

Análisis fitosociológico de un bosque xerofítico de la Región Occidental del Paraguay

Lila M. G. R. Díaz^{1†}, Lidia F. P. Molas², Lucas H. O. Santos³, Édila C. Souza⁴, Silvia L. L. Mota⁵, Samuel P. C. Carvalho⁶

¹Programa de Pós Graduação em Ciências Florestais e Ambientais/Universidade Federal de Mato Grosso/Cuiabá-MT.

²Facultad de Ciencias Agrarias/Universidad Nacional de Asunción-Paraguay. E-mail: liadiaperezmolasmolas@yahoo.com.

³Programa de Pós Graduação em Ciências Florestais e Ambientais/Universidade Federal de Mato Grosso/Cuiabá-MT. E-mail: lucashenderson@ufmt.br.

⁴Universidade Federal de Mato Grosso/Cuiabá-MT. E-mail: edilacr@yahoo.com.br.

⁵Universidade Federal de Mato Grosso/Cuiabá-MT. E-mail: silvialimamota@gmail.com.

⁶Universidade Federal de Mato Grosso/Cuiabá-MT. E-mail: spccarvalho@ufmt.br.

Resumo: O objetivo da presente pesquisa foi realizar uma análise fitossociológica de um bosque xerofítico e determinar alguns parâmetros para *Bulnesia sarmientoi* (uma espécie economicamente muito importante que está no apêndice II da CITES), no Parque Nacional “Defensores del Chaco”, localizado nos Departamentos Boquerón e Alto Paraguay. Dentro da mesma foi instalada uma parcela permanente de 1 ha na localidade de Agua Dulce. Foram definidos: composição florística, abundância, frequência e dominância relativa e o índice de valor de importância (IVI). Foram medidos 392 indivíduos com DAP \geq 10 cm correspondentes a 33 espécies, 31 gêneros e 18 famílias botânicas. As espécies mais abundantes foram: *Aspidosperma pyrifolium* com 64 indivíduos (16,33 %), *Phyllostylon rhamnoides* com 52 indivíduos (13,27 %), *Lonchocarpus nudiflorens* com 49 indivíduos (12,50 %), *Bougainvillea campanulata* com 33 indivíduos (8,42 %), totalizando 49,62 % da abundância relativa total. As espécies com maior frequência relativa foram: *Phyllostylon rhamnoides* com 10,50 % e *Aspidosperma pyrifolium* com 9,59 %. As espécies com maiores valores de dominância relativa são: *Ceiba chodatii* com 40,7 %, *Bougainvillea campanulata* com 10,69 %, *Aspidosperma pyrifolium* com 7,81 % e *Bulnesia sarmientoi* com 7,23 %. As espécies com maior peso ecológico, de acordo com o IVI foram: *Aspidosperma pyrifolium* com 33,73 %, *Phyllostylon rhamnoides* com 29,22 % e *Bougainvillea campanulata* com 26,87 %. Para a análise de Cluster, formaram-se 5 grupos, onde *Ceiba chodatii* foi completamente isolado, devido ao seu maior IVI, associado à sua maior dominância relativa

Palavras-chave: Espécies nativas; peso ecológico; parcela permanente.

Abstract: The objective of this investigation was to realize a phytosociological analysis of a xerophytic forest and to determine some parameters for *Bulnesia sarmientoi* (a very economically important species that is listed in appendix II of CITES), in the National Park “Defensores del Chaco”, located in the Departments of Boquerón and Alto Paraguay. In the park, a permanent plot of 1 ha was installed, in the village of Agua Dulce. Were defined: floristic composition, relative abundance, frequency and dominance and the index value of importance (IVI). Were measured 392 individuals with DBH \geq 10 cm corresponding to 33 species, 31 genera and 18 botanical families. The most abundant species were: *Aspidosperma pyrifolium* with 64 individuals (16.33 %), *Phyllostylon rhamnoides* with 52 individuals (13.27 %), *Lonchocarpus nudiflorens* with 49 (12.50 %), *Bougainvillea campanulata* with 33 individuals (8.42 %), totaling 49.62 % of total relative abundance. The species with high relative frequency were: *Phyllostylon rhamnoides* with 10.50 % and *Aspidosperma pyrifolium* with 9.59 %. The species with the highest values of relative dominance are: *Ceiba chodatii* with 40.7 %, *Bougainvillea campanulata* with 10.69 %, *Aspidosperma pyrifolium* with 7.81 % and *Bulnesia sarmientoi* with 7.23 %. According to the IVI, the species with the greater ecological weight were: *Aspidosperma pyrifolium* with 33.73 %, *Phyllostylon rhamnoides* with 29.22 % and *Bougainvillea campanulata* with 26.87 %. For Cluster analysis, 5 groups were formed, where *Ceiba chodatii* was completely isolated due to its higher IVI, associated to its greater relative dominance

Keywords: Native species; ecological weight; permanent plot.

†Autora correspondente: lilagamarra@ufmt.br.

Introducción

El Chaco Americano es una región biogeográfica de 1.000.000 de km² que se encuentra situada en el centro del continente sudamericano. Argentina, Bolivia y Paraguay comparten este ecosistema, una de las regiones de mayor diversidad ambiental y biológica del planeta, y el área boscosa más grande del continente después del Amazonas. Aproximadamente 240.000 km² de la ecorregión del Chaco pertenecen al territorio paraguayo y representa un área con alto riesgo debido a las potenciales transformaciones por la acción humana, circunstancias que la han convertido en el foco de un abanico de iniciativas nacionales e internacionales. El Chaco Seco ocupa la mayor parte de la llanura chaqueña paraguaya. Sus 17,5 millones de hectáreas en el Paraguay están cubiertas por una interminable sucesión de bosques xerófilos, apenas interrumpida por pastizales, cardonales y, en la zona central, alguna que otra salina (SEAM, 2001; Clark, 2005; Sosa, 2009) y dentro de él se encuentran varias áreas de protección ambiental y forestal.

El manejo de un área protegida envuelve un sinnúmero de elementos interconectados entre sí para asegurar el sostenimiento a largo plazo de sus valores naturales, culturales y sociales. La interrelación de estos elementos (de carácter legal, administrativo, social, institucional, científico, financiero, de planificación, entre otros) requiere una estrategia de planificación flexible y dinámica que guíe el manejo apropiado de un área protegida (CIFUENTES et al., 2000).

El conocimiento de la riqueza florística que albergan las formaciones, así como los cambios estructurales a lo largo del tiempo, servirán de base para el diseño de estrategias de manejo para su conservación.

Este trabajo fue realizado dentro del Proyecto “Desarrollo de Metodologías de Monitoreo de Carbono almacenado en los bosques para REDD+ en el Paraguay”, ejecutado dentro del marco del “Memorando de entendimiento y acuerdo entre la Facultad de Ciencias Agrarias - UNA y el Instituto de Investigación Forestal y Productos Forestales de Japón (FFPRI)”.

Materiales y Métodos

Descripción de la zona de estudio

El área de estudio se encuentra en el Norte de la Región Occidental, en la localidad de Agua Dulce, dentro del Parque Nacional Defensores del Chaco, en el Departamento de Alto Paraguay con coordenadas 19° 59' 4,8" S e 59° 47' 15,6" W, donde el tipo de vegetación corresponde a Bosque denso semidecídúo estacionalmente saturado. Según la clasificación climática de Köppen corresponde a Sabana tropical con invierno seco (Aw). La temperatura media anual de la zona oscila entre 24° y 25° C. La temperatura en invierno puede bajar hasta menos de 0° C, con heladas nocturnas y en verano puede subir hasta más de 42° C. La precipitación media anual varía entre 800 y 1.000 mm, según el mapa de isoyetas (MAG/SSERNMA/DPNVS, 1999; PASTÉN, GONZÁLEZ, ESPÍNOLA, 2011).

El Parque preserva una extensión considerable de áreas propensas a la desertificación y la sequía. Está asentado sobre suelos arenosos y arcillo-arenosos, de color gris oscuro a pardo, estructura en bloques subangulares o sin estructura, denominados Regosol Eútrico – Luvisol Háplico, con escasa materia orgánica superficial, poca o ninguna influencia de cursos de agua, muy duros cuando secos y en los cuales aproximadamente el 70 % está desprovisto de vegetación, de pH neutro, baja para agricultura, apropiada para ganadería semi extensiva, de consistencia muy firme y difícil laboreo mecanizado, con elevado riesgo de erosión eólica (MAG/SSERNMA/DPNVS, 1999).

Sigmae, Alfenas, v.8, n.2, p. 121-127, 2019.

64^a Reunião da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria (RBRAS).

18^o Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agrônômica (SEAGRO).

Análisis de los datos y parámetros evaluados

Se instaló una Parcela Permanente de 10.000 m² en una zona del Parque Nacional Defensores del Chaco, dividida en 25 subparcelas de 20 m x 20 m. Se tuvo en cuenta la presencia de especies más representativas del bosque estudiado, en particular la presencia de *Bulnesia sarmientoi* (Palo santo) y la composición florística en general. Se midieron todos los individuos con DAP \geq 10 cm a 1,30 metros del suelo, en sentido horario, comenzando desde el Punto 0 y manteniendo una faja de medición de unos 5 m de ancho, midiéndose al final aquellos individuos del centro, para tal efecto se utilizó cinta diamétrica. La identificación de las especies se realizó mediante la observación directa de los caracteres macromorfológicos mediante el uso de binoculares, lupa de bolsillo y guías de campo. La nomenclatura científica de las especies identificadas fue actualizada mediante el Catálogo del Cono Sur del Instituto de Botánica Darwinion, la Base de Datos Trópicos del Jardín Botánico de Missouri y con ayuda de la literatura especializada. Para la descripción de la estructura de la comunidad arbórea, todos los datos fueron procesados y analizados de acuerdo a los siguientes parámetros y fórmulas (Tabla 1).

Tabla 1. Parámetros y fórmulas para el análisis. Siendo n/ha: número de árboles de cada especie por ha, N/ha: número total de árboles por ha, F ab: Frecuencia absoluta, D_i ab: Dominancia absoluta, G: área basal total por ha.

Parámetros	Fórmula
Abundancia relativa	$A\% = \frac{n/ha}{N/ha} \times 100$
Frecuencia relativa	$F\% = \frac{F\ ab}{\sum F\ ab} \times 100$
Dominancia relativa	$D\% = \frac{D_i\ ab}{G} \times 100$
Índice de Valor de Importancia	$IVI = A\% + D\% + F\%$

Fue realizado un Análisis de Agrupamiento – Cluster utilizando el Índice de Valor de Importancia para auxiliar en la interpretación de los resultados mediante el Software R.

Resultados y Discusión

Descripción florística y fitosociología

El bosque evaluado se encontró un total de 392 individuos correspondientes a 33 especies, 31 géneros y 18 familias botánicas. El valor del área basal fue de 19,7 m²/ha. La altura total máxima fue de 25 m, donde la mayor parte de los individuos (91,07%) se concentraron en el estrato inferior (< 14 m). Las familias que presentaron mayor cantidad de especies fueron: Fabaceae con 7, Cactaceae y Capparaceae con 4.

Las especies más abundantes del bosque fueron: *Aspidosperma pyrifolium* (16,33 % de los individuos), que presentó 9,59% de frecuencia relativa; *Phyllostylon rhamnoides* (13,27 %) siendo la especie con mayor frecuencia relativa con 10,55% y *Lonchocarpus nudiflorens* (12,50 %) que fue la tercera especie con mayor frecuencia relativa (7,76%). El cociente de mezcla alcanzó un valor de 8,42 %, es decir, que por cada 12 individuos se encuentra una especie nueva.

Sigmae, Alfenas, v.8, n.2, p. 121-127, 2019.

64^a Reunião da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria (RBRAS).

18^o Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agronômica (SEAGRO).

Las especies con valores más altos de dominancia fueron: *Ceiba chodatii* con 8,02 m²/ha, *Bougainvillea campanulata* con 2,01 m²/ha, *Aspidosperma pyriforme* con 1,54 m²/ha, *Bulnesia sarmientoi* con 1,42 m²/ha, *Phyllostylon rhamnoides* con 1,07 m²/ha, *Aspidosperma quebracho-blanco* con 1,02 m²/ha, y las demás especies se encuentran entre los valores de 0,89 y 0,008 m²/ha.

La especie con mayor peso ecológico fue *Ceiba chodatii* con 50,26%, aspecto que coincide con los trabajos de Martínez Meza (2001) y Burgos Kieninger (2001) para la misma zona de estudio, donde la misma especie obtuvo un IVI muy superior al resto, con 69,74% y 67%, respectivamente. Esto debido a su Dominancia relativa. La segunda especie que presentó mayor IVI, fue *Aspidosperma pyriforme* con 33,73 %, que para los mismos autores ocupó el tercer lugar en los resultados obtenidos por ambos (22,11% y 23,8%, respectivamente), y *Phyllostylon rhamnoides* con 29,22 %, que siguiendo con los trabajos de los autores enconados, se ubicó en el segundo lugar, con 25,22% y 51,64%, respectivamente (Tabla 2).

Tabla 2. Abundancia, Frecuencia, Dominancia relativa e Índice de Valor de Importancia de 15 especies inventariadas.

Nº	Especie	Ab. Rel.	Fr. Rel.	Dom. Rel.	IVI (%)
1	<i>Ceiba chodatii</i> (Hassl.) Ravenna	4,08	5,49	40,7	50,26
2	<i>Aspidosperma pyriforme</i> C. Mart.	16,33	9,59	7,81	33,73
3	<i>Phyllostylon rhamnoides</i> (J. Poiss.) Taub.	13,27	10,5	5,45	29,22
4	<i>Bougainvillea campanulata</i> Heimerl	8,42	7,76	10,69	26,87
5	<i>Lonchocarpus nudiflorens</i> Burkart	12,5	7,76	4,56	24,82
6	<i>Salta triflora</i> (Griseb.) Adr. Sánchez	7,65	7,31	2,15	17,11
7	<i>Bulnesia sarmientoi</i> Lorentz ex Griseb.	4,08	5,02	7,23	16,33
8	<i>Anisocapparis speciosa</i> (Griseb.) X. Cornejo & H.H. Iltis	6,89	7,31	1,63	15,83
9	<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Roem. & Schult.) T.D. Penn.	4,34	5,48	3,91	13,73
10	<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i> Schltdl.	1,79	2,29	5,21	9,29
11	<i>Acacia praecox</i> Griseb.	2,81	4,57	0,7	8,08
12	<i>Chloroleucon chacoense</i> (Burkart) Barneby & J.W. Grimes	3,06	4,11	0,78	7,95
13	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão var. <i>urundeuva</i>	1,53	2,28	1,8	5,61
14	<i>Sarcomphalus mistol</i> (Griseb.) Hauenschild	1,53	2,74	1,26	5,53
15	<i>Cynophalla retusa</i> (Griseb.) X. Cornejo & H.H. Iltis	2,04	2,74	0,59	5,37
Total		90,32	84,95	94,47	269,73

Análisis multivariado

A través del análisis de Número Óptimo de Agrupamiento (Cluster), se formaron 5 grupos de especies, teniendo en cuenta los resultados de los diferentes parámetros calculados (Figura 1).

Sigmae, Alfenas, v.8, n.2, p. 121-127, 2019.

64ª Reunião da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria (RBRAS).

18º Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agronômica (SEAGRO).

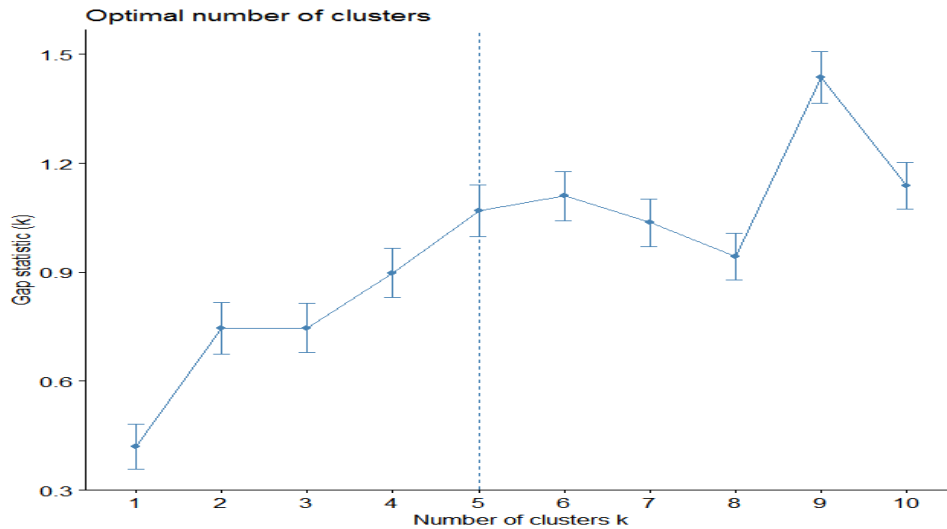


Figura 1. Análisis de Número Óptimo de Agrupamiento (Cluster).

Uno de los grupos fue formado únicamente por *Ceiba chodatii* (Cc), que se encontró totalmente aislado de los demás, asociado a su mayor Dominancia relativa (40,7 %). 2 grupos fueron formados por 4 especies cada uno, donde se encuentran *Aspidosperma pyriformium* (Apy), cuyo IVI presentó el 33,73 %, asociado a su mayor Abundancia relativa (16,23 %) y *Bulnesia sarmientoi* (Bs), con 16,33 % de IVI, en consideración a su mayor Dominancia relativa (7,23). El siguiente grupo fue formado por 6 especies, donde *Aspidosperma quebracho-blanco* (Aqb) presentó mayor IVI asociado a su mayor Dominancia relativa (5,21 %). El último grupo fue formado por 18 especies, que presentaron menores valores de IVI, con 3,19 y 0,76 % (Figura 2).

A mayor correlación de variables existe menos pérdida de información. El 98,7 % de la variancia total está representada en la Figura 2, donde, la dimensión 1 posee el 77,6 % de información total y la dimensión 2 el 21,1 %.

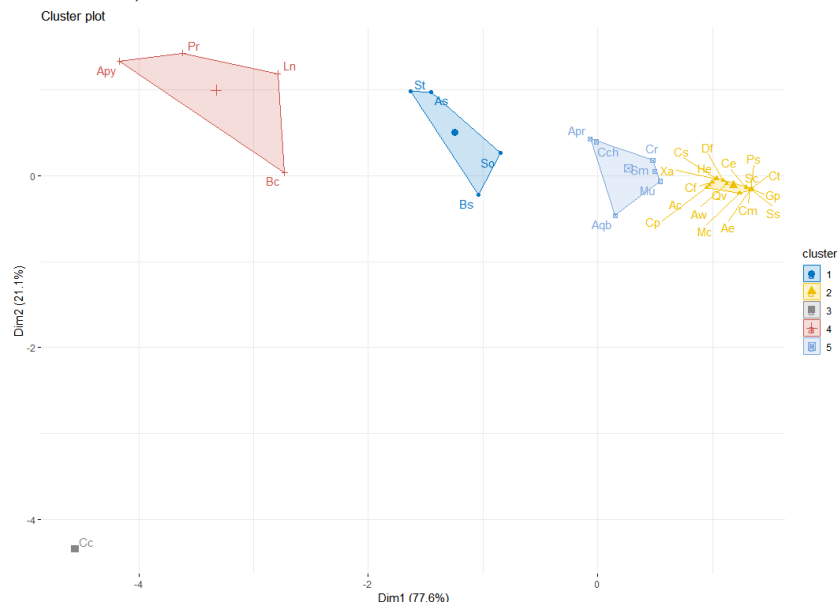


Figura 2. Análisis de Agrupamiento (Cluster) aplicada a partir de los resultados del IVI.

Sigmae, Alfenas, v.8, n.2, p. 121-127, 2019.

64ª Reunião da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria (RBRAS).
18º Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agronômica (SEAGRO).

Conclusiones

El bosque estudiado tiene una proporción de mezcla heterogénea, debido al valor del cociente de mezcla (8,42 %). La especie con mayor peso ecológico fue *Ceiba chodatii*, una especie típica del bosque xerofítico, que presentó el valor más alto de dominancia relativa a pesar de presentar uno de los menores valores relacionados a su frecuencia relativa. *Bulnesia sarmientoi*, a pesar de presentar uno de los valores más bajos de abundancia relativa, se encuentra dentro de las 10 especies con mayor peso ecológico (16,33 %), dato muy relevante debido a su condición, ya que se encuentra en el apéndice II de CITES como especie en peligro de extinción, con prohibición de comercializar trozas, madera aserrada, láminas de chapa de madera, madera contrachapada, polvo y extractos. Un estudio más exhaustivo brindaría mayores informaciones para un mejor manejo y conservación.

Agradecimientos

Al Proyecto “Desarrollo de Metodologías de Monitoreo de Carbono almacenado en los bosques para REDD+ en el Paraguay”, ejecutado dentro del marco del “Memorando de entendimiento y acuerdo entre la Facultad de Ciencias Agrarias - UNA y el Instituto de Investigación Forestal y Productos Forestales de Japón (FFPRI)” por los fondos proveídos para la realización de este estudio y a CAPES.

Referencias Bibliográficas

- BURGOS KIENINGER, O. *Análisis estructural de la Formación Bosque Xerofítico Denso Semidecídulo Subhúmedo en Parcela permanente de Monitoreo de la Biodiversidad, Parque Nacional Defensores del Chaco – Región Occidental del Paraguay*. Tesis (Ing. For.). Carrera de Ingeniería Forestal. FCA. UNA, San Lorenzo, PY. 2001. 152 p.
- CIFUENTES, A.; IZURIETA, A.; FARIA, H. *Medición de la efectividad del manejo de áreas protegidas*. WWF: IUCN: GTZ, Turrialba, C.R. 2000. 105 p.
- CLARK, P.T. *La importancia de nuestros parques nacionales: los beneficios de las áreas silvestres protegidas del Paraguay*. Universidad de Texas. Servilibro. 2005. 59 p.
- Instituto de Botánica DARWINION - IBODA. *Flora del Cono Sur - Catálogo de las Plantas Vasculares*, Buenos Aires, AR. 2009. URL <http://www.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/fa.htm>
- MARTÍNEZ MEZA, E. *Análisis estructural de la formación “Bosque denso semidecídulo estacionalmente saturado” en la parcela permanente de monitoreo de la biodiversidad. Parque Nacional Defensores del Chaco – Paraguay*. Tesis (Ing. For.). Carrera de Ingeniería Forestal. FCA, UNA, San Lorenzo, PY. 2001. 105 p.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA (MAG)/ SUBSECRETARÍA DE ESTADO DE RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE (SSERNMA)/ DIRECCIÓN DE PARQUES NACIONALES Y VIDA SILVESTRE (DPNVS). *1065 motivos iniciales para proteger*

Sigmae, Alfenas, v.8, n.2, p. 121-127, 2019.

64ª Reunião da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria (RBRAS).
18º Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agrônômica (SEAGRO).

el Parque Nacional Defensores del Chaco: Evaluación Ecológica Rápida, Asunción, PY. 1999. 119 p.

PASTÉN, M.; GONZÁLEZ, A.V.; ESPÍNOLA, C.F. *Clasificación climática del Paraguay utilizando los métodos de Köppen y Thornthwaite. Informe final*. Universidad Nacional de Asunción. Facultad Politécnica, San Lorenzo, PY. 2011. 43 p.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. *R Foundation for Statistical Computing*, Vienna, AT. 2013. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.

SECRETARÍA DEL AMBIENTE (SEAM). Plan de Manejo Parque Nacional Defensores del Chaco 2001 – 2005. “Programa Parques en Peligro”. In: *Fundación DeSdelChaco/ TNC (The Nature Conservancy)/ USAID (Agencia de Desarrollo Internacional de los Estados Unidos)/ PRODECHACO.CE (Proyecto de Desarrollo Sustentable del Chaco Paraguayo. Comunidad Europea)*, Asunción, PY. 2001. 80 p.

SOSA, H.C. *El Chaco, gran desconocido de nuestro tiempo: pautas generales para un programa de desarrollo económico y social del Chaco Boreal del Paraguay*. Universidad de Texas. 1979.

URL

www.books.tx?id=FkoAAAYAAJ&dq=El%20gran%20chaco%20americano&hl=es&source=gbs_similarbooks.

Sigmae, Alfenas, v.8, n.2, p. 121-127, 2019.

64^a Reunião da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria (RBRAS).
18^o Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agronômica (SEAGRO).