

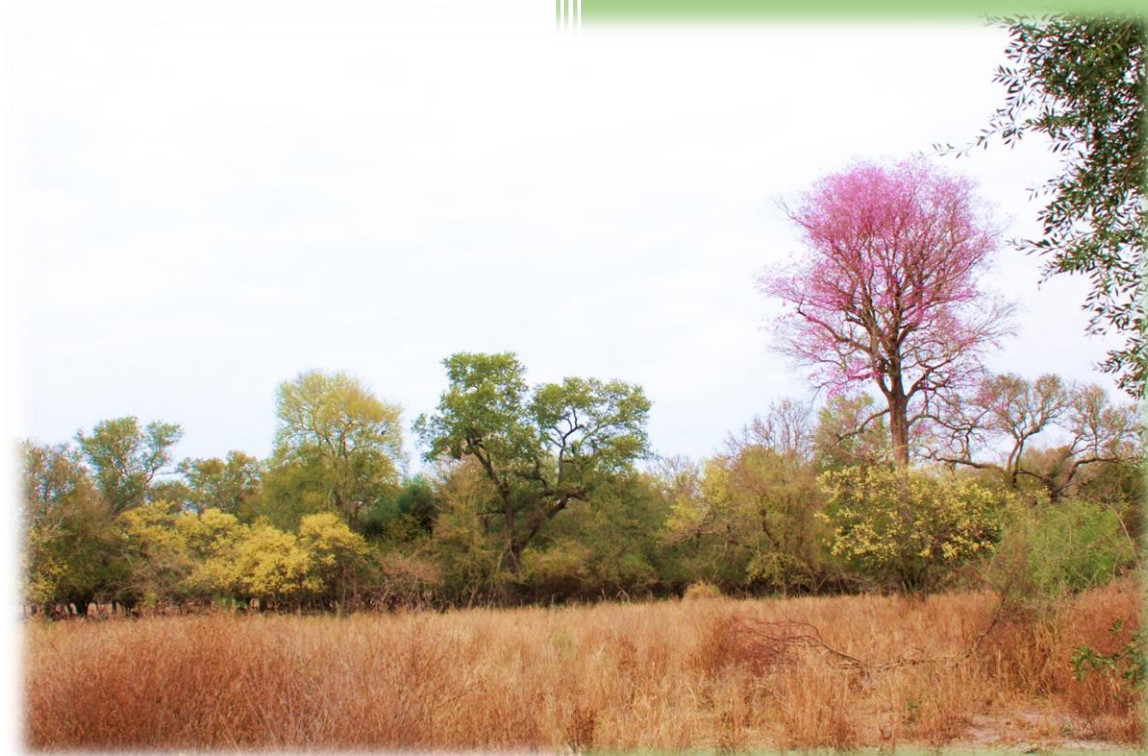


Universidad Nacional del Nordeste

Facultad de Ciencias Agrarias

Especialización en Manejo de Recursos Forestales

Diversidad botánica forestal de un sitio piloto de Manejo de Bosque con Ganadería Integrada (MBGI) de la Provincia del Chaco.



Autor: Silvana C. Torres.

Asesor: Rafael A. Lovato Echeverría

Índice

Introducción y Objetivo	Página 1
Área de estudio	Página 4
Metodología	Página 13
Resultados y análisis	
• Riqueza florística.....	Página 18
• Diversidad beta	Página 23
Discusión	Página 28
Conclusión	Página 32
Bibliografía.....	Página 34

ANEXOS

1. Protocolo Inventario forestal. Manejo de Bosque con Ganadería Integrada.

Diversidad botánica forestal de un sitio piloto de Manejo de Bosque con Ganadería Integrada (MBGI) de la Provincia del Chaco.

Resumen: El Manejo de Bosque con Ganadería Integrada es una propuesta técnica basada en un manejo adaptativo que planifica intervenciones sobre los componentes del sistema y debe contar con un sistema de monitoreo, a través de indicadores, que permita verificar que la planificación cumple con los criterios de sustentabilidad. Este trabajo propone la evaluación de la diversidad leñosa, mediante el uso del índice de Sorensen y Bray-Curtis en un sitio piloto MBGI de la provincia del Chaco, tratando de identificar si los usos de estos índices constituyen, indicadores sensibles a las prácticas silvícolas y ganaderas, sencillos de medir e interpretar, que permitan a los profesionales que formulan y asesoran planes de MBGI, reconocer los impactos de las intervenciones que se realicen en el bosque. Es aquí la importancia de aportar información modelo que contribuya a la construcción de una línea de base vinculada al sistema de monitoreo.

Abstract: Forest Management with Integrated Livestock is a technical proposal based on adaptive management that plans interventions on the components of the system and must have a monitoring system, through indicators, that allows verifying that the planning meets the sustainability criteria. This work proposes the evaluation of woody diversity, through the use of the Sorensen and Bray-Curtis index in an MBGI pilot site in the province of Chaco, trying to identify if the uses of these indices constitute indicators sensitive to silvicultural practices and livestock, simple to measure and interpret, that allow professionals who formulate and advise MBGI plans to recognize the impacts of the interventions carried out in the forest. Here is the importance of providing model information that contributes to the construction of a baseline linked to the monitoring system.

- **Introducción y Objetivo.**

El Manejo de Bosque con Ganadería Integrada (MBGI), es un modelo de gestión sustentable a escala predial de Bosque Nativo, que tiene por objeto aumentar los servicios ecosistémicos de provisión: forestales, no forestales y ganaderos, con el mínimo impacto sobre los servicios ambientales de soporte y regulación, manteniendo los servicios culturales asociados al bosque. La propuesta técnica se basa en un manejo adaptativo que se plasma en la presentación de un documento técnico (plan de manejo), donde se planifican las intervenciones sobre todos los componentes del sistema (Alaggia et al., 2019).

Un plan de manejo sostenible es el documento que sintetiza la organización, medios y recursos, en tiempo y espacio, del aprovechamiento sostenible de los recursos forestales madereros y no madereros y los servicios que provee el ecosistema Bosque Nativo como la producción de alimentos y energía (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Ministerio de Agricultura y Pesca, 2022). Para que el plan de MBGI cumpla con el concepto de manejo adaptativo, debe contar con un sistema de monitoreo, que permita verificar que la planificación cumple con los objetivos, en todas las dimensiones de la sustentabilidad (Alaggia et al., 2019). El Sistema de Monitoreo para MBGI, es un proceso sistemático, de recolección, evaluación, análisis y difusión de la información, necesaria para el seguimiento del impacto de la aplicación del plan de manejo sobre el sistema predial (Alaggia et al., 2019). Por lo tanto, la evaluación del ambiente incluye aspectos físicos, biológicos, sociales y económicos durante la aplicación de los tratamientos y las inversiones propuestas, debe permitir la detección temprana de los posibles desvíos en el cumplimiento del plan y las reformulaciones necesarias para corregir las decisiones tomadas y lograr la sostenibilidad planificada (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Ministerio de Agricultura y Pesca, 2022). Este sistema de monitoreo pretende hacerlo mediante el uso de indicadores adecuados al

objetivo, sensibles a los cambios en el tiempo y sencillos de medir e interpretar (Borras et al. 2017).

El manual de indicadores para el monitoreo de planes prediales MBGI para el Parque Chaqueño sugiere entre los indicadores ambientales, el uso de índices de diversidad alpha, beta y gamma de las comunidades a nivel intrapredial y diversidad beta de la comunidad del predio con respecto a comunidad de referencia (Alaggia et al., 2019).

La utilización de la diversidad como indicador de las condiciones de un ecosistema o comunidad, debería ser un parámetro más a considerar al medir el efecto de un factor sobre el ecosistema. Así mismo, la diversidad es un indicador importante de las oportunidades de desarrollo que tienen los organismos dentro de un área (Estevan Bolea, 1984 citado por Giménez et al., 2011). Es un atributo empleado para medir el éxito o fracaso de prácticas de manejo y restauración de ecosistemas (Ruiz Jaen & Aide, 2005, citado por Arroyo Rodríguez et. al, 2019). Además, la vegetación leñosa es el principal componente biótico sobre el que recaen los tratamientos silvícolas programados por la ordenación de montes, que requiere de predicción y control (Del Pino *et al.*, 2004 citado por Giménez et al., 2011). El concepto de diversidad arbórea, está tomado aquí en el sentido de elementos diferenciales a nivel de escala de especie y habito de crecimiento.

La diversidad es una propiedad emergente de un nivel determinado de organización biológica, medida o estimada en una escala dada, y está definida por la conjugación de tres elementos: riqueza, abundancia y composición de elementos diferentes (Magurran, 2004 citado por Cultid-Medina & Escobar, 2019).

La **diversidad alfa** es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea (Moreno, 2001 citado por Murillo Contreras, 2002).

La **diversidad beta** es la tasa de cambio en especies de dos comunidades vegetales adyacentes. Refleja por lo tanto la diferencia de composición de las comunidades y en última instancia la heterogeneidad del paisaje, que se puede emplear en una escala temporal, para analizar la tasa de cambio de las comunidades a lo largo de una sucesión

ecológica. Puede calcularse de diferentes modos, siendo una forma a partir de coeficientes de similitud (o disimilitud), como el Índice de Sorensen, o coeficientes de distancias, como la distancia de Bray-Curtis (Ferriol Molina & Merlé Farinos, 2012).

Si bien desde el año 2015 en la provincia del Chaco a través de un Comité Técnico provincial de MBGI, se trabaja con sitios pilotos, en los ajustes de los Lineamientos nacionales de MBGI, así como también se dispone de normativa provincial que establece los contenidos mínimos de un plan y su regulación en la implementación, según los registros de la Dirección de Bosques de la provincia del Chaco (fuente propia), en la actualidad no hay antecedentes de planes de MBGI aprobados para su ejecución, siendo poco frecuente encontrar profesionales asesores en manejo forestal en bosque nativo que cuenten experiencia o estén familiarizados con el seguimiento y evaluación de planes de manejo forestal a través de indicadores de diversidad, como la diversidad beta. Es aquí la importancia de aportar un modelo orientativo de análisis de la diversidad forestal a partir del inventario forestal, el cual es un contenido mínimo exigido como herramienta constructiva de una línea de base y posterior evaluación del impacto de prácticas propias del manejo forestal y ganadero.

El objetivo general de este trabajo es analizar la diversidad forestal de un sitio piloto con Manejo de bosque con ganadería integrada en la provincia del Chaco, mediante el uso de los índices de Sorensen y Bray Curtis como potenciales indicadores ambientales, sensibles a las prácticas silvícolas y ganaderas, sencillos de medir e interpretar en el monitoreo de planes de manejo de bosque con ganadería integrada.

Entendiendo este contexto, como objetivo específico se pretende cuantificar y analizar la diversidad florística leñosa de un núcleo boscoso en el que se pretende implementar un plan de MBGI.

- **Área de estudio.**

El área de estudio fue un núcleo boscoso de 515, 00 ha de un establecimiento rural (sitio piloto MBGI) de 613, 00 has, ubicado en el Departamento Maipú, en la región húmeda del Parque Chaqueño, (Figura N° 1).

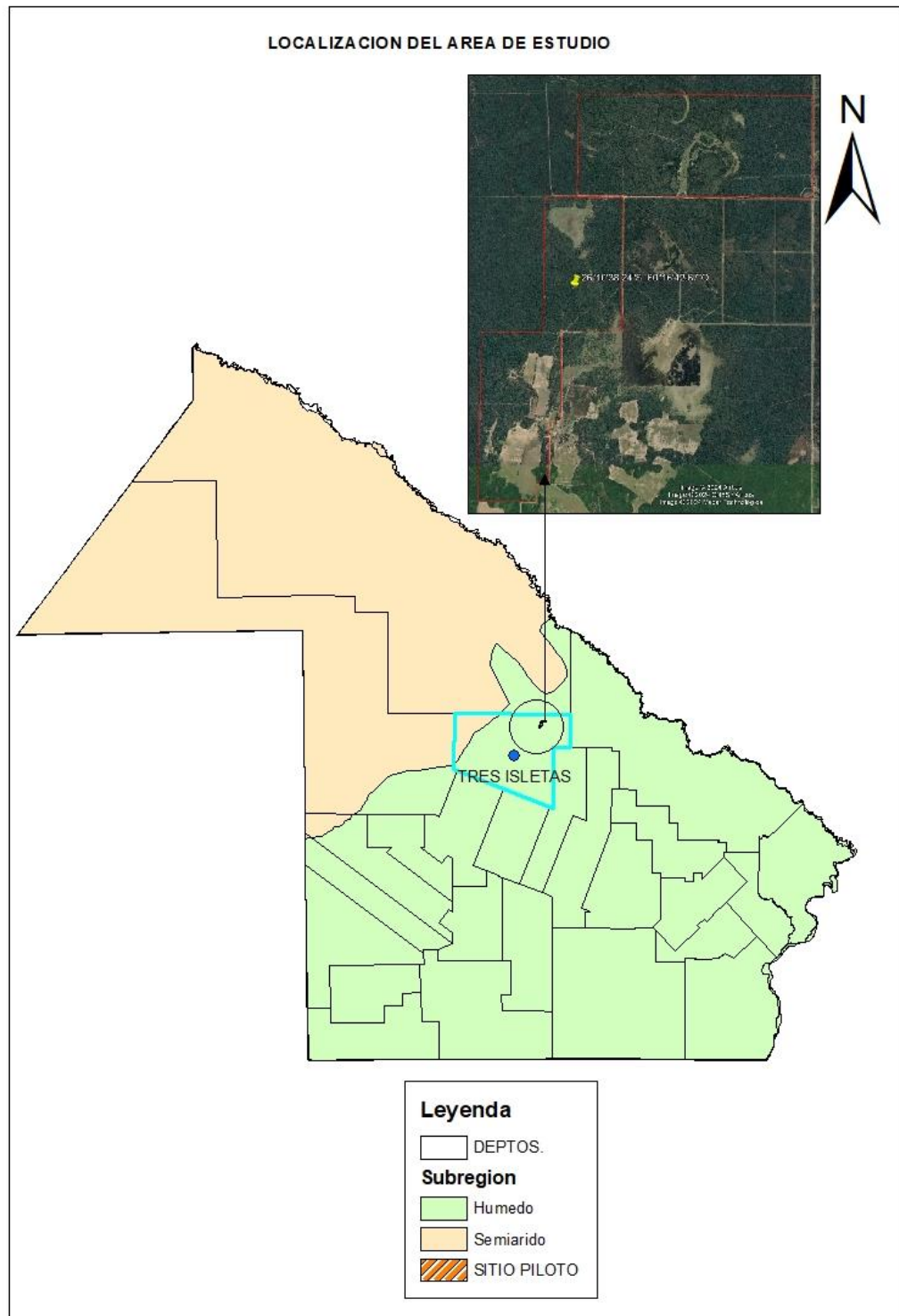


Figura N° 1: Ubicación del área de estudio.

El clima en la provincia Chaqueña es variado, predomina el tipo continental, con lluvias moderadas a escasas, inviernos moderados y veranos cálidos, caracterizado por períodos de lluvia y de sequía bien delimitados (Wissmann, 1980, citado por Boletta et al., 1989). El Chaco húmedo incluye el sector E de la provincia del Chaco, donde el clima es templado, con una temperatura media anual de 22°C y temperaturas absolutas que pueden alcanzar máximas de 40°C y mínimas bajo cero. Las precipitaciones siguen un marcado gradiente longitudinal, con registros máximos en el este, superiores a 1.300 mm (con valores de hasta 2.200 mm), que decaen en el oeste a 750 mm. Las lluvias se concentran en la estación cálida, generalmente durante los meses de octubre a abril. El mínimo de precipitaciones se registra durante la estación invernal, entre los meses de junio a agosto, en los que se presentan sequías y algunas heladas.

El estudio se realizó en un núcleo boscoso, que según el inventario forestal provincial del año 2.005 lo clasifiqué como un **Monte alto abierto/Monte bajo abierto**, mientras que el inventario provincial del año 2011 lo clasifiqué como un **Quebrachal típico**. A continuación, se expone una imagen satelital del establecimiento, sitio piloto, mostrando el núcleo boscoso al momento de realizar el relevamiento del presente trabajo (Fig. N° 2) y la caracterización de acuerdo a los inventarios forestales provinciales junto al mapa con su representación (Fig. N° 3 y Fig. N° 4)

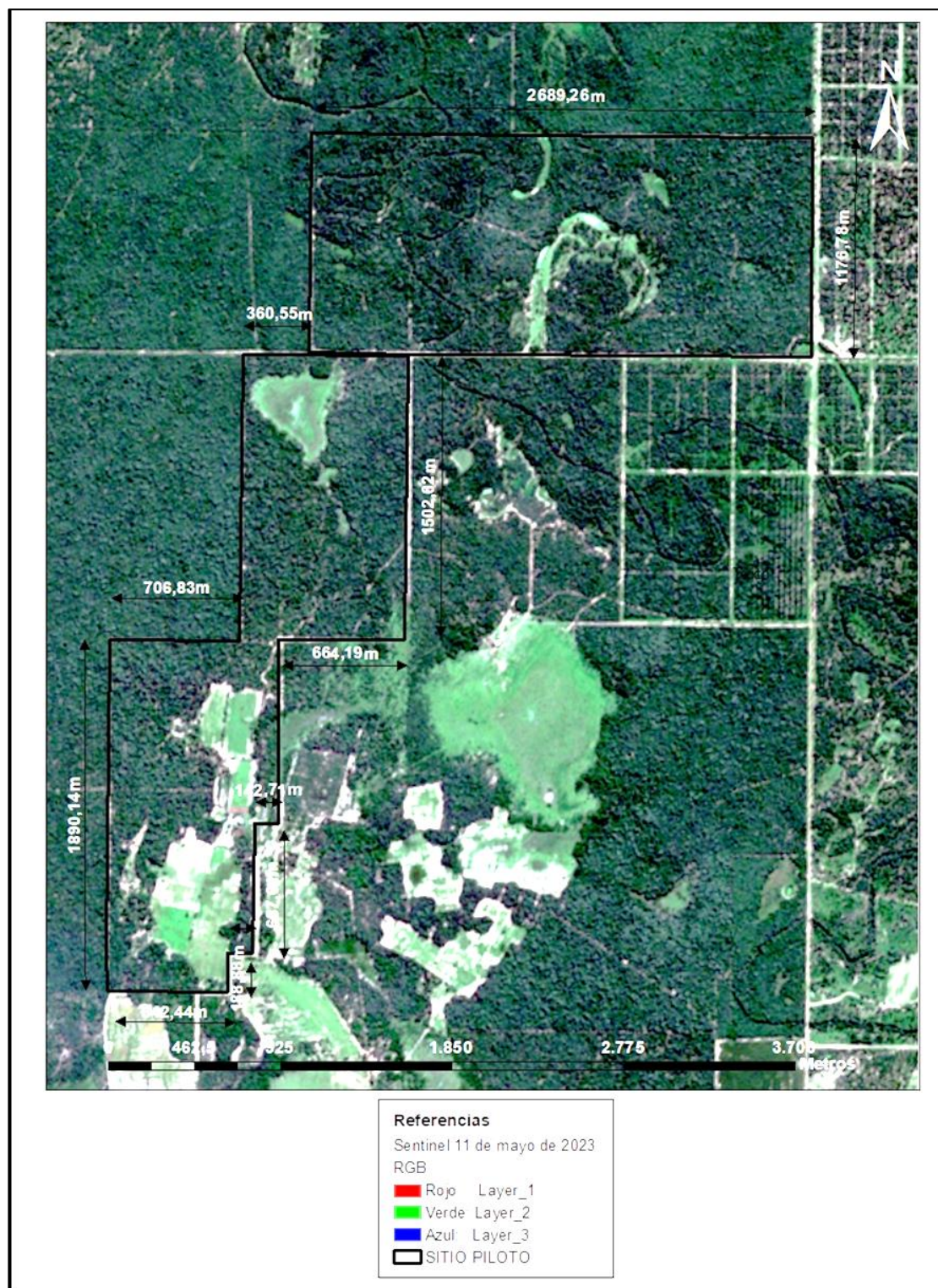


Figura N° 2: Imagen satelital del establecimiento al momento de realizar la toma de datos.

Monte alto abierto (MAA): es un bosque con altura de copa de por lo menos 15 m y con menos de 50 % de cobertura de copa. Predominancia de quebracho colorado chaqueño (*Schinopsis balansae* Engl.), quebracho colorado santiagueño (*Schinopsis lorentzii*

(Griseb.) Engl.), quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho blanco* Schltdl.), guayacán (*Caesalpinia paraguariensis* (D. Parodi) Burkart), guayaibí (*Patagonula americana* L.), palo santo (*Gonopterodendron sarmientoi* (Lorentz ex Griseb.) A.C. Godoy-Bürki), lapacho (*Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos), timbó (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong), Francisco Álvarez (*Pisonia zapallo* Griseb.), palo borracho (*Ceiba speciosa* (A. St.-Hil.) Ravenna) y guaraniná (*Syderoxylon obtusifolia* (Roem. & Schult.) T.D. Penn.) (Gobierno de la provincia del Chaco, Ministerio de Producción, 2005).

Monte bajo abierto (MBA): bosque con altura de copa menor a 15 m y con menos de 50 % de cobertura de copa. Predominio de quebracho colorado chaqueño (*Schinopsis balansae*), quebracho colorado santiagueño (*Schinopsis lorentzii*), quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho blanco*), guayacán (*Caesalpinia paraguariensis*), guayaibí (*Patagonula americana*), palo santo (*Gonopterodendron sarmientoi*), itín (*Neltuma kuntzei* (Harms ex Kuntze) C.E. Hughes & G.P. Lewis), algarrobo blanco (*Neltuma alba* (Griseb.) C.E. Hughes & G.P. Lewis), algarrobo negro (*Neltuma nigra* (Griseb.) C.E. Hughes & G.P. Lewis), garabato (*Acacia praecox* Griseb), brea (*Parkinsonia praecox* (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins), molle (*Schinus longifolia* (Lindl.) Speg. var. *longifolia*) y tala (*Celtis tala* Gillies ex Planch.) entre otros (Gobierno de la provincia del Chaco, Ministerio de Producción, 2005).

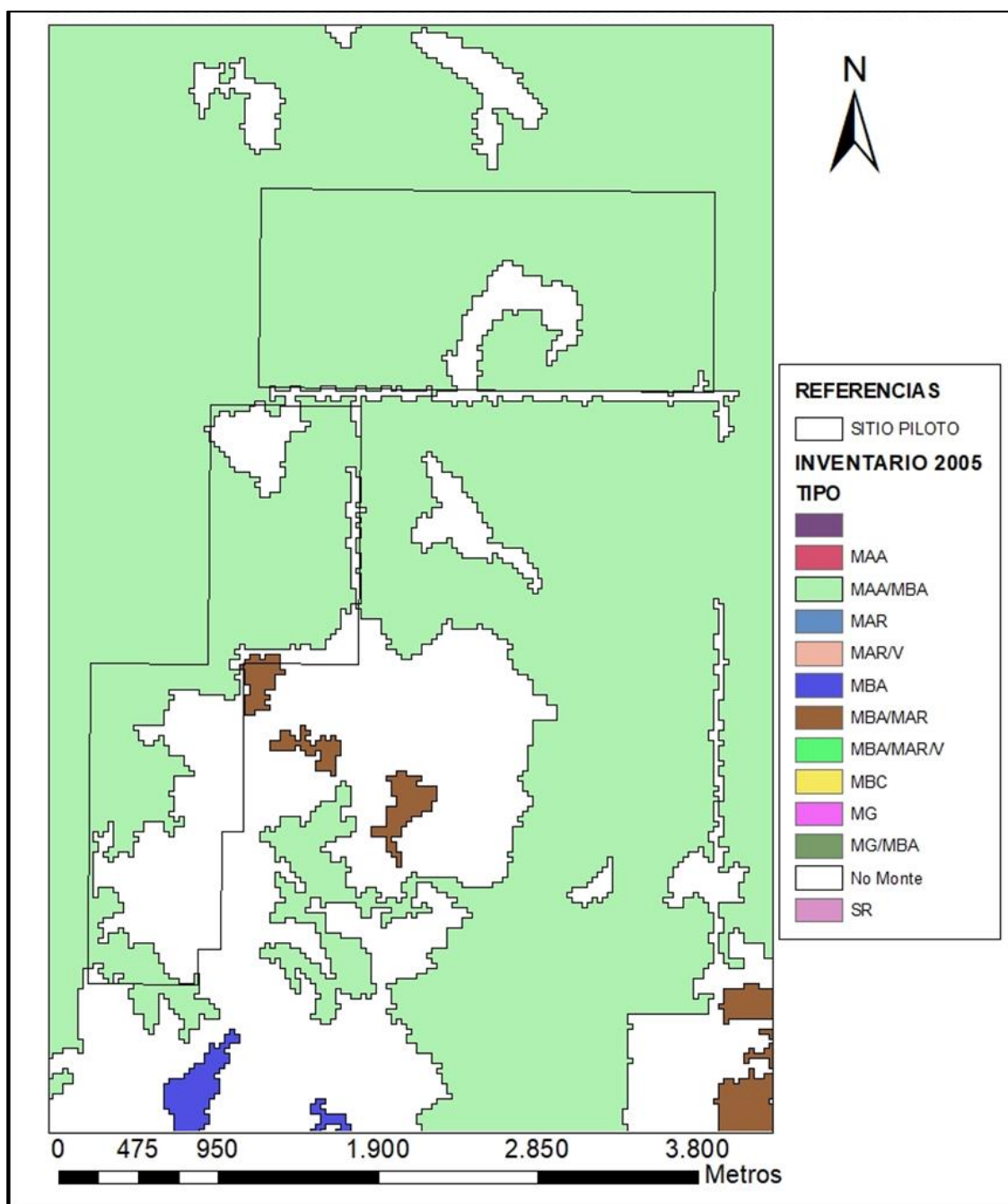


Figura N° 3: Clasificación del núcleo boscoso según inventario forestal provincial del año 2005. **MAA**: Monte Alto Abierto; **MAC**: Monte Alto Cerrado; **MBA**: Monte Bajo Abierto; **MBC**: Monte Bajo Cerrado; **MAR**: Monte Arbustivo; **MG**: Monte en Galería; **V**: Vinalar.

El Quebrachal típico es la formación boscosa característica de la región chaqueña, se distribuye por toda la geografía de la provincia y su fisionomía varía con las diversas intensidades de uso. Actualmente las mayores superficies de estos bosques se distribuyen entre los Departamentos General Güemes, Almirante Brown y Maipú. La composición florística del quebrachal típico es conocida como el bosque de dos quebrachos, con predominancia de Quebracho colorado santiagueño (*Schinopsis lorentzii*) y Quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho blanco*). Son bosques altos con una altura media del estrato dominante mayor a los 15 metros de altura. Acompañan en la estructura principal de la masa, el Itín (*Neltuma kuntzei*), Mistol (*Sarcomphalus mistol* (Griseb.) Hauenschild), Guaraniná (*Sideroxylon obtusifolium*) y Guayacán (*Caesalpineia paraguarensis*). Como especies accesorias se citan a las especies que están presentes en la masa como especies características en las distintas regiones donde encontramos estos bosques. En la zona más seca encontraremos Palo santo (*Gonopterodendron sarmientoi*), Palo cruz (*Tabebuia nodosa* (Griseb.) Griseb.) y Sacha pera (*Acantosyris falcata* Griseb.); en la zona de transición, conocida como la zona de los bosques de los tres quebrachos, encontramos quebracho chaqueño (*Schinopsis balansae*), Guayaibí (*Patagonula americana*), Francisco Álvarez (*Pisonia zapallo*) y Algarrobo blanco (*Neltuma alba*); en la región húmeda se registraron Palo lanza (*Phyllostylon ramnoides* (J. Poiss.) Taub.), Palo piedra (*Diplokeleba floribunda* N.E. Br.), Lapacho (*Handroanthus heptaphyllus*), Espina corona (*Gleditsia amorphoides* (Griseb.) Taub. var. *amorphoides*) y Timbó (*Enterolobium contortisiliquum*). El estrato arbustivo está representado por garabato (*Acacia praecox*), duraznillo (*Ruprechtia triflora* Wedd.) y en los bosques con poca presencia de ganado el suelo está tapizado con bromeliáceas (Gobierno de la provincia del Chaco, Ministerio de Producción, Subsecretaría de Recursos Naturales, Dirección de Bosques, 2012).



Figura N° 4: Clasificación del núcleo boscoso según inventario forestal provincial del año 2011.

A escala predial, el Comité Técnico Provincial de MBGI tipificó al núcleo boscoso en dos rodales (Fig. N°5). El Rodal 1 se denominó Bosque Alto Abierto (**A-R₁**) y el Rodal 2, Bosque Bajo Abierto (**B-R₂**).

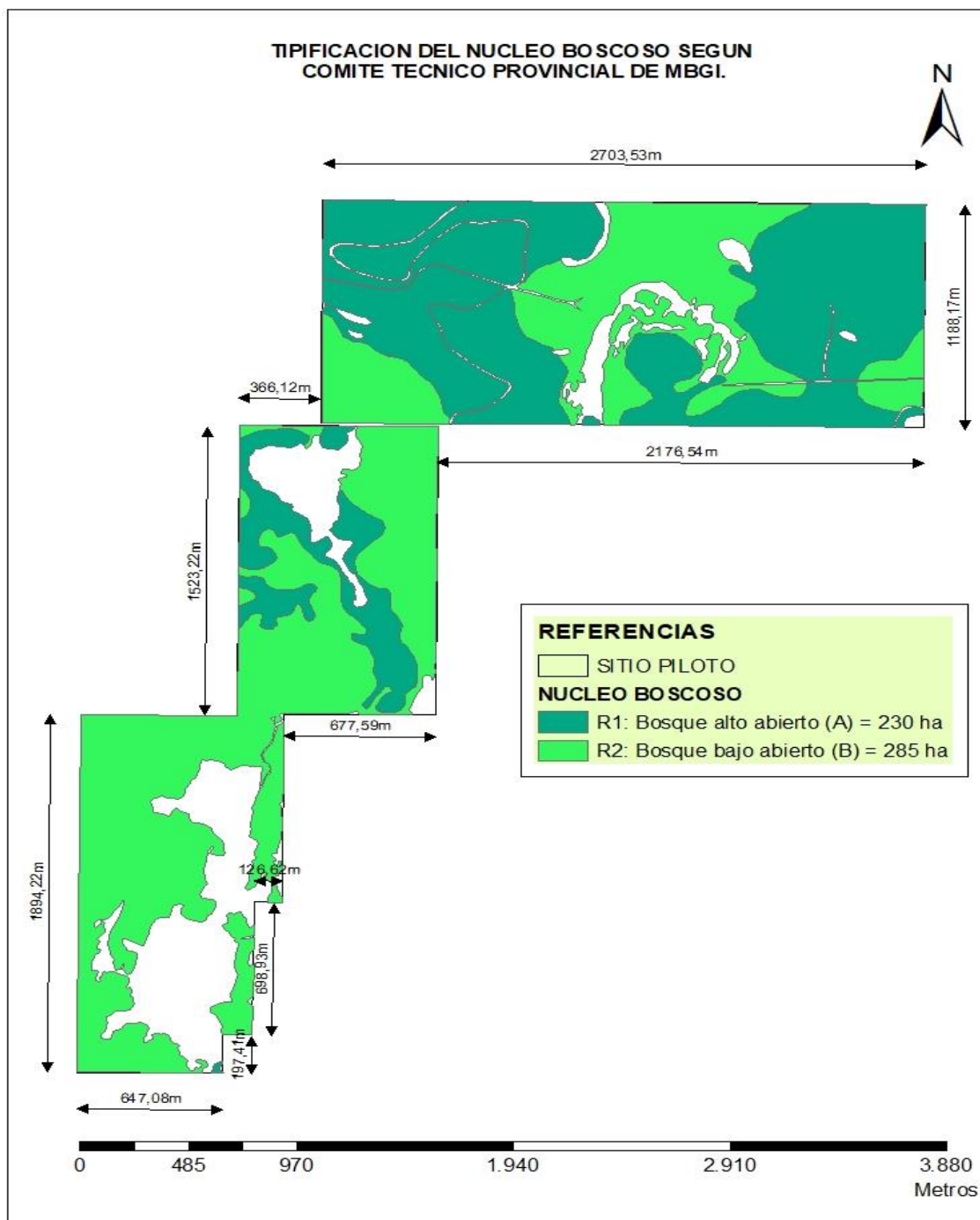


Figura N° 5: Tipificación del núcleo boscosa a escala predial según el Comité Técnico provincial de MBGI.

Bosque Alto Abierto (A-R₁): la altura promedio del bosque estimado fue de 8, 5 m con 39 % de cobertura de copa de árboles mayores a 7 m de altura; los ejemplares de mayor altura correspondieron a un ibirá pita-i (*Ruprechtia laxiflora* Meisn.) y un guayacán (*Caesalpinia paraguariensis*) con 18 m de altura total.

Las especies arbóreas inventariadas fueron: Algarrobo blanco (*Neltuma alba*), Espina corona (*Gleditsia amorphoides*), Francisco Álvarez (*Pisonia zapallo*), Guayacán (*Caesalpinia paraguariensis*), Guayaibí (*Patagonula americana*), Ibirá pita-i (*Ruprechtia laxiflora*), Itín (*Neltuma kuntzei*), Mistol (*Sarcomphalus mistol*), Quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho blanco*), Quebracho colorado chaqueño (*Schinopsis balansae*), Quebracho colorado santiagueño (*Schinopsis lorentzii*), Saucillo (*Acanthosyris falcata*) y Urunday (*Astronium balansae*). Entre las especies arbustivas se registró: Cocú (*Allophylus edulis*), Duraznillo (*Ruprechtia triflora*), Garabato (*Acacia praecox*), Molle (*Schinus longifolia*), Ñangapirí (*Eugenia uniflora* L.), Sacha poroto (*Capparis retusa* Griseb.), Tala blanca (*Celtis tala*) y Tala negra (*Achatocarpus praecox*). La especie dominante resulto ser el quebracho colorado chaqueño (*Schinopsis balansae*), la más abundante el ibirá pita-i (*Ruprechtia laxiflora*) y las más frecuentes, fueron la espina corona (*Gleditsia amorphoides*), el guayaibí (*Patagonula americana*), el ibirá pita-i (*Ruprechtia laxiflora*) y el garabato (*Acacia praecox*). La especie de mayor valor fitosociológico (IVI=63,443) fue el Ibirá pita-i (*Ruprechtia laxiflora*).

Bosque bajo abierto (B-R₂): la altura promedio del bosque resulto de 7 m con una cobertura de copa de árboles entre 3 a 7 m de altura, de 28 %. Las mayores alturas registradas correspondieron a 2 ejemplares de quebracho colorado chaqueño de 14 m de altura total.

Las especies arbóreas inventariadas fueron: Algarrobo blanco (*Neltuma alba*), Espina corona (*Gleditsia amorphoides*), Guaraniná (*Syderoxylon obtusifolium*), Guayacán (*Caesalpinia paraguariensis*), Guayaibí (*Patagonula americana*), Ibirá pita-i (*Ruprechtia laxiflora*), Itín (*Neltuma kuntzei*), Lapacho negro (*Handroanthus heptaphyllus*), Palo cruz (*Tabebuia nodosa*), Quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho blanco*), Quebracho colorado chaqueño (*Schinopsis balansae*) y Saucillo (*Acanthosyris falcata*). Entre las especies arbustivas se registró: Duraznillo (*Ruprechtia triflora*), Garabato (*Acacia praecox*), Meloncillo (*Castela coccineae*), Molle (*Schinus longifolia*), Sacha limón

(*Anisocapparis speciosa* (Griseb.) X. Cornejo & H.H. Iltis), Sacha poroto (*Capparis retusa*) y Tala blanca (*Celtis tala*).

