque del Cerro Nazareno	Datos	Clase diámtricas (cm)							Total/área ó 1000 m2
		16- 81	82- 146	147- 211	212- 276	277- 342	343- 407	408- 472	
<i>Guarea macrophylla</i>	N/HA	31	16	5	0	2	0	1	56
	G/HA	5,965	12,633	16,574	0	15,396	0	16,04	66,608
<i>Casearia sylvestris</i>	N/HA	3	0	0	0	0	0	0	3
	G/HA	0,1	0	0	0	0	0	0	0,1
<i>Eugenia uniflora</i>	N/HA	2	2	0	0	0	0	0	4
	G/HA	0,27	1,79	0	0	0	0	0	2,06
<i>Ocotea pubérula</i>	N/HA	2	2	0	0	0	0	0	4
	G/HA	0,84	2,19	0	0	0	0	0	3,04
<i>Tabernaemontana catharinensis</i>	N/HA	2	0	0	0	0	0	0	2
	G/HA	0,18	0	0	0	0	0	0	0,18
<i>Lithraea molleoides</i>	N/HA	2	0	0	0	0	0	0	2
	G/HA	0,63	0	0	0	0	0	0	0,63
<i>Zanthoxylum fagara</i>	N/HA	1	0	0	0	0	0	0	1
	G/HA	0,3	0	0	0	0	0	0	0,3
<i>Cupania vernalis</i>	N/HA	2	0	0	0	0	0	0	2
	G/HA	0,18	0	0	0	0	0	0	0,18
<i>Solanum granulosum-leprosum</i>	N/HA	1	0	0	0	0	0	0	1
	G/HA	0,12	0	0	0	0	0	0	0,12
N° total de individuos		47	20	5	0	2	0	1	75
Área basal total		8,585	16,613	16,574	0	15,39	0	16,04	73,202

Labor sintética desarrollada

Para el desarrollo de esta investigación, se realizaron trabajos a campo en la Reserva Natural Privada Tres Cerros en donde se colocaron dos parcelas permanentes de 100x 50m, uno en el bosque del cerro Nazareno y otro en el bosque del pedemonte. Para este trabajo, se seleccionó como unidades de análisis dos parcelas de 1000 m² cada una, las cuales sintetizan datos de composición florística, estructural y localización. En una superficie de 2000 m², se contabilizaron en total 166 árboles maduros correspondiente a 15 especies arbóreas. Luego se procedió a la toma de datos dendrométricos y de coordenadas específicas de cada individuo situado en el sitio de muestreo, para lo cual se utilizó una grilla especial de toma de datos. Los datos incluyeron altura, cobertura, diámetro o perímetro a la altura del pecho y ca. 30 cm del tronco, estado sanitario y chapado de cada individuo forestal (≥ 5 cm DAP o 15 cm PAP). Para el registro de la altura de los árboles también se elaboró un nuevo artefacto y una nueva aplicación móvil que permite realizar las mediciones en campo. Por otra parte, también se realizaron colecciones de ejemplares testigo y depositados en el Instituto de botánica del Nordeste. Posteriormente se realizaron análisis sobre los datos obtenidos en campo, logrando comparaciones entre la riqueza de especies y la estructura vertical y horizontal de cada bosque. Por último, también se realizaron descripciones de los bosques gracias a las recorridas en campo y al material disponible sobre las especies del lugar realizando comparaciones con las especies descriptas por ambientes realizadas por Parodi hace 80 años atrás.

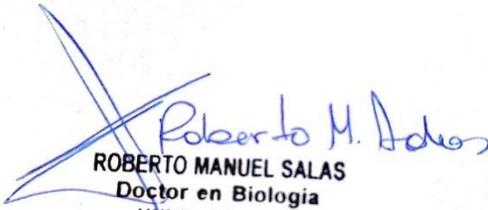
Dificultades encontradas

El presente Trabajo Final de Graduación tuvo los siguientes inconvenientes:

- El Área de muestreos se encuentra lejos del área de trabajo, lo que conllevan a dificultades económicas debido a los precios cambiantes a lo largo del año para el combustible y los insumos.
- Los dos sitios de muestreo cubren un área muy grande de 100x50m, por lo que para esta tesis no se pudo completar el censo de las parcelas permanentes debido a que se necesitan varios viajes más para poder terminar las parcelas.
- Al tomar muchas medidas en el campo y por la presencia de muchos árboles por hectárea, se dificulta la coordinación con otros colaboradores para realizar los muestreos.

Evaluación del director:

La alumna María Celeste Vallejos realizó muy satisfactoriamente las actividades propuestas en el presente espacio curricular. Se desempeñó de manera diligente y proactiva en cada una de las instancias, desde la elaboración del plan, búsqueda bibliográfica, seleccionar las metodologías y análisis a realizar, organización de las campañas, elaboración de los insumos para los muestreos, entre otros aspectos. Mostró además buena capacidad de trabajo en equipo sin dejar de lado sus actividades individuales. Dada su iniciativa, desarrolló en colaboración un nuevo instrumento de medición de la altura de los árboles, facilitando la mensura con mejora notable en la precisión. Su entusiasmo en cada una de las actividades llevadas a cabo fue constante y facilitaron completar los objetivos, a pesar de los esfuerzos físicos que esto conlleva. Por esta razón, considero que reúne las condiciones para defender el presente TFG.



ROBERTO MANUEL SALAS
Doctor en Biología
UNNE - CONICET

Evaluación del co-director

La alumna se desempeñó eficientemente en todo el desarrollo de la Tesis Final de Graduación, cumpliendo con los objetivos planteados en la introducción, aplicando correctamente las técnicas y herramientas de recolección y análisis de datos, donde además se tomaron medidas necesarias para asegurar la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos. Es de destacar el análisis riguroso y crítico de los resultados logrados, los cuales podrán ser utilizados para estudios comparativos a futuro y/o inclusive en otras áreas de estudio. Tanto la metodología, como las técnicas y herramientas utilizadas son novedosos y significativos para el avance del conocimiento en el área de investigación. Por último, quiero remarcar el compromiso y la buena voluntad para la realización de la tesis, logrando afianzar el trabajo en equipo y el compañerismo.

