



## Dictamen de Extracción No Perjudicial de *B. sarmientoi* Lorentz ex Griseb. (Palo santo), en Paraguay

2017

### Elaborado por:

Lic. María Teresa Florentín Peña, Directora  
Dirección de Investigación Biológica/Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay.  
Autoridad Científica CITES - Paraguay



### Colaboradores:

*Dra. Reinilda Dure Rodas, DGPCB - SEAM* <sup>(1)</sup>  
*Lic. Biol. Rocío Barreto, DGPCB - SEAM* <sup>(1)</sup>  
*Ing. Agr. Marizza Quintana, DIB/MNHNP/SEAM* <sup>(2)</sup>  
*Ing. Agr. Lidia Pérez de Molas, CIF/FCA/UNA* <sup>(4)</sup>  
*Ing. For. Victoria Soerensen, UNIQUE WOOD S.A.* <sup>(5)</sup>  
*Ing. For. M. Angélica Villalba, INFONA* <sup>(3)</sup>  
*Ing. For. Tomas Rios, DIB MNHNP/SEAM* <sup>(2)</sup>  
*Ing. For. Jessica Medina, DGPCB - SEAM* <sup>(1)</sup>

- <sup>(1)</sup> Dirección General de Protección y Conservación de la Biodiversidad - Secretaria del Ambiente  
<sup>(2)</sup> Dirección de Investigación Biológica/Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay - Secretaria del Ambiente  
<sup>(3)</sup> Instituto Forestal Nacional  
<sup>(4)</sup> Carrera de Ingeniería Forestal/Facultad de Ciencias Agrarias/Universidad Nacional de Asunción  
<sup>(5)</sup> Consultora UNIQUE WOOD PARAGUAY S.A.



## CONTENIDO

I. ANTECEDENTES	1
II. INFORMACION DE LA ESPECIE	1
2.1. Biología Reproductiva	1
2.2. Hábitat	4
2.3. Área de distribución de <i>B. sarmientoi</i>	4
2.4. Población estimada de <i>B. sarmientoi</i> en Paraguay	7
2.5. Regeneración natural del <i>B. sarmientoi</i>	28
2.6. Cupos Nacionales de exportación anual	33
2.7. Utilización y Comercio de especímenes de <i>B. sarmientoi</i>	33
2.8. Amenazas	39
III. PROPUESTA DE MANEJO DE <i>B. sarmientoi</i>	41
IV. PROPUESTA Y ANALISIS DEL CUPO DE <i>B. sarmientoi</i>	45
V. CONCLUSIONES	53
VI. RECOMENDACIONES	54
VII. BIBLIOGRAFIA	56
ANEXOS	



## I. ANTECEDENTES

La especie *B. sarmientoi* fue considerada para su inclusión dentro de los apéndices de CITES debido a su similitud con la especie de la misma familia, *Guaiacum sanctum*, incluida dentro del Apéndice II en el año 2003, lo que implicaba la disminución de la disponibilidad de los productos derivados de esta especie en el mercado internacional

La postura de Argentina como país dentro del área de distribución fue de colaboración, asumiendo el compromiso con Paraguay para realizar los estudios pertinentes y presentar en forma conjunta la propuesta de inclusión de la especie dentro del Apéndice II.

En Paraguay se recabaron datos biológicos, que no han sido suficientemente representativos para conocer el estado actual de la misma. Argentina por su lado, tampoco recabo toda la información necesaria para la inclusión de la especie dentro del Apéndice II durante la CoP14, por lo que a modo de precaución, solicitó la inclusión de la especie dentro del Apéndice III (PC17 Doc. 5.3 (Rev. 1)). Esta medida entró en vigor el 12 de febrero de 2008 y otorgó más tiempo a los países del área de distribución para generar información detallada sobre la especie, haciendo énfasis a los datos requeridos para la inclusión de las especies dentro del Apéndice II de CITES, siguiendo las disposiciones de la Res. Conf. 9.24 (Rev. CoP14), detalladas en el Anexo 6 del mismo documento, sobre los criterios para enmendar los Apéndices I y II, y teniendo en cuenta el objetivo 1.4 de la Conf. 14.2, que dice textualmente que “Los Apéndices reflejan correctamente las necesidades de conservación de las especies”. También teniendo en cuenta los párrafos a y b del inciso 2 del Artículo II de la Convención, mencionados anteriormente.

En la CoP15, Argentina presenta la propuesta (CoP15 Prop. 42 – p. 2) de inclusión de la especie *B. sarmientoi* dentro del Apéndice II, con todos los requisitos necesarios que exige la CITES. La propuesta de enmienda fue aceptada y entró en vigor a partir de junio del año 2010, con la anotación #11, que designa trozas, madera aserrada, láminas de chapa de madera, madera contrachapada, polvos y extractos.

*SEAM: Secretaria del Ambiente, INFONA: Instituto Forestal Nacional, DIB/MNHNP: Dirección de Investigación Biológica/Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay*

## II. INFORMACION DE LA ESPECIE

### 2.1. Biología Reproductiva

#### Antecedentes botánicos y ecológicos de la especie

*B. sarmientoi* es un árbol de la familia Zygophyllaceae, que se distribuye dentro del Gran Chaco Americano.

La especie fue descrita por Grisebach en el año 1879. Posteriormente, Lorentz, la coloca dentro del género *Bulnesia* y la nombra como *B. sarmientoi*. El material tipo fue colectado en la Provincia de Salta, por Lorentz y Hieronymus en 1873. Se encuentra depositado en el herbario de Córdoba (CORD).



### **Taxonomía**

Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Sapindales
Familia:	Zygophyllaceae
Género:	Bulnesia
Especie:	<i>B. sarmientoi</i> Lorentz ex Griseb
Sinónimos:	<i>Bulnesia gancedoi</i> Rojas Acosta

### **Nombres comunes**

Español:	Palo santo, guayacán, guayacán morado
Francés:	gaïac.
Idiomas aborígenes:	ibiocaí, hok (Mataco), meemong (Lengua-Maskoy), yvyra ocái (Guarani); ticiyuk (Maka), jooc (Nivaclé), arai (Ayoreo)
Dialecto alemán (menonitas de Paraguay):	Palosaunda
Inglés:	Holy wood, guaiacwood
Portugués:	Pau santo

### **Nombres comerciales**

Vera. Verawood, lignum vitae, Paraguay lignum vitae, Argentine lignum vitae, guaiac

### **Características Biológicas**

- Arbol** de 8 a 20 metros de altura, copa rala, estrecha, redondeada en la cima, ramas ascendentes, entrenudos de 2-3 cm de largo y nudos ensanchados con anillos. Tronco recto, corto, a veces acanalado, con un DAP de 30 a 70 cm., corteza externa de color pardo, áspero y verrugoso, grietas irregulares poco profundas con placas irregulares a lo largo del tallo, que se desprenden de la corteza en forma de trozos al ser frotada, corteza interna resinosa, de color amarillento y con gránulos diminutos de color anaranjado (López, J. et al, 1987)
- Hojas** opuestas, caducas, compuestas, 2-pinnadas, pecioladas, lampiñas, dispuestas sobre ramas muy cortas; los folíolos son opuestos, ovados, asimétricos, redondeados en los extremos, glabros o solamente pubescentes en los márgenes, margen entero, de 1,5 a 4 cm de largo y 1,2 cm de ancho, con 4-7 nervios desde la base, sub-paralelos, poco visibles y sésiles sobre el pecíolo corto de menos de 1 cm. Los estomas son ciclocíticos y anomocíticos, con células epidérmicas numerosas y pequeñas (Arrambarri, 2011)
- Flores** blanco-amarillentas, pentámeras, hermafroditas, de 1,5 a 2 cm de ancho, están dispuestas 1 o 2 sobre las ramas (fig.4). Fruto cápsula pardo rojiza a grisácea cuando maduro y verde antes de la maduración, de 3,5 a 5 cm de largo, con tres alas grandes semicirculares, cada fruto con tres semillas oblongas, color verde lustrosas, de 1 a 1,5 cm de largo (fig.3)
- Madera** pardo-negrucza y verde (varía en color de verde oliva suave a chocolate), con nudos. El ritidoma (corteza) es mayormente fino y amarillento leve. La densidad de esta madera es entre 0,92 a 1,1 g/cm<sup>3</sup>. Es muy dura y pesada, (1100 a 1280 Kg/m<sup>3</sup>, con abundantes cristales de Oxalato de Calcio, lo que le da ese color y resina (o aceite esencial) entre las fibras; es un leño con porosidad dendrítica, caracteres distintivos y con amplios signos evolutivos. Los haces leñosos se presentan en parte muy revirados, ofreciendo dificultad al trabajarla (CoP15 Prop. 42 – p. 2)

## Fenología

La fenología del palo santo comienza en primavera y concluye en verano, la floración se produce de octubre a noviembre y la fructificación de diciembre a febrero, aproximadamente; sin embargo la época de germinación de las semillas se da recién en invierno, es decir, aproximadamente 4 meses después de fructificar (Pin, et al, 2009) (Fig. 3). La especie alcanza el estado adulto aproximadamente a los 20 años (Brack & Weik, 1994). El mecanismo de dispersión de las semillas es la anemocoria, para la cual los frutos están provistos de alas membranosas, facilitando el transporte por el viento.



**Figura 1:** Fruto maduro palo santo (Jorge Ramírez)



**Figura 2:** Flores (J. Cartes)

## El poder calorífico y contenido de cenizas del Palo santo

El poder calorífico promedio del Palo santo es de 5.165 cal/g y el porcentaje de partículas de cenizas es de 2,5%, además proporciona carbón de calidad, se enciende fácilmente y produce humo fragante.

Si bien no es una de las especies más utilizadas como combustible sólido, se han registrado grandes cantidades de exportaciones de carbón y, en menor proporción, de leña, demostrándose así que es una especie de alta calidad para combustión y que podría ser más valorizada en el mercado.

Tabla 1 .Determinación de propiedades físicas de <i>B. sarmientoi</i>								
Valores	Métodos	Árbol						Promedio
		5	6	7	8	9	10	
<b>Cenizas (%p/p)</b>	ABNT-NBR 8112-86	2,04	2,27	1,74	3,16	4,36	1,7	<b>2,55</b>
<b>Poder calorífico (cal/g)</b>	ASTM D5865-04	5.20 6	5.25 4	5.19 6	5.13 4	5.06 5	5.13 7	<b>5.165</b>

Fuente: *Unique Wood Paraguay S.A. (2016)*





## 2.2. Hábitat

Si bien, Navarro (1997) asegura que la especie prefiere suelos arcillosos no muy bien drenados, Giménez (2003), menciona que ésta prefiere sitios bien drenados, lo que indica que la especie se desarrolla en condiciones diferentes en los países del área de distribución. En la zona de distribución dentro del Chaco Argentino, el palo santo se encuentra en dos tipos de unidades fisonómicas, correspondientes al matorral o bosque bajo sobre paleocauces y en mosaicos de fisonomías sobre planicies aluviales de cursos menores; es un árbol típico del Chaco seco, que puede crecer tanto en forma aislada o formando pequeños rodales en sitios bien drenados.

En el Chaco Paraguayo, *B. sarmientoi* crece en los bosques xerófitos; según Mereles (2005), se desarrolla sobre suelos arcillosos, muy estructurados, duros en seco y pegajosos cuando húmedos, salobres a salados y con napa freática salobre a salada por encima de los 6 m de profundidad; en éste ambiente, *B. sarmientoi* es la especie dominante en el estrato superior, formando rodales puros denominados “palosantales”, se encuentra frecuentemente asociada con *Ziziphus mistol*, *Maytenus vitis-idaea*, *Grabowskia duplicata*, *Salta triflora* y *Trithrinax schyzophylla*. También se la encuentra en forma aislada dentro del bosque xeromorfo, acompañando a *Aspidosperma quebracho-blanco*, *Sarcotoxicum salicifolium*, *Cynophalla retusa*, *Tabebuia nodosa* y *Stetsonia coryne*, entre otras.

Según Viveros Cabaña (2005), los suelos donde se adapta mejor *B. sarmientoi*, son los cambisoles (fracción de arcilla 30% y limosa bastante alta) y luvisoles (los más abundantes del Chaco central, arenosos pasando por textura limosa hasta arcillosa en profundidades de hasta 70 cm, ricos en P, Mg y K) y eventualmente los gleysoles (saturados por periodos prolongados, a partir de los 50 cm, generalmente con 50 a 80% de arcilla, en algunos casos con alto contenido de sal).

En relación a especies exóticas, se ha demostrado que el palo santo tiene un efecto alelopático sobre una gramínea invasora, la especie *Panicum maximum*, conocida como gatton panic, que es muy utilizada por ganaderos del Chaco (Viveros Cabaña, 2005).

## 2.3. Distribución

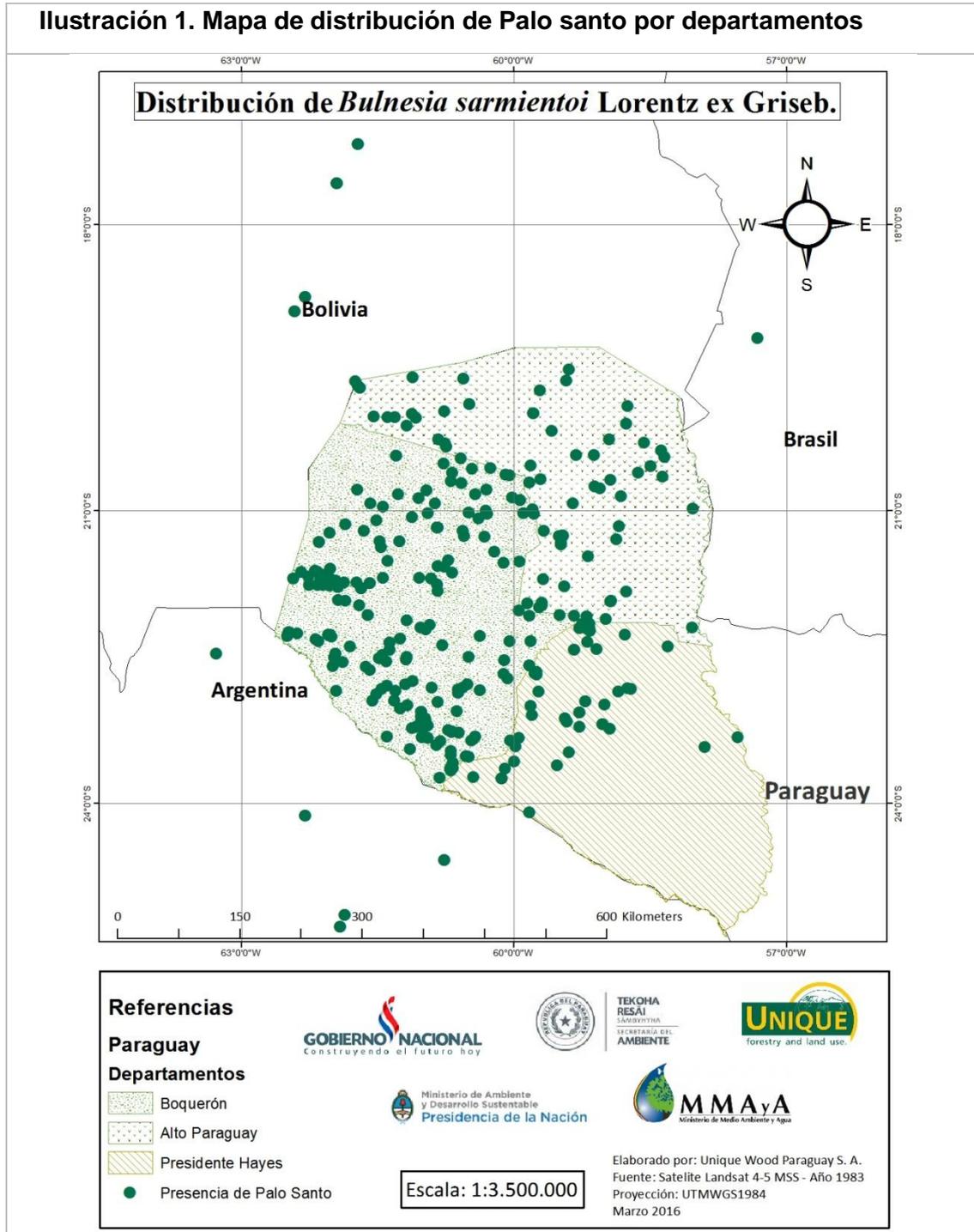
*B. sarmientoi* es una especie endémica del Gran Chaco Americano, que se distribuye desde el sudeste de Bolivia (17°S), por el centro-oeste de Paraguay y sectores limítrofes de Brasil, hasta el norte de Argentina, donde alcanza su límite austral a los 25°S aproximadamente (Fig. 1)

- **Argentina:** Norte y Noroeste (Provincias de Chaco, Salta, Formosa y Santiago del Estero).
- **Bolivia:** Sudeste (Departamentos de Oruro, Santa Cruz y Tarija).
- **Brasil:** Sudoeste (Estado de Mato Grosso do Sul).
- **Paraguay:** Oeste (Departamentos de Boquerón, Presidente Hayes y Alto Paraguay). En este país tiene una amplia distribución, prácticamente abarca las 3/4 partes del Chaco paraguayo (CoP15 Prop. 42 – p. 2)..

En Paraguay, el Chaco americano, abarca específicamente los departamentos de Alto Paraguay (8.234.900 ha), Boquerón (9.166.900 ha) y Presidente Hayes (7.290.700 ha); que juntos ocupan el 100% de la superficie de dicha región (REDIEX, 2009) y se denomina Región Occidental o Chaco. Está localizado geográficamente entre los paralelos 19°-24° y los meridianos 57°-63° respectivamente.



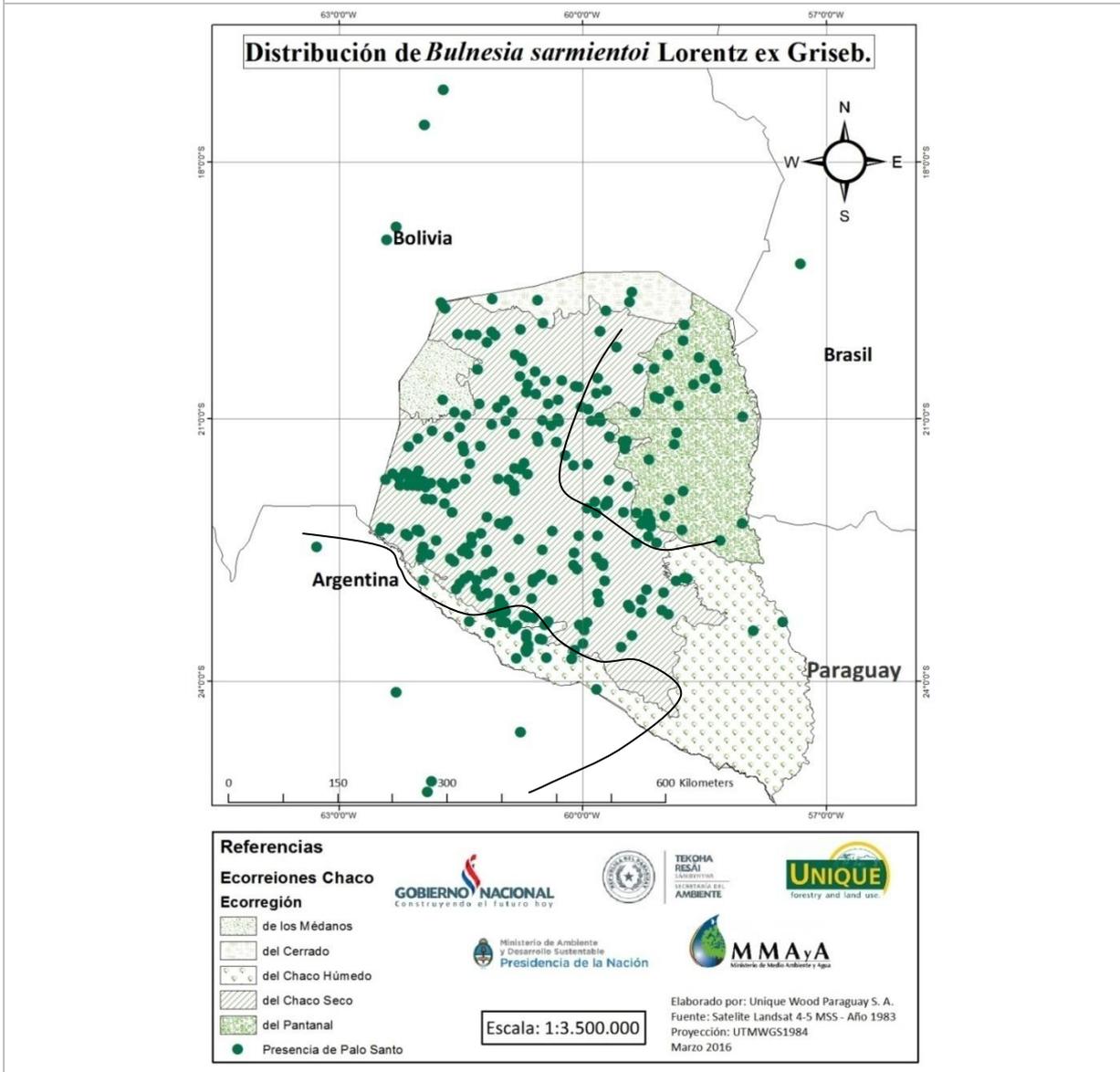
**Ilustración 1. Mapa de distribución de Palo santo por departamentos**



Elaborado por Unique Wood Paraguay S.A. (2016); (Anexos 1, 2, 3, 5, 7, 8)

La especie de *B. sarmientoi* se encuentra presente en todas las ecorregiones del Chaco paraguayo, abarcando principalmente la ecorregión Chaco Seco.

Ilustración 2. Mapa de distribución de *B. sarmientoi* por ecorregiones



Elaborado por Unique Wood Paraguay S.A. (2016). (Anexos 1, 2, 3, 5, 7, 8)



## 2.4. Población estimada de *B. sarmientoi* en Paraguay

### Estructura de los bosques con presencia de Palo santo

La especie *B. sarmientoi* se encuentra acompañada frecuentemente por *Ziziphus mistol* (mistol), *Maytenus vitis-idaea* (sal de indio), *Grawoskia duplicata* y *Trithrix schizophylla* (carandilla); sin embargo se la encuentra también en forma aislada dentro del bosque Xeromorfo, acompañando al quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*), sacha sandia (*Sarcotoximum salicifolium*), indio kumanda (*Cynophalla retusa*), labón (*Tabebuia nodosa*) y cardón (*Stetsonia coryne*), entre otras.

También aparece asociada con especies de algarrobo (*Prosopis nigra* y *Prosopis alba*) y coronillo (*Schinopsis quebracho-colorado*) (Brack & Weik, 1994).

Una comunidad vegetal puede ser caracterizada por su estructura, definida por la distribución vertical u horizontal que presenta.

### Estructura horizontal

La estructura horizontal está determinada por la abundancia, dominancia y frecuencia de una especie en relación al tamaño de la población de una unidad de muestreo o de bosque.

El "Palosantal" se define como la formación de un bosque con presencia Palo santo y quebracho blanco cuya dominancia relativa es mayor al 50 %, a su vez sub dominada por palo cruz (*Tabebuia nodosa*) y ausente de quebracho colorado (*Schinopsis balansae* Engl.), frecuentemente acompañado por *Callycophyllum* sp. (Gulke, 1994; Neufeld, 2003).

El Palo santo tiene una distribución de tipo agregada y aleatoria, y su formación se denomina "Bosque Denso Semicaducifolio Estacionalmente Saturado (BDSSES)" (Molas, 2013; Gamarra, 2014)

### Abundancia

La abundancia es uno de los parámetros de la estructura horizontal de los bosques que se utiliza para determinar cuáles son las especies predominantes. Representa el número de individuos de cada especie presente en un área boscosa determinada.

En un Palosantal, el promedio de árboles por hectárea varía de 250 a 400, identificándose 20 a 33 especies en él, como *Phyllostylon rhamnoides*, *Aspidosperma pyriforme*, *Sideroxylon obtusifolium*, *Lonchocarpus nudiflorens*, *Anisocapparis speciosa*, *Salta triflora*, *Ziziphus mistol*, *Aspidosperma quebracho-blanco*, *Cynophalla retusa*, *Stetsonia coryne* y *Lonchocarpus nudiflorens* (Gulke, 1994; Pérez de Molas & Mereles, 2007; Molas, 2013; Torres, 2014; Gamarra, 2014; Santacruz, 2014b).

Según Duarte (2013), un estudio de inventario en el Chaco Húmedo registró 376 individuos/ha con DAP  $\geq$  a 10 cm, correspondientes a 19 especies, 19 géneros y 13 familias botánicas, de los cuales 15 individuos/ha pertenecen a la especie *B. sarmientoi*.

Diversos estudios demuestran la similitud respecto a la abundancia absoluta de la especie entre ecorregiones, contabilizando a los individuos de más de 9,9 cm de DAP, a continuación se presentan algunos de los resultados por ecorregión.

La variación en el número de individuos de una hectárea podría darse como resultado de los diferentes ambientes en donde se desarrollan (Pérez de Molas & Silva Imas, 2014).

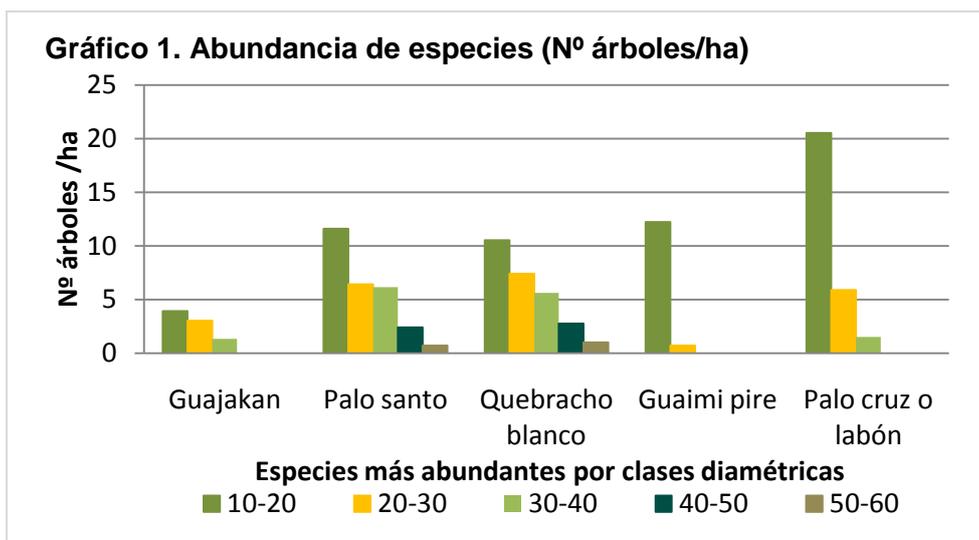


Tabla 2. Abundancia del Palo santo						
Nº	Autor/año	Coordenadas		Ecorregión	Abundancia absoluta (Nº de árboles >9,9 cm DAP/ha)	Abundancia relativa
1	Santacruz, C. (2014a)	23°38'17,6" S	60°41'49,3"W	Chaco húmedo	23	6,07
2	Molas, Z. (2011); Ferreira, R. (2012)	23°04'41,2" S	59°16'53,5"W	Chaco húmedo	31	3,01
3	Duarte, L. (2013)	23°38'17,6" S	60°41'49,3"W	Chaco húmedo	15	
<b>Promedio ecorregión Chaco húmedo</b>					<b>23</b>	
4	Rempel, E. (2007)	22°25'57,9" S	59°19'59,8" W	Chaco seco	26	6,03
5	Benítez, P. (2010)	22°25'57,9" S	59°19'59,8" W	Chaco seco	19	4,63
6	Molas, Z. (2013)	23°15'40,8" S	60°43'15,2" W	Chaco seco	24	8,54
<b>Promedio ecorregión Chaco seco</b>					<b>23</b>	
<b>Promedio general</b>					<b>23</b>	

Fuente: Unique Wood Paraguay S.A. (2016)

Según los estudios de la consultora Unique Wood Paraguay S.A. en los sitios de instalación de sus parcelas de inventario se pueden tener los siguientes resultados:

El labón o palo cruz (*Tabebuia nodosa*) es la especie más abundante, representa el 18,9% de los árboles por hectárea (28 árboles/ha), el Palo santo (*B. sarmientoii*) y el quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*) se encuentran en segundo lugar, equivalentes al 18% de los árboles de una hectárea cada uno (27 árboles/ha respectivamente).



Fuente: Unique Wood Paraguay S.A. (2016)



## Dominancia

La dominancia indica el grado de cobertura de una especie dentro de una unidad de muestreo, una especie es dominante cuando ejerce una gran influencia sobre la composición y la forma de una comunidad. Se trata de especies de gran éxito ecológico y abundantes dentro del grupo comunitario.

La noción de dominancia mantiene una relación inversa con la de diversidad: a mismo número de especies, cuanto mayor sea la dominancia de una o varias especies, menor será la diversidad.

Tabla 3. Dominancia del Palo santo						
Nº	Autor/año	Coordenadas		Ecorregión	Dominancia absoluta (m <sup>2</sup> /ha)	Dominancia relativa (%)
1	Santacruz, C. (2014a)	23°38'17,6" S	60°41'49,3" W	Chaco húmedo	1,73	14,19
2	Molas, Z. (2011); Ferreira, R. (2012)	23°04'41,2" S	59°16'53,5" W	Chaco húmedo	1,18	10,74
3	Duarte, L. (2013)	23°38'17,6" S	60°41'49,3" W	Chaco húmedo	1,23	
<b>Promedio ecorregión Chaco húmedo</b>					<b>1,38</b>	
4	Rempel, E. (2007)	22°25'57,9" S	59°19'59,8" W	Chaco seco	1,78	16,12
5	Benítez, P. (2010)	22°25'57,9" S	59°19'59,8" W	Chaco seco	0,95	11,5
6	Molas, Z. (2013)	23°15'40,8" S	60°43'15,2" W	Chaco seco	0,97	10,66
<b>Promedio ecorregión Chaco seco</b>					<b>1,23</b>	
<b>Promedio general</b>					<b>1,31</b>	

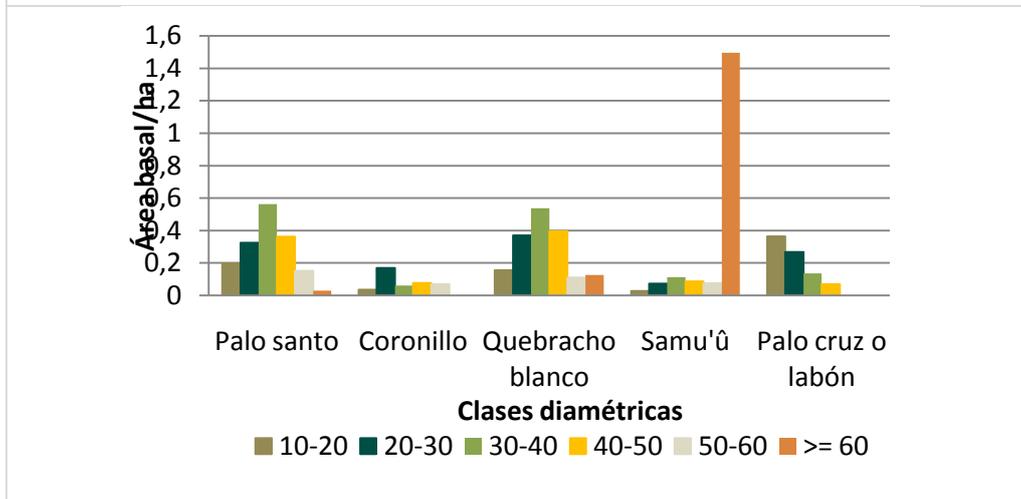
Fuente: Unique Wood Paraguay S.A. (2016)

La dominancia absoluta representa la sumatoria de los valores de las áreas basales de las especies inventariadas en las parcelas de muestreo, de acuerdo a rangos mínimos de diámetros. Para el Palo santo se han relevado valores promedio de 1,38 m<sup>2</sup>/ha para la ecorregión Chaco húmedo y 1,23 m<sup>2</sup>/ha para la ecorregión Chaco seco (Molas, 2013; Santacruz, 2014b).

Según los estudios de la consultora Unique Wood Paraguay S.A. en los sitios de instalación de sus parcelas de inventario se pueden tener los siguientes resultados:

El samu'û (*Ceiba speciosa*) es la especie de mayor dominancia de las ecorregiones, representa el 24,5% del área basal total, ocupando 1,90 m<sup>2</sup> por hectárea y se encuentra distribuida en todas las clases diamétricas, el Palo santo (*B. sarmientoii*) conquista el 21% de la superficie muestreada con 1,63 m<sup>2</sup> por hectárea. El Palo santo y el quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*) también se distribuyen en todas las clases diamétricas.

**Gráfico 2. Dominancia de especies (m<sup>2</sup>/ha)**



Fuente: Unique Wood Paraguay S.A. (2016)

## Frecuencia

La frecuencia indica la presencia o ausencia de una especie en una superficie determinada, es expresada en porcentaje y depende de la ecorregión o sitio donde se estime.

**Tabla 4. Frecuencia del Palo santo**

Nº	Autor/año	Coordenadas		Ecorregión	Frecuencia absoluta (%)	Frecuencia relativa (%)
1	Santacruz, C. (2014a)	23°38'17,6" S	60°41'49,3" W	Chaco húmedo	52,0	6,99
2	Molas, Z. (2011); Ferreira, R. (2012)	23°04'41,2" S	59°16'53,5" W	Chaco húmedo	60,0	13,04
<b>Promedio ecorregión Chaco húmedo</b>					<b>56,0</b>	<b>10,02</b>
3	Rempel, E. (2007)	22°25'57,9" S	59°19'59,8" W	Chaco seco	75,0	8,5
4	Benítez, P. (2010)	22°25'57,9" S	59°19'59,8" W	Chaco seco	68,8	8,6
5	Molas, Z. (2013)	23°15'40,8" S	60°43'15,2" W	Chaco seco	64,0	9,6
<b>Promedio ecorregión Chaco seco</b>					<b>69,23</b>	<b>8,9</b>

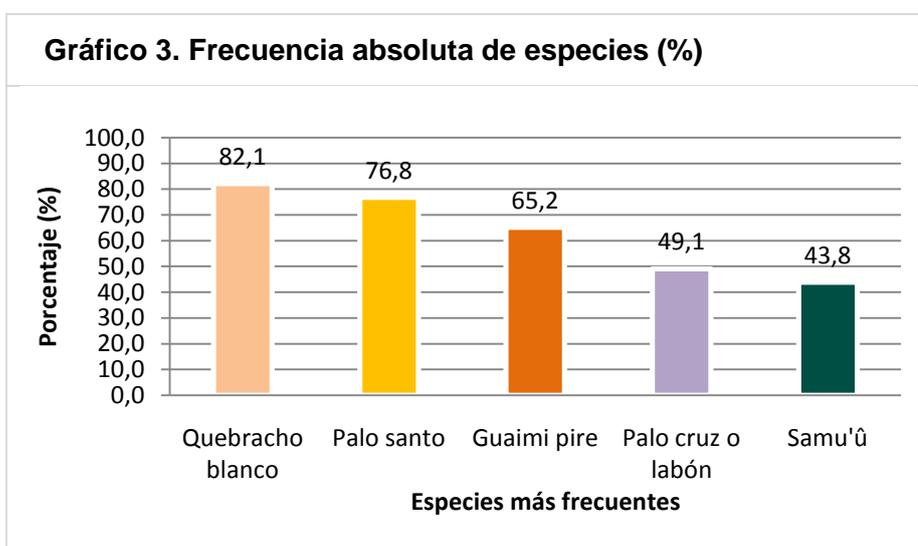
Fuente: Unique Wood Paraguay S.A. (2016)

El promedio de los estudios realizados en el Chaco húmedo indica que el Palo santo tiene una frecuencia absoluta del 56 % y una frecuencia relativa del 10 %, mientras que en el Chaco seco la frecuencia absoluta es mayor (69 %), mientras que la frecuencia relativa es del 8,9 % (Santacruz, 2014b, Gamarra, 2014, Molas, 2013).

La frecuencia permite conocer la homogeneidad o heterogeneidad del bosque. Valores altos en las clases diamétricas I y II indican la presencia de una formación bastante heterogénea, mientras que valores bajos dan a conocer la presencia de un bosque homogéneo.

En los estudios de la Consultora Unique Wood Paraguay S.A. (2016), se arrojan los siguientes resultados de frecuencia:

La frecuencia absoluta del quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*) tiene una distribución homogénea dentro de la estructura del bosque donde se encuentra, así como el Palo santo (*B. sarmientoi*), que se encontró presente en el 76,8% de las unidades de muestreo.



Fuente: Unique Wood Paraguay S.A. (2016)

### Índice de valor de importancia

El índice de valor de importancia indica cuáles son las especies de mayor peso ecológico del área de estudio a través de la ponderación de los valores relativos de la estructura horizontal. Este parámetro es adimensional y tiene un valor máximo de 300.

**Tabla 5. IVI del Palo santo**

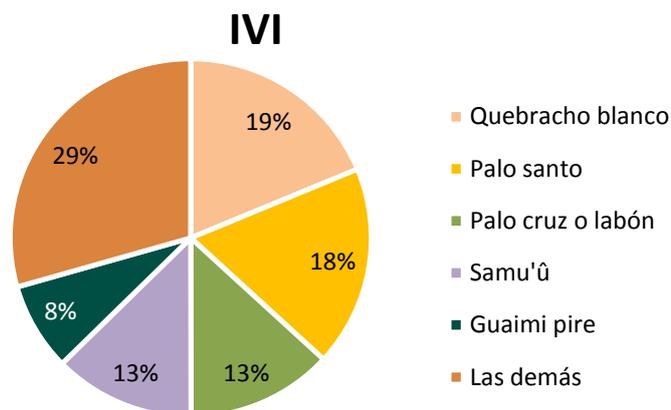
Nº	Autor/año	Coordenadas		Ecorregión	IVI
1	Santacruz, C. (2014a)	23°38'17,6" S	60°41'49,3" W	Chaco húmedo	27,25
2	Molas, Z. (2011); Ferreira, R. (2012)	23°04'41,2" S	59°16'53,5" W	Chaco húmedo	30,02
3	Rempel, E. (2007)	22°25'57,9" S	59°19'59,8" W	Chaco seco	30,66
4	Benítez, P. (2010)	22°25'57,9" S	59°19'59,8" W	Chaco seco	24,76
5	Molas, Z. (2013)	23°15'40,8" S	60°43'15,2" W	Chaco seco	29,00

Fuente: Unique Wood Paraguay S.A. (2016)

Con los estudios elaborados por la consultora *Unique Wood Paraguay S.A* se tienen los siguientes datos

El quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*) es la especie de mayor peso ecológico del bosque, siendo la más frecuente pero no la más abundante ni la más dominante. El Palo santo (*B. sarmiento*) es la segunda especie ecológicamente más importante.

**Gráfico 4. Índice de valor de importancia de la especies**



Fuente: *Unique Wood Paraguay S.A.* (2016)

**Tabla 6. Índice de Valor de Importancia de las especies**

Especies	Abundancia (%)	Dominancia (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI	%
Quebracho blanco	18,12	22,06	15,73	55,91	18,64
Palo santo	18,12	21,17	14,70	53,99	18,00
Palo cruz o labón	19,46	10,85	9,40	39,71	13,24
Samu'û	3,36	24,58	8,38	36,31	12,10
Guaimi pire	8,72	2,51	12,48	23,71	7,90
Coronillo	4,70	5,33	6,32	16,35	5,45
Mistol	5,37	2,81	6,84	15,02	5,01
Karanda	4,03	2,67	7,18	13,87	4,62
Guajakan	5,37	4,26	3,76	13,39	4,46
Viñal	4,03	1,46	2,22	7,71	2,57
Pajagua naranja	2,01	0,66	4,62	7,29	2,43
Verde olivo	2,01	0,70	4,10	6,82	2,27
Yvyra nê	0,67	0,15	2,22	3,05	1,02
Guajaivi rai	1,34	0,68	0,68	2,70	0,90
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>100</b>

Fuente: *Unique Wood Paraguay S.A.* (2016)

## :Estructura vertical

La estructura vertical de un bosque está determinada por la distribución de los organismos a lo alto de su perfil y responde a las características de las especies que la componen, a las condiciones microambientales presentes en las diferentes alturas, según los requerimientos de energía que mejor satisfagan sus necesidades (Louman *et al.*, 2001).

**Tabla 7. Estructura vertical de bosques con presencia de *B. sarmiento***

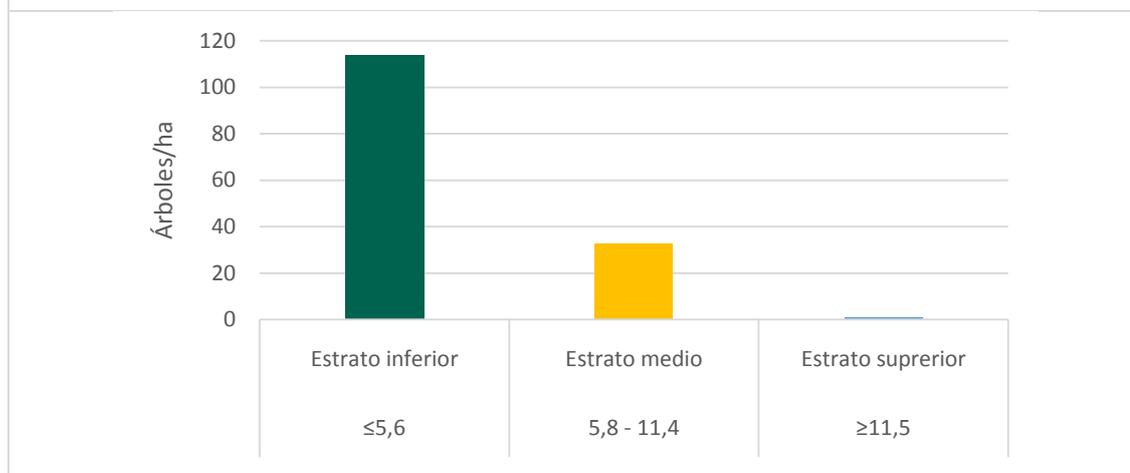
Autor/año	Coordenadas		Ecorregión	Abundancia absoluta	Altura de estratos (m)			Nº de individuos Palo santo/estrato		
	Latitud Sur	Longitud Oeste			I	II	III	I	II	III
1 Molas, Z. (2013)	23°15'40,8"	60°43'15,2"	Chaco seco	24	<9	9 a 12,5	13 a 18	12	8	4
2 Villalba, H. (2014)	19°59'4,8"	59°47'15,6"	Chaco seco	2	5 a 8,4	8,5 a 14,4	14,5 a 25	0	0	2
3 Escobar, C. (2011)	23°04'41,2"	59°16'53,5"	Chaco húmedo	31	<= 4,5	5 a 7,5	8 a 13	0	11	20
4 Torres, G. (2014)			Chaco húmedo	0	<= 8	8,1 a 12	12,1 a 16	0	0	0

Fuente: Unique Wood Paraguay S.A. (2016)

En los estudios actuales de la consultora Unique Wood Paraguay S.A. (2016), se arrojan los resultados de los sitios de instalación de las parcelas de estudio:

La distribución del perfil vertical del bosque se proporciona en estratos. El quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*) y el samu'û (*Ceiba speciosa*) son las especies que se encuentran en todos los estratos del bosque chaqueño, mientras que el Palo santo (*B. sarmiento*) se encuentra en los dos primeros.

**Gráfico 5. Abundancia de especies de la ecorregión Chaco húmedo (Nº árboles/ha)**



Fuente: Unique Wood Paraguay S.A. (2016)



## Estructura dimétrica

La estructura diamétrica distribuye el número de árboles por clase diamétrica para obtener información sobre la tendencia de desarrollo del bosque, se establece mediante agrupaciones en rangos de diámetro a la altura de pecho (DAP) mayores o iguales a 10cm o fustales, estableciéndose la clasificación que sigue a continuación.

**Tabla 8. Presencia de *B. sarmientoi* según clases diamétricas**

Autor/año	Coordenadas		Ecorregión	Abundancia absoluta	Clases diamétricas					
	Latitud Sur	Longitud Oeste			I (10-20)	II (20,1-30)	III (30,1-40)	IV (40,1-50)	V (50,1-60)	VI (>60)
1 Santacruz, C. (2014a)	23°38'17,6"	60°41'49,3"	Chaco húmedo	23	10	4	5	3		1
2 Molas, Z. (2011); Ferreira, R. (2012)	23°04'41,2"	59°16'53,5"	Chaco húmedo	31	15	14		2		
3 Duarte, L. (2013)	23°38'17,6"	60°41'49,3"	Chaco húmedo	15	5	3	3	4		
4 Rempel, E. (2007)	22°25'57,9"	59°19'59,8"	Chaco seco	26	8	8	7	3		
5 Benítez, P. (2010)	22°25'57,9"	59°19'59,8"	Chaco seco	19	5	4	8	2		
6 Molas, Z. (2013)	23°15'40,8"	60°43'15,2"	Chaco seco	24	13	8	2	1		

Fuente: Unique Wood Paraguay S.A. (2016)

Generalmente, el Palo santo se encuentra distribuido entre las clases diamétricas I y IV.

## Número de árboles/ha

El promedio de árboles por hectárea resultante fue de 148. Los árboles de la clase o valor comercial D son los más abundantes. Esta categoría tiene un valor comercial reducido o nulo, ya sea porque carecen de valor maderable o por falta de conocimiento de otros usos. La abundancia de los árboles de valor comercial A, entre los que se encuentran el Palo santo y el guajakan, figura en segundo lugar.

Siendo el número promedio de árboles de 148 árboles por hectárea, el 34% corresponde a los árboles de valor comercial Clase D, el 24% corresponde a la Clase A, el 23% corresponde a la Clase B y el 18% a clase C.



**Tabla 9. Número de árboles por hectárea**

Valor comercial	Especie	DAP (cm)					Total general
		10 – 19,9	20 – 29,9	30 – 39,9	40 – 49,9	50 – 59,9	
A	<i>Caesalpinia paraguariensis</i>	4	3	1			8
	<i>B. sarmientoi</i>	12	6	6	2	1	27
B	<i>Schinopsis lorentzii</i>	3	3	1	1		8
	<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	1	1				2
	<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i>	11	7	6	3	1	27
C	<i>Salta triflora</i>	12	1				13
	<i>Ceiba speciosa</i>	3	2	1	1	1	7
	<i>Prosopis ruscifolia</i>	6					6
D	<i>Prosopis kuntzei</i>	3	2	1			6
	<i>Ziziphus mistol</i>	6	2				8
	<i>Anisocapparis speciosa</i>	3	1				4
	<i>Tabebuia nodosa.</i>	21	6	2			28
	<i>Cercidium praecox</i> ssp. <i>praecox</i>	3					3
	<i>Microlobiusfoetidus</i>	1					1
<b>Total</b>		<b>88</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>148</b>

Fuente: Unique Wood Paraguay S.A. (2016)

**Número de árboles de *B. sarmientoi* por hectárea según el sitio**

El promedio de árboles por hectárea no puede considerarse homogéneo por ecorregión ni por sitio, evidenciándose esto en el número de árboles de *B. sarmientoi* por hectárea determinado en cada parcela.

**Tabla 10. Número de árboles  $\geq 10$  cm DAP de *B. sarmientoi* por parcela y ecorregión (Nº árboles/ha)**

Ecorregión		Parcela	Nº árboles/ha
Chaco húmedo	Total de Nº de árboles de todas las especies/ha $\geq 10$ cm DAP en ecorregión Chaco húmedo: <b>34</b>	1	2
		2	2
		3	7
		4	4
<b>Total Nº árboles <i>B. sarmientoi</i>/ha Chaco húmedo</b>			<b>15</b>
Chaco seco	Total de Nº de árboles de todas las especies/ha $\geq 10$ cm DAP en ecorregión Chaco seco: <b>84</b>	5	3
		6	2
		7	2
		8	2
		13	3
		14	13
		15	5
		16	2
		17	4
		18	2
		19	1



		20	4
		21	5
		22	4
		23	3
		24	1
		25	1
		26	2
		27	1
		28	1
<b>Total N° árboles <i>B. sarmientoi</i>/ha Chaco seco</b>			<b>61</b>
<b>Pantanal</b>	Total de N° de árboles de todas las especies/ha >= 10 cm DAP en ecorregión Pantanal: <b>30</b>	9	1
		11	2
<b>Total N° árboles <i>B. sarmientoi</i> /ha Pantanal</b>			<b>3</b>

Fuente: Unique Wood Paraguay S.A. (2016)

### Área basal (m<sup>2</sup>/ha)

El área basal promedio es de 7,68 m<sup>2</sup> por hectárea. El Palo santo es una de las especies dominantes del bosque, posee el 21% del área basal total (1,62 m<sup>2</sup> por hectárea).

El área basal promedio de las especies que tienen un valor comercial A y B es de 4,09 m<sup>2</sup> por hectárea.

Tabla 11. Área basal por Clase de madera (m <sup>2</sup> /ha)									
Clase de madera	DMC INFONA (cm)	Especie	Clase diamétrica						Total general
			10 – 19,9	20 – 29,9	30 – 39,9	40 – 49,9	50 – 59,9	≥60	
A	30	<i>B. sarmientoi</i>	0,20	0,32	0,55	0,36	0,15	0,03	1,62
	40	<i>Caesalpinia paraguariensis</i>	0,07	0,13	0,10	0,02			0,33
B	40	<i>Schinopsis lorentzii</i>	0,04	0,17	0,06	0,08	0,07		0,41
		<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	0,02	0,03					0,05
		<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i>	0,16	0,37	0,54	0,39	0,11	0,13	1,69
C	40	<i>Salta triflora</i>	0,16	0,03					0,19
		<i>Ceiba speciosa</i>	0,03	0,07	0,11	0,09	0,07	1,52	1,90
		<i>Prosopis rusCIFolia</i>	0,10	0,01	0,01				0,11
D	40	<i>Prosopis kuntzei</i>	0,06	0,08	0,07		0		0,21
		<i>Ziziphus mistol</i>	0,10	0,09	0,01	0,01	6	1	0,22
		<i>Anisocapparis speciosa</i>	0,05	0,01			0		0,05
		<i>Tabebuia nodosa</i>	0,36	0,27	0,14	0,07			0,84
		<i>Cercidium praecox</i> ssp. <i>praecox</i>	0,04	0,01					0,05
<b>Total general (m<sup>2</sup>/ha)</b>			<b>1,38</b>	<b>1,59</b>	<b>1,61</b>	<b>1,03</b>	<b>0,41</b>	<b>1,68</b>	<b>7,68</b>

Fuente: Unique Wood Paraguay S.A. (2016)



El error del área basal obtenido con los resultados del inventario fue de 11,52% a un nivel de confianza del 95%.

### Área basal de *B. sarmientoi* por hectárea según el sitio (m<sup>2</sup>/ha)

El área basal por hectárea promedio de *B. sarmientoi* varía dependiendo de la ecorregión y del sitio.

Ecorregión		Parcela	m <sup>2</sup> /ha
Chaco húmedo	Área basal total de todas las especies/ha >= 10 cm DAP en ecorregión Chaco húmedo: <b>2 m<sup>2</sup></b>	1	0,1
		2	0,1
		3	0,3
		4	0,2
<b>Área basal promedio de <i>B. sarmientoi</i> Chaco húmedo</b>			<b>0,7</b>
Chaco seco	Área basal total de todas las especies/ha >= 10 cm DAP en ecorregión Chaco seco: <b>4,6 m<sup>2</sup></b>	5	0,05
		6	0,03
		7	0,03
		8	0,01
		13	0,07
		14	0,11
		15	0,11
		16	0,03
		17	0,07
		18	0,06
		19	0,01
		20	0,06
		21	0,10
		22	0,09
23	0,03		
24	0,03		
25	0,01		
26	0,08		
27	0,03		
28	0,01		
<b>Área basal promedio de <i>B. sarmientoi</i> Chaco seco</b>			<b>1,0</b>
Pantanal	Área basal total de todas las especies/ha >= 10 cm DAP en ecorregión Pantanal: <b>1,1 m<sup>2</sup></b>	9	0,03
		11	0,04
<b>Área basal promedio de <i>B. sarmientoi</i> Pantanal</b>			<b>0,1</b>

Fuente: Unique Wood Paraguay S.A. (2016)



**Volumen (m<sup>3</sup>/ha)**  
**Volumen promedio (m<sup>3</sup>/ha)**

El volumen total promedio encontrado, a partir de 10 cm de DAP, es de 57 m<sup>3</sup>/ha, donde la clase comercial A representa el 21 % y la B el 31 %.

Las clases diamétricas comprendidas entre los 20 y 40 cm presentan los volúmenes más altos de las especies con valor comercial A y B.

Tabla 14. Volumen total según el valor comercial de la madera (m <sup>3</sup> /ha)								
Clase de madera	Especie	Clase diamétrica						Total general
		10 – 19,9	20 – 29,9	30 – 39,9	40 – 49,9	50 – 59,9	≥60	
A	<i>B. sarmientoi.</i>	0,93	1,95	3,44	2,43	0,97	0,23	9,96
	<i>Caesalpinia paraguariensis</i>	0,38	0,82	0,82	0,25			2,26
<b>Sub total Vol valor comercial A m<sup>3</sup>/ha</b>		<b>1,31</b>	<b>2,77</b>	<b>4,26</b>	<b>2,67</b>	<b>0,97</b>	<b>0,23</b>	<b>12,22</b>
B	<i>Schinopsis lorentzii</i>	0,20	1,47	0,58	0,71	0,57		3,53
	<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	0,10	0,14					0,24
	<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i>	0,82	2,91	4,71	3,42	0,94	1,11	13,91
<b>Sub total Vol valor comercial B m<sup>3</sup>/ha</b>		<b>1,12</b>	<b>4,51</b>	<b>5,29</b>	<b>4,13</b>	<b>1,52</b>	<b>1,11</b>	<b>17,67</b>
C	<i>Salta triflora</i>	0,61	0,18					0,79
	<i>Ceiba speciosa</i>	0,14	0,34	0,71	0,59	0,66	15,35	17,79
	<i>Prosopis ruscifolia</i>	0,36	0,04	0,05				0,45
<b>Sub total Vol valor comercial C m<sup>3</sup>/ha</b>		<b>1,10</b>	<b>0,57</b>	<b>0,76</b>	<b>0,59</b>	<b>0,66</b>	<b>15,35</b>	<b>19,03</b>
D	<i>Prosopis kuntzei</i>	0,27	0,49	0,56		0,27	0,49	1,33
	<i>Ziziphus mistol</i>	0,43	0,55	0,08	0,15	0,43	0,55	1,21
	<i>Anisocapparis speciosa</i>	0,14	0,03			0,14	0,03	0,17
	<i>Tabebuia nodosa</i>	1,72	1,70	1,11	0,46	1,72	1,70	5,00
	<i>Cercidium praecox</i> ssp. <i>praecox</i>	0,19	0,08			0,19	0,08	0,26
	<i>Microlobiusfoetidus</i>	0,04				0,04		0,04
<b>Sub total Vol valor comercial D m<sup>3</sup>/ha</b>		<b>2,79</b>	<b>2,86</b>	<b>1,75</b>	<b>0,61</b>	<b>2,79</b>	<b>2,86</b>	<b>8,08</b>
<b>Total m<sup>3</sup>/ha</b>		<b>6,32</b>	<b>10,71</b>	<b>12,06</b>	<b>8,00</b>	<b>5,94</b>	<b>19,55</b>	<b>57,00</b>

Fuente: Unique Wood Paraguay S.A. (2016)

El error del volumen obtenido con los resultados del inventario fue de 14,27% a un nivel de confianza del 95% (Anexo 26).





## Volumen de *B. sarmientoi* por hectárea según el sitio (m<sup>3</sup>/ha)

El volumen por hectárea promedio de *B. sarmientoi* varía dependiendo de la ecorregión y del sitio.

Ecorregión		Parcela	m <sup>3</sup> /ha
<b>Chaco húmedo</b>	Volumen total de todas las especies/ha >= 10 cm DAP en ecorregión Chaco húmedo: <b>16,8 m<sup>3</sup></b>	1	0,3
		2	1,0
		3	1,8
		4	1,4
<b>Volumen promedio de <i>B. sarmientoi</i> Chaco húmedo</b>			<b>4,5</b>
<b>Chaco seco</b>	Volumen total de todas las especies/ha >= 10 cm DAP en ecorregión Chaco seco: <b>34,6 m<sup>3</sup></b>	5	0,20
		6	0,16
		7	0,15
		8	0,02
		13	0,40
		14	0,47
		15	0,60
		16	0,18
		17	0,37
		18	0,36
		19	0,07
		20	0,33
		21	0,54
		22	0,48
23	0,15		
24	0,17		
25	0,04		
26	0,45		
27	0,26		
28	0,05		
<b>Volumen promedio de <i>B. sarmientoi</i> Chaco seco</b>			<b>5,5</b>
<b>Pantanal</b>	Área basal total de todas las especies/ha >= 10 cm DAP en ecorregión Pantanal: <b>7,9 m<sup>2</sup></b>	9	0,21
		11	0,23
<b>Volumen promedio de <i>B. sarmientoi</i> Pantanal</b>			<b>0,4</b>

Fuente: Unique Wood Paraguay S.A. (2016)





### Volumen total cosechable

Se registra un volumen total cosechable de 31,28 m<sup>3</sup> por hectárea correspondiente a todas las especies del bosque inventariado. Sin embargo, el samu'û (*Ceiba speciosa*) representa el 33 % de este volumen, el Palo santo, debido al menor DMC, representa el 23 %.

**Tabla 16. Volumen total cosechable según valor comercial de las especies (m<sup>3</sup>/ha)**

Valor comercial	DMC INFONA (cm)	Especie	Clase diamétrica				Total general
			30 – 39,9	40 – 49,9	50 – 59,9	≥60	
A	30	<i>B. sarmientoi</i>	3,44	2,43	0,97	0,23	<b>7,07</b>
	40	<i>Caesalpinia paraguariensis</i>		0,25			<b>0,25</b>
B	40	<i>Schinopsis lorentzii</i>		0,71	0,57		<b>1,28</b>
		<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i>		3,42	0,94	1,11	<b>5,47</b>
C	40	<i>Ceiba speciosa</i>		0,59	0,66	15,35	<b>16,60</b>
D	40	<i>Ziziphus mistol</i>		0,15			<b>0,15</b>
		<i>Tabebuia nodosa</i>		0,46			<b>0,46</b>
<b>Total Vol cosechable m<sup>3</sup>/ha</b>			<b>3,44</b>	<b>8,01</b>	<b>3,14</b>	<b>16,69</b>	<b>31,28</b>

Fuente: Unique Wood Paraguay S.A. (2016)

### Volumen de fuste o altura A cosechable

El fuste o primera altura del árbol es de donde se obtiene el mayor volumen con valor maderable del árbol. Sin embargo, esta porción no siempre se encuentra en condiciones ideales para el aserrado, ésta porción puede verse afectada por enfermedades, acanaladuras, tortuosidades, inclinaciones.

La especie *Ceiba speciosa* presenta los valores más altos respecto al volumen cosechable de fuste de altura A con 6,77 m<sup>3</sup> por hectárea, más del 61% sobre el total, el Palo Santo tiene un volumen cosechable de 1,73 m<sup>3</sup> por hectárea (16 %).

**Tabla 17. Volumen cosechable de fuste o altura A por clase diamétrica y valor comercial (m<sup>3</sup>/ha)**

Valor comercial	DMC INFONA (cm)	Especie	Clases diamétricas				Total
			30 – 39,9	40 – 49,9	50 – 59,9	≥60	
A	30	<i>Bulnesia sarmientoi</i>	0,60	0,78	0,24	0,11	<b>1,73</b>
B	40	<i>Schinopsis lorentzii</i>		0,15	0,08		<b>0,23</b>
		<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i>		1,43	0,44	0,44	<b>2,31</b>
C	40	<i>Ceiba speciosa</i>		0,33	0,30	6,14	<b>6,77</b>
<b>Total Vol cosechable altura A m<sup>3</sup>/ha</b>						<b>11,04</b>	

Fuente: Unique Wood Paraguay S.A. (2016)

La distribución de la especie en las diversas clases diamétricas sirve para demostrar la disponibilidad y sustentabilidad del recurso bajo condiciones de manejo forestales sostenibles.



## Volumen cosechable de Palo santo según calidad de rollo

La calidad del rollo determina la mejor oportunidad de transformación para esa troza o sección del árbol.

Calidad de rollo	Clases diamétricas				Total (m <sup>3</sup> /ha)	Total (%)
	30 – 39,9	40 – 49,9	50 – 59,9	60 - 70		
1	1,91	1,91	0,64	0,23	4,69	66
2	1,40	0,39	0,23		2,01	29
3	0,13	0,14	0,10		0,37	5
<b>Total</b>	<b>3,44</b>	<b>2,43</b>	<b>0,97</b>	<b>0,23</b>	<b>7,07</b>	<b>100</b>

Fuente: Unique Wood Paraguay S.A. (2016)

De los 7,07 m<sup>3</sup> cosechables por hectárea año de Palo santo con calidad de rollo tipo 1, se desprende a su vez el volumen de fuste o altura A con calidad de rollo 1, de 1,56 m<sup>3</sup>/ha, significando el 22 % del volumen total cosechable de Palo santo (Tabla ).

Los volúmenes cosechables de la altura A del árbol representan fustes rectos, carentes de nudos, acanaladuras ni irregularidades, siendo este tipo de rollos comercializado para la elaboración de piezas macizas con la denominación de rollos parafinados.

Calidad óptima	Clases diamétricas				Total
	30 – 39,9	40 – 49,9	50 – 59,9	≥60	
1	0,51	0,74	0,20	0,11	1,56

Fuente: Unique Wood Paraguay S.A. (2016)

Calidad óptima	Clases diamétricas				Total
	30 – 39,9	40 – 49,9	50 – 59,9	≥60	
1	3	2			5

Fuente: Unique Wood Paraguay S.A. (2016)





### Número de árboles cosechables

De los 19 árboles por hectárea que superan el DMC, el 50% corresponde a la especie *B. sarmientoi* (9 árboles/ha).

Tabla 21. Número de árboles cosechables por hectárea							
Clase de madera	DMC INFONA (cm)	Especie	Clase diamétrica				Total general
			30 – 39,9	40 – 49,9	50 – 59,9	≥60	
A	30	Palo santo	5	2	1	1	9
	40	Guajakan		1			1
B	40	Coronillo		1			1
		Quebracho blanco		2	1		3
C	40	Samu'û		1		3	4
D	40	Palo cruz o labón		1			1
<b>Total general nº árboles cosechables/ha</b>			<b>5</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>19</b>

Fuente: Unique Wood Paraguay S.A. (2016)

### Composición florística

Fueron identificadas 10 familias botánicas y 18 especies forestales, siendo la familia de las FABÁCEAS la más presente.

Existen similitudes entre las ecorregiones respecto a las especies forestales asociadas al Palo santo (*B. sarmientoi*), en la mayoría de las parcelas inventariadas se registró el guami pire (*Salta triflora*), jukeri (*Acacia praecox*), karanda (*Prosopis kuntzei*), mistol (*Ziziphus mistol*), palo cruz o labón (*Tabebuia nodosa*), quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*), samu'û (*Ceiba speciosa*), yvyra nê (*Microlobius foetidus*).

En las ecorregiones Chaco húmedo y Pantanal, la especie más abundante es el labón o palo cruz (*Tabebuia nodosa*), en la ecorregión Chaco seco el quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*) es la más abundante, coincidiendo con la definición establecida por Grulke (1994).

Tabla 23. Listado florístico general del inventario forestal relevado en el presente estudio	
Familia	
Nombre científico	Nombre local
<b>ANACARDIACEAE</b>	
<i>Schinopsis lorentzii</i> (Griseb.) Engl.	Coronillo
<b>APOCYNACEAE</b>	
<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i> Schltldl.	Quebracho blanco
<b>BIGNONIACEAE</b>	



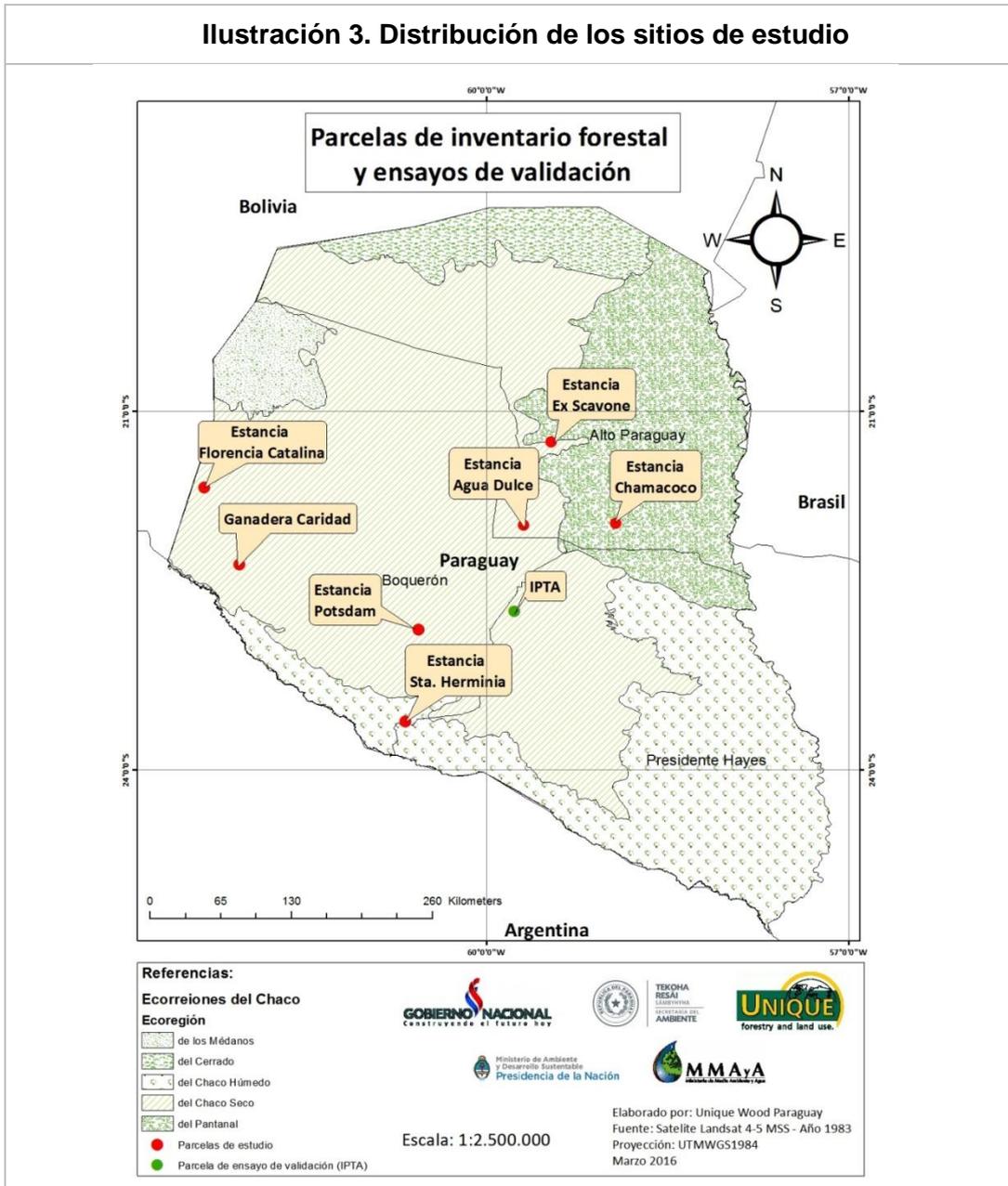
**Tabla 23. Listado florístico general del inventario forestal relevado en el presente estudio**

<i>Tabebuia nodosa</i> (Griseb.) Griseb.	Palo cruz o labón
<b>BOMBACACEAE</b>	
<i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Ravenna	Samu'ú
<b>CAPPARACEAE</b>	
<i>Anisocapparis speciosa</i> (Griseb.)X. Cornejo & H.H. Iltis	Pajagua naranja
<b>FABACEAE</b>	
<i>Prosopis affinis</i> Spreng.	Algarrobilllo
<i>Acacia aroma</i> Gillies ex Hook&Arn.	Aromita
<i>Caesalpinia paraguariensis</i> (D. Parodi) Burkart	Guajakan
<i>Acacia bonariensis</i> Gillies ex Hook.	Jukeri morotí
<i>Acacia praecox</i> Griseb.	Jukeri
<i>Prosopis kuntzei</i> Harms	Karanda
<i>Cercidium praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Burkt & Cartes ssp. <i>praecox</i>	Verde olivo
<i>Prosopis ruscifolia</i> Griseb.	Viñal
<i>Microlobius foetidus</i> (Jacq.) M.	Yvyra nê
<b>POLYGONACEAE</b>	
<i>Salta triflora</i> Griseb.	Guaimi pire
<b>RHAMNACEAE</b>	
<i>Ziziphus mistol</i> Griseb.	Mistol
<b>SAPOTACEAE</b>	
<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Roem. & Schult.) T.D. Penn.	Guajaivi rai
<b>ZYGOPHYLLACEAE</b>	
<i>B. sarmientoii</i> Lorentz ex Griseb.	Palo Santo

Fuente: Unique Wood Paraguay S.A. (2016)



**Ilustración 3. Distribución de los sitios de estudio**



Fuente: Unique Wood Paraguay S.A. (2016) (Anexo 8)





## Estimación del crecimiento de Palo santo (*Bulnesia sarmientoi*) (Epidometría - Análisis troncal)

### Edad de los árboles muestreados

Fueron apeados 12 árboles de *Bulnesia sarmientoi* para determinar la edad de cada uno a través del conteo de los anillos de crecimiento.

<b>Tabla 24. Estimación de las edades de los árboles muestreados</b>								
Nº de árbol	Departamento	Ecorregión	DAP (cm)	Conteo directo		Conteo digital		Edad estimada (años)
				Cant. de anillos	Crecimiento	Cant. de anillos	Crecimiento	
1	Presidente Hayes	Chaco Húmedo	51,0	181	0,28	178	0,29	<b>180</b>
2	Boquerón	Chaco Seco	32,5	107	0,30	112	0,29	<b>109</b>
3	Boquerón	Chaco Seco	35,3	128	0,28	128	0,28	<b>128</b>
4	Presidente Hayes	Chaco Húmedo	43,1	121	0,36	115	0,38	<b>119</b>
5	Alto Paraguay	Pantanal	35,0	121	0,29	123	0,28	<b>122</b>
6	Alto Paraguay	Pantanal	45,5	132	0,35	133	0,34	<b>132</b>
7	Boquerón	Chaco Seco	39,3	155	0,25	155	0,25	<b>155</b>
8	Boquerón	Chaco Seco	35,6	146	0,24	147	0,24	<b>146</b>
9	Alto Paraguay	Chaco Seco	31,9	95	0,34	95	0,34	<b>95</b>
10	Alto Paraguay	Chaco Seco	39,0	99	0,39	101	0,39	<b>100</b>
11	Alto Paraguay - Agua dulce	Chaco Seco	31,0	115	0,27	113	0,27	<b>114</b>
12	Alto Paraguay - Agua dulce	Chaco Seco	36,0	106	0,34	104	0,35	<b>105</b>
<b>Media</b>					<b>0,31</b>		<b>0,31</b>	
<b>Desviación estándar</b>					<b>0,05</b>		<b>0,05</b>	
<b>Nivel de confianza (95,0%)</b>					<b>0,03</b>		<b>0,03</b>	
<b>Error %</b>					<b>9,50</b>		<b>9,87</b>	

Fuente: Unique Wood Paraguay S.A. (2016)



### Incremento diamétrico estimado de los árboles

El Incremento Medio Anual obtenido fue de 0,31 cm (+/- 0,02), al 95% de confianza. Los valores de incremento variaron entre 0,27 y 0,39 cm.

Tabla 25. Estimación de las edades de los árboles muestreados					
Nº de árbol	Departamento	Ecorregión	DAP (cm)	Edad estimada (años)	IMA (cm)
1	Presidente Hayes	Chaco Húmedo	51,0	180	0,28
2	Boquerón	Chaco Seco	32,5	109	0,31
3	Boquerón	Chaco Seco	35,3	128	0,28
4	Presidente Hayes	Chaco Húmedo	43,1	119	0,36
5	Alto Paraguay	Pantanal	35,0	122	0,29
6	Alto Paraguay	Pantanal	45,5	132	0,34
7	Boquerón	Chaco Seco	39,3	155	0,29
8	Boquerón	Chaco Seco	35,6	146	0,27
9	Alto Paraguay	Chaco Seco	31,9	95	0,33
10	Alto Paraguay	Chaco Seco	39,0	100	0,39
11	Alto Paraguay - Agua dulce	Chaco Seco	31,0	114	0,30
12	Alto Paraguay - Agua dulce	Chaco Seco	36,0	105	0,28

Fuente: Unique Wood Paraguay S.A. (2016)

El Palo Santo (*Bulnesia sarmientoi*) puede considerarse una especie de crecimiento lento. Se pueden comparar los espesores de anillos con otras especies arbóreas de la Región Chaqueña como *Schinopsis quebracho-colorado*, con un espesor medio de 2,19 mm (Giménez, Ríos, 2000) y *Aspidosperma quebracho-blanco* con 2,1 mm (Giménez, A. et al., 2007).

La evolución del DAB y la edad son relevantes para determinar estructuras de edades para bosques irregulares. Para un DAB de 45 cm corresponde una edad de 100 años. Los límites de confianza generales estimados en el presente trabajo son menores (0,29 - 0,33 cm/año).

### Incremento en altura de los árboles

Los valores de incremento medio anual de la altura del fuste, variaron entre 7,1 a 13,3 cm/año. El promedio general obtenido fue de 10,5 cm/año.

Tabla 26. Estimación del incremento en altura de los árboles muestreados					
Nº de árbol	Departamento	Ecorregión	Altura Total (m)	Edad estimada (años)	IMA altura (cm/año)
1	Presidente Hayes	Chaco Húmedo	17	180	9,5
2	Boquerón	Chaco Seco	12	109	11,1
3	Boquerón	Chaco Seco	11	128	8,6
4	Presidente Hayes	Chaco Húmedo	13	119	10,9
5	Alto Paraguay	Pantanal	13	122	10,7
6	Alto Paraguay	Pantanal	15	132	11,3



7	Boquerón	Chaco Seco	11	155	7,1
8	Boquerón	Chaco Seco	12	146	8,2
9	Alto Paraguay	Chaco Seco	10,6	95	11,2
10	Alto Paraguay	Chaco Seco	13	100	13,0
11	Alto Paraguay - Agua dulce	Chaco Seco	12,4	114	10,9
12	Alto Paraguay - Agua dulce	Chaco Seco	14	105	13,3

Fuente: Unique Wood Paraguay S.A. (2016)

### Incremento en volumen de los árboles

El Incremento Medio Anual del volumen varió entre 0,06 a 0,015 m<sup>3</sup>/año, el promedio fue de 0,009 m<sup>3</sup>/año al 95% de confianza.

<b>Tabla 27. Estimación del incremento en volumen de los árboles muestreados</b>						
Nº de árbol	Departamento	Ecorregión	Altura Total (m)	Área basal (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	IMA volumen (m <sup>3</sup> )
1	Presidente Hayes	Chaco Húmedo	17	0,204	2,69	0,015
2	Boquerón	Chaco Seco	12	0,083	0,77	0,007
3	Boquerón	Chaco Seco	11	0,098	0,83	0,007
4	Presidente Hayes	Chaco Húmedo	13	0,146	1,47	0,012
5	Alto Paraguay	Pantanal	13	0,096	0,97	0,008
6	Alto Paraguay	Pantanal	15	0,163	1,89	0,014
7	Boquerón	Chaco Seco	11	0,121	1,03	0,007
8	Boquerón	Chaco Seco	12	0,100	0,93	0,006
9	Alto Paraguay	Chaco Seco	10,6	0,080	0,66	0,007
10	Alto Paraguay	Chaco Seco	13	0,119	1,20	0,012
11	Alto Paraguay - Agua dulce	Chaco Seco	12,4	0,075	0,73	0,006
12	Alto Paraguay - Agua dulce	Chaco Seco	14	0,102	1,10	0,010

Fuente: Unique Wood Paraguay S.A. (2016)



**Figura 3. Trozas para conteo de anillos de crecimiento**



## 2.5. Regeneración natural del *Bulnesia sarmientoi*

La regeneración natural es la capacidad de una masa forestal de producir nuevos individuos a partir de semillas, emisión de brotes, renuevos de sepa y/o de raíz, logrando la perpetuación de la misma, sin intervención de la mano del hombre (Serrada, 2003).

El término regeneración incluye además los diferentes tipos de manipulación forestal que conducen intencionadamente a un nuevo estado más productivo del crecimiento del bosque. Esta definición incluye prácticas silviculturales que utilizan la densidad y distribución de los árboles, el volumen en pie de diferentes categorías y estados, al igual que la composición de especies (Melo *et al.*, 2003).

La regeneración constituye la fase temprana y más frágil del ciclo de vida del bosque y contribuye a mantener su continuidad en el tiempo y espacio, consistente en un banco de renovales o plántulas en el sotobosque, que se va renovando a lo largo de los años.

El banco de plántulas es considerado dentro de las mediciones efectuadas en los inventarios forestales, a fin de caracterizar la aptitud de respuesta de recuperación del rodal ante un disturbio generalizado, como lo es una intervención silvícola (Martínez *et al.*, 2004).

El éxito de cualquier regeneración depende de varios factores que frecuentemente varían según la especie. En todo caso, son imprescindibles dos condiciones: las cantidades de semillas viables y las condiciones microclimáticas y edáficas adecuadas para la germinación (Louman *et al.*, Op. Cit. y Lamprecht, Op. Cit., citado por Ramírez, 2011).



Un estudio realizado por Ramírez (2011) sobre la regeneración natural del Palo santo en la ecorregión Chaco húmedo establece una clasificación en plántulas (< 0,30 m de altura), brinzales (> 0,30 m hasta 1,50 m de altura), latizales bajos (> 1,50 m de altura hasta 4,99 cm de DAP) y latizales altos (5 cm hasta 9,99 cm de DAP).

La regeneración natural de las especies registró a los árboles con DAP menor a 10 cm y mayor a 5 cm, en lo que se denomina Latizal alto.

Fueron identificadas en total 10 familias botánicas y 16 especies forestales, siendo la familia de las FABACEAS la más presente. Se registraron 281 árboles de regeneración natural por hectárea, el 18% corresponde a la especie del Palo santo (*B. sarmientoii*) con 51 árboles/ha.

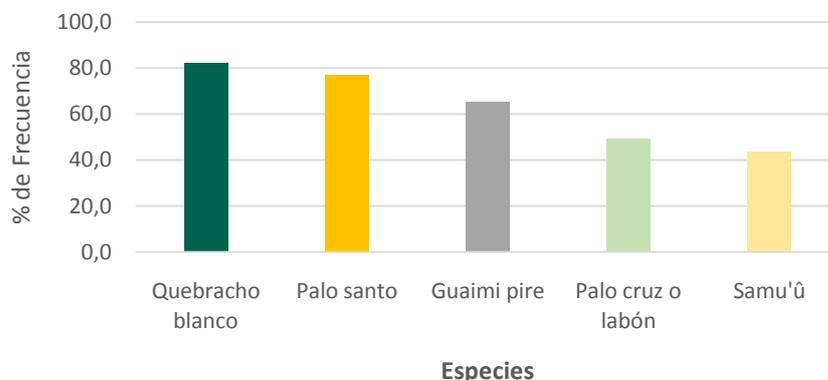
El guami pire (*Salta triflora*) es la especie más abundante de la regeneración natural del bosque, representa el 28% de los individuos con 78 árboles/ha. (Unique Wood Paraguay S.A., 2016)

<b>Tabla 28. Regeneración natural (Nº árboles con DAP &lt;10cm/ha)</b>			
<b>Calidad de rollo</b>	<b>Especies</b>	<b>Regeneración (Nº árboles/ha)</b>	<b>%</b>
<b>A</b>	<i>Caesalpinia paraguariensis</i>	18	6,5
	<i>Bulnesia sarmientoii</i>	51	18
<b>B</b>	<i>Schinopsis lorentzii</i>	1	0,3
	<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	3	1
	<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i>	55	20
<b>C</b>	<i>Salta triflora</i>	78	28
	<i>Ceiba speciosa</i>	3	0,9
	<i>Prosopis ruscifolia</i>	10	3,7
<b>D</b>	<i>Prosopis affinis</i>	1	0,1
	<i>Acacia aroma</i>	1	0,1
	<i>Acacia praecox</i>	1	0,1
	<i>Prosopis kuntzei</i>	13	4,7
	<i>Ziziphus mistol</i>	5	1,8
	<i>Anisocapparis speciosa</i>	15	5,5
	<i>Tabebuia nodosa</i>	12	4,3
	<i>Cercidium praecox ssp. praecox</i>	7	2,5
<i>Microlobius foetidus</i>	7	2,5	
<b>Total nº árboles regeneración/ha</b>		<b>281</b>	<b>100</b>

Fuente: Unique Wood Paraguay S.A. (2016)

En cuanto a la frecuencia de regeneración, La regeneración del quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*) ocupa el 82% de las sub unidades de muestreo, encontrándose el Palo Santo (*B. sarmientoii*) presente en el 76,8% de la superficie total muestreada.

**Gráfico 6. Frecuencia de la regeneración (%)**



Fuente: Unique Wood Paraguay S.A. (2016)

Los árboles de futuro totalizaron 129 individuos por hectárea, el Palo santo (*B. sarmiento*) comprende 18 árboles/ha, representando el 14 %.

**Tabla 29. Número de árboles de futuro por hectárea**

Valor comercial	DMC INFONA (cm)	Especie	DAP (cm)			Total general
			10 – 19,9	20 – 29,9	30 – 39,9	
A	30	Palo santo	12	6		<b>18</b>
	40	Guajakan	4	3	1	<b>08</b>
B	40	Coronillo	1	4	1	<b>06</b>
		Guajaivi rai	1	1		<b>02</b>
		Quebracho blanco	11	7	6	<b>24</b>
C	40	Guaimi pire	12	1		<b>13</b>
		Samu'û	1	2	1	<b>04</b>
		Viñal	6	0		<b>06</b>
D	40	Karanda	3	1	1	<b>05</b>
		Mistol	6	2	0	<b>08</b>
		Pajagua naranja	3	0		<b>03</b>
		Palo cruz o labón	21	6	1	<b>28</b>
		Verde olivo	3	0		<b>03</b>
		Yvyra nê	1			<b>01</b>
<b>Total general nº árboles fututos/ha</b>			<b>85</b>	<b>33</b>	<b>11</b>	<b>129</b>

Fuente: Unique Wood Paraguay S.A. (2016)

### Reproducción sexual o por semillas

La floración de Palo Santo inicia en primavera y la época de fructificación es de mayo a junio, durando de 8 a 9 meses el proceso en condiciones naturales (Brack & Weik, 1994; Viveros, 2005).

Los frutos tienen forma de cápsula y su unidad de dispersión es la semilla, este medio de dispersión corresponde a la autocoria, mecanismo relacionado únicamente a la planta madre que deja caer las semillas una vez maduras.





Una experiencia de germinación de Palo santo en el Chaco argentino arrojó un porcentaje de viabilidad de semillas superior al 80%, con una sobrevivencia del 10% al cabo de dos meses. Los requerimientos hídricos de la especie indican que precisa de poco riego, altas temperaturas y abundante luz solar (Haene & Aparicio, 2001). Se ha demostrado además que la salinidad no es una variable que afecta a la germinación del Palo Santo (Galeano, 2014).

### **Reproducción asexual o por raíces**

La reproducción asexual ocurre a través de raíces gemíferas, que son yemas en el extremo de las mismas cubiertas por un meristemo.

En un estudio realizado en un sistema silvopastoril por Toews (2004), en parcelas ubicadas en el Dpto. de Boquerón (22° 05'11,1" S y 59°25'50,4" W), se ha encontrado que la regeneración de individuos de *Bulnesia sarmentoi* proveniente de los rebrotes de raíces es abundante, 338 individuos para una superficie de 7,2 ha; correspondiente a unos 47 individuos/ha.

### **Abundancia de regeneración**

El rango de abundancia de regeneración del Palo santo va de 60 a 250 árboles/ha, sin embargo los estudios no concluyen sobre la manera de reproducción de esta especie por lo que no es posible distinguir si las plántulas provienen de semillas o de reproducción asexual (Pérez de Molas & Mereles, 2007).

La densidad poblacional de la regeneración natural registrada en una parcela fue de 455 individuos/ha, abarcando las categorías de plántulas (<0,29 m de altura), brinzales (desde 0,3 a 1,5 m de altura), latizal bajo (desde 1,6 m de altura hasta 4,9 cm de DAP) y latizal alto (desde 5 a 9,9 cm de DAP). Los valores de abundancia registrados en esta investigación son elevados y pueden estar influenciados por las condiciones ambientales del área de estudio, ya que la misma cuenta con un ambiente ideal para su reproducción (Ramírez, 2011).

En el Chaco argentino, la regeneración de Palo Santo presenta una abundancia de 150 árboles por hectárea. Los valores de renovación observados (DAP 0 – 10 cm) fueron muy variables, aunque entérminos generales eran bajos o mostraron ausencias llamativas en algunas clases, se notó la escasez de individuos en la clase superior de los renovales (7 a 9,9 cm de DAP) y la mayoría de los renovales se concentraba en la clase de 0 a 3,9 cm de DAP. Lo observado sugiere o bien problemas de supervivencia natural de los brotes de Palo Santo, o el efecto negativo del ramoneo del ganado vacuno disperso en toda la región (Degano & Zerbato, 2009).

A continuación se presentan las clasificaciones de regeneración definidas por sus diámetros y alturas según Ramírez (2011). En todos los casos, el límite inferior es de cero individuos/ha, esta gran variabilidad se debe al elevado error determinado en cada una de las categorías.





**Tabla 30. Regeneración natural de Palo Santo (95% de confianza)**

Estructura vertical	Parámetros	Abundancia		Frecuencia (%)
		Promedio (árboles/ha)	Límite Superior (árboles/ha)	
Latizal alto	5cm a 9,9 cm de DAP	60	130	40
Latizal bajo*	>5 cm DAC >1,5m altura	20	62	5
Brinzal*	≥0,30 a 1,50 m altura	250	553	7,5
Plántulas*	Hasta 0,29 m	125	375	1,25
<b>Total</b>		<b>455</b>	<b>1120</b>	

Fuente: Ramírez (2011)

\*El 100% de los individuos registrados en estas categorías provienen de brotes de raíces.

### Frecuencia de regeneración

La cantidad de individuos por hectárea guarda relación con la distribución de la especie. En la frecuencia de los últimos estratos de regeneración se registran bajos porcentajes en relación a la abundancia de los mismos, los árboles se agrupan en pequeñas superficies del bosque, indicando una distribución en forma agrupada.

La frecuencia absoluta de cada una de las categorías de la regeneración natural establece que todos los individuos de la categoría Plántulas (< 0,29 m de altura) representan 1,25 %, los Brinzales (> 0,30 m hasta 1,50 m de altura) 7,5 %, los Latizales bajos (>1,50 m de altura hasta 4,9 cm de DAP) 5 % y los Latizales altos (5cm hasta 9,9 cm de DAP) 40 %, siendo ésta la categoría que presentó la mayor presencia de individuos en las unidades relevadas. Es notable la escasa presencia de individuos de las 3 primeras categorías (Ramírez, 2011).

### Crecimiento y sanidad

El Palo santo es una especie de crecimiento lento, con anillos finos (2,1 mm), alcanzando los 42 cm de DAB a una edad estimada de 100 años. El máximo espesor de los anillos se presenta a los 50-55 años de edad, a su vez la albura está formada por un promedio de 8 anillos de crecimiento (Giménez, A. *et al.*, 2007).

La sanidad de los árboles hace referencia a la calidad en cuanto a estado fitosanitario (sanos, enfermos, con heridas, acanalados) y calidades de fuste (recto, tortuoso, inclinado). Los defectos más frecuentes de la madera de Palo santo en rollo son las costillas basales y la excentricidad del fuste (Giménez, A. *et al.*, 2007).

En un estudio realizado durante la cosecha, para determinar los daños y el estado fitosanitario de los árboles de Palo santo, determinó que el 67 % de los árboles cosechados estaban afectados en menos del 25 %, mientras que los árboles afectados en más de un 50% de la troza fueron el 100 % de los que se cosecharon con más de 35 cm de DAP (Unique Wood, 2012).

**Figura 4. Sanidad de Palo santo a 1,30 m de altura**



Fuente: Unique Wood Paraguay S.A. (2016)

## 2.6. Cupos nacionales de Exportación Anual

La Autoridad Administrativa decide establecer los siguientes cupos precautorios de exportación: **para madera** 1.400 toneladas/año y **extracto** 250 toneladas/año a partir del año 2014, con un tiempo de duración de 2 años.

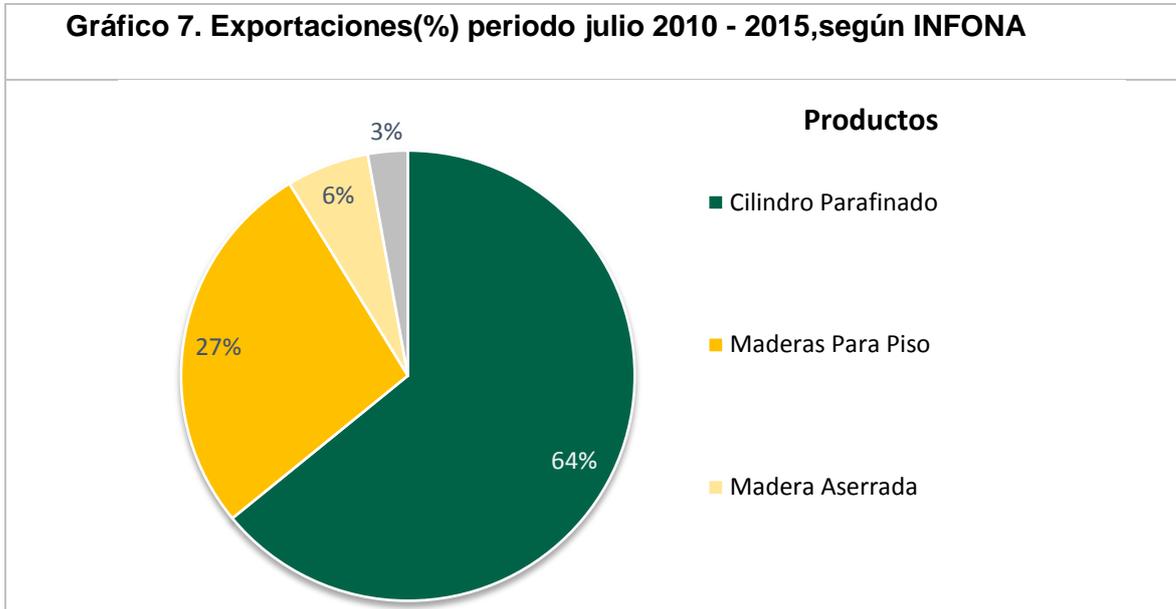
Por Resolución SEAM N° 34/16 “Por la cual se establecen los cupos de exportación para el año 2016 de madera y extracto de la especie *Bulnesia sarmientoi* (Palo santo)”. Los cupos precautorios se mantienen en la misma cantidad que el año 2015.

Con los estudios que se están realizando se podrían cambiar los cupos de precautorios a permanentes, con un control periódico de la Autoridad Científica sobre los planes de manejo otorgados en las zonas de distribución de la especie.

## 2.7. Utilización y Comercio de especímenes de *Bulnesia sarmientoi*

Los productos de Palo Santo exportados en el periodo de julio de 2010 a 2015, totalizan 6.186 toneladas según la Dirección de Comercio e Industria Forestal del INFONA. De la diversidad de artículos despachados, el cilindro parafinado es el producto más exportado con 3.964 toneladas en total.

**Gráfico 7. Exportaciones(%) periodo julio 2010 - 2015, según INFONA**

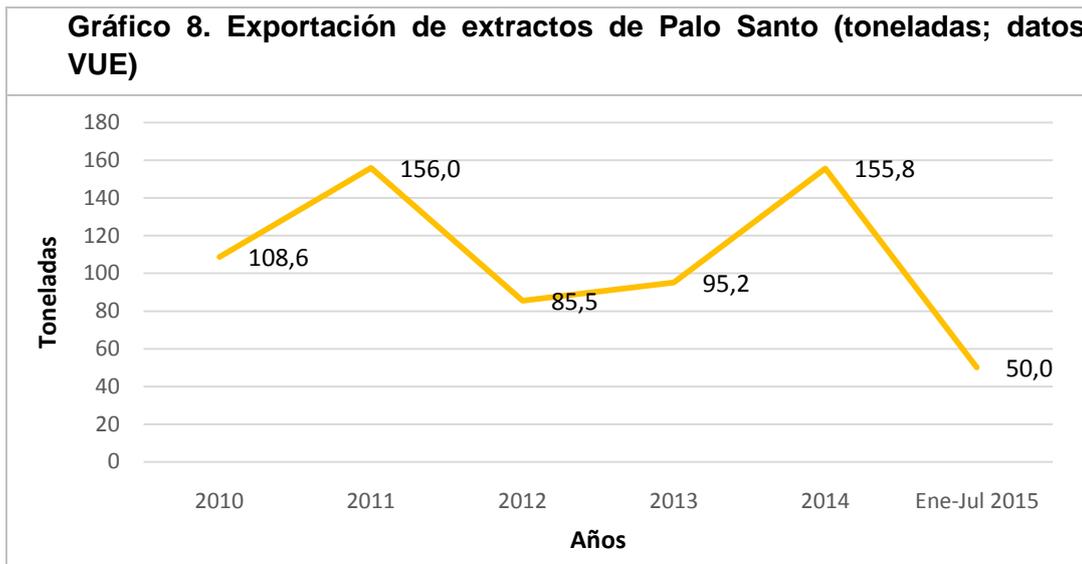


Fuente: Dirección de Comercio e Industria Forestal, INFONA (2015)

### exportacion de extracto

Los principales destinos de exportación de extractos de los últimos tres años son Alemania, Estados Unidos de América, Francia, India, Países Bajos, España, Italia, Brasil y los Emiratos Árabes Unidos, representando entre ellos cerca de USD 783.000 anuales de ingresos al país.

**Gráfico 8. Exportación de extractos de Palo Santo (toneladas; datos VUE)**



Fuente: REDIEX, VUE (2015)



## **UTILIZACIÓN Y COMERCIO EN PARAGUAY**

### **Uso Maderable**

La especie tiene utilidad principalmente forestal, la madera es muy apreciada, debido a sus características. Se utiliza para la elaboración de muebles finos, para pisos parquet, en tonería, para fabricar artículos varios decorativos, no solo por el aspecto debido a sus colores vistosos sino también por el aroma de su madera.

También es muy utilizada en artesanía. Estos usos derivan del conocimiento popular de las culturas indígenas, que fue estudiado y publicado por varios profesionales, como Arenas, P., Schmedda, G., L. Tortorelli, Martínez Crovetto, R., Scarpa, G., entre otros.

El uso local que se le da a la especie es normalmente el de postes, ya que es prácticamente imputrescible bajo tierra, debido al alto contenido de resinas (CoP15 Prop.42-p.2). También se aprovecha como leña, dado que su humo es fragante y se enciende fácilmente (PC16Doc. 21.2. (Rev.1)) y por la poca producción de cenizas (Giménez, 2007).

Los nativos de la región Chaqueña, utilizan la madera para fabricar armas como garrotes y lanzas, como armazones para sus viviendas, como herramientas para sus actividades productivas y hasta para cavar la sepultura de sus difuntos, también para ahuyentar mosquitos y otras alimañas (Mereles, 2007).

El uso de bujes navales de palo santo también es muy antiguo, según Mereles, (2007) se ha observado en Paraguay grandes cantidades de rollos alisados, apilados por diámetros (desde menos de 10 cm de diámetro, medido a unos 1.40 m de altura) con esa finalidad.

Como especie medicinal, se utiliza la madera, como antifebril, sudorífico, depurativo y diurético. Los indígenas Maka utilizan la madera como cicatrizante contra heridas producidas por pirañas (Pin, 2009). Está comprobada la actividad bactericida en el extracto de la madera de la especie (Salvat, A., et al, 2004). También se utiliza la madera para elaborar una pasta contra el dolor de golpes y hematomas.

En la medicina popular se le atribuyen propiedades a la corteza, la madera y a las hojas; para tratar dolores de pecho, de estómago, espalda y de cabeza, para la tos, granos y mordeduras, golpes, reuma, heridas, disolver hemorragias internas (Schulz, 1997), contra la tuberculosis (Filipov, 1997), para la piorrea, como diurética (Arenas, 1981), depurativo orgánico, para afecciones de la piel (Mereles y Degen, 1997) y enfermedades del sistema nervioso (Amat y Yajía, 1991); en la medicina tradicional veterinaria, es utilizada como expectorante en caballos (Scarpa, 2000).

### **El uso del extracto**

El aceite esencial del palo santo es muy apreciado. Está compuesto principalmente por Guayacol, Bulnesol y Sesquiterpenos aromáticos (Rempel, 2003). El uso del aceite de guaiac o guayacol es antiguo, se registra ya en la época pre-renacentista.

Se utiliza actualmente en la industria cosmética y perfumería, debido a su olor suave y agradable similar al de la rosa y con menor intensidad el de violeta; debido a esta similitud, suele emplearse en la adulteración del aceite de rosa (Rodilla, 2011).

La esencia del palo santo también es medicinal, ya que es un poderoso cicatrizante y desinfectante de heridas. Se expende la esencia bajo el nombre de "extracto de Palo santo",





también es repelente de insectos, antifúngico cutáneo y para desinfección de heridas (Pin, 2009).

La materia prima que se utiliza para la obtención de este aceite es la madera descortezada, la extracción se logra a partir de trituración de la misma, ya que se encuentra en el leño de la planta, éstas son reducidas a aserrín. Generalmente es utilizada la madera Tipo 2 por los colonos menonitas, es decir, los restos de los cambios de uso de tierra resultantes de las licencias otorgadas por el INFONA, lo que permite aprovechar estos "restos" y evitar la quema de los mismos. El aserrín seco es cargado en pipones, donde por arrastre de vapor la esencia en estado líquido pasa a los condensadores y finalmente son recogidos en vasos florentinos o esencieras. No se necesita mucha refrigeración, se solidifica entre 35 a 40 °C. Al alcanzar la temperatura ambiente, la esencia queda como un líquido viscoso, que se cuaja lentamente volviéndose una masa amarilla a verdosa y se funde entre 40 a 50 °C, una vez fundida queda en estado líquido por largo tiempo. Esta es la forma en que se la envasa y se vuelve a solidificar en el envase a ser comercializado.

El procedimiento completo dura en promedio unas 9 horas. El rendimiento promedio oscila entre 4 a 4.25%, es decir, se necesitan aproximadamente entre 4.25 Kg de aserrín para obtener 1 kilogramo de esencia.

En Paraguay se exporta este producto desde 1.965, comenzando con dos unidades productoras ubicadas en las comunidades de colonos menonitas de Filadelfia y Loma Plata, del Chaco Paraguayo (Centro de Promoción de Exportaciones, MIC, 1971).

La especie se encuentra con anotación #11 dentro del Apéndice II, lo que excluye al aceite esencial, como la Conferencia de las Partes aún no ha definido algunos términos utilizados en las anotaciones, la Secretaría, a fin de ofrecer orientación a las Partes en materia de aplicación, ha acuñado las siguientes definiciones de estos términos utilizados en las anotaciones (Notificación a las partes N° 2010/036):

- *Se entiende por "aceite esencial" el líquido hidrofóbico obtenido a partir del material vegetal natural mediante destilación con agua o vapor. El aceite esencial es ulteriormente separado de la fase acuosa por medios físicos.*
- *Se entiende por "extractos" las sustancias extraídas del material vegetal en bruto, a menudo utilizando un disolvente como el etanol o el agua.*

Además, Paraguay comunicó a CITES su decisión de autorizar el comercio del aceite esencial y de madera de *B. sarmientoi* (Notificación a las Partes N° 2011/009).



## Comercio legal

Datos otorgados por la Ventanilla Única de Exportación (VUE), registraban 24 empresas exportadoras en el año 2009, quedando en la actualidad solo 5 empresas exportan de madera de palo santo y 5 de 10 que operaban en el mismo año, quedan a la actualidad como exportadores de extracto.

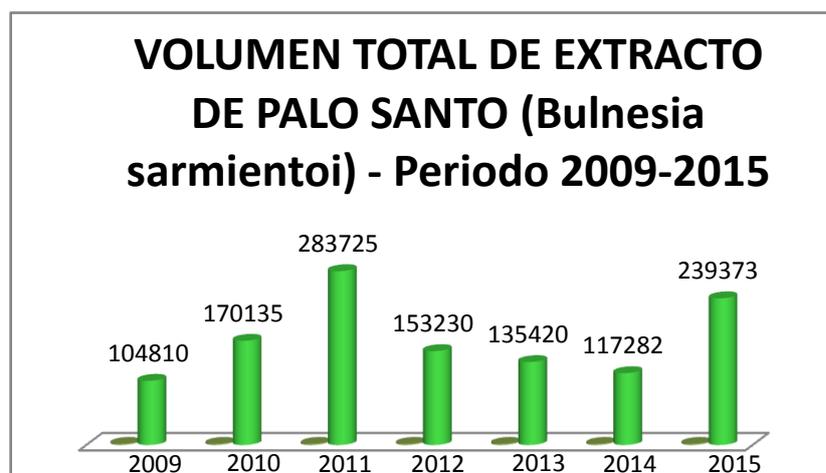
**Tabla 31..** Cantidad en Kg exportado por año de madera (INFONA, 2015)

Años	Kg/año
2009	532.866,25
2010	1.352.751
2011	2.395.648
2012	785.228,92
2013	350.630
2014	605.140
2015	164610
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>6186874,17</b>

La comercialización de los productos derivados se realiza en diferentes tipos de especímenes, todos manufacturados a excepción de los cilindros para bujes. Entre los productos procesados exportados se encuentran:

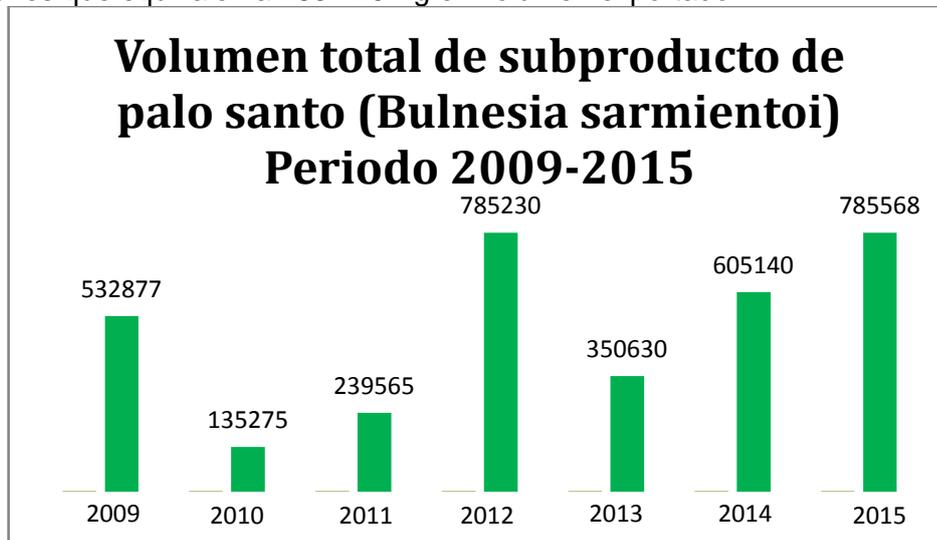
- Productos Tipo 1: en forma de cilindros y bujes, con mayor rendimiento, sanos, con medidas entre 19 a 49 cm de diámetro y entre 1 a 1,74 cm de largo.
- Productos Tipo 2: en forma de láminas para piso parquet, con las medidas de las de Tipo 1, pero presentan daños físicos, como agujeros.
- Productos Tipo 3 (no maderable): esencia de palo santo.

