ARTÍCULO ORIGINAL / ORIGINAL ARTICLE

**Estudio poblacional de *Gonopterodendron sarmientoi* (Palo Santo),
Departamentos de Presidente Hayes y Boquerón, Paraguay**

**Population study of *Gonopterodendron sarmientoi* (Palo Santo),
Departments of Presidente Hayes and Boquerón, Paraguay**

Lorenzo Duarte Acosta¹, Lidia Florencia Pérez de Molas¹, Stella Mary Amarilla Rodríguez¹

¹ Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias. San Lorenzo, Paraguay.

Autor de correspondencia: stella.amarilla@agr.una.py

DOI: <https://doi.org/10.32480/rscp.2018-23-2.275-288>

Recibido: 08/08/2019. Aceptado: 01/12/2018.

Resumen: La investigación estuvo referida a un estudio poblacional pionero a nivel país sobre *Gonopterodendron sarmientoi* (palo santo) realizado en la Estancia Santa Herminia S.R.L., Fortín General Díaz, Departamentos de Presidente Hayes y Boquerón, Región Occidental, Paraguay, coordenadas 23° 37'17,98" S y 60° 42'31,09" W. Metodológicamente se ha partido de la instalación de un conglomerado de tres unidades de parcelas de muestreos, de 500 x 20 m (1 hectárea), divididas en 25 sub-parcelas y totalizando 75 sub-parcelas bajo análisis. El objetivo fue estudiar la población de *Gonopterodendron sarmientoi* en un bosque xerófito de la ecorregión Chaco Seco, en las condiciones de sitio. La hipótesis planteada señaló que la población de palo santo presenta una distribución continua tanto en su estructura vertical como diamétrica. Se realizó la medición y observación de todos los individuos $\geq$ a 5 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). Para la caracterización del bosque fueron medidos todos los individuos de las demás especies con DAP $\geq$ 10 cm en 1 hectárea, considerando como variables cuantitativas: el número de individuos, la altura total y el DAP; como variables cualitativas: el estado sanitario y la fenología. Se registraron 376 individuos/ha, con 19 especies, 19 géneros y 13 familias botánicas. En su estructura vertical, el bosque presentó una altura máxima de 22,60 m, con tres estratos diferenciados; el inferior ($\leq$ 11,32 m), considerado el más importante con 351 individuos/ha, el medio (11,32 m – 17 m) con 23 individuos/ha, y el superior (17 – 22,60 m) con 2 individuos/ha. El estudio poblacional de *Gonopterodendron sarmientoi* presentó una abundancia absoluta de 59 individuos/3 ha, que equivale a un promedio de 19,66 individuos/ha, y se demostró alta variabilidad en la cantidad de árboles/ha, aun cuando se infiere, con 95 % de confianza; la cantidad promedio poblacional se encuentra en un rango comprendido entre 5,87 y 33,45 individuos/ha.

La dominancia de la especie en estudio presentó un promedio de 1,2347 m²/ha; con relación a la distribución de los individuos por clase diamétrica; la mayor cantidad se concentran en las clases de 05 - 9,9 cm y 10 - 19,9 cm con 5 individuos/ha, y la menor cantidad en la clase 20 - 29,9 cm con 2,66 individuos/ha. En la estructura vertical se ha registrado como mayor altura 25,59 m; en el estrato inferior se ha registrado la presencia de 44 individuos/3 ha, en el estrato medio 11 individuos/3 ha y en el estrato superior 4 individuos/3 ha; el volumen total de la población de *Gonopterodendron sarmientoi* fue de 13,41 m³/ha. Se espera que estos datos contribuyan con los esfuerzos de conservación y uso sostenible de la especie a nivel país y de la región.

Palabras clave: palosanto, estudio poblacional, bosque xerofito, ecorregión Chaco seco, Paraguay.