La especie dominante fue el quebracho colorado chaqueño (*Schinopsis balansae*), la especie de mayor abundancia fue el garabato (*Acacia praecox*) y las más frecuentes la espina corona (*Gleditsia amorphoides*), el ibirá pita-i (*Ruprechtia laxiflora*) y el garabato (*Acacia praecox*). La especie de mayor valor fitosociológico (IVI=57,163) fue el quebracho colorado chaqueño (*Schinopsis balansae*).

De acuerdo a la información aportada por el propietario, el uso histórico del predio (más de 20 años) hasta la actualidad fue y es, forestal/ganadero, realizándose extracción de productos forestales maderables como rollos para aserrado de algarrobo y quebrachos, rollos para uso táxico y postes de quebrachos colorados, leña y carbón de especies arbóreas y arbustivas, sumado al pastoreo.

- **Metodología.**

El estudio se realizó en base a la información obtenida mediante el inventario forestal realizado por el Comité Técnico provincial de MBGI. *Se anexa metodología aplicada según el "Protocolo del inventario forestal MBGI"* (Kees S. et al., 2020)

Diseño de muestreo: Se estudiaron 15 sitio de muestro (Fig. N° 6) conforme a un diseño sistemático con estratificación previa según la metodología propuesta por el mencionado comité, partiendo de una malla cuadrada de 500 m, superpuesta sobre la superficie del sitio piloto. Una vez ubicados los potenciales sitios de muestreo, de manera visual y mediante el uso del software ArcGis e imágenes satelitales, se eliminaron los sitios no elegibles por tratarse de coberturas no boscosas. Por último, se enumeraron los sitios de muestreo y se realizó el sorteo de los sitios a muestrear quedando así definido el muestreo efectivo.

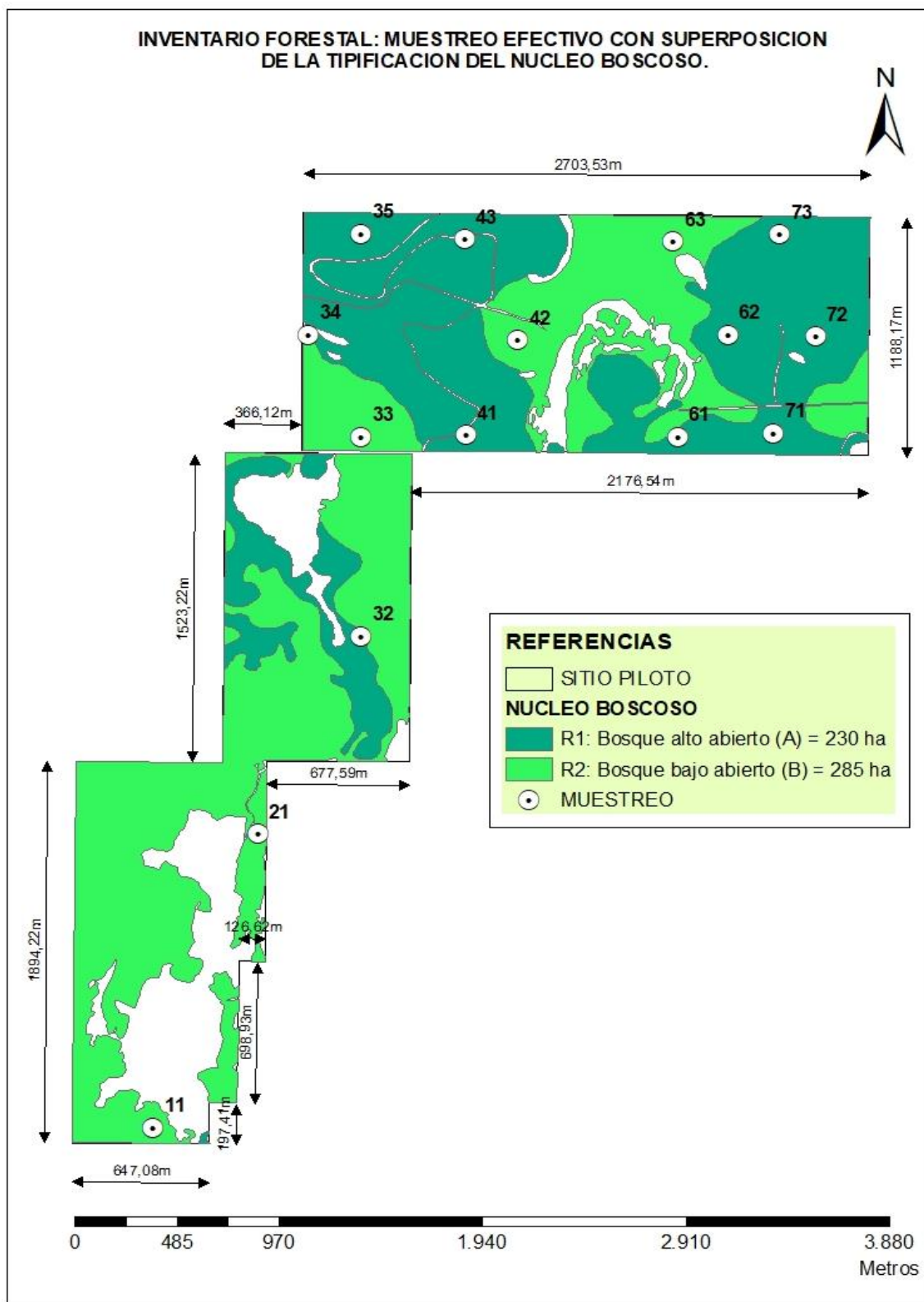


Figura N° 6: Sitios de muestreo con superposición de la estratificación previa del núcleo boscoso.

Tamaño y forma de las unidades de muestreo (según protocolo mencionado): cada sitio de muestreo se compone de dos parcelas circulares concéntricas, una de 1.000 m² donde se midieron todos los individuos leñosos nativos vivos y muertos mayores a 10

cm de DAP; y otra parcela de 100 m² para medir la regeneración natural entre 5 y 10 cm de DAP (Fig. 7).

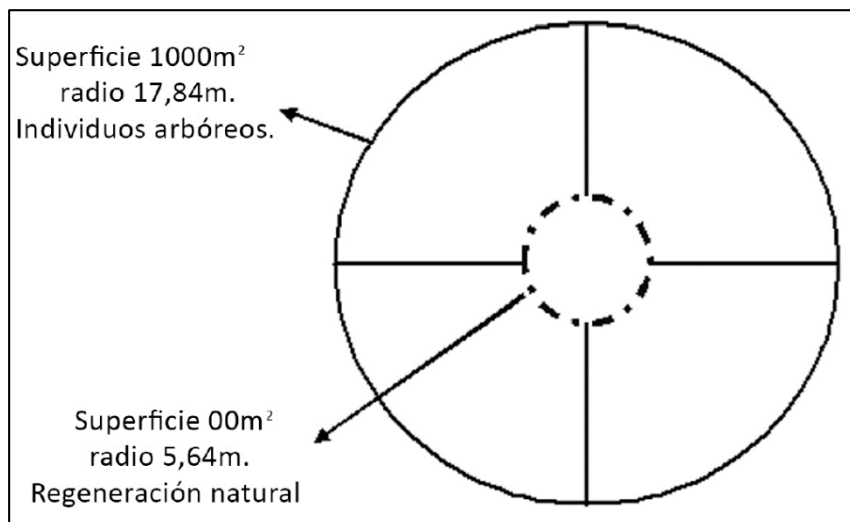


Figura N°7: Forma y tamaño de los sitios de muestreo.

De acuerdo a la estratificación realizada se muestreo 10.000 m² en el Bosque alto abierto **A**(R₁) y 5.000 m² en el Bosque bajo abierto **B** R₂).

Procesamiento de datos: para el cálculo de los índices de Sorensen y Bray-Curtis, se ingresó en el software Rstudio, una matriz primaria de abundancia de cada especie en cada sitio de muestreo. Esta matriz se construyó a partir de las planillas a campo del inventario forestal, en la que se registran todas las especies leñosas dentro del sitio de muestreo. En esta matriz o tabla bruta de abundancia, se consignaron en las columnas las especies leñosas, en las filas los sitios de muestreo y en la intersección de cada especie y cada sitio se colocó la abundancia, además se agregó una columna identificando a qué tipo de bosque corresponde cada sitio (Tabla N° 1). Las columnas representan la composición de cada sitio y la intersección de cada columna representa el valor de abundancia de cada especie leñosa, el total de cada fila representa la cantidad de individuos registrados en cada sitio de muestreo; mientras que el total de cada columna representa la cantidad de individuos de cada especie.

Tabla N° 1: Matriz primaria o tabla bruta de abundancia. El N° indicado en la cabecera de cada columna corresponde al N° asignado a cada especie en la nómina de especies identificadas en el núcleo boscoso estudiado (Tabla N° 2); **S** representa la cantidad de especies registradas en cada sitio de muestreo. 1) *Neltuma alba*, 2) *Allophylus edulis*, 3) *Ruprechtia triflora*, 4) *Gleditsia amorphoides*, 5) *Pisonia zapallo*, 6) *Acacia praecox*, 7) *Bumelia obtusifolia*, 8) *Caesalpinia paraguariensis*, 9) *Patagonula americana*, 10) *Ruprechtia laxiflora*, 11) *Neltuma kuntzei*, 12) *Handroanthus heptaphyllus*, 13) *Castela coccineae*, 14) *Sarcomphilus mistol*, 15) *Schinus longifolia*, 16) *Eugenia uniflora*, 17) *Tabebuia nodosa*; 18) *Aspidosperma quebracho blanco*, 19) *Schinopsis balansae*, 20) *Schinopsis lorentzii*, 21) *Anisocapparis speciosa*, 22) *Capparis retusa* 23) *Capparis salicifolia*, 24) *Acanthosyris falcata*, 25) *Celtis tala*, 26) *Achatocarpus praecox*, 27) *Astronium balansae*.

MATRIZ PRIMARIA. Abundancia de cada especie en cada sitio.																														
SITIO	TIPO DE BOSQUE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	TOTAL	S
11	B (R ₂)	0	0	3	0	0	31	4	2	62	1	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	10	0	0	119	10
21	B (R ₂)	2	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20	0	0	0	0	1	0	0	0	26	6
32	A (R ₁)	0	0	0	2	0	16	0	1	4	0	0	0	0	0	5	0	0	1	2	0	0	0	0	4	0	0	0	35	8
33	B (R ₂)	0	0	12	0	0	26	0	2	2	0	2	0	11	0	2	0	0	2	8	0	0	1	0	0	0	0	0	68	10
34	A (R ₁)	0	0	0	3	0	3	0	0	2	8	0	0	0	0	2	10	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	7
35	A (R ₁)	1	0	0	44	0	0	0	0	5	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69	4
41	A (R ₁)	0	0	2	29	0	4	0	0	3	6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	47	7
42	B(R ₂)	0	0	0	5	0	6	0	13	3	1	1	0	0	0	0	0	11	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	45	8
43	A (R ₁)	1	0	0	18	0	1	0	0	11	32	1	0	0	1	0	2	0	1	0	2	0	0	0	0	0	60	0	130	11
61	A (R ₁)	0	0	0	1	2	12	0	1	4	3	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	10	10	1	47	12
62	A (R ₁)	0	10	0	0	0	28	0	0	1	48	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	40	0	0	0	20	0	150	9
63	B (R ₂)	0	0	0	37	0	1	0	0	1	19	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	63	7
71	A (R ₁)	0	0	0	46	0	6	0	0	0	9	0	0	0	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	10	10	0	0	85	8
72	A (R ₁)	0	0	0	10	0	5	0	0	1	13	0	0	0	0	0	62	0	10	0	0	0	0	0	0	10	0	0	111	7
73	A (R ₁)	0	0	0	7	0	40	0	1	0	10	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	71	6
Total general		4	10	17	203	2	179	4	20	100	169	7	1	11	3	18	75	11	21	36	2	2	41	1	17	51	90	1	1096	

Para el cálculo de los índices se aplicaron las siguientes formulas:

a) Índice de similitud de Sorensen basado en datos cuantitativos de abundancia (Jiménez et al, 2017):

$$I_{scuant} = \frac{(2pN)}{aN + bN}$$

Donde:

aN = número total de individuos en el sitio A

bN = número total de individuos en el sitio B

pN = sumatoria de la abundancia más baja de cada una de las especies compartidas entre ambos sitios (Magurran, 1988 citado por Moreno 2001).

b) La distancia de Bray-Curtis, basado en la relación entre la diferencia total de abundancia entre dos sitios y la abundancia total en cada sitio, según Ferriol Molina & Merlé Farinos, 2012:

$$d_{12} = \frac{\sum_{n=1}^S |x_{1n} - x_{2n}|}{\sum_{n=1}^S (x_{1n} + x_{2n})}$$

La distancia $d = 0$ significa que ambas muestras son idénticas y 1 que las muestras no tienen especies en común (Matteucci & Colman, 1982). Según (Espinosa, 2022), la distancia es el opuesto de la similitud o más bien según (Matteucci & Colman, 1982) complementa la medida de similitud ($d = 1 - I_{scuant}$), razón por la que los índices de distancia mostrarán valores altos cuando dos comunidades se parezcan poco (Espinosa, 2022).

Para el análisis de los datos y los gráficos se utilizó software *Rstudio*, realizándose un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS).

- **Resultados y análisis.**

Según la matriz de abundancia de especies inventariadas (Tabla N° 1), se contabilizaron 1.096 ejemplares leñosos en 15 sitios de muestreo (15.000 m²), de los cuales 775 individuos corresponden a los sitios de muestreo localizados en el **A** (R₁) (10.000 m²) y 321 individuos de sitios ubicados en el **B** (R₂) (5.000 m²), la diferencia en tamaño de muestra de cada tipo de bosque es debido a que para la formulación de planes MBGI se estableció para el muestreo del inventario forestal un error de muestreo menor al 20% de la estimación del área basal por hectárea con un 95 % de confiabilidad para cada tipo de bosque identificado, alcanzando con este tamaño de muestra el error permitido.

Riqueza Florística.

En los 15 sitios de muestreo se reconoció un total de 16 familias, 23 géneros y 27 especies leñosas (Fig. 6 y Tabla N° 2). En este núcleo boscoso además de las especies registradas en el inventario forestal, se reconocieron 3 especies no detectadas en el inventario forestal (fuera de los sitios de muestreo), ajustándose entonces la riqueza estimada a 30 especies, 17 familias y 26 géneros, no obstante, el análisis de los resultados se centró en la riqueza registrada (Tabla N° 2).

De las 27 especies leñosas, 18 son arbóreas, 4 son arbustivas y 8 pueden comportarse como arbóreas o arbustivas (Tabla N° 2).

Las familias con mayor número de especies son las Fabáceas (5) y Anacardiáceas (4), existiendo representantes arbóreos y arbustivos para ambas familias.

La mayoría de los géneros corresponde a una sola especie a excepción de *Capparis*, *Neltuma*, *Ruprechtia* y *Schinopsis*, con dos especies en cada género (Tabla N° 2).

Tabla N° 2: Lista de especies inventariadas e identificadas en el sitio piloto, clasificadas según familia, habito de crecimiento y ubicación en el tipo de bosque que se registró. El N° asignado en la nómina corresponde al N° de las columnas de la matriz de abundancia. **A**(R₁): Bosque alto abierto – **B**(R₂): Bosque bajo abierto.

NOMINA DE ESPECIES LEÑOSAS IDENTIFICADAS EN EL AREA DE ESTUDIO				
NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	HABITO DE CRECIMIENTO	UBICACIÓN SEGÚN TIPO DE BOSQUE
1. Algarrobo blanco	<i>Neltuma alba</i> (Griseb.) C.E. Hughes & G.P. Lewis	Fabaceae	Árbol (Perenne)	A(R ₁) - B (R ₂)
2. Cocú	<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Hieron. ex Nieder	Sapindaceae	Arbusto o Árbol (Perenne)	A(R ₁)
3. Duraznillo	<i>Ruprechtia apétala</i> Wedd.	Polygonaceae	Arbusto o Árbol (Perenne)	A(R ₁) - B(R ₂)
4. Espina corona	<i>Gleditsia amorphoides</i> (Griseb.) Taub. var. <i>amorphoides</i>	Fabaceae	Árbol (Perenne)	A(R ₁) - B(R ₂)
5. Francisco Álvarez	<i>Pisonia zapallo</i> Griseb.	Nyctaginaceae	Árbol (Perenne)	A(R ₁)
6. Garabato	<i>Acacia praecox</i> Griseb.	Fabaceae	Arbusto o Árbol (Perenne)	A(R ₁) - B(R ₂)
7. Guaranina	<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Roem. & Schult.) T.D. Penn.	Sapotaceae	Arbusto o Árbol (Perenne)	B(R ₂)
8. Guayacán	<i>Caesalpinia paraguariensis</i> (D. Parodi) Burkart	Fabaceae	Árbol (Perenne)	A(R ₁) - B(R ₂)
9. Guayaibí	<i>Patagonula americana</i> L.	Boraginaceae	Árbol (Perenne)	A(R ₁) - B(R ₂)
10. Ibirá pita í	<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	Polygonaceae	Árbol (Perenne)	A(R ₁) - B(R ₂)
11. Itín	<i>Neltuma kuntzei</i> (Harms ex Kuntze) C.E. Hughes & G.P. Lewis	Fabaceae	Árbol (Perenne)	A(R ₁) - B(R ₂)
12. Lapacho negro	<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	Bignoniaceae	Árbol (Perenne)	B(R ₂)
13. Meloncillo	<i>Castela coccinea</i> Griseb.	Simaroubaceae	Arbusto (Perenne)	B(R ₂)
14. Mistol	<i>Sarcophallus mistol</i> (Griseb.) Hauenschild	Rhamnaceae	Árbol (Perenne)	A(R ₁)
15. Molle	<i>Schinus longifolia</i> (Lindl.) Speg. var. <i>longifolia</i>	Anacardiaceae	Arbusto o Árbol (Perenne)	A(R ₁) - B(R ₂)
16. Ñangapirí	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Myrtaceae	Arbusto o Árbol (Perenne)	A(R ₁)
17. Palo cruz	<i>Tabebuia nodosa</i> (Griseb.) Griseb.	Bignoniaceae	Árbol (Perenne)	B(R ₂)
18. Quebracho blanco	<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i> Schltdl.	Apocynaceae	Árbol (Perenne)	A(R ₁) - B(R ₂)
19. Quebracho colorado chaqueño	<i>Schinopsis balansae</i> Engl.	Anacardiaceae	Árbol (Perenne)	A(R ₁) - B(R ₂)
20. Quebracho colorado santiagueño	<i>Schinopsis lorentzii</i> (Griseb.) Engl.	Anacardiaceae	Árbol (Perenne)	A(R ₁)
21. Sacha limón	<i>Anisocapparis speciosa</i> (Griseb.) X. Cornejo & H.H. Iltis	Capparaceae	Arbusto (Perenne)	B(R ₂)
22. Sacha poroto	<i>Capparis retusa</i> Griseb.	Capparaceae	Arbusto (Perenne)	A(R ₁) - B(R ₂)
23. Sacha sandia	<i>Capparis salicifolia</i> Griseb.	Capparaceae	Arbusto (Perenne)	B(R ₂)
24. Saucillo	<i>Acanthosyris falcata</i> Griseb.	Santalaceae	Árbol (Perenne)	A(R ₁) - B(R ₂)
25. Tala blanca	<i>Celtis tala</i> Gillies ex Planch.	Ulmaceae	Arbusto o Árbol (Perenne)	A(R ₁) - B(R ₂)
26. Tala negra	<i>Achatocarpus praecox</i> Griseb. var. <i>praecox</i>	Achatocarpaceae	Arbusto o Árbol (Perenne)	A(R ₁)
27. Urunday	<i>Astronium balansae</i> Engl.	Anacardiaceae	Árbol (Perenne)	A(R ₁)
28. Palo piedra	<i>Diplokeleba floribunda</i> N.E. Br.	Sapindaceae	Árbol (Perenne)	Identificada sin muestrear
29. Sombra de toro	<i>Jodina rhombifolia</i> (Hook. & Arn.) Reissek ssp. <i>rhombifolia</i>	Santalaceae	Árbol (Perenne)	Identificada sin muestrear
30. Ombú	<i>Phytolacca dioica</i> L.	Phytolacaceae	Árbol (Perenne)	Identificada sin muestrear

Según la matriz de abundancia se registraron 21 especies en el **A**(R₁) y 20 en el **B**(R₂), encontrándose 14 especies en común entre ambos, 9 arbóreas, 1 arbustivas y 4 de crecimiento arbóreo o arbustivo que según el Catalogo de plantas vasculares del Cono Sur, en este núcleo boscoso existe una especie endémica de Argentina, Brasil, Uruguay, Paraguay y Perú, *Schinus longifolia*. Si bien 14 son las especies en común, ninguna de ellas ha sido registrada en todos los sitios de muestreo, siendo la más abundante *Gleditsia amorphoides* (209 individuos) y *Acacia praecox* la más frecuente (en 13 sitios de muestreo presente) (Tabla N° 1 y Tabla N° 7). Entre las especies en común están todas las especies de la familia fabácea (Tabla N° 7).

Se encontraron 13 especies exclusivas, para cada tipo de bosque, de las cuales 7 corresponden a **A**(R₁) y 6 a **B**(R₂), 11 especies únicas (muestreadas en un solo sitio de muestreo, según Pineda & López, 2019) y 3 especies fueron representadas por un solo individuo en la muestra (singletons, según Pineda & López, 2019). Entre las especies exclusivas del **A**(R₁) se encontraron *Allophilus edulis* (especie única), *Pisonia zapallo* (especie única), *Sarcomphalus mistol* (especie única), *Eugenia uniflora*, *Schinopsis lorentzii* (especie única), *Achatocarpus praecox* y *Astronium balansae* (especie única y singletons); mientras que entre las especies del **B**(R₂) se detectaron *Sideroxylon obtusifolium*, *Handroanthus heptaphyllum* (singletons), *Castella coccinea*, *Tabebuia nodosa*, *Capparis salicifolia* (singletons) y *Anisocapparis speciosa*, todas especies únicas. (Tablas N° 1, 8 y 9).

Tabla N° 7: Especies en común entre los dos tipos de bosque, en la que se indica familia, habito de crecimiento y el N° de sitio donde se la registro, indicándose entre paréntesis al tipo de bosque al cual corresponde el sitio de muestreo. **A(R₁):** Bosque alto abierto - **B(R₂):** Bosque bajo abierto.

NOMINA DE ESPECIES LEÑOSAS REGISTRADAS EN AMBOS TIPOS DE BOSQUE.				
NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	HABITO DE CRECIMIENTO	SITIO DE MUESTREO Y TIPO DE BOSQUE
1. Algarrobo blanco	<i>Neltuma alba</i> (Griseb.) C.E. Hughes & G.P. Lewis	Fabaceae	Árbol (Perenne)	21 (B R ₂) - 35 y 43 (A R ₁)
3. Duraznillo	<i>Ruprechtia apétala</i> Wedd.	Polygonaceae	Arbusto o Árbol (Perenne)	11 y 33 (B R ₂)- 41 (A R ₁)
4. Espina corona	<i>Gleditsia amorphoides</i> (Griseb.) Taub. var. <i>amorphoides</i>	Fabaceae	Árbol (Perenne)	21, 42 y 63 (B R ₂) - 32, 34, 35, 41, 43, 61,71, 72 y 73 (A R ₁)
6. Garabato	<i>Acacia praecox</i> Griseb.	Fabaceae	Arbusto o Arbol (Perenne)	11, 33, 42 y 63 (B R ₂) - 32, 34, 41, 43, 61, 62, 71, 72 y 73 (A R ₁)
8. Guayacán	<i>Caesalpinia paraguariensis</i> (D. Parodi) Burkart	Fabaceae	Árbol (Perenne)	11, 33 y 42 (B R ₂) - 35, 61 y 73 (A R ₁)
9. Guayaibí	<i>Patagonula americana</i> L.	Boraginaceae	Árbol (Perenne)	11, 21, 33, 42 y 63 (B R ₂) - 32, 34, 35, 41, 43,61, 62 y 72 (A R ₁)
10. Ibirá pita í	<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	Polygonaceae	Árbol (Perenne)	11, 42 y 63 (B R ₂) - 34, 35, 41, 43, 61, 62, 71, 72 y 73 (A R ₁)
11. Itín	<i>Neltuma kuntzei</i> (Harms ex Kuntze) C.E. Hughes & G.P. Lewis	Fabaceae	Árbol (Perenne)	42 y 63 (B R ₂) - 43 (A R ₁)
15. Molle	<i>Schinus longifolia</i> (Lindl.) Speg. var. <i>longifolia</i>	Anacardiaceae	Arbusto o Árbol (Perenne)	11 y 33 (B R ₂) - 32, 34, 61, 62, 71 y 73 (A R ₁)
18. Quebracho blanco	<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i> Schltldl.	Apocynaceae	Árbol (Perenne)	32, 34, 61, 62 y 71 (A R ₁) - 33 (B R ₂)
19. Quebracho colorado chaqueño	<i>Schinopsis balansae</i> Engl.	Anacardiaceae	Árbol (Perenne)	21, 33, 42 y 63 (B R ₂) - 32 (A R ₁)
22. Sacha poroto	<i>Capparis retusa</i> Griseb.	Capparaceae	Arbusto (Perenne)	33 (B R ₂) y 62 (A R ₁)
24. Saucillo	<i>Acanthosyris falcata</i> Griseb.	Santalaceae	Árbol (Perenne)	21 (B R ₂) - 32, 41 y 71 (A R ₁)
25. Tala blanca	<i>Celtis tala</i> Gillies ex Planch.	Ulmaceae	Arbusto o Arbol (Perenne)	11 (B R ₂) - 61, 71, 72, 73 (A R ₁)

Tabla N° 8: Especies exclusivas del Bosque alto abierto (**A(R₁)**), indicando familia, habito de crecimiento y N° de sitio en la que fue registrada.

ESPECIES EXCLUSIVAS DEL BOSQUE ALTO ABIERTO				
NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	HABITO DE CRECIMIENTO	SITIO DE MUESTREO
2. Cocú	<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Hieron. ex Nieder	Sapindaceae	Arbusto o Árbol (Perenne)	62
5. Francisco Álvarez	<i>Pisonia zapallo</i> Griseb.	Nyctaginaceae	Árbol (Perenne)	61
14. Mistol	<i>Sarcomphalus mistol</i> (Griseb.) Hauenschild	Rhamnaceae	Árbol (Perenne)	61
16. Ñangapirí	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Myrtaceae	Arbusto o Árbol (Perenne)	34, 43, 62 y, 72
20. Quebracho colorado santiagueño	<i>Schinopsis lorentzii</i> (Griseb.) Engl.	Anacardiaceae	Árbol (Perenne)	43
26. Tala negra	<i>Achatocarpus praecox</i> Griseb. var. <i>praecox</i>	Achatocarpaceae	Arbusto o Árbol (Perenne)	43, 61 y 62
27. Urunday	<i>Astronium balansae</i> Engl.	Anacardiaceae	Árbol (Perenne)	61

Tabla N° 9: Especies exclusivas del Bosque bajo abierto (**B(R₂)**), indicando familia, habito de crecimiento

ESPECIES EXCLUSIVAS DEL BOSQUE BAJO ABIERTO				
NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	HABITO DE CRECIMIENTO	SITIO DE MUESTREO
7. Guaranina	<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Roem. & Schult.) T.D. Penn.	Sapotaceae	Árbol (Perenne)	11
12. Lapacho negro	<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	Bignoniaceae	Árbol (Perenne)	11
13. Meloncillo	<i>Castela coccinea</i> Griseb.	Simaroubaceae	Arbusto (Perenne)	33
17. Palo cruz	<i>Tabebuia nodosa</i> (Griseb.) Griseb.	Bignoniaceae	Árbol (Perenne)	42
21. Sacha limón	<i>Anisocapparis speciosa</i> (Griseb.) X. Cornejo & H.H. Ittis	Capparaceae	Arbusto (Perenne)	11
23. Sacha sandia	<i>Capparis salicifolia</i> Griseb.	Capparaceae	Arbusto (Perenne)	33

y N° de sitio en la que fue registrada.

Diversidad Beta.

La Matriz primaria o tabla bruta de abundancia (Tabla 1) ingresada en el software *Rstudio*, generó los índices de Sorensen y Bray-Curtis, que arrojaron valores entre 0,013 y 0,863 para el caso del Índice de Sorensen (Tabla N° 10) y entre 0,986 y 0,136 para la distancia de Bray-Curtis (Tabla N° 11), mostrando que hay sitios que tienen cierta similitud en composición y abundancia relativa, pero que no hay sitios idénticos. La menor similitud/mayor distancia (0,013/0,986) se dio entre dos sitios ubicados en el Bosque bajo abierto (**A**-R₁: Sitios 11 y 21), mientras que la mayor similitud/menor distancia (0,863/0,136) se apreció entre dos sitios ubicados en distintos tipos de bosque (Sitio 35: **A**(R₁) y Sitio 63: **B**(R₂)), indicando al expresar este índice en %, que el Sitio 11 y 21 tienen un 1,3 % de similitud, mientras que los sitios 35 y 63, tiene un 86% de similitud.

La menor similitud corresponde a sitios con 10 y 6 especies, 119 y 26 individuos contabilizados en cada sitio y 1 especie en común. La mayor similitud responde a sitios con 4 y 7 especies, 69 y 63 individuos contabilizados en cada sitio y 3 especies en común.

En base a las distancias entre sitios comparados, se realizó un análisis de agrupamientos del tipo jerárquico, organizando los clústeres en grupos de sitios de mayor a menor similitud, dando su correspondiente dendrograma (Gráfico N° 1).

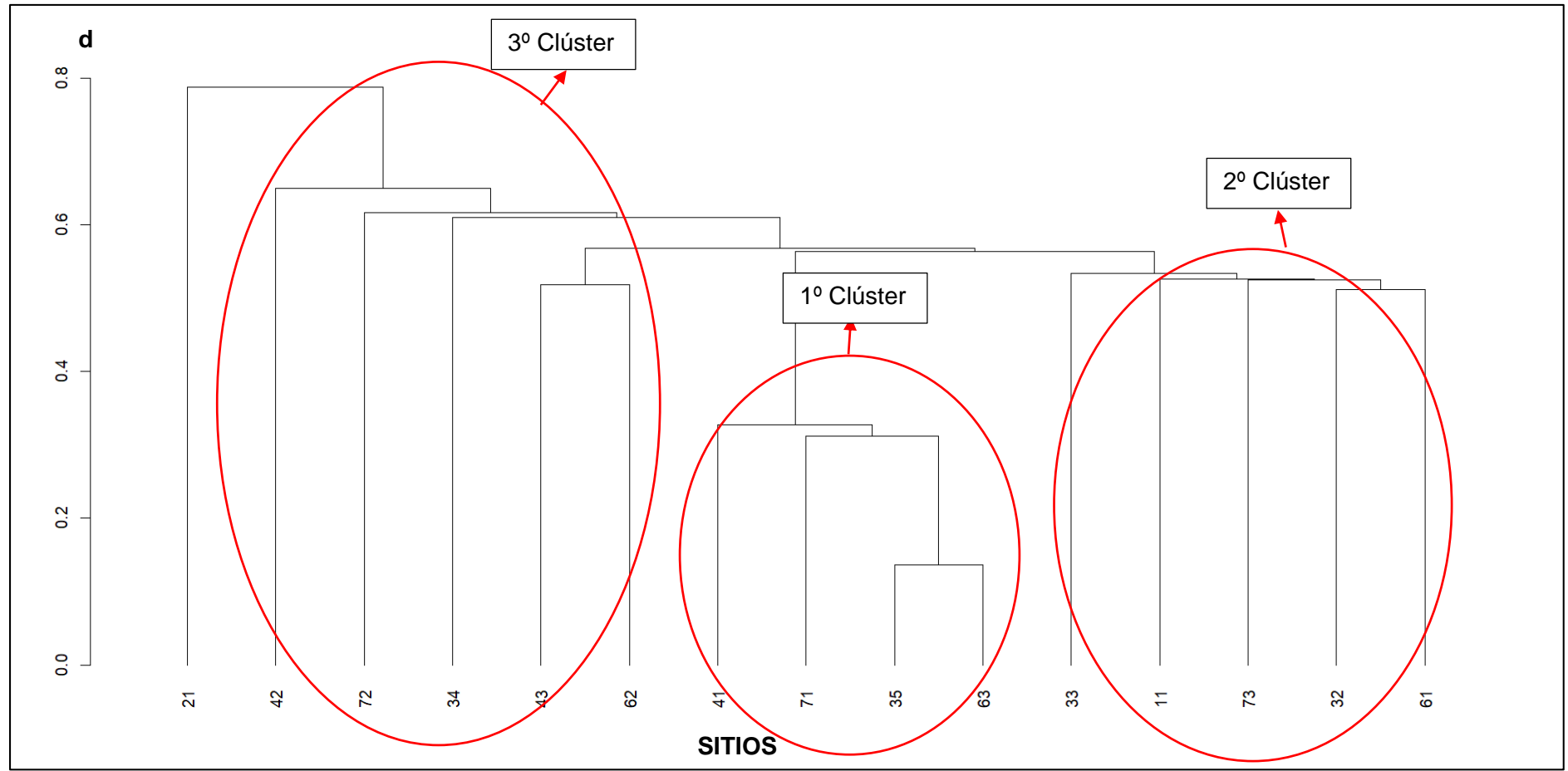
Tabla N° 10: Índice de Sorensen cuantitativo (similitud)

Índice de Sorensen cuantitativo														
SITIOS	11	21	32	33	34	35	41	42	43	61	62	63	71	72
21	0,0137931													
32	0,2987013	0,1967213												
33	0,3743316	0,2127660	0,4660194											
34	0,1073826	0,1071429	0,3076923	0,1836735										
35	0,0638298	0,0631579	0,1153846	0,0291971	0,2626263									
41	0,0963855	0,1095890	0,2926829	0,1739130	0,3896104	0,6551724								
42	0,1463415	0,1971831	0,3500000	0,2831858	0,2400000	0,1578947	0,28260870							
43	0,1044177	0,0384615	0,0969697	0,0505051	0,2125000	0,4321608	0,32768362	0,1257143						
61	0,3493976	0,0821918	0,4634146	0,2956522	0,2857143	0,1379310	0,23404255	0,2608696	0,2372881					
62	0,2304833	0,0227273	0,2054054	0,2752294	0,1666667	0,1826484	0,11167513	0,0820513	0,4000000	0,28426396				
63	0,0329670	0,0674157	0,1020408	0,0763359	0,2795699	0,8636364	0,67272727	0,1851852	0,4145078	0,10909091	0,1971831			
71	0,1274510	0,0540541	0,2500000	0,1176471	0,2956522	0,6883117	0,63636364	0,1846154	0,2790698	0,34848485	0,0936170	0,6351351		
72	0,1478261	0,0437956	0,1232877	0,0893855	0,3829787	0,2666667	0,27848101	0,1538462	0,2323651	0,26582278	0,1609195	0,2873563	0,3571429	
73	0,4842105	0,0206186	0,3962264	0,4172662	0,3168317	0,2428571	0,28813559	0,1379310	0,1791045	0,47457627	0,3529412	0,2686567	0,4358974	0,2747253

Tabla N° 11: Distancia de Bray Curtis (disimilitud).

Distancia Bray Curtis														
SITIOS	11	21	32	33	34	35	41	42	43	61	62	63	71	72
21	0,986207													
32	0,688312	0,8032787												
33	0,625668	0,787234	0,5339806											
34	0,892617	0,8928571	0,6923077	0,8163265										
35	0,96317	0,9368421	0,8846154	0,9708029	0,7373737									
41	0,879518	0,890411	0,7073171	0,8434783	0,6103896	0,3448276								
42	0,853659	0,8028169	0,6500000	0,7168142	0,7600000	0,8421053	0,7173913							
43	0,895582	0,9487179	0,9030303	0,9494949	0,7875000	0,5678392	0,6723164	0,8742857						
61	0,650602	0,9178082	0,5121951	0,7043478	0,7142857	0,8620690	0,7446809	0,7391304	0,7627119					
62	0,790541	0,9704433	0,5555556	0,755102	0,826087	0,6178862	0,6517857	0,8828829	0,5179153	0,7410714				
63	0,9670330	0,9325843	0,8979592	0,9236641	0,7204301	0,136364	0,3272727	0,8148148	0,5854922	0,8909091	0,6000000			
71	0,813726	0,9459459	0,7500000	0,8823529	0,7043478	0,3116863	0,3636364	0,8153846	0,7209302	0,6515152	0,6641221	0,3648649		
72	0,852174	0,9562044	0,8767123	0,9106145	0,6170213	0,7333333	0,721519	0,8461538	0,7676349	0,7341772	0,7847222	0,7126437	0,6428571	
73	0,526316	0,9793814	0,6037736	0,5827338	0,6831683	0,7571429	0,7118644	0,7758621	0,8208955	0,5254237	0,6290323	0,7313433	0,5641026	0,6483516

Referencias	A (R_1)	B (R_2)
-------------	-------------	-------------



A

Gráfico N° 1: Distancia Bray Curtis – Dendrograma.

El 1º clúster agrupo los cuatro sitios de muestreo de mayor similitud, de los cuales solo uno se localiza en el **B**(R₂), con distancias que variaron entre 0,13 a 0,36, agrupando sitios con 86 % y 63% de similitud en composición y estructura (Tabla N° 12 y 13)

Tabla N° 12: Índice de Sorensen (similitud) de los sitios agrupados en el 1º Clúster.

Índice de Sorensen CUANTITATIVO			
SITIOS	35	41	63
41	0,6551724		
63	0,8636364	0,67272727	
71	0,6883117	0,63636364	0,6351351

Tabla N° 13: Distancias (disimilitud) de los sitios agrupados en el 1º Clúster.

Distancia Bray Curtis			
SITIOS	35	41	63
41	0,3448276		
63	0,136364	0,3272727	
71	0,3116863	0,3636364	0,3648649

Los sitios agrupados en este clúster se componen de 4, 7 y 8 especies, de las cuales dos especies se registraron en todos los sitios (*Gleditsia amorphoides* y *Ruprechtia laxiflora*), mientras que la abundancia en cada sitio fue de 69, 47, 63 y 85 individuos.

El 2º clúster agrupo dos sitios del **B**(R₂) (33 y 11) con tres sitios de **A**(R₁) (32 - 61 y 73), con distancias entre 0,51 y 0,7 y similitudes entre 48 y 29 % en composición y abundancia (Tabla N° 14 y 15).

Tabla N° 14: Índice de Sorensen (similitud) entre sitios agrupados en el 2º Clúster.

Índice de Sorensen CUANTITATIVO				
SITIOS	11	32	33	61
32	0,2987013			
33	0,3743316	0,4660194		
61	0,3493976	0,4634146	0,2956522	
73	0,4842105	0,3962264	0,4172662	0,47457627

Tabla N°15: Distancias (disimilitud) entre sitios del 2º Clúster.

Distancia Bray Curtis - 2º Cluster				
SITIOS	11	32	33	61
32	0,688312			
33	0,625668	0,5339806		
61	0,650602	0,5121951	0,7043478	
73	0,526316	0,6037736	0,5827338	0,5254237

Estos sitios se componen de 12, 10, 8 y 6 especies, de las cuales tres especies se registraron en todos los sitios (*Acacia praecox*, *Caesalpinia paraguariensi* y *Schinus longifolia*), en cuanto a la abundancia de cada sitio los valores dieron bastante diferentes (119, 35, 68, 47 y 17 individuos).

El 3º clúster agrupo cinco sitios de los cuales solo uno se localiza en el **B**(R₂) (42), las distancias variaron entre 0,51 y 0,88, agrupando sitios con 40% y 8,2% de similitud en composición y abundancia (Tabla N° 16 y 17)

Indice de Sorensen CUANTITATIVO				
SITIOS	34	42	43	62
42	0,2400000			
43	0,2125000	0,1257143		
62	0,1666667	0,0820513	0,4000000	
72	0,3829787	0,1538462	0,2323651	0,1609195

Tabla N° 16: Índice de Sorensen (similitud) entre sitios agrupados en el 3º Clúster.

Distancia Bray Curtis - 3º Claster				
SITIOS	34	42	43	62
42	0,7600000			
43	0,7875000	0,8742857		
62	0,8260870	0,8828829	0,5179153	
72	0,6170213	0,8461538	0,7676349	0,7847222

Tabla N° 17: Distancias (disimilitud) entre sitios del 3º Clúster.

Sitios con 7, 8, y 11 especies, de las cuales 4 especies se encontraron en todos los sitios (*Acacia praecox*, *Patagonula americana*, *Ruprechtia laxiflora* y *Aspidosperma quebracho blanco*), la abundancia aquí también resulto muy variada, 30, 45, 130 y 111. Un cuarto sitio (21) ubicado en el **B**(R₂) mostro mayor similitud con el 3º clúster que con los otros dos clústeres.

El dendrograma mostro que el 1º y 2º grupo son de mayor similitud entre sí que con el 3º clúster el cual muestra mayor similitud con el sitio 21. Los 1º y 2º clústeres agrupan los sitios de mayor similitud, mientras que el 3º clúster y el sitio 21 son los sitios de menor similitud.

• **Discusión**

Al realizar una breve descripción de la diversidad arbórea es importante tener valores de referencia; según Gartland y Bohren (2008), en la Argentina existen 596 especies arbóreas dicotiledóneas con 273 géneros, 85 familias y 43 endémicas. De acuerdo a Cabrera (1976, citado por Giménez & Moglia, 2003) el Parque Chaqueño no posee endemismo de alta categoría sino sólo genéricos y específicos, aunque está caracterizado por la abundancia o dominancia de ciertas familias y géneros que son escasos en otras regiones. Según Zuloaga & Marrone (1999), la familia fabácea (cosmopolita) posee numerosos representantes nativos en la Argentina, citando 113 géneros y aproximadamente 732 especies; por otro lado, Muñoz (1999) menciona que la familia Anacardiácea (principalmente tropical y subtropical) está representada en la Argentina por 6 géneros y 32 especies.

Partiendo de estas referencias y considerando la riqueza estimada en el área de estudio (27 especies detectadas y 3 sin muestrear), se puede decir que dicha área posee el 5 % de las especies arbóreas dicotiledóneas de la Argentina, 9,5 % de los géneros y el 20 % de las familias. De acuerdo al Catálogo de Plantas vasculares, se reconoce en este núcleo boscoso, una especie endémica del Cono Sur, *Schinus longifolia*. Las familias botánicas más representadas en el área de estudio son las Fabáceas (18, 5 %, 5 especies y 5 géneros) y las Anacardiáceas (14, 81 %, 4 especies y 3 géneros). Si bien hay más especies de la familia Fabácea que Anacardiácea, la segunda familia, tiene mayor representatividad de géneros, 3 de los 6 presente en Argentina (50 %).

El último inventario forestal nacional, registro en el Parque Chaqueño 264 especies arbóreas, siendo las especies más representativas, el quebracho colorado santiagueño (*Schinopsis lorentizii*), el quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho blanco*) y el mistol (*Sarcomphalus mistol*) (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2019). En este núcleo boscoso se inventario 18 especies arbóreas, (entre ellas las tres especies más representativas del Parque Chaqueño) y 8 especies que pueden ser de

crecimiento arbóreo o arbustivo, es decir, que en el área de estudio hay entre el 6, 8 y 9,8 % de las especies del parque Chaqueño.

Los criterios florísticos permiten caracterizar y diferenciar la Región Chaqueña en función del quebracho (Giménez & Moglia, 2003); según Cabrera (1976, citado por Giménez & Moglia, 2003), el Chaco húmedo, tiene una comunidad clímax caracterizada por la presencia de *Schinopsis balansae* y desde el punto de vista forestal, esta zona está determinada por la existencia de tres especies leñosas: *Schinopsis balansae*, *Astronium balansae* y *Handroanthus heptaphylla* (Tortorelli, 1956 citado por Giménez & Moglia, 2003), tres especies que han sido registradas en este núcleo boscoso.

Giménez & Moglia, (2003) mencionan que en el Chaco húmedo, la ganadería y la explotación forestal han modificado la composición de las comunidades vegetales, destruyendo el estrato herbáceo y facilitando la invasión de especies arbustivas, eliminando las leñosas arbóreas más importantes o quemando el bosque para crear campos para agricultura; y describen las principales comunidades del distrito según Cabrera (1976), entre las cuales, se encuentra el “Bosque de quebracho colorado y blanco”, donde las principales especies son *Schinopsis balansae* y *Aspidosperma quebracho blanco*, mientras que las especies secundarias son el guayacán (*Caesalpinia paraguariensis*), la espina corona (*Gleditsia amorphoides*), el urunday (*Astronium balansae*), el ibirá pita-í (*Ruprechtia laxiflora*), el palo piedra (*Diplokeleba floribunda*), el guayaibí (*Patagonula americana*), el Francisco Álvarez (*Pisonia Zapallo*), el lapacho negro (*Handroanthus heptaphyllus*) y el itín (*Neltuma kuntzei*), todas especies que han sido reconocidas en el área de estudio, sin apreciarse invasión de especies arbustivas, a pesar que el bosque en estudio tiene más de 20 años de uso forestal y ganadero.

Brassiolo (2005, citado por Giménez et al.) afirma que el bosque típico del Chaco se caracteriza por la presencia de quebracho blanco y mistol, indicando que el colorado desaparece por el aprovechamiento excesivo. Estas generalidades hacen referencia a bosques aprovechados o degradados y no a bosques, que, por condiciones climáticas o edáficas, presentan estas características. En este núcleo boscosa de uso histórico y

actual, forestal y ganadero, está presente el quebracho blanco, el mistol y los dos quebrachos colorados, estos últimos en mayor cantidad que las dos primeras especies, aunque con una abundancia relativa baja (57 individuos de 1096 individuos inventariados), probablemente influenciada por el aprovechamiento forestal de la especie.

Según Barberis et al. (2005, citado por Giménez et al., 2011) los bosques del Chaco Húmedo exhiben una interesante heterogeneidad florística y estructural, cuya riqueza de especies, varía según los distintos tipos de bosque: manifiestan para los bosques densos mixtos del Chaco Húmedo santafesino 58 especies, para quebrachales 38 especies y para algarrobales 9 especies. En tanto Marino & Pensiero (2003, citado por Giménez et al., 2011) en un trabajo que analizan la estructura y la diversidad florística de los bosques de *Schinopsis balansae* del Chaco Húmedo santafesino, citan la presencia de 21 especies arbóreas, destacándose las Fabáceas con 11 especies. Este núcleo boscoso del Chaco húmedo muestra una riqueza estimada de 30 especies leñosas, en el que también se destacan las fabáceas.

