

## Los quebrachales de *Schinopsis balansae* (Engl.): un estudio poblacional en el sector sur de la Cuña Boscosa Santafesina (Argentina)

*Schinopsis balansae* forests: a population study in the southern area of the Cuña Boscosa in Santa Fe (Argentina)

Os quebrachais de *Schinopsis balansae*: um estudo populacional na região sul da Cuña Boscosa da província de Santa Fe (Argentina)

Alzugaray, Claudia ; Vesprini, José Luis 

Universidad Nacional de Rosario

calzugar@gmail.com

Recibido: 11/2022 Aceptado: 09/2023

DOI: <https://doi.org/10.35305/agro42.e036>

### Resumen

Los quebrachales de la porción sur de la Cuña Boscosa santafesina desarrollan en dos zonas geomorfológica y edáficamente distintas: el Área Plana de Vera y la Faja con Relieve Reconquista que debido a diferencias en la calidad de suelos se encuentran sometidas a distintos usos con consecuencias diferenciales para la supervivencia del quebracho colorado. Se delimitó un polígono que comprende ambas zonas equitativamente donde se cuantificaron atributos del patrón de paisaje y variables poblacionales registrando los individuos con diámetro altura de pecho mayor a 10 cm y su expresión sexual. La superficie con cobertura forestal natural, el tamaño de parche, el porcentaje de ocupación, los perímetros total y medio del parche fueron mucho mayores en el Área Plana de Vera. El número de parches y su relación perímetro/área fueron mayores en la Faja con Relieve Reconquista cuya superficie agriculturizada es casi siete veces mayor. Para ambas zonas, la clase diamétrica menor, presenta menos individuos que la clase sucesiva, sugiriendo decrecimiento poblacional y durante 3 años de estudio florecieron 30,4 % de pies femeninos y 7,6 % de pies masculinos: 62 % de los individuos no florecieron. En la Faja con Relieve Reconquista predominan individuos de clases diamétricas altas, indicando envejecimiento de esas poblaciones. Como especie heliófila su regeneración dentro de los bosques está limitada: en áreas no intervenidas del Área Plana de Vera ocuparía el rol de especie pionera, mientras que, en la Faja con Relieve Reconquista, sin área disponible para estos procesos el destino de sus poblaciones es incierto.

**Palabras clave:** coberturas forestales; estructura poblacional; *Schinopsis balansae*

### Abstract

The *Schinopsis balansae* forests in the southernmost area of the *Cuña Boscosa* in Santa Fe, develop in two different geomorphologic and edaphic zones: the Vera Plain Area and the Belt with Reconquista Relief. Due to soil differences, land use differs between zones with different consequences for survival of *Schinopsis* populations. A polygon including equal surface areas of both zones was established, where landscape pattern attributes and *Schinopsis* populations variables were quantified. Trees with diameter at breast height larger than 10 cm and their sexual expression were recorded. The surface area with natural forest cover, patch size, percentage of occupation, and total and mean patch perimeters were much larger in the Vera Plain Area. The number of patches and their perimeter: area ratio were higher in the Belt with Reconquista Relief, where the cultivated area is almost seven times larger than in the Vera Plain Area. In both areas, there were fewer trees in the lower diameter class than in the successional class, suggesting population decrease. During the 3-year research period, 30,4% of females and 7,6%

of males flowered, while no flowering occurred in 62% of the individuals. In the Belt with Reconquista Relief there are few individuals of low diametric class but many individuals of higher diametric classes, indicating population ageing. Since *S. balansae* is a heliophyte species, regeneration within the forests is limited. While in the Vera Plain Area it might have the role of pioneer in undisturbed areas, in the Belt with Reconquista Relief, without available areas for colonization processes, the populations fate is uncertain.