Abstract: The investigation was referred to a pioneer population study at country level *Gonopterodendron sarmientoi* (Palo Santo) realized at the Estancia Santa Herminia S.R.L. Fortín General Díaz, Department of Presidente Hayes and Boquerón, Region Occidental, Paraguay, 23° 37'17,98'' S and 60° 42'31,09'' W. Methodologically was started from a conglomerated installation of three sample plots units, (500 x 20m) divided into 25 sub-plots with a total of 75 sub-plots. The objective has been the study of *Gonopterodendron sarmientoi* population in a xerófito forest of Dry Chaco ecoregion, in site conditions of the study area. The hypothesis is that the population of *Gonopterodendron sarmientoi* presents a continuous distribution in its vertical structure and diametric. The study consisted of measurement and observation of all individuals of the specie ≥ 5 cm in diameter at breast height (DAP). For characterization of the forest study they were measured all individuals of other species with DAP ≥ 10 cm in 1 ha, considering as quantitative variables: the number of individuals, the total height and the DAP; and qualitative variables: the health status and phenology. They registered 376 individuals/ha, with 19 species, 19 genera and 13 botanical families. In its vertical structure, the forest presented a maximum height of 22.60 m, with three distinct layers; the lower (≤ 11.32 m), considered the most important 351 individuals/ha, the average (11.32 m - 17 m) with 23 individuals/ha and the higher (17 - 22.60 m) with 2 individuals/ha. The *Gonopterodendron sarmientoi* population study had presented an absolute abundance of 59 individuals/3 ha, equivalent to an average of 19.66 individuals/ha, and had demonstrated high variability in the trees number/ha, even when it refers with 95% of confidence; the average population amount is in a range between 5.87 and 33.45 individuals/ha. The dominance of the species under study presents an average of 1.2347 m²/ha; regarding to the distribution of individuals by diameter class; the biggest quantity is concentrated in the classes of 05 to 9.9 cm and 10 to 19.9 cm 5 individuals/ha, and the fewest in the class from 20 to 29.9 cm with 2,66 individuals/ha. In the vertical structure it has been registered as a greater height 25,59 m; in the lower layer is registered the presence of 44 individuals/ 3 ha, in the middle stratum 11 individuals/3 ha and the upper layer 4 individuals/3 ha; the total volume of

Gonopterodendron sarmientoi population, is 13,41m3 ha. It is hoped that these data will contribute to the conservation and sustainable use efforts of the species at the country and regional levels

Key words: palo santo, population study, xerophyte forest, Dry Chaco ecoregion, Paraguay.

1. INTRODUCCIÓN

El conocimiento del estado poblacional de *Bulnesia sarmientoi*, definida actualmente con el género *Gonopterodendron sarmientoi* (palo santo) (1); es relevante, considerando su importancia de uso múltiple (social, económica y ecológica) y el estado de amenaza que registra desde hace tiempo (2, 4). La explotación excesiva de su madera, unida a ser una especie de crecimiento muy lento y de distribución en áreas muy reducidas, ha hecho que la especie haya adquirido un estatus especial de conservación nacional donde se especifica que la misma no puede ser explotada ni industrial ni comercialmente, a menos que cuente con un plan de manejo aprobado por las autoridades competentes. Sin que hubieran sido conocidos estudios poblacionales en Paraguay, la especie fue considerada para su inclusión dentro de los apéndices de la Convención Internacional para el Tráfico de la Vida Silvestre (CITES) (4).

Esta especie es considerada endémica del Gran Chaco Americano: Argentina, Bolivia, Paraguay y marginalmente, Brasil (3). En los últimos años su demanda aumentó notablemente debido a las características “organolépticas” muy atractivas de la especie, Figuras 1 y 2.

Se distribuye desde el sudeste de Bolivia (17°S), por el centro-oeste de Paraguay y sectores limítrofes de Brasil, hasta el norte de Argentina, donde alcanza su límite austral a los 25°S. A nivel país, se encuentra establecida en las formaciones del bosque xerófito, con una masa casi continua de 12,7 millones de hectáreas que se extiende desde el Chaco Central del Paraguay hasta sus bordes sur, norte y oeste (3). Comparte con otras especies el estrato superior, principalmente en áreas más deprimidas, donde el suelo es de textura arcillosa, a veces con contenido de sal, donde la humedad permanece por más tiempo.

Estudios antecedentes (5) refieren que la especie posee características únicas y excepcionalmente destacables en ecosistemas del país y de la región, que la hacen insustituibles por otras semejantes, cuyos hábitats de ocurrencia son alterados por la explotación selectiva.

Los bosques de la ecorregión están sujetos a fragmentaciones, con la habilitación de planes de uso de la tierra en aumento, consecuentemente afectando las poblaciones de

palo santo en las formaciones de palosantales respectivamente (6).

Los estudios poblacionales de especies forestales en Paraguay son escasos, siendo este tema de crucial importancia para la definición de criterios técnicos para el aprovechamiento sostenible de las especies de importancia económica y ecológica.

Por tanto, el objetivo de la investigación fue estudiar la población de *Gonopterodendron sarmientoi*, en las condiciones de sitio. Describir los parámetros de la estructura horizontal, vertical y diamétrica, el volumen total de la población y recomendar acciones para el mejor aprovechamiento y permanencia de la población de la especie.

Figura 1: Distribución de *Gonopterodendron sarmientoi* en el Chaco Americano.

Fuente: (7, 8).

Figura 2: Distribución de *Gonopterodendron sarmientoi*, ubicación de parcelas de inventarios [2]

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio fue situada en la propiedad Santa Herminia S.R.L, Zona V, Fortín General Díaz, Departamentos de Presidente Hayes y Boquerón; coordenadas $23^{\circ} 37'17,98''$ S y $60^{\circ} 42'31,09''$ W, Zona 20, con una superficie total de 12.254,3685 has (9) Figura 3.

Se utilizó la metodología sugerida (10) donde se estableció un conglomerado de tres unidades de parcelas de muestreos de 500×20 m (1 hectárea). La primera unidad se instaló a partir de la identificación de la presencia de la especie en el bosque, luego con distribución sistemática; cada unidad se separó a una distancia mínima y máxima de 350 a 500 m entre parcelas. Se midieron todos los individuos con $DAP \geq 5$ cm. Figura 4.

Para la composición florística de las tres unidades de muestreo; se procedió a medir en una parcela, todos los individuos con $DAP \geq 10$ cm. La medición se realizó a partir de los 50 m a partir del camino para evitar efecto de borde; cada parcela se dividió en 25 subparcelas de $20 \text{ m} \times 20 \text{ m}$; representando un total de 75 subparcelas para las tres unidades de muestreo.

Las parcelas de muestreo se localizaron en el terreno mediante el Sistema de Posicionamiento Global; se abrieron tres picadas centrales de 500 m de longitud cada una, con azimut 280° , las coordenadas geográficas y altitud sobre el nivel del mar (Cuadro 1).

Figura 3: Ubicación del área de estudio

Figura 4: Parcelas de muestreo en área de

Cuadro 1: Coordenadas geográficas y datos de altitud de las parcelas de muestreo

N° de Parcelas	Coordenadas Geográficas (Grados, Minutos y Segundos) y Altitud (msnm)		
	Subparcela 1	Subparcela 13	Subparcela 25
1	23° 38' 17,6" S 60° 41' 49,3" W Altitud: 154	23° 38' 5" S 60° 41' 49,3" W Altitud: 158	23° 38' 17,3" S 60° 41' 31,5" W Altitud: 157
2	23° 38' 37,5" S 60° 41' 47,6" W Altitud: 164	23° 38' 37,6" S 60° 41' 38,9" W Altitud: 158	23° 38' 37,8" S 60° 41' 29,8" W Altitud: 155
3	23° 38' 5,5" S 60° 41' 51,9" W Altitud: 147	23° 38' 5,5" S 60° 41' 41,2" W Altitud: 155	23° 38' 5,4" S 60° 41' 32,1" W Altitud: 155

Una vez instalada las parcelas y sub parcelas se procedió a realizar el censo de la especie en estudio, de todos los individuos con DAP ≥ 5 cm; midiendo las variables DAP y altura, los datos fueron anotados en planillas. Para un buen relevamiento de datos se realizó el recorrido en forma de espiral en sentido horario, manteniendo una faja de unos 5 m de ancho, midiendo al final los individuos del centro. El levantamiento de datos de las variables identificadas se realizó según descripción anotada en planilla de campo:

Número de individuos (abundancia): cantidad de individuos/unidades de muestreo.

Altura: altura total de cada individuo censado utilizando Vertex y Transponder.

Diámetro: medición de todos los individuos censados ≥ 5 cm de DAP, con cinta diamétrica.

Estado sanitario: sanidad de los individuos en tres categorías: muy vital, vital y poco vital. Fenología: observaciones del estado fenológico de todos los individuos censados, teniendo en cuenta si contaba con flores, frutos, estéril, con hojas, con poca hoja y sin hoja.

Finalmente, para la descripción del bosque en estudio se realizó un inventario completo de una de las parcelas de 500 x 20 m, en donde se midieron todos los individuos con DAP

≥ 10 cm y se procedió a realizar un inventario rápido de las especies del sotobosque. Se registraron: especie, DAP y altura total.

Parámetros evaluados

Estructura horizontal: se evaluaron las variables: abundancia, dominancia, frecuencia, volumen total, distribución diamétrica, de acuerdo a la siguiente distribución de 5 a 9,9

cm; 10 a 19,9 cm; 20 a 29,9 cm; 30 a 39,9 cm y ≥ 40 cm; para hallar la distribución de los individuos se contabilizó la cantidad total de individuos por cada clase diamétrica.

Estructura vertical: a través del análisis de las posiciones sociológicas de los árboles dentro de la masa arbórea, se consideró el individuo con mayor altura, en el dosel superior. Para determinar la composición de la estructura vertical del bosque se contabilizaron todos los individuos censados en el área de estudio y se ubicó en el estrato de acuerdo a la altura de cada individuo.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción y composición florística del bosque

El bosque estudiado se clasifica como bosque xerofito con una altura de más de 22 m, con tres estratos bien definidos (Cuadro 2). El estrato superior (17 a 22,60 m) es ralo y está dominado por una sola especie (con dos individuos de palo santo). El estrato medio (11,32 a 17 m) es más denso y rico en especies. Fueron registrados 23 individuos, pertenecientes a 6 especies: *Gonopterodendron sarmientoi* (palo santo), *Schinopsis lorentzii* (koronillo), *Tabebuia nodosa* (labon), *Aspidosperma quebracho-blanco* (quebracho blanco), *Bougainvillea campanulata* (gallo espuela) y *Sideroxylon obtusifolium* (guajaiví rai). El estrato inferior ($< 11,32$ m) es el más importante y el más diverso, debido a su mayor densidad y diversidad florística. Se registraron 351 individuos con 16 especies, algunas de ellas presentes en los tres estratos.

Las especies más frecuentes fueron: *Salta triflora* (guaimí pire), *Ziziphus mistol* (mistol), *Stetsonia coryne* (cardon), *Bougainvillea campanulata* (gallo espuela), *Anisocapparis speciosa* (pajagua, naranja), *Sideroxylon obtusifolium* (guajaiví rai), *Sarcotoxus salicifolius* (sandía i), *Gonopterodendron sarmientoi* (palo santo), *Schinopsis lorentzii* (koronillo), *Aspidosperma quebracho blanco* (quebracho blanco) y *Prosopis kuntzei* (karanda).

El inventario registró 376 individuos/ha, con $DAP \geq 10$ cm, correspondientes a 19 especies, 19 géneros y 13 familias botánicas. Las familias con mayor diversidad fueron: *Capparaceae* y *Fabaceae* con tres especies cada una, *Cactaceae* con dos, y las demás familias con una especie.

El sotobosque es ralo y está conformado por 34 especies, representadas por las *Pteridophyta*: una especie, *Dicotyledonae*: 21 especies y las *Monocotyledonae*: 12 especies. Entre las *Dicotyledonae* se encuentran: *Ruellia higrrophylla*, *Ruellia* sp., *Achatocarpus praecox* (palo tinta), *Marsdenia* sp., *Eupatorium* sp., *Mikania* sp., *Capparicordis tweediana* (sacha membrillo), *Cereus spegazzini*, *Cleistocactus* sp. y *Harrisia* sp. Por su parte, entre las *Monocotyledonae* se encuentran: *Bromelia*

hieronymi,

B. serra, B. urbaniana, Dyckia sp., Tillandsia funebris, T. loliacea, T. mereliana, T. meridionalis (clavel del aire), entre otras.

El bosque estudiado cuenta con 9.065 ha (74 %) del total de la propiedad, en buen estado de conservación, con buena conectividad dentro de la propiedad y en el entorno. En la Figura 10 se presenta imagen satelital de la propiedad.

Cuadro 2: Número de individuos por estratos, en las condiciones del área de estudio

Estrato	N° de Individuos
Inferior	351
Medio	23
Superior	2
Total	376

Determinación de la estructura horizontal, vertical y diamétrica de la especie

Estructura Horizontal basada en criterios uso general (11). Abundancia: se han registrado 59 individuos con $DAP \geq 5$ cm. El valor promedio es de 19,66 individuos/ha. El Cuadro 3 y Figura 12, señala la cantidad de individuos con $DAP \geq 5$ cm.

Frecuencia: la frecuencia permite determinar la presencia o ausencia de la especie en estudio en el bosque. Cabe destacar que en la parcela 1 y 3, existe un 45 % de presencia de la especie en estudio en el área evaluada, sin embargo, la parcela 2 tiene una presencia de solamente de un 8 % de las 25 sub-parcela censada. Cuadro 4.

Dominancia: está expresada por la variable área basal/hectárea de la especie en estudio, que representa un total de 1,2347 m²/ha. Cuadro 4.

Estructura diamétrica: los datos calculados indican que la especie en estudio presenta individuos en todas las clases diamétricas, lo cual significa que tiene distribución diamétrica continua. La mayor cantidad de individuos están concentrados en las clases (5 – 9,9 cm) y (10 – 19,9 cm), con 5 individuos/ha, la clase diamétrica (20 – 29,90 cm) con 2,66 individuos/ha, es la que presentó menor cantidad de individuos. Cuadro 5 y figura 5.

Cuadro 3: Cantidad de individuos por parcelas y para las 3 hectáreas de la especie

Parcela N°	N/ha
1	20
2	3
3	36
Total	59

Cuadro 4: Resumen de Frecuencia absoluta y relativa y dominancia

N° Parcelas	Total	FA	Clase de Frecuencia	Área basal (m ² /ha)
1	12	48	III	1,7009
2	3	12	I	0,2492
3	14	56	III	1,7539
Promedio				1,2347

Cuadro 5: Abundancia, número de individuos para 3 ha por clase diamétrica

	5 – 9,9 cm	10 – 19,9 cm	20 – 29,9 cm	30 – 39,9 cm	≥ 40 cm
Total	15	15	8	10	11
Promedio	5	5	2,66	3,33	3,66

Figura 5: Abundancia de *Gonopterodendron sarmientoi* por clase diamétrica en el área de estudio

Estructura vertical: determinada a través del análisis de la posición sociológica de los árboles en la masa y fueron:

Estrato Superior: árboles cuyas copas forman el dosel superior y que corresponden a la altura total de 25,59 m.

Estrato medio: árboles cuyas copas se encuentran por debajo del dosel superior y en la mitad superior del espacio ocupado por la vegetación arbórea, para el estudio realizado en la investigación corresponde a la altura de 18,5 m de la posición de las copas de la especie en estudio.

Estrato inferior: árboles cuyas copas se encuentran en contacto con el estrato medio, pero se ubican en la inferior del espacio ocupado por la vegetación arbórea, corresponde a la altura de copa de 12,7 m. Cuadro 6.

Cuadro 6: Descripción del número de individuos por estratos

Estratos	N° Individuos/3 has	Promedio
Inferior	44	14,66
Medio	11	3,66
Superior	4	1,33
Total	59	19,66

Determinación del volumen total de la población

La población de *Gonopterodendron sarmientoi* según los resultados fueron de 59 individuos, con un promedio de 19,67 individuos/ha, representando un volumen total de 13,41 m³/ha considerando todos los individuos vivos con DAP $\geq$ a 5 cm. El estudio poblacional presentó una abundancia absoluta de 59 individuos/3 ha, que equivale a un promedio de 19,66 individuos/ha, y se demostró alta variabilidad en la cantidad árboles/ha, aun cuando se infiere, con 95 % de confianza que la cantidad promedio poblacional se encuentra en un rango comprendido entre 5,87 y 33,45 individuos/ha, para la condición del área de estudio del bosque xerofito Chaco seco, Cuadro 7.

Cuadro 7: Parámetros estadísticos de la población de *Gonopterodendron sarmiento*

Nº de Sub-Parcelas	Promedio	S ²	Desviación estándar	Limite Inferior*	Limite Superior *	Error estándar
75(400m ² c/u)	19,66	272,33	16,49	5,87	33,45	9,76

* Considerando un 95% de confianza

Recomendación de acciones para la conservación de la especie

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos se recomienda continuar con esta investigación en forma conjunta con otras instituciones para seguir generando más información científica sobre el comportamiento de la población de *Gonopterodendron sarmientoi* (palo santo). Según lo refieren (4) en cuanto a la condición de la población nacional, la misma se encuentra extendida en el territorio chaqueño, aunque actualmente está muy fragmentada, la tendencia de la población nacional es “reducida” pero estable.

No existen cuantificaciones a nivel nacional, si bien algunos censos mencionan la abundancia, ésta varía de acuerdo al tipo de vegetación. La información sobre la especie se refiere a estudios “desactualizados”. Por ello se enfatiza la necesidad de realizar investigaciones de la regeneración natural en diferentes sitios, aplicando técnicas silviculturales, considerando la baja regeneración natural de la especie. Publicaciones sobre la especie refieren la necesidad de mayor información sobre el inventario de la especie y otros aspectos ecológicos (4,5).

Con respecto al alto porcentaje de individuos muertos registrados en el área de estudio y de individuos con bajo nivel de vitalidad debido a la presencia de termitas, realizar investigaciones sobre la causa de esta plaga que afecta a la especie, aunque estudios en la región señalan que los árboles grandes persisten agrietados en el bosque. Realizar investigaciones acerca de la especie, considerando la zona de dispersión, teniendo en cuenta más variables como la precipitación, suelo, altitud, entre otros. Apoyando lo recomendado por (4), los estudios poblacionales de los que se dispone no permiten conocer el estado actual de las poblaciones de la especie, por tanto, los resultados de

esta investigación presentan los primeros aportes cuantitativos en esta línea de vacíos de información en cuanto a la especie.

Se espera que la reciente inclusión de la especie en el Apéndice II de la CITES contribuya a monitorear el comercio internacional y fomentar esquemas de gestión interna en Argentina y Paraguay (4,5), para garantizar la utilización sostenible de la misma.

CONCLUSIONES

Se registran individuos en las cinco clases diamétricas, lo cual indica que la especie tiene una estructura diamétrica continua. La estructura vertical registra la presencia de individuos en los tres estratos, que indica igualmente una estructura vertical continua que asegura la supervivencia de la especie dentro del bosque.

Debido a la amplia distribución de la especie en la Región Occidental y teniendo en cuenta las presiones por el cambio de uso de la tierra, se recomienda ampliar e intensificar los estudios poblacionales de la misma y su biología, a fin de diseñar estrategias de uso sostenible a ser propuestas a las instituciones pertinentes.

Agradecimientos

Los investigadores agradecen la gentileza de los propietarios de la Estancia Santa Herminia S.R.L. por permitir la realización de la investigación en los bosques de la propiedad, al INFONA por el apoyo técnico y financiero y a los colaboradores para el intenso trabajo de campo en el Chaco Paraguayo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Godoy-Bürki AC, Acosta JM, Aagesen L. Phylogenetic relationships within the New World subfamily Larreoideae (Zygophyllaceae) confirm polyphyly of the disjunct genus *Bulnesia*, Systematics and Biodiversity. 2018;1-16. doi: 10.1080/14772000.2018.1451406
2. Duarte L. Estudio poblacional de *Bulnesia sarmientoi*, Lorentz ex Griseb, (Zygophyllaceae), Palo Santo, en bosque xerofito, Chaco Seco, Estancia Santa Herminia S.R.L., Departamento de Presidente Hayes y Boquerón [Tesis de Maestría]. Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias. San Lorenzo; 2013.
3. Céspedes GR. Elaboración de un dictamen de extracción no perjudicial del palo santo (*Bulnesia sarmientoi* Lorentz ex Griseb.), en Paraguay, Universidad Internacional de Andalucía, Curso IX Máster en Acceso, Gestión y Conservación

de las Especies en Comercio, en el Marco Internacional; 2011.

4. Céspedes G, Mereles F, Navarro-Cerrillo RM. Método cualitativo para la determinación del estatus de conservación de *Bulnesia sarmientoi* (Zygophyllaceae) en Paraguay con fines de exportación. *Collectanea Botanica*. 2018;37:e006. <https://doi.org/10.3989/collectbot.2018.v37.006>
5. Mereles MF, Pérez de Molas LF. *Bulnesia sarmientoi* Lorentz ex Griseb., Zygophyllaceae: Estudio de base para la inclusión en el Apéndice II de la Convención CITES. *Revista Sociedad Científica del Paraguay*. 2007;(24):107-124.
6. Instituto Forestal Nacional. Informe de Gestión 2012. Instituto Forestal Nacional, periodo enero a diciembre; 2012.
7. Waller T, Barros M, Draque J, Micucci P. Conservation of the Palo Santo tree, *Bulnesia sarmientoi* Lorentz ex Griseb, in the South America Chaco Region. *Medic. Plant Conserv*. 2012;15:4-9.
8. DIB/MHNP (Dirección de Investigación Biológica/ Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay). Dictamen de Extracción No Perjudicial de *Bulnesia sarmientoi* Lorentz ex Griseb en Paraguay. María Teresa Florentín Peña, Gloria Céspedes, Fátima Mereles, Lic. Rocío Barreto, Reinilda Dure Rodas. DIB, Autoridad Científica CITES – Paraguay; 2012.
9. Barboza D. Plan de uso de la tierra, Estancia Santa Herminia, General Díaz, Distrito Mariscal Estigarribia. Departamento de Boquerón. Paraguay; 2009.
10. Guerrero FG. Caracterización poblacional de cinco especies arbóreas ecológicamente importantes en el Corredor Biológico (CATIE). Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación Escuela de Posgrado; 2005.
11. Fallas Gamboa J. Análisis estructural de comunidades forestales tropicales. Heredia, CR: Universidad Nacional; sf.