En este trabajo también se comparó someramente la riqueza de ambos tipos de bosque ($A(R_1)$ y $B(R_2)$), no encontrándose prácticamente diferencia entre ellos (21 y 20 especies respectivamente), no obstante, esta pequeña diferencia podría estar sesgada por el tamaño de la muestra en cada tipo de bosque (10.000 m² para el $A(R_1)$ y 5.000 m² para el $B(R_2)$). Según Marn (2002) la diversidad alfa expresada como el número de especies por unidad de área representada en algún tipo de muestra estándar, no es independiente del tamaño de la muestra, o, dicho de otra manera, depende del tiempo dedicado a la colecta. Sin embargo Marmillod (1982, citado por Caranqui et al., 2016) menciona que la parcela mínima para un correcto análisis de vegetación es 1 hectárea cuadrada, podría decirse entonces que el $B(R_2)$ posee un muestreo insuficiente, y que el análisis de la diversidad alfa, en este núcleo boscoso arrojaría información más certera y de mejor interpretación, sin estratificar en $A(R_1)$ y $B(R_2)$, pudiendo eliminarse dicho sesgo si se utiliza alguna función de acumulación de especies o métodos no

paramétricos que permitan comparar comunidades de distinto tamaño de muestreo (Jiménez et al., 2017). Entonces para la diversidad alfa es preciso tener definido el aspecto biológico que se quiere describir y si el propósito es simplemente comparar número de especies, la riqueza específica es la mejor expresión y la más sencilla, pero debe tenerse en cuenta que depende del tamaño de la muestra (Jiménez et al., 2017) Moreno (2001) menciona que para comprender o monitorear los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, la separación de los componentes alfa, beta y gamma puede ser de gran utilidad principalmente para medir y monitorear los efectos de las actividades humanas (Moreno, 2001).

La diversidad beta a diferencia de la diversidad alfa que puede ser medida fácilmente en función del número de especies, la medición de la diversidad beta es una dimensión diferente basada en proporciones o diferencias (Magurran, 1988 citado por Jiménez et al., 2017), estas proporciones pueden evaluarse en base a índices o coeficientes de similitud, de disimilitud o de distancia entre muestras a partir de datos cualitativos o cuantitativos o con índices de diversidad propiamente dichos (Magurran, 1988 citado por Jiménez et al., 2017). Aquí los Índices de Similitud (Sorensen) y de distancia (Bray Curtis) basados en datos cuantitativos arrojaron valores entre 0,013 y 0,863 y entre 0,986 y 0,136 respectivamente, mostrando su representación dendrográfica que hay sitios con gran similitud y otros muy distintos en composición y abundancia, y que las mayores similitudes no necesariamente se da entre sitios localizados en el mismo tipo de bosque, mostrando que independientemente del tipo de bosque en el cual se localizaron los sitios presentaron mayor o menor similitud.

La diversidad beta también depende de la escala espacial y temporal de análisis. Con pocas excepciones (e.g., Lôbo *et al.*, 2011, citado por Arroyo et al., 2019), los estudios de diversidad beta en paisajes antropizados carecen de control experimental, o sea, de una medida de diversidad beta antes del disturbio para demostrar que la diversidad registrada en el paisaje de estudio es consecuencia de dicho disturbio. Finalmente, como en todo trabajo sobre diversidad, es importante tener cuidado con las métricas

usadas para medir la diversidad beta, ya que muchas medidas están relacionadas con la riqueza de especies, por lo que no se pueden comparar entre escalas con diferente riqueza de especies. Anderson et al. (2011, citado por Calderon-Patron et al. 2012) analizan las implicaciones del uso de datos de abundancia, y concluyen que los distintos tipos de datos son útiles para resaltar distintos fenómenos biológicos en la composición de las comunidades y pueden ser utilizados de acuerdo con la respuesta que se desee obtener. En sus conclusiones, Anderson et al. (2011, citado por Calderón-Patrón et al. 2012) sugieren que el usuario utilice diferentes métodos para tratar de responder su pregunta, y de esta forma se podrán detectar cuáles son las mejores respuestas. Sin embargo, Calderón-Patrón et al. (2012) consideran que esta sugerencia puede originar grandes confusiones y es necesario hacer hincapié en que la selección de los métodos de análisis debe basarse en una documentación profunda de sus implicaciones y supuestos, y que el uso de varios métodos puede confundir más que ayudar a su esclarecimiento.

En relación a esto, se puede decir entonces que el análisis de la diversidad beta en el presente trabajo podrá ser utilizada como una medida de diversidad beta antes del disturbio que vaya a realizarse por la implementación de un plan de MBGI, y que para el correcto uso e interpretación como indicador de un sistema de monitoreo, se deberá tener bien en claro que se pretende responder y así diseñar una propuesta metodológica de monitoreo sensible y sencillo de medir e interpretar.

- **Conclusión.**

El núcleo boscoso a pesar de estar bajo uso ganadero y forestal hace más de 20 años, mantiene la composición de los bosques de referencia, inventarios forestales provinciales y la del Bosque de quebracho colorado y blanco descrito por Cabrera (1976), donde las especies arbóreas dominan sobre las arbustivas, aunque los quebrachos son poco abundantes, probablemente por los aprovechamientos forestales;

sin presencia de especies leñosas invasoras destacándose los géneros de la familia Anacardiácea, entre ellos una especie endémica del Cono sur de América, *Schinus longifolia*. En cuanto a la comparación de riqueza en la estratificación propuesta por el Comité Técnico Provincial de MBGI ($A(R_1)$ y $B(R_2)$), se concluye que a pesar que el tamaño de la muestra para cada tipo de bosque logro un error de muestreo de 20%, para hacer un correcto análisis comparativo es necesario que el tamaño de las muestras en cada tipo de bosque se igualen a 10.000 m², recomendándose un diseño de muestreo sistemático en cada tipo de bosque y de igual tamaño de muestra; o más bien se aplique alguna función de acumulación de especies para verificar que la pequeña diferencia en composición entre ambos no está influenciada por el tamaño de la muestra; no obstante los resultados de riqueza serán de utilidad para la caracterización del núcleo boscoso en la línea de base.

Los índices de similitud y disimilitud representados mediante la agrupación jerárquica de sitios según composición y abundancia, facilitaron interpretar las similitudes entre sitios de muestreo, mostrando que las mayores similitudes no necesariamente se dieron entre sitios localizados en el mismo tipo de bosques, como era de esperar, interpretándose que quizás la estratificación a través del análisis de imágenes, en este caso, no resulto ser la más adecuada, pudiendo este núcleo boscoso componerse de un único rodal, caracterizado como un quebrachal antropizado.

En cuanto al uso de los índices de Sorensen y Bray Curtis como indicadores ambientales sensibles a las practicas silvícolas y ganaderas, sencillos de medir e interpretar en el monitoreo de planes de MBGI, serán de utilidad como base para el diseño y propuesta metodológica del monitoreo, pero para un correcto abordaje será necesario de profesionales con cierta experiencia o formación en el uso de estos índices como herramientas, en la toma de decisiones de actividades en planes de manejo y/o conservación.

BIBLIOGRAFIA

Alaggia, F.; Cabello, M. J.; Carranza, C.; Cavallero L; Daniele, G.: Erro, M.; Ledesma, M., López, D.; Mussat, E.; Navall M.; Peri, P.; Rusch V. & Saba, Á (2019). Manual de Indicadores para Monitoreo de Planes Prediales MBGI. Región Parque Chaqueño.

Arroyo-Rodríguez, V.; Arasa-Gisbert R.; Arce-Peña N.; Cervantes-López, M.; Cudney-Valenzuela, S.; Galán-Acedo, C.; Hernández-Ruedas M.; Rito K.F, San-José M (2019). Determinantes de la biodiversidad en paisajes antrópicos: Una revisión teórica. En: Moreno CE (Ed) La biodiversidad en un mundo cambiante: Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Libermex, Ciudad de México, pp. 65-111.

Barberis, I.; Lewis, J. & William, B. (2005). Heterogeneidad estructural de los bosques de la Cuña Boscosa de Santa Fe en distintas escalas espaciales. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Argentina.

Borras, M.; Manghi, E.; Miñarro, F.; Mónaco, M.; Navall, M.; Peri, P.; Periago, Ma. E. & Preliasco, P. (2017). Acercando el Manejo de Bosque con Ganadería Integrada al monte chaqueño. Una herramienta para lograr una producción compatible con la conservación del bosque. Buenas prácticas para una ganadería sustentable. KIT de Extensión para el Gran Chaco. Argentina.

Calderón-Patrón, J.; Moreno, C. & Zuria I. (2012). La diversidad beta: medio siglo de avances. Revista Mexicana de Biodiversidad 83: 879-891.

Caranqui, J.; Lozano, P & Reyes, J. (2016). Composición y diversidad florística de los páramos en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, Ecuador. Enfoque UTE, vol. 7, núm. 1, 2016, Enero - Marzo, pp. 33-45. Universidad Tecnológica Equinoccial

Kees, S.; Torres, S.; Teves R. & Giraudo L. (2020). Protocolo: Inventario Forestal. Manejo de bosque con ganadería Integrada. Chaco, Argentina.

Cultid-Medina, C.; Escobar, F. (2019). Pautas para la estimación y comparación estadística de la diversidad biológica (q D). En: Moreno CE (Ed) La biodiversidad en un mundo cambiante: Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/ Libermex, Ciudad de México, pp. 175-202.

Espinosa, C. (2022). Similitud de comunidades biológicas. Disponible en: <https://ciespinosa.github.io/Similitud/%C3%ADndices-de-similitud.html>

Ferriol Molina, M. & Merle Farinós, H. (2012). Los componentes alfa, beta y gamma de la biodiversidad. Aplicación al estudio de comunidades vegetales. Artículo docente. Universidad Politécnica de Valencia. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10251/16285>

Gartland, M. & Bohren A. (2008). Consideraciones sobre la biodiversidad forestal a nivel de especies arbóreas, en la Selva Paranaense de Misiones, Argentina. Facultad de Ciencias Forestales. Misiones.

Giménez, A. & Moglia, J. (2003). Árboles del Chaco Argentino. Guía para el reconocimiento dendrológico. Libros digitales. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Santiago del Estero, Argentina.

Giménez, A.; Hernández P.; Figueroa, M. E. & Barrionuevo I. Diversidad del estrato arbóreo en los bosques del Chaco Semiárido (2011). Revista de Ciencias Forestales, vol. 19, núm. 1-2, 2011, pp. 24-37. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Santiago del Estero, Argentina.

Gobierno de la provincia del Chaco. Ministerio de Producción (2006). Inventario forestal 2005: Provincia del Chaco. 1a ed. - Resistencia: Librería de la Paz, 2006. 148p.

Gobierno de la provincia del Chaco, Ministerio de Producción, Subsecretaría de Recursos Naturales, Dirección de Bosques (2012). Inventario Forestal de la provincia del Chaco – año 2011 -. Chaco: Subsecretaría de Recursos Naturales.

Jiménez, A; Gabriel, J & Tapia, M. (2017). Ecología forestal. Grupo COMPAS, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador. 141 p.

Mateucci, S. & Colma A. (1982). Metodología para el estudio de la vegetación. Serie de biología, monografía N° 22. Secretaría General de la Organización de los Estados Unidos Americanos Washington, D. C.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (2022). Resolución Conjunta 2/2022. Argentina. [En línea]. Disponible en: Boletín Oficial de la República Argentina 1.

Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T- Manualesy Tesis SEA, vol. I. Zaragoza, 84 pp.

Murillo Contreras, L. (2002). Medición de Biodiversidad Alfa y Beta en dos tipos de vegetación del Parque Nacional Montecristo, El Salvador. Honduras.

Pineda-López R. (2019). Estimadores de la riqueza de especies. En: Moreno CE (Ed) La biodiversidad en un mundo cambiante: Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Libermex, Ciudad de México, pp. 159-174.

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (2019). Segundo Inventario Nacional de Bosques Nativos: manual de campo. Buenos Aires: Secretaría de Gobierno de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.

Zuloaga, F. & Morrone O. (1999). Catálogo de plantas vasculares del Conosur. Disponible en: <http://www.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/Generos.asp?Letra=A>