**Grafico 9. Comercialización de productos derivados de *Bulnesia sarmientoi***



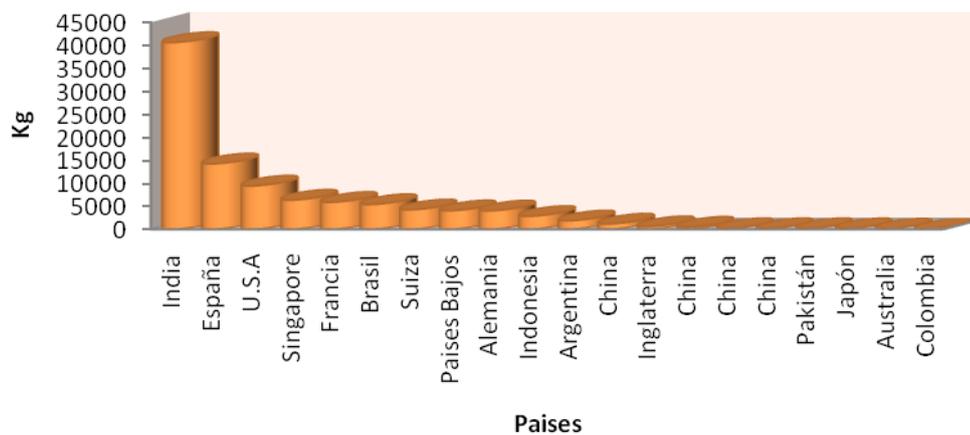
Datos de Permisos CITES

Dentro de este periodo el año con mayor demanda fue el 2011 con un 40 % de las exportaciones que equivalen a 283.725 Kg en volumen exportado.

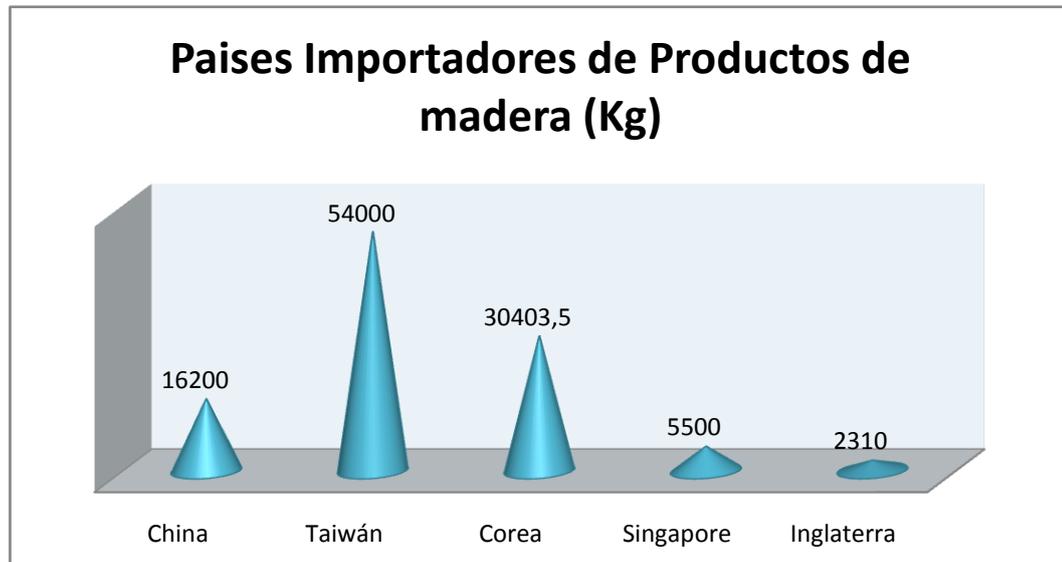


**Grafico 10.** Datos de permisos de Permisos CITES

### Países Importadores de extracto



**Grafico 11..** Países de destino de las transacciones de extracto de palo santo (Fuente permisos CITES)



**Grafico 12..** Países de destino de las transacciones de derivados de madera de palo santo (Fuente permisos CITES)

El país importador que tiene mayor demanda de productos derivados de madera de palo santo es Taiwan, con mayor interés en cilindros macizos de madera que son utilizados en la fabricación de bujes para embarcaciones. (INFONA, datos de VUE)

### Comercio ilegal

Siguiendo con estas observaciones y con las identificadas durante el procesamiento de la información sobre el comercio, podemos deducir que el marco legal que protege al palo santo actualmente y el método de control es suficientemente efectivos y la extracción ilegal es casi desconocida..

De ocurrir el uso ilegal se supone que el mismo es para; **a.** comercialización de manera ilegal; **b.** aprovechamiento para fines propios en los establecimientos correspondientes; o **c.** simplemente se ha desperdiciado. Vale destacar que estos datos son teóricos, ya que no se obtiene información acerca de aquella madera que no se encuentra registrada en las resoluciones y guías emitidas por las instituciones a cargo

## 2.8 Amenazas sobre *Bulnesia sarmientoi*

### Estado de conservación

A nivel global la especie es considerada como de **Riesgo Bajo/dependiente de conservación** (Lower Risk/conservation dependent) por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, IUCN, en su Lista Roja de Especies Amenazadas. (IUCN, 2015)

Actualmente la especie se encuentra en el Apéndice II de la CITES, con anotación #11, que designa trozas, madera aserrada, láminas de chapa de madera, madera contrachapada, polvos y extractos.

En el año 2004, la SEAM publica su lista de “**elementos especiales**”, donde se incluye a la especie *Bulnesia sarmientoi*, con rango de categoría N2N3, que implica que el elemento está en peligro en el país debido a su rareza (6-20 localizaciones, pocos individuos por hectáreas), u otros factores que lo hagan muy propensos a desaparecer del país o región y



que el elemento es raro en el país o si bien es abundante en el país, es perseguido por el hombre por algún factor, según criterios del Centro de Datos para la Conservación – Paraguay.

A nivel nacional, según Resolución SEAM N° 2243/06, la especie es considerada como “En peligro de extinción” por otra parte en la Resolución SEAM N° 2531/06 especifica que las especies en peligro de extinción, no puede ser explotada ni industrial ni comercialmente a excepción de las que provienen de planes de manejo aprobado por las autoridades competentes, que cuentan con sus correspondientes licencias ambientales.

### **Amenazas dentro del país**

#### **Degradación o pérdida de hábitat**

Según datos oficiales de la Secretaria del Ambiente a través de la Dirección de Geomatica, se ha realizado un monitoreo semestral de la deforestación en Paraguay, a la fecha el análisis multitemporal para la Región Occidental o Chaco, así;

Para el periodo de agosto del 2013 hasta enero del 2014, se constato que la superficie de tierras deforestadas fue de 143.656 ha. Por su parte en la Región Occidental se registró una superficie de 117.891 ha y en la Región Oriental 25.765 ha. También se puede estimar que la media aritmética diaria de deforestación en la Región Occidental o Chaco es de 785 ha por día y en la Región Oriental es de 172 ha por día.

Para el periodo de enero del 2014 hasta julio del 2014, se constato que la superficie de tierras deforestadas fue de 119.530 ha. Por su parte en la Región Occidental se registró una superficie de 113.249 ha y en la Región Oriental 6.281 ha. También se puede estimar que la media aritmética diaria de deforestación en la Región Occidental o Chaco es de 629 ha por día y en la Región Oriental es de 35 ha por día.

Para la Región Occidental o Chaco, en el periodo de julio del 2014 hasta enero del 2015, se constato que la superficie de tierras deforestadas fue de 181.601 ha. También se puede estimar que la media aritmética diaria de deforestación en la Región Occidental o Chaco es de 1008 ha por día.

#### **Incendios**

Del 1 al 31 de febrero del 2015, se detectaron en el Gran Chaco Americano, un total de 6.100 focos de calor correspondientes a los países de Argentina, Brasil, Bolivia y Paraguay dentro de los límites del Gran Chaco, representando disminución leve en relación al periodo de monitoreo anterior (1 al 31 de enero del 2014) en el cual se detectaron 7.122 focos de calor. Cabe destacar que el 74 % de los focos detectados corresponde al Paraguay y el 16 % a Argentina. (Guyra Paraguay, 2015).

#### **Mortalidad**

Entre las observaciones de campo, se ha notado la mortalidad de árboles por pudrición. Rempel (2007) mencionando observaciones de árboles caídos de la especie, coincidente con el paso de un viento muy fuerte que pudo haber desarraigado a los mismos; estos datos llaman la atención, por lo que deberían realizarse estudios sobre las causas de la mortandad de estos individuos para descartarlas o considerarlas como amenazas.





### III. PROPUESTA DE MANEJO DE *B. sarmientoi*

#### Derivación de la tasa de cosecha sustentable para el Palo santo (*Bulnesia sarmientoi*)

La tasa de cosecha sustentable debe reflejar aprovechamiento y el control de la conservación de una especie basado en la extracción del incremento anual en volumen por hectárea de cada árbol de la especie.

Los datos obtenidos durante el presente estudio fueron promediados con los datos del Plan de Manejo de Santa Herminia S.A., de los resultados de los inventarios realizados en las parcelas instaladas en diferentes puntos y estudios de anillos de crecimiento. El incremento anual de volumen de madera por hectárea de la especie depende de la ecorregión y de la abundancia del Palo santo (*Bulnesia sarmientoi*) en el sitio.

Para estimar el valor de altura promedio se dividió la altura comercial total de todos los árboles de Palo Santo (*Bulnesia sarmientoi*) con más de 30 cm de DAP.

<b>Tabla 32. Estimación de la tasa de cosecha sustentable para <i>Bulnesia sarmientoi</i></b>				
		<b>Fuentes</b>		
<b>a)</b>	<b>Análisis con datos de anillos de crecimiento</b>	<b>Valores del inventario</b>	<b>Valores de Sta. Herminia</b>	<b>Valores promedio</b>
	Crecimiento en diámetro	0,31 cm/año	0,31 cm/año	0,31 cm/año
	Árbol de 100 años	31 cm DAP	31 cm DAP	31 cm DAP
	Altura comercial promedio del árbol de 100 años (A+B+C)	5,63 m	6,00 m	6,00 m
	Volumen por árbol (usando un factor de forma para el volumen total de 0,775)	0,33 m <sup>3</sup>	0,35 m <sup>3</sup>	0,34 m <sup>3</sup>
	Cantidad total de árboles de Palo santo ( <i>Bulnesia sarmientoi</i> ) por ha	27	33	30
	Volumen producido en 100 años	8,9 m <sup>3</sup> /ha	11,6 m <sup>3</sup> /ha	10,2 m <sup>3</sup> /ha
	<b>Tasa de cosecha sustentable</b>	<b>0,09 m<sup>3</sup>/ha/año</b>	<b>0,12 m<sup>3</sup>/ha/año</b>	<b>0,10 m<sup>3</sup>/ha/año</b>
		<b>Fuentes</b>		
<b>b)</b>	<b>Análisis con datos de inventario</b>	<b>Valores del inventario</b>	<b>Valores de Sta. Herminia</b>	<b>Valores promedio</b>
	Volumen de Palo Santo maduro o cosechable	7,07 m <sup>3</sup> /ha	3,6 m <sup>3</sup> /ha	5,3 m <sup>3</sup> /ha
Ciclo de intervención	15 años	0,47 m <sup>3</sup> /ha/año	0,24 m <sup>3</sup> /ha/año	0,4 m <sup>3</sup> /ha/año
	20 años	0,35 m <sup>3</sup> /ha/año	0,18 m <sup>3</sup> /ha/año	0,3 m <sup>3</sup> /ha/año
	<b>Tasa de cosecha sustentable promedio</b>	<b>0,41 m<sup>3</sup>/ha/año</b>	<b>0,21 m<sup>3</sup>/ha/año</b>	<b>0,35 m<sup>3</sup>/ha/año</b>

Fuente: Unique Wood Paraguay S.A. (2016)

La tasa sustentable plausible vade **0,10 a 0,40 m<sup>3</sup>/ha/año**. Conociendo el área total con bosques de Palo Santo (*Bulnesia sarmientoi*) se puede derivar el incremento total aproximado en Paraguay.

El análisis con los datos e inventario tiende a sobreestimar la tasa sustentable, ya que se basa en datos que se refieren a la primera intervención. No hay seguridad total de que en la segunda intervención, después de 15 o 20 años, se pueda cosechar nuevamente el mismo volumen.





La estructura vertical del bosque convertido es muy similar al bosque nativo, es decir, se mantienen árboles de todas las edades y diámetros. La gran diferencia entre bosques manejados y bosques explotados sin manejo es el incremento de los árboles productivos. Esta diferencia se debe al aumento de la participación de árboles productivos en el rodal y de su liberación de competidores.

### Representación de un Plan de Manejo Forestal

La propuesta para el manejo sustentable de la especie considera como única opción el aprovechamiento de la especie a través de los Planes de Manejo Forestales definidos por el INFONA como actividades que no realizan el cambio de uso de la tierra y se basan en las características ecológicas de cada especie, extrayéndose selectivamente de las superficies forestales, sólo aquellos árboles maduros.

Teniendo en cuenta los datos arrojados por el INFONA (periodo 2011 – 2014) de su registro de proyectos analizados, se representa a continuación una proyección en base a la superficie de bosques con *B. sarmientoii* registradas por esta institución y se emplea el promedio de la tasa de cosecha sustentable determinada en el informe presentado por Unique Wood Paraguay S.A. (2016).

**Tabla 33. Estimación de superficies forestales remanentes de 213 propiedades con la especie *Bulnesia sarmientoii* con autorización de PUTs**

Denominación del área	Superficie (ha)	Superficie (%)	Vol m <sup>3</sup> /ha
Superficie habilitada (cambio de uso de la tierra)	442.712	31,5	2,20
Superficie de Reserva Legal Ley N° 422/73 (25%)	351.117	25,0	
Resolución SFN N° 1.105/07 (5% de la superficie habilitada)	22.135	1,6	
Superficie con bosques remanentes*	588.503	41,9	
<b>Superficie Total</b>	<b>1.404.468</b>	<b>100,0</b>	

Fuente: Unique Wood Paraguay S.A. (2016)

\*Esta superficie no contempla los bosques de protección de cauces hídricos, los campos naturales, los caminos, las áreas de casco urbano, administrativas e infraestructura. En los datos proveídos por INFONA no consta la superficie de bosque remanente de cada propiedad, por lo que se considera a esta superficie como boscosa para la ejemplificación.

Para calcular los volúmenes anuales de los cupos de exportación se utilizó **0,25 m<sup>3</sup>/ha/año**. Se consideró además que la dominancia de la especie es homogénea y que se utiliza el 70% del tronco de cada árbol y sus ramas en la industria maderera, quedando el remanente para la producción de extractos y también se considera el valor agregado de la manufactura con sus respectivos rendimientos de acuerdo al producto final para ajustar los valores a cifras reales y no al volumen cosechable (Obs. No se deduce la pérdida de humedad de la madera debido a que en la producción de extractos no se requiere de madera estacionada para su manufactura).

Además se estima que el 70% que se utiliza del árbol presenta una calidad de rollo óptima para la producción de madera.





<b>Tabla 34. Volúmenes cosechables de Palo santo</b>		
<b>Descripción</b>	<b>m<sup>3</sup>/ha</b>	<b>%</b>
<b>Volumen total cosechable</b>	<b>7,07</b>	<b>100</b>
Calidad de rollo 1	4,69	66
Altura A	1,73	24
<b>Altura A calidad 1</b>	<b>1,56</b>	<b>22</b>
Altura A calidad 2 y 3	0,17	2
Altura B y C	5,34	76
<b>Altura A, B y C calidad 2</b>	<b>3,42</b>	<b>48</b>
<b>Altura A, B y C calidad 3</b>	<b>2,09</b>	<b>30</b>

Fuente: Unique Wood Paraguay S.A. (2016)

### Escenario productivo 1

1. Fabricación de productos maderables (sólo se tomaron los productos que tienen mayor y menor rendimiento para contar con los escenarios extremos de posibilidades de producción)
  - Piso *parquet* (Rendimiento 24%)
  - Bujes (Rendimiento 70%)
2. Extractos o aceites esenciales (Rendimiento 4-7%)

### Escenario productivo 2

1. Extractos o aceites esenciales (Rendimiento 4-7%)

Los rendimientos de la industrialización del Palo santo (*Bulnesia sarmientoi*) son diversos y depende de la calidad de la madera disponible y del producto final deseado. Estos datos no tienen en cuenta a las ramas menores y a las raíces, que constituyen un volumen y una calidad importante para algunas industrias como la de los extractos.

Respetando lo establecido por el INFONA, el ciclo de intervención proyectado para cada unidad de manejo es de 15 años.

Debido a que los cupos de extracción se otorgan en toneladas, se realizó la conversión correspondiente utilizando la densidad del Palo santo (*Bulnesia sarmientoi*) estipulada en el documento de la CITES (Anexo S20-17-01-02-06-A), donde la madera verde posee una densidad de 1.260 Kg/m<sup>3</sup> (peso en maderas con humedad equivalente a la del árbol en pie o recién cortado 30%).





A continuación se presenta el potencial productivo estimados de los bosques remanentes de las 213 propiedades autorizadas a realizar el cambio de uso de la tierra por INFONA.

Denominación del área	Superficie (ha)	Volumen (m <sup>3</sup> /ha/año)	Volumen total (m <sup>3</sup> )	Volumen anual (m <sup>3</sup> )	Volumen (Ton/año)
Superficie de reserva (25%)	351.117	0,10	35.111	2.341	2.950
Superficie con bosques remanentes	588.503	0,10	58.850	3.923	4.943
<b>TOTAL</b>	<b>939.620</b>		<b>93.962</b>	<b>6.264</b>	<b>7.893</b>

Fuente: Unique Wood Paraguay S.A. (2016)

### Superficie y composición de las Unidades de Manejo

La superficie total empleada en este cálculo es de 939.620 ha, distribuidas equitativamente en 15 unidades de manejo con 62.641 ha cada una. Cada unidad de manejo será intervenida cada 15 años. Se asume este valor como un total de superficies de propiedades con Planes de Manejo Sustentables.

Unidades	Superficie (ha/año)	Volumen Total (m <sup>3</sup> /año)	Volumen Total (Ton/año)
Unidad 1	62.641	6.264	7.893
Unidad 2	62.641	6.264	7.893
Unidad 3	62.641	6.264	7.893
Unidad 4	62.641	6.264	7.893
Unidad 5	62.641	6.264	7.893
Unidad 6	62.641	6.264	7.893
Unidad 7	62.641	6.264	7.893
Unidad 8	62.641	6.264	7.893
Unidad 9	62.641	6.264	7.893
Unidad 10	62.641	6.264	7.893
Unidad 11	62.641	6.264	7.893
Unidad 12	62.641	6.264	7.893
Unidad 13	62.641	6.264	7.893
Unidad 14	62.641	6.264	7.893
Unidad 15	62.641	6.264	7.893
<b>Superficie total para manejo forestal y Volúmenes totales</b>	<b>939.620</b>	<b>93.962</b>	<b>118.395</b>

Fuente: Unique Wood Paraguay S.A.(2016)





#### IV. PROPUESTA Y ANALISIS DEL CUPO DE *B. sarmientoi*

La Dirección de Ordenación Forestal del INFONA autorizó, en el periodo 2011 – 2014, el cambio de uso de la tierra de 442.712 hectáreas de bosques con presencia de Palo santo. Esta cifra representa el 31,5% de las 1.404.468 hectáreas conformadas por 213 propiedades, que solicitaron el cambio de uso de tierra, de dicha superficie para el desarrollo de actividades agrosilvopastoriles a través de la presentación de relativos Planes de Uso de la Tierra (PUT).

Según lo estipulado en el Artículo 42º de la Ley N°422/73, todas estas propiedades rurales debieron mantener el 25% de su área total de bosques naturales como Reserva Legal y, como dicta la Resolución SFN N° 1.105/07, además tuvo que conservarse el 5% del área a deforestar en sitios donde se haya constatado la presencia de Palo santo. Cabe mencionar que la superficie total de los usos está distribuida en Bosques de Reserva, Franjas de Separación y de Protección de Cauces Hídricos, Campo Natural, caminos, entre otros.

Periodo 2011 – 2014	PUT aprobados (Unidad)	Superficie total bajo PUT (ha)	Superficie habilitada (ha)	Producto-Rollos Palo santo-Autorizados PUT (m <sup>3</sup> )	Producto-Rollos Palo santo-Autorizados (m <sup>3</sup> /ha)
<b>Total</b>	213	1.404.468	442.712	201.335	2,20

Fuente: INFONA, SEAM (DENP 2016)

Estas superficies de bosques contenían 201.335 m<sup>3</sup> de rollos de Palo santo (según los cánones de aprovechamiento emitidos por el INFONA) que fueron extraídos, sin embargo, las guías emitidas para el traslado de los rollos en este periodo fue de sólo 19.823 m<sup>3</sup>, representando el 9,8% de las extracciones totales.

Las Guías Forestales se emiten para el traslado de productos forestales, existiendo formas diferenciadas para madera en rollo (1, 5 y 10 m<sup>3</sup>r), aceites esenciales(Kg), leña y aserrín (Ton) y postes, horcones y esquineros (unidades).



Esta Autoridad propone a la Autoridad Administrativa separar los cupos de exportación de CITES en los siguientes tópicos.

**Tabla 38. Clasificación de productos maderables**

SEAM	CITES (#11)	Resolución INFONA N° 280/2016
Madera	Trozas	Cilindro torneado y parafinado
	HS 44.03	Bujes
	Madera aserrada HS 44.06/07	Madera para pisos
	Lámina de chapa de madera HS 44.08	Tablero contrachapado Láminas faqueadas
Biomasa sólida	Definiciones a ser revisadas en la CoP 17	Chips
		Carbón
		Astillas de madera
		Polvo, Aserrín
Extractos	Extracto	Extractos sólidos, semi sólidos, líquidos y cualquiera de sus subproductos y/o derivados



## Escenario productivo

Teniendo en cuenta que para determinar los cupos de extracción anuales se utiliza el promedio del rango de la tasa de cosecha sustentable determinado en el informe UNIQUE WOOD Paraguay S.A. que es de 0.25 m<sup>3</sup>/ha/año. Tomando la superficie estimada de 62.641 ha/año se tiene un volumen cosechable bruto de 15.660 m<sup>3</sup>/año.

En la industria maderera se podría llegar a utilizar el 70 % de cada árbol, quedando 10.962 m<sup>3</sup> /año para la industrialización, los productos que mayor rendimientos que los bujes o cilindros torneados; quedarían en esta clasificación también, muebles, artesanía, utensilios, otros.

Tabla 39. Cadena de producción y sus rendimientos de productos maderables con mayor y menor rendimiento y aprovechando los restos para la producción de extractos

Promedio de tasa de cosecha sustentable de <i>B. sarmientoi</i> (m <sup>3</sup> /ha/año)	Superficie total	Unidad X		Piso <i>parquet</i> (rendimiento 24%) Aprovechando del árbol el 70%	Bujes (rendimiento 70%) Aprovechando del árbol el 70%	Extractos (rendimiento 4%) 30 % del árbol + resto de pisos <i>parquet</i> bujes			
		Superficie e con intervenciones cada 15 años (ha/año)	Volumen cosechable bruto			30% restante del árbol		Además de los restos de piso <i>parquet</i>	
0,25	939.620	62.641	15.660 m <sup>3</sup> /año	10.962 m <sup>3</sup> /año	10.962 m <sup>3</sup> /año	30% restante del árbol		4.698 m <sup>3</sup> /año	4.698 m <sup>3</sup> /año
			19.732 ton/año	2.631 m <sup>3</sup> /año (24%)	7.674 m <sup>3</sup> /año (70 %)			Además de los restos de piso <i>parquet</i>	
				3.315 ton/año	9.669 ton/año			8.331 m <sup>3</sup> /año	3.289 m <sup>3</sup> /año
				Resto de <i>parquet</i>		Resto de bujes		13.029 m <sup>3</sup> /año	7.987 m <sup>3</sup> /año
				8.331 m <sup>3</sup> /año	3.289 m <sup>3</sup> /año			16.417 ton/año	10.063 ton/año
				10.497 ton/año	4.144 ton/año			657 ton/año (4%)	403 ton/año (4%)



Utilizando el excedente de 4698 m<sup>3</sup>/año en la producción de extractos.

Uno de los productos que menor rendimiento tiene son los pisos parquet y otros productos similares con un rendimiento 24%

del 30% que no se utiliza del árbol mas lo de los productos presentados recientemente se propone la producción de extractos, destinandose el 100% estradidos en los planes de manejo a los extractos.

**Tabla 40. Cadena de producción y rendimientos sólo produciendo extractos**

Unidad X			1. Extracto (rendimiento 4%)	
Superficie (ha/año)	Volumen cosechable bruto		100% del árbol	
62.641	15.660	m <sup>3</sup> /año	15.660	m <sup>3</sup> /año
	19.732	ton/año	19.732	ton/año
			789	ton/año (4%)



Considerando al histórico de exportaciones de productos maderables del país se estima que el 50 % de lo exportado corresponde a pisos parquet y el 50 % a lo otro. de lo que se determina los cupos de exportación anual para cada producto como se demuestra en la siguiente tabla

**Tabla 41. Determinación del cupo de exportación de madera de *B. sarmientoi* según el histórico de exportaciones, otorgando el 50% de los mismos a los productos de la clasificación de los piso *parquet* y el 50% a los productos categorizados en bujes y promediando el resultado de ambos**

Productos Procesados	Madera	% destinado de exportación total a cada Producto	Ton/año
Pisos parquet, madera aserrada, tablillas, lámina de chapa de madera	3.315	50%	1.657
Trozas, bujes y cilindros torneados parafinados de más de 35 cm y con máximo 1 m de largo	9.669	50%	4.834
			<b>3.246</b>

**Tabla 42. Determinación del cupo de exportación de extracto de *B. sarmientoi* promediando los 3 resultados posibles, la producción con los restos de la manufactura de piso parquet, de bujes y la utilización de todo el aprovechamiento sólo para extractos.**

	Extractos	
Ton con <i>piso parquet</i>	657	Ton/año
Ton con bujes	403	Ton/año
Ton exclusivamente	789	Ton/año
<b>Cupo de exportación promediando todas las posibilidades productivas sostenibles</b>	<b>616</b>	<b>Ton/año</b>

Promediando los dos productos de exportación en madera sólida /madera y biomasa



teniendo ya en cuenta los extractos, bujes, parquet o producción exclusiva de extracto de toda la materia prima procedente de los planes de manejo se tienen los valores de las tablas 2 y 3 los cuales con promediados para abarcar todas las actividades productivas

**Tabla 42. Proceso de implementación de los cupos de exportación para productos maderables provenientes de PMF con la propuesta de transición con los PUT**

Año	% proce dente de PMF/ año	Cupo otorgad o Ton/año o PRODU CTOS madera bles PMF	Cupos Ton/año PRODUCTOS maderables PUT establecidos en base a los cupos otorgados actualmente de forma anual (1400 Ton) y el % complementario de lo definido para PMF anual		PUTs años 2015 (514 Ton) y 2016 (140 0 Ton)	Cupo otorga do para PUTs con reman entes anteri ores PUTs Ton	Cupos PUT + PMF Ton/a ño	Para exporta r cada ton del cupo otorgad o a los PUTs 100%	% PMF	Ton PMF	Total Ton exportaci ón si se exporta el 100% de cupos de PUT	Suponiend o que se logre exportar anualment e Ton de PUT iguales al cupo actual	Ton rem de cupos habilitados de PUT - Ton exportadas suponiendo que se logren exportar sólo Ton equivalentes al cupo actual	Ton PMF remanent es que no son acumulab les anualme nte	
2017	30%	974	1.400	70%	980	1.914	3.314	4.288	100	30	994	4.308	1.400	1.914	(20)
2018	50%	1.623	1.400	50%	700		2.614	4.237	100	50	1.307	3.921	1.400	1.214	316
2019	80%	2.597	1.400	20%	280		1.494	4.091	100	80	1.195	2.689	1.400	94	1.402
2020	100%	3.246	1.400	0%	-		94	3.340	100	100	94	188	1.400	(1.306)	3.152

En todos los casos se debe contar con las guías correspondientes y la Declaración Jurada del origen de las mismas emitido por el responsable del proyecto donde se ejecuta la actividad.

En el año 2020 ya no quedarán cupos para los productos maderables provenientes de PUT, sólo para los de PMF.

tendríamos una idea de cupos distribuidos hasta el 2020



siempre se debe exportar put y pm, nunca separado

**Tabla 43. Proceso de implementación de los cupos de exportación para extractos provenientes de PMF con la propuesta de transición con los PUT**

Año	% procedente de PMF/año	Cupo otorgado o Ton/año o EXTRACTOS PMF	Cupos Ton/año EXTRACTOS PUT establecidos en base a los cupos otorgados actualmente de forma anual (1400 Ton) y el % complementario de lo definido para PMF anual			PUTs años 2015 (5 Ton) y 2016 (250 Ton)	Cupo otorgado para PUTs con remanentes anteriores PUTs Ton	Cupos PUT + PMF Ton/año	Para exportar cada ton del cupo otorgado a los PUTs 100%	% PMF	Ton PMF	Total Ton exportación si se exporta el 100% de cupos de PUT	Suponiendo que se logre exportar anualmente Ton de PUT iguales al cupo actual	Ton rem de cupos habilitados de PUT - Ton exportadas suponiendo que se logren exportar sólo Ton equivalentes al cupo actual	Ton PMF remanentes que no son acumulables anualmente
			250	70%	175										
2017	30%	185	250	70%	175	255	505	690	100	30	152	657	250	255	33
2018	50%	308	250	50%	125		380	688	100	50	190	570	250	130	118
2019	80%	493	250	20%	50		180	673	100	80	144	324	250	(70)	349
2020	100%	616	250	0%	-		(70)	546	100	100	(70)	(140)	250	(320)	686

En los casos de cupos remanentes otorgados a los PMF, éstos no serán acumulables anualmente, cada año empieza con stock cero y la solicitud de los cupos debe contar con toda la documentación que certifique la procedencia del producto (trazabilidad).

en todos los casos se debe contar con las guías correspondientes y la declaración del responsable ante el infona del estudio (PM o PUT)

además de los restos de piso parquet además de los restos de bujes



Extractos o aceites esenciales (Rendimiento 4-7%): El último estadio productivo propone que para la elaboración de los aceites esenciales se utilicen los restos de los anteriores productos. En la ejemplificación se suman a esta producción los restos de la elaboración de bujes, debido al menor desperdicio que representan frente al *parquet*, donde los restos son mucho más significativos.

Al final de la cadena se obtienen volúmenes de productos maderables y de aceites esenciales. Para estimar las toneladas de productos maderables se utiliza el volumen de los rollos parafinados y el de los pisos *parquet*, debido al menor volumen que presentan éstos productos.

### **Cosecha**

La cosecha está regida por el Plan de Manejo de cada superficie boscosa aprobado por el INFONA. La ley forestal le atribuye al INFONA la tarea de controlar el aprovechamiento de los recursos forestales. Para tal efecto prevé inventarios forestales en las áreas boscosas a ser intervenidas, para uso alternativo para aprovechamiento agro-silvopastoril. El inventario forestal de una propiedad se constituye en el conteo y la mensura de los árboles con un DAP igual o mayor a 10 cm, encontrados en parcelas de 2000 m<sup>2</sup> de superficie. Estas parcelas deben ser representativas de la formación boscosa a intervenir. La cantidad de parcelas varía según la superficie en cuestión.

El inventario forestal da a conocer la cantidad de árboles en la parcela como así también la identificación de la especie, el DAP, la altura total y comercial, y la calidad en términos sanitarios de cada árbol.

De los resultados obtenidos en el análisis del inventario forestal resulta el cupo a aprovechar del área a intervenir. En el caso del aprovechamiento, para superficies grandes el trabajo se distribuye en distintos periodos, con superficies iguales por periodo estipulado. En relación a esto se distribuyen los cupos de cosecha de los productos forestales. De acuerdo a la especie, la clase diamétrica y el estado sanitario se diferencia entre tres grandes grupos de productos forestales a aprovechar: Leña y carbón, postes y esquineros, y productos forestales, que serían los rollos. Las cantidades a aprovechar por año son emitidas por el INFONA en una resolución que habilita los trabajos solicitados por el propietario. Previo a la emisión de la resolución se prevé la fiscalización de la propiedad en cuestión.

**Temporadas:** No existen temporadas de cosecha de la especie.

**Permisos;** Los permisos de explotación de la especie otorga el INFONA, por la Ley 422/73 Ley Forestal, previa Licencia Ambiental otorgada por la SEAM en virtud a la Ley 294/93 y sus Decretos Reglamentarios 453/13 y 954/13. Una vez obtenida la Licencia Ambiental, el propietario obtiene la aprobación del Plan de uso alternativo de aprovechamiento silvopastoril en el INFONA, autorizándose la guía de los productos provenientes del bosque.

Para los permisos de exportación es la Autoridad Administrativa CITES la que autoriza la emisión de los correspondientes Certificados CITES, teniendo en cuenta los requisitos mencionados en la Resolución SEAM N° 1360/11.



### **Sistema de monitoreo y control de cosecha**

Los planes de manejo de las especies y los planes de Uso de la Tierra, son autorizados por el INFONA. Cada propietario presenta su propuesta y después de un análisis técnico la institución emite su aprobación o rechazo, de acuerdo a los criterios establecidos por resoluciones del organismo administrador.

Una vez aprobado el plan, se debe informar al INFONA cada vez que se realicen las extracciones en el marco del uso alternativo para el aprovechamiento silvopastoril, a modo de declaración jurada, para que la autoridad fiscalice las actividades. Este control por parte del INFONA para hacer cumplir las reglas para el otorgamiento de permiso para el Plan de Aprovechamiento, y a la vez este mecanismo forma parte de los datos que utiliza CITES-PY para otorgar los permisos de exportación.

## **V. CONCLUSIONES**

La especie *Bulnesia sarmientoi* **se encuentra ampliamente distribuida** en el Chaco paraguayo, si bien aparenta tener una distribución homogénea, ésta es irregular y agrupada.

El rango de **incremento** estimado de *Bulnesia sarmientoi*, considerando las ecorregiones fue entre **0,30 a 0,33 cm/año** para el DAP; **7,1 a 13,3 cm/año** para la altura y entre 0,06 a 0,015 m<sup>3</sup>/año para volumen. No se ha encontrado diferencias significativas en los incrementos considerando las ecorregiones. Los resultados obtenidos indican que la especie posee crecimiento lento, tal como lo aseguran Giménez *et al.* (2007).

El Palo santo (*Bulnesia sarmientoi*) y el quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*) se encuentran entre las 3 especies más abundantes de las parcelas relevadas en el presente estudio, equivalentes al 18% de los árboles de una hectárea cada una (27 árboles/ha respectivamente), siendo superior a los resultados de otros estudios, pudiendo deberse esto a la realización del inventario en sitios donde es común la presencia de la especie.

La especie tiene una **dominancia relativa del 21%** de la superficie muestreada con 1,63 m<sup>2</sup> por hectárea, coincidiendo con otros estudios en la abundancia absoluta. El Palo santo y el quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*) también se encuentran distribuidas en todas las clases diamétricas demostrando la existencia de árboles de futuro y la capacidad de renovación del bosque. El número de árboles de todas las especies encontrados por hectárea fue de 148 en promedio, representando un área basal de 7,68 m<sup>2</sup>.

La **frecuencia absoluta** del Palo santo (*Bulnesia sarmientoi*), tiene una distribución bastante homogénea, **presente en el 76,8% de las unidades de muestreo**, si bien esto puede deberse a la elección de sitios donde se tenía conocimiento de la presencia de la especie, disminuyendo el error de muestreo con el modelo de inventario realizado, el cual disminuye el sesgo en el error de muestreo.

El quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*) es la especie de mayor peso ecológico del bosque, siendo la más frecuente pero no la más abundante ni la más dominante, **el Palo santo (*Bulnesia sarmientoi*) es la segunda especie ecológicamente más importante según el IVI determinado en este estudio.**

La **regeneración natural** de Palo santo corresponde al **estrato denominado Latizal alto**, donde fueron encontrados **51 individuos por hectárea**, por debajo del rango determinado previamente para este estrato, **entre 60 y 130 individuos por hectárea.**



El volumen total por hectárea es de 57 m<sup>3</sup> a partir de 10 cm de DAP, siendo el volumen cosechable de 31,28 m<sup>3</sup>/ha. El samu'û (*Ceiba speciosa*) representa el 33 % de este volumen y el Palo santo (*Bulnesia sarmientoi*) el 23 %, con 7,07 m<sup>3</sup> cosechables por hectárea, distribuidos a su vez en 9 árboles que superan el DMC establecido por el INFONA para la especie, de 30 cm.

La tasa de cosecha sustentable plausible para la especie es de 0,10 a 0,40 m<sup>3</sup>/ha/año. Conociendo el área total con bosques de Palo Santo remanentes, se puede derivar el incremento total aproximado en Paraguay.

Después de las intervenciones iniciales del manejo sostenible quedan entre 100 y 150 árboles de futuro por hectárea que deben ser liberados de sus competidores. Estos árboles garantizan la productividad futura del bosque. De éstos árboles, el 14 % son de la especie *Bulnesia sarmientoi*.

El análisis de los datos de inventario tiende a sobreestimar la tasa sustentable, ya que se basa en datos que se refieren a la primera intervención. No hay seguridad total que en la segunda intervención, después de 15 o 20 años, se pueda cosechar nuevamente el mismo volumen.

## VI. RECOMENDACIONES

Una de las maneras de garantizar la identificación del Palo santo para el comercio internacional podría ser la certificación del lugar de origen y la forma de aprovechamiento de la especie.

La explotación de Palo Santo debe estar respaldada por los permisos de las instituciones correspondientes, tanto en su forma de Plan de Manejo Forestal como de Plan de Uso de la Tierra.

Se debe unificar la documentación requerida para otorgar los permisos de exportación de productos y subproductos de Palo santo.

Las instituciones encargadas de emitir los permisos de exportación deberían exigir la documentación para el traslado de los productos forestales en cualquiera de sus etapas de procesamiento, con guías que identifiquen al emisor como al receptor de los productos.

Se debería exigir que los responsables de proyectos que soliciten el cambio de uso de la tierra presenten un inventario forestal actualizado de toda la superficie boscosa de la propiedad.

Se debe definir una codificación interinstitucional única para los productos y sub productos forestales tomando como base las partidas arancelarias de Aduanas.

Se recomiendan fiscalizaciones frecuentes en cualquier etapa de aprovechamiento o productiva donde se cuente o utilice como materia prima al Palo santo.

Se recomienda una visita previa del INFONA a los sitios que soliciten un PUT para identificar posibles fraudes en la presentación del listado florístico u otros datos relevantes.

Los Planes de Manejo y los Planes de Uso de la Tierra deben contener la propuesta de aprovechamiento de la especie, basadas en las "Buenas prácticas" y el correcto análisis del Inventario Forestal.

Las "Buenas Prácticas" para el manejo forestal sostenible incluyen actividades planificadas desde el diseño del manejo forestal mismo hasta las actividades de pre y post-cosecha, lo





cual dará el sustento ecológico, social y económico a toda la explotación forestal. De este modo se garantiza la producción sostenible. Dichos criterios son:

- **Producción en armonía con la naturaleza:** No se realizan cortas a hecho (tala rasa).
- **Cosecha de bajo impacto:** Se minimizan los daños del volteo y de la extracción, las máquinas circulan solamente sobre los caminos y vías de saca.
- **Producción económicamente rentable:** Se establece un sistema de monitoreo, se logra un alto valor de producción.
- **Cumplimiento con estándares sociales:** Contratación de mano de obra local, generación de personal cualificado, se emplea personal de forma permanente.

Continuar con las investigaciones del *Bulnesia sarmientoi*, en lo concerniente a su ecología, dinámica, fenología y crecimiento, con especial énfasis en su regeneración natural, en lo posible en toda su área de distribución natural en el Paraguay, lo cual ayudará a diseñar los planes para su manejo sostenible, teniendo en cuenta su estatus de conservación a nivel nacional e internacional.

Estudiar la regeneración natural de todas las demás especies forestales presentes en el bosque en estudio a fin de evaluar mejor la proporción de la regeneración natural de *Bulnesia sarmientoi* (Palo santo) en comparación con las demás especies.

Luego de del examen, en el año 2009, las instituciones auditadas, ingresaron al Sistema de Control de las documentaciones y de registros del Sistema SOFIA – Ventanilla Unica Exportación (VUE). La base de datos realiza un control cruzado sobre los productos forestales en trámite y permite adecuar la gestión a las normativas legales y administrativas.

Dejar sin efecto las partidas arancelarias de la Dirección Nacional de Aduanas y aclarar las especies permitidas bajo las partidas arancelarias, 4403.99.00,4403.99.90 y otras que por lo establecido en la Res. INFONA N° 280/2016 del 22 de marzo del 2016 " *Por la cual se amplía el Art. 1° de la Resolución SNF N° 243/05, de fecha 4 de mayo*", donde se establecen las definiciones oficiales de los productos y sub productos de la madera, como también las dimensiones en longitud y diámetro.

Propulsar que la definición de biomasa sólida sea reconocida en #11 con la interpretación de chip, carbón, astillas de madera, polvo o aserrín.



## VII. BIBLIOGRAFIA

- Abraham de Noir, F., Bravo, S., & Abdala, R. (Diciembre de 2002). Mecanismos de dispersión de algunas especies de leñosas nativas. Quebracho. Revista de Ciencias Forestales(9), 140-150.
- Aceites esenciales, Petit grain, Palo santo, Menta, Cedrón. (1971) Centro de Promoción de las Exportaciones. Ministerio de Industria y Comercio, Paraguay.
- Alonso, J. y Desmarchelier, C. (2005). Plantas medicinales autóctonas de la Argentina. Bases científicas para su aplicación en atención primaria de la salud, Literature of Latin America (L.O.L.A.), Buenos Aires: 663.
- Amat, A. y Yajía, M. (1991). "Plantas medicinales y etnofarmacología de la Provincia de Misiones". Acta Farmacéutica Bonaerense 10(3): 153-159.
- Ana M. Arambarri, María C. Novoa, Néstor D. Bayón, Marcelo P. Hernández, Marta N. Colares y Claudia Monti. (2011) Anatomía foliar de arbustos y árboles medicinales de la región chaqueña semiárida de la Argentina. Dominguezia - Vol. 27(1): 1-24.
- Arano, F., & Egea, J. D. (Edits.). (2014). Experiencias innovadoras de producción sostenible en Paraguay. Asunción: WCS - USAID.
- Arenas, P. (1981) Etnobotánica Lengua-Maskoy. Fundación para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Buenos Aires, Argentina.
- Arenas, P. (1983). Nombres y usos de las plantas por los indígenas Maka del Chaco Boreal. Parodiana 2(2):131-229.
- Benitez, J. M. (2013). Cambio estructural de un Bosque Xerofito de la formación "Palosantal y Labonal" en PPMB, Reserva Natural Privada "Laguna Pora", Chaco seco, Dpto Presidente Hayes, Paraguay. San Lorenzo, Paraguay: Carrera de Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Asunción.
- Brack, W., & Weik, H. (1994). Bosque nativo del Paraguay. Riqueza subestimada (2 ed.). Proyecto de planificación del uso de la Tierra, DGB/MAG-GTZ, CE, Proyecto ALA 90 - 24.
- Careaga, V. (2012). Caracterización de dos formaciones boscosas según parámetros dasométricos en el Dpto de Alto Paraguay – Chaco Seco. San Lorenzo, Paraguay: Carrera De Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Asunción.
- Céspedes, G. (2011). Elaboración de un dictámen de extracción no perjudicial del Palo Santo (*Bulnesia sarmientoi* Lorentz ex Griseb.), en Paraguay. Universidad Internacional de Andalucía.
- Contraloría General de la República, Dirección General de Control de la Gestión Ambiental. (2008). Resumen ejecutivo, Res. CGR N° 375/08.
- CoP15 Prop. 42 – p. 2
- Cozzo, D. 1948. Anatomía del leño de las especies argentinas de la tribu: "Zygophyllae". Rev. Ins. Nac. Invest. Sci. Cienc. Nat. Cienc. Bot. 1: 223- 361.





- Degano, W. A., & Zerbato, M. (2009). Situación de la especie Palo Santo (*Bulnesia sarmientoi* Lorentz ex Griseb) en la provincia de sarmientoi Lorentz ex Griseb) en la provincia de Formosa: estudio de sitios de extracción en los Departamentos Matacos y Bermejo. (T. Waller, Ed.) Formosa, BfN - FBA, Argentina.
- Duarte, L. (2013). 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. San Lorenzo, Paraguay: Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Asunción.
- Ferreira, M. (2007). Estudio Madera y Muebles. Asesoría Técnica de la Secretaría del Mercosur. Banco Interamericano de Desarrollo (BID), en el ámbito del Proyecto "Fortalecimiento Institucional del MERCOSUR y Consolidación del Mercado Regional" (ATN/SF-9014-RG), Componente IV "Integración Productiva".
- Ferreira, R. (2012). Estructura diamétrica de un bosque xerofito de la formación "Palosantal y labonal" en la parcela permanente de monitoreo de la biodiversidad, Rva. Nat. Priv. Estancia Salazar, Dpto. Presidente Hayes, Paraguay. San Lorenzo, Paraguay: Carrera de Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Asunción.
- Filipov, A. (1997). La farmacopea natural en los sistemas terapéuticos de los indígenas pilagá. Parodiana 10(1-2): 35-74.
- FLORA DEL CONOSUR: <http://www.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/FA.asp>
- Friesen Ratzlaff, V. (2004). Una guía para plantas leñosas del Chaco. Ecosistema Chaco: Sano y Productivo. INTTAS. Herborn, Deutschland.
- Galeano López M. B. (2014). GERMINACIÓN IN VITRO Y CRECIMIENTO INICIAL DE PALO SANTO (*Bulnesia sarmientoi* Lorentz ex Griseb.) BAJO ESTRÉS SALINO (Tesis de Grado). Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo.
- Gamarra, L. M. (2014). Análisis estructural de un Bosque Xerofítico, en PPMB, Parque Nacional Defensores del Chaco, Chaco seco. Dpto. de Boquerón y Alto Paraguay. San Lorenzo, Paraguay: Carrera De Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Asunción.
- Gill de Villanueva, D., Torres, G., Díaz Lezcano, M., Gauna, M., Gamarra, C., & Santacruz, C. (2014). Composición florística y abundancia de especies forestales en la Ecorregión Chaco Seco. III Congreso Nacional de Ciencias Agrarias.
- Giménez A. M.; P. Hernández; R. Gerez1 y C. Spagarino. (2007). Anatomía de leño y anillos de crecimiento de Palo Santo (*Bulnesia sarmientoi* Lorentz ex. Griseb, Zygophyllaceae). *Revista Quebracho* N° 14 (23-35).
- Giménez, A. M., Hernández, P., Figueroa, M. E., & Barrionuevo, I. (Agosto de 2011). Diversidad del estrato arbóreo en los bosques. Quebracho. *Revista de Ciencias Forestales*, 19(1-2), 24-37.
- Giménez, A. M., y G. Moglia. (2003). Árboles del Chaco Argentino. Guía para el reconocimiento dendrológico. Edit. Secretaría del Ambiente y Desarrollo Sustentable del Ministerio de Desarrollo Social. Facultad de Ciencias Forestales, UNSE. Editorial El Liberal.



- Grulke, M. (Octubre de 1994). Propuesta de manejo silvopastoril en el Chaco Salteño. *Revista Quebracho*(2), 5-13.
- Guyra Paraguay. (2011). Monitoreo Ambiental del Gran Chaco Americano. Periodo de monitoreo del 10 de julio al 13 de agosto del 2011.
- Guyra Paraguay. (2015). Monitoreo Mensual del Cambio de Uso y Cobertura de la Tierra, Incendios y Variación de la Cubierta de Aguas en el Gran Chaco Americano. Asuncion.
- Haene, E., & Aparicio, G. (2001). 100 Arboles Argentinos. Buenos Aires, Argentina: Albatros, SACI.
- Hiebert, M., Flores, M., Barua, J., Molina, M., Ferro, E., & Alvarenga, N. (2012). Actividad antimicobacteriana del extracto etanólico de la madera de *Bulnesia sarmientoi* Lorentz ex. Griseb. *Revista latinoamericana de química*.
- Huespe, H.; Spinzi, L.; Curiel, M.; Henninger, J. (1991). Vegetación y uso de la tierra de la Región Occidental. San Lorenzo, PY. Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ingeniería Agronómica, Carrera de Ingeniería Forestal, Misión Forestal Alemana (GTZ). Py. 22 p.
- Hunzicker, J. H. (1980). Evolución en *Bulnesia*: un enfoque multidisciplinario. *Actas IV Congreso Latinoamericano de Genética*. Vol. 2: 313-324.
- Hutchinson, I. T. (1974). Inventario forestal de reconocimiento. Proyecto de Desarrollo Forestal y de Industrias Forestales. Roma, IT: FAO.
- IBODA (Instituto de Botánica Darwinion, A. (5 de octubre de 2015). Flora del Cono Sur (en línea). AR. Obtenido de <http://www2.Darwin.Edu.ar/proyecto/Flora.Argentina/FA.asp>
- Inf. 11.3. Autoridades Científicas de CITES. Listado de apoyo para la elaboración de dictámenes de extracción no-perjudicial para las exportaciones del Apéndice II
- Informe Regional referente a Sudamérica de la representación regional de América Central, del Sur y del Caribe, en el Comité Permanente de CITES, documento presentado en la 50ª reunión del Comité Permanente. Ginebra 2004.
- Isaak, F. S. (2004). Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de maderas del Chaco Central del Paraguay. Trabajo de Pasantía I presentado a la Carrera de Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.
- Lamprecht, H. (1990). Silvicultura en los trópicos: Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Alemania: GTZ.
- López, J. A., Little E. Junior, E. L., Ritz, J., Rombold, J., & Hahn, W. (2002). Árboles comunes del Paraguay. *Nande yvyra matakúera* (Vol. 2da Ed.). Paraguay: Cuerpo de Paz/Colección e Intercambio de Información.
- Martínez, G., Sáenz, A., Rivera, S.M., Cellini, J.M., Moretto, A. Lencinas, M.V., Gallo, E. & Villareal, M. (2004). Aspectos relacionados con la regeneración del bosque intervenido mediante distintos tipos de cortas. Subproyecto 3 - Regeneración PIARFON BAP. Consultada en línea el 10 de marzo de 2016. Disponible en:



<http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/PBVyAP/File/A3/PIARFON%20BAP/Regeneracion%20lenga.pdf>.

- Melo, O., Vargas, R., & Tolima, U. d. (2003). Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos (1 ed.). (O. A. Cruz, Ed.) Ibagué, Colombia: Impresiones Conde.
- Mereles, F y Degen, R. (1997). Contribución al conocimiento de los árboles y arbustos indígenas utilizados como medicinales en el Chaco Boreal (Paraguay). *Parodiana* 10(1-2): 75-89.
- Mereles, F. A proposito de la distribucion de *Bulnesia sarmientoi* Lorentz ex Griseb, (Zygophyllaceae) en el Chaco paraguayo (inedito)
- Mereles, F. (2004). Los humedales del Paraguay: principales tipos de vegetación. In: Salas, D.; Mereles, F. & Yanosky, A. (eds.). *Humedales del Paraguay. RAMSAR*. Fundación Moisés Bertoni, Dinners Internacional, Departamento de Estado, U.S.A., 67-88.
- Mereles, F. (2005). Una aproximación al conocimiento de las formaciones vegetales del Chaco boreal, Paraguay. *Revista Rojasiana Vol. 6 (2):* 5-48.
- Mereles, F. & Pérez de Molas, L. (2007). *Bulnesia sarmientoi* Griseb., (Zygophyllaceae), una especie en peligro de extinción para la flora del Paraguay.
- Mereles, F., & Pérez de Molas, L. (2008). *Bulnesia sarmientoi* Lorentz ex Griseb., (Zygophyllaceae): estudio de base para su inclusión en el Apéndice II de la Convención CITES. *Revista de la Sociedad Científica del Paraguay*, 8(24), 107-124.
- Mitloehner, R. (1990). Die Konkurrenz der Holzgewächse im regengrünen Trockenwald des Chaco Boreal, Paraguay. Göttingen, Deuchland: Erich Goltze GmbH & Co.
- Molas, Z. B. (2013). Estructura y diversidad de un bosque xeromorfo de *Aspidosperma quebracho blanco* y *Chorisia insignis*, en PPMB, Agroganadera Itaka'avo S.A., Chaco Seco Dpto. de Boquerón, Paraguay. San Lorenzo, Paraguay: Carrera De Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Asunción.
- Mundy-Taylor, V., Crook. V., Foster, S., Fowler, S., Sant, G. y Rice, J. (2014). Guía sobre los dictámenes de extracción no perjudicial de la CITES para especies de tiburones (**2ª VERSIÓN REVISADA**). Marco para ayudar a las Autoridades a formular dictámenes de extracción no perjudicial (DENP) para especies incluidas en el Apéndice II de la CITES. Informe preparado para la Agencia Federal alemana para la Conservación de la Naturaleza (Bundesamt für Naturschutz, BfN).
- Navarro, G. (1997). Contribución a la clasificación ecológica y florística de los bosques de Bolivia. *Rev. Bol. de Ecol.* 2: 3-37.
- Navarro, G.;Pérez de Molas; S. Vega, D.M., Olarte, L.F. (2005). Unidades Ambientales de la Reserva de la Biosfera del Chaco paraguayo. Gran Chaco Bolivia-Paraguay, WCS-Bolivia, DesdelChaco-USAID-Prodechaco. 108p. + 1 Mapa 1:350.000 + 1 CD-Room.
- Neufeld, F. (2003). Determinación de la madera para carbón y leña y la evaluación de los troncos del estrato medio y del estrato superior de 3 parcelas del Chaco



Central. San Lorenzo , Paraguay : Carrera De Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Asunción.

- Nota INFONA No. 389/2013 de octubre de 2013
- Notificación a las Partes N° 2003/058 CITES.
- Notificación a las Partes N° 2009/036. CITES.
- Notificación a las partes N° 2010/036. CITES.
- Notificación a las Partes N° 2011/009. CITES.
- Palacios, R. A. (1984). Revisión Taxonómica del Género *Bulnesia* (Zygophyllaceae). Darwiniana Vol. 25 (1-4): 299-320)
- Palacios, R. A., & Mom, M. P. (2012). *Flora del Paraguay - 43. Zygophyllaceae*. (L. Ramella, & P. Perret, Edits.) Ginebra: Editions des Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève.
- PC16 Doc. 21.2 (Rev. 1). 16 Reunión del Comité de Flora. CITES.
- PC17 Doc. 5.3 (Rev. 1) – p. 20. 17ª Reunión del Comité de Flora. CITES.
- PC19 Doc. 16.5 – p. 7
- Peña-Chocarro, M.C.; De Egea Juvinel, J.; Vera, M.; Maturo, H. y Knapp, S. (2006). Guía de árboles y arbustos del Chaco húmedo. The Natural History Museum, Guyra Paraguay, Fundación Moisés Bertoni y Fundación Hábitat y Desarrollo, Asunción.
- Pérez de Molas, L et al. (2011). Análisis estructural de un bosque xerófito “Palosantal y Labonal”, en parcela permanente de monitoreo de la biodiversidad, Reserva Natural Fortín Salazar, Dpto. de Presidente Hayes, Paraguay. Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera de Ingeniería Forestal. Primer Congreso Forestal del Chaco Sudamericano. (Inédito).
- Pérez de Molas, L., & Mereles, F. (2007). *Bulnesia sarmientoi* Lorentz ex Griseb., (Zygophyllaceae): estudio de base para su inclusión en el Apéndice II de la Convención CITES. WWF Paraguay; Carrera de Ingeniería Forestal-FCA-UNA.
- Pérez de Molas, L., & Silva Imas, H. (2012). Caracterización florística de un bosque xerofito transicional en el Chaco Central. Investigaciones y estudios de la UNA, 7(2).
- Pérez de Molas, L., & Silva Imas, H. (2014). Población de *Bulnesia sarmientoi* Lorentz ex Griseb. (Palo santo) en un bosque xerófito transicional en el Chaco Central, Paraguay. Congreso Nacional de Ciencias Agrarias, 3ra. ed, 385-386.
- Pin, A. et al. (2009). Plantas medicinales del Jardín Botánico de Asunción. Asociación Etnobotánica, Municipalidad de Asunción y Jardín Botánicos de la Ville de Genève.
- Ramírez, J. D. (2011). Evaluación preliminar de la Regeneración Natural de *Bulnesia sarmientoi* (Palo santo), en la Parcela Permanente de Medición de la Biodiversidad, Reserva Natural Privada Estancia Salazar, Dpto. Presidente Hayes. San Lorenzo, San Lorenzo, Paraguay: Carrera de Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Asunción.
- REDIEX, (2009). Atlas Geográfico del Chaco Paraguayo. Asunción, Paraguay.



- Rempel, E. (2003). Áreas de existencia de materia prima, usos, explotación y mercados de productos derivados de *Bulnesia sarmientoi*. Facultad de Ciencias Agrarias, UNA.
- Rempel, E., Pérez de Molas, L. y BERTONI, B.S. (2007). Análisis estructural en Parcela Permanente de Medicion de un Bosque semicaducifolio “Palosantal y Labonal”, Reserva Natural Privada de la Cooperativa Fernheim “Laguna Pora”. Chaco Seco, Dpto. Presidente Hayes, Paraguay. Tesis de grado, Carrera Ingeniería Forestal.
- Rodilla, J.M. (2011). Advances in the identification and agrochemical importance of sesquiterpenoids from *Bulnesia sarmientoi* essential oil. *Industrial Crops and Products* 33 (2011) 497–503.
- Rosser, A.R. and Haywood, M.J. (Compilers). (2002). *Guidance For CITES Scientific Authorities: Checklist to assist in making non-detriment findings for Appendix II exports*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK
- Salvat, A. et al. (2004). Antimicrobial activity in methanolic extracts of several plant species from northern Argentina. *Phytomedicine* 11: 230-234.
- Santacruz, C. (2014a). Análisis de la estructura diamétrica de un bosque xerofito, Estancia Santa Herminia S.R.L. Ecorregión Chaco seco Dpto. Boquerón y Presidente Hayes. Trabajo de Pasantía II. San Lorenzo, Paraguay: Carrera De Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Asunción.
- Santacruz, C. (2014b). Análisis estructural de un bosque Xerofítico denso Semi Caducifolio, Ecorregión Chaco, Dpto. Boquerón. San Lorenzo, Paraguay: Carrera de Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Asunción.
- Scarpa, G. (2000). Plants employed in traditional veterinary medicine by the criollos of northwestern Argentine Chaco. *Darwiniana* Vol. 38 (3-4): 253-265.
- Schulz, A.G. (1997). Algunas plantas usuales del nordeste Argentino. *Parodiana* 10(1-2): 211-241.
- SEAM. (2011). Programa Nacional de Manejo de *Caiman yacare* en Paraguay.
- SEAM. (2016). Dictamen de Extracción no Perjudicial de *Bulnesia sarmientoi* Lorentz ex Griseb. en Paraguay. 2013. Asunción: DIB/MNHNP.
- Serrada, F. (2003). Regeneración natural: Situaciones, Concepto, Factores y Evaluación. (F. Silva-Pando, N. Novo, & P. Álvarez, Edits.) *Actas de la III Reunión sobre Regeneración Natural-IV Reunión sobre Ordenación de Montes*, 15, 11-15.
- Spichiger, R.; Ramella, L.; Palase, R.; Mereles, F. (1991). Proposición de leyenda para la cartografía de las formaciones vegetales del Chaco paraguayo: Contribución al estudio de la flora y de la vegetación del Chaco – III. *Candollea* 46 (2): p. 541 – 564
- Toews, N. (2004). Evaluación de las Condiciones Naturales de *Bulnesia sarmientoi*, Provenientes de Regeneración Natural, en Combinación con *Panicum maximum* en el Chaco Central Paraguayo. Inédito: Informe de Pasantía. Carrera de Ingeniería Forestal FCA/UNA. 10 p.



- 
- Torres, G. A. (2014). Análisis de la estructura diamétrica de un bosque xerofítico, en PPMB, chaco seco, Parque Nacional Defensores del Chaco. Dpto. Alto Paraguay. San Lorenzo, Paraguay: Carrera De Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Asunción.
  - Ulmke, C., & August, L. (2004). Una guía para plantas nativas del Chaco Paraguayo. Ecosistema Chaco: Sano y Productivo. INTTAS. Herborn, Deutschland.
  - UNIQUE WOOD. (2007). Informe del Plan de Manejo Forestal Estancia Santa Herminia S.A. San lorenzo.
  - UNIQUE WOOD. (2016). Validación tecnológica en el crecimiento del palo santo para uso sustentable en el Chaco Paraguayo (informe final)
  - Viveros Cabaña, P. (2005). Gestión de Recursos Nativos para Forestación, Reforestación y Enriquecimiento de Bosque de Palo Santo (*Bulnesia sarmientoi*) en área de distribución de la especie. Campo Ampú y Quenjaclói, Paraguay. USAID & Fundación DesdelChaco.
  - WG 1–CASE STUDY 7–p.25. (2008). Non-Detriment Findings report on Guaiacum sanctum in Mexico.
  - [www.cites.org](http://www.cites.org)
  - [www.tropicos.org](http://www.tropicos.org)
  - Zerbato, M. et all. (2009). Situación de la especie Palo Santo (*Bulnesia sarmientoi* Lorentz ex Griseb) en la provincia de Formosa: estudio de sitios de extracción en los Departamentos Matacos y Bermejo. Argentina.