**Key words:** forest cover; population structure; *Schinopsis balansae*

### Resumo

Os quebrachais da porção sul da Cuña Boscosa de Santa Fe desenvolvem-se em duas zonas geomorfológicas e edáficas diferentes: a Área Plana de Vera e a Faixa com Relevo de Reconquista que devido a diferenças na qualidade dos solos estão sujeitas a diferentes usos com consequências diferenciais para a sobrevivência do quebracho-vermelho. Um polígono compreendendo equitativamente ambas as zonas foi delimitado, onde foram quantificados atributos do padrão de paisagem e variáveis populacionais. Registraram-se os indivíduos com diâmetro à altura do peito superior a 10 cm e sua expressão sexual. A superfície com cobertura florestal natural, o tamanho das manchas (patches), a porcentagem de ocupação e os perímetros total e médio da mancha foram muito maiores na Área Plana de Vera. O número de manchas e sua relação perímetro/área foram maiores na Faixa com Relevo Reconquista, cuja superfície agricultada é quase sete vezes maior. Para ambas as zonas, a classe de diâmetro menor apresenta menos indivíduos do que a classe sucessiva, o que sugere uma redução populacional e durante 3 anos de estudo floresceram 30,4% de pés femininos e 7,6% de pés masculinos: 62% dos indivíduos não floresceram. Na Faixa com Relevo Reconquista, predominam indivíduos de classes de diâmetro alto, indicando um envelhecimento dessas populações. Como espécie heliófila, sua regeneração nas matas é limitada: nas áreas não intervindas da Área Plana de Vera ocuparia o papel de pioneira, enquanto, na Faixa com Relevo Reconquista, sem área disponível para esses processos, o destino de suas populações é incerto.

**Palavras-chave:** coberturas florestais; estrutura populacional; *Schinopsis balansae*

### Introducción

El Chaco argentino ha sido una de las regiones más afectadas por la deforestación desde fines del siglo XIX, habiéndose despoblado de quebrachos colorados unas 10.000.000 de ha de bosques en toda la región chaqueña en unos 75 años ([Cozzo, 1967](#); [Zarrili, 2016](#)). La deforestación de bosque nativo, no obstante, continuó siendo uno de los problemas ambientales más importantes en Argentina ([Brown et al., 2006](#)). Por ejemplo, entre 2000-2010 se dieron pérdidas netas de superficie forestal y aumentos netos de la superficie agrícola ([FAO, 2016](#)). A pesar de la sanción de la Ley de Bosques nativos en 2007 y su efectiva reglamentación e implementación en 2009, hasta fines de 2014, se deforestaron 2.107.208 hectáreas, de las cuales 626.244 hectáreas eran bosques protegidos ([Greenpeace, 2019](#)). Estudios más detallados revelan que, entre 1985 y 2020, se talaron en Argentina 103.480 km<sup>2</sup> de bosque, siendo el país con mayor pérdida de superficie boscosa en su ecorregión chaqueña ([Baumann et al., 2022](#)).

En la provincia de Santa Fe, en un área de algo menos de 10.000 km<sup>2</sup> desarrollan formaciones boscosas dominadas por bosques xerofíticos. Esta área denominada “Cuña Boscosa santafesina” es considerada por algunos autores como el área del óptimo ecológico para el desarrollo de *Schinopsis balansae* Engl. ([Morello y Adámoli, 1974](#)) y es donde sus poblaciones forman parte de dos comunidades: los quebrachales donde la especie se comporta como dominante fisonómica, aunque debido al uso, en la actualidad la especie puede llegar a no ser dominante; y los bosques mixtos o fuertes donde la especie aparece acompañada de componentes de linaje más amazónico

([Lewis, 1991](#); [Lewis et al., 1994](#)). Entre los diversos recursos naturales de la zona, el quebracho colorado fue el objetivo principal de explotación por su utilidad como material tanante. Varias empresas, en particular la “Compañía de Tierras, Maderas y Ferrocarriles La Forestal Ltd” (de ahora en adelante ‘La Forestal’) se dedicaron a explotar este recurso desde aproximadamente 1890, generando una gran infraestructura para su extracción, distribución y exportación desde Argentina.

Debido a la calidad taninera de los quebrachos y a la cercanía a vías fluviales y puertos, la Cuña Boscosa fue el epicentro de la industria del tanino ([Girbal-Blacha, 2020](#)). Se calcula que la empresa La Forestal llegó a explotar unas 2.354.000 ha repartidas en cinco departamentos del norte santafesino ([Silber, 1997](#)), generando un complejo proceso de concentración de tenencia de la tierra sólo destinada a la industria del tanino. Luego de décadas de explotación, a partir de 1926 La Forestal comenzó a desprenderse de tierras ya explotadas ([Somigliana, 1973](#)). Paralelamente a partir de 1866, el estado argentino inició la ocupación del territorio santafesino al norte de San Javier con cesión de tierra a colonos para dedicarlas a la agricultura ([Dosztal, 2016](#)). Desde 1960 luego del período de explotación intensiva del tanino, la frontera agrícola comenzó a avanzar a partir de un desplazamiento de los espacios destinados a pastoreo. Estos, a su vez, se ampliaron a expensas de las áreas boscosas que son los ecosistemas de uso más marginal ([Bercovich, 2000](#)). [Carnevale et al. \(2009\)](#) determinaron que en 1976 la superficie de bosque comprendida en la Cuña Boscosa ascendía a 790.529 ha, superficie que para el año 2008 disminuyó a 404.672 ha. Históricamente, la deforestación sucedió de manera diferencial, dando como resultado dos paisajes: uno donde se transformaron grandes superficies para uso agrícola (dejando parches de bosques y pastizales) y otro de bosques y pastizales dedicados a la ganadería ([Bender, 2017](#); [Dosztal, 2016](#)).

En 2007 se sancionó la ley de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos N° 26.331. La provincia de Santa Fe adhirió por decreto 0042/2009 a la ley y su mapa de ordenamiento territorial (reglamentado en 2011) determinó que sus bosques correspondían a las categorías I y II (alto y mediano valor de conservación) y por lo tanto el cambio de uso de suelo por desmonte no se permitió sobre ningún tipo de bosque. Sin embargo, según [Calvet \(2020\)](#) desde 2008 a 2016, la pérdida de bosques en la provincia sumó 97.292,7 ha. Además de las áreas deforestadas, diversas prácticas de manejo y uso afectan estructuralmente las poblaciones de quebracho remanentes. En la actualidad la especie es utilizada para la producción de vigas, columnas, tirantes, leña y carbón. El uso ganadero implica extracción de postes y existe una práctica muy difundida, la “parquización”, que es la apertura del sotobosque (con o sin enriquecimiento de especies forrajeras) para favorecer el pastoreo ([Pire & Prado 2001](#); [Simon et al., 2003](#); [Verzino et al., 2019](#)).

Entre las características que hacen a las poblaciones de *S. balansae* muy vulnerables a su explotación y pérdida de hábitat podemos mencionar:

**Expresión sexual y producción de semillas:** siendo una especie dioica ([Barberis et al., 2012](#)) depende de la presencia de pies femeninos y masculinos en el rodal, no todos los individuos florecen y sólo los pies femeninos producen frutos. Dado que la polinización es anemófila, la producción de semillas es afectada negativamente por las lluvias en el período de floración ([Alzugaray et al., 2005](#); [González y Vesprini, 2010](#)).

**Temperamento:** *S. balansae* es considerada una especie heliófila, sus renovales no sobreviven en la sombra ([Tortorelli 2009](#)), por lo que la regeneración está limitada en bosques cerrados ([Galarza, 1915](#), [Valentini 1960](#)). La especie puede desarrollar en suelos halohidromórficos en los cuales no compete con especies umbrófilas que prosperan en suelos de mejor aptitud productiva ([Perfumo, 1956](#)).

**Tasa de crecimiento individual:** una baja tasa de crecimiento estimada en 3 mm de incremento anual de diámetro de altura de pecho (DAP) ([Pérez et al., 1993](#); [Giménez y Moglia, 2007](#); [Tortorelli, 2009](#)).

A pesar de las diferencias en el uso actual en diversas zonas de la Cuña Boscosa (agricultura, ganadería extensiva en bosques y pastizales, fruticultura y forestaciones), el grado de fragmentación de los bosques nativos remanentes se desconoce. Menos evidente y menos conocida aún es la estructura poblacional actual de los rodales de *S. balansae* en esos bosques remanentes, desconociendo si el uso ha afectado la composición por edades y por sexo de los rodales actuales.

El objeto de este trabajo es caracterizar los paisajes actuales a partir de métricas, en base a un mapa de usos y coberturas público y analizar la estructura poblacional por sexos y por clases diamétricas del quebracho colorado en bosques remanentes.

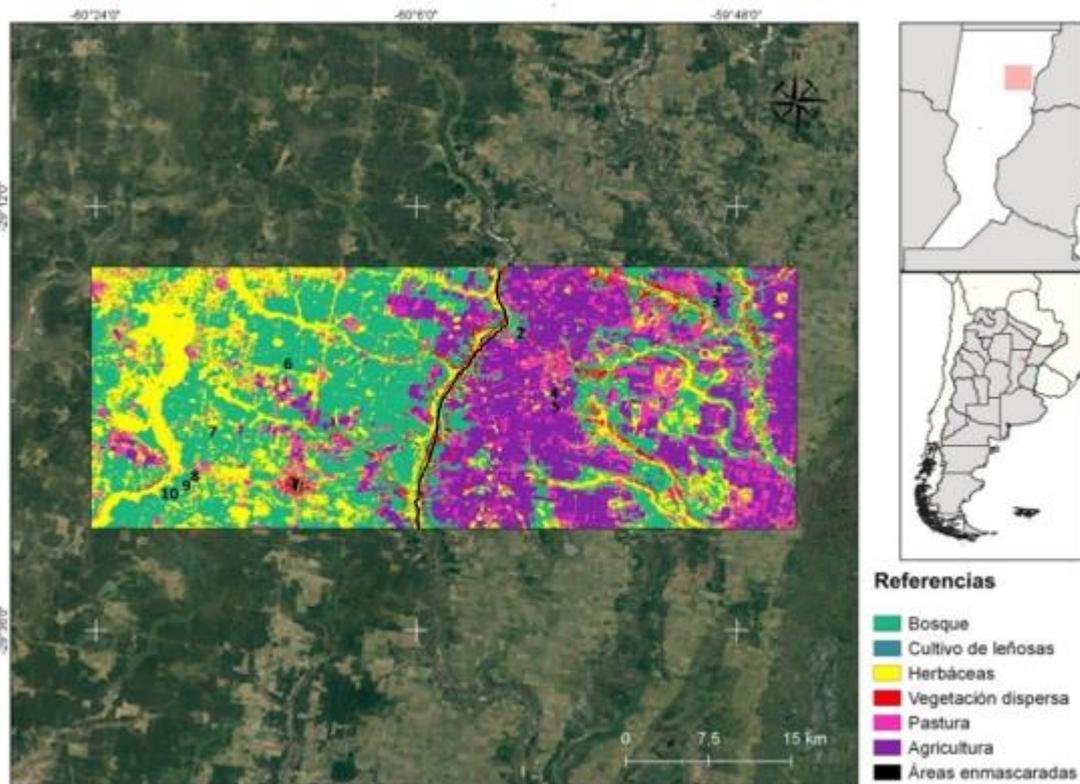
## Materiales y métodos

### Área en estudio

El área elegida para este estudio se encuentra inscripta en el sureste del “Gran Chaco Americano” ([Figura 1](#)) ([Rodríguez et al. 2012](#)) en la ecorregión del Chaco Húmedo ([Figura 2](#)) ([Lewis y Pire, 1981](#)), que se caracteriza por poseer un clima subhúmedo-húmedo, mesotermal, con poca o ninguna deficiencia de agua. Las temperaturas medias de enero se sitúan entre las isolíneas de 26 °C y 27 °C y las medias de julio entre 13 °C y 14 °C ([Cáceres, 1980](#)).



**Figura 1:** Gran Chaco Americano



**Figura 2:** Ubicación del polígono seleccionado en la Provincia de Santa Fe (Argentina) y sus clases de cobertura: bosque, cultivo de leñosas, herbáceas, vegetación dispersa, agricultura y la ciudad de Vera como un área enmascarada. Los números indican los sitios de muestreo, las dos áreas se separan por el cauce marcado en negro.

La Cuña Boscosa limita al Oeste con el paleocauce Golodrinás-Calchaquí y al Este con el valle de inundación del Río Paraná, al norte con el paralelo 28 ° LS y el límite sur es algo difuso (debido al continuo avance de la frontera agrícola), entre el río Salado y el área geomorfológica denominada Bajo de los Saladillos (Iriondo, 1987). Esta área se encuentra dividida en sentido NS por la cuenca del cauce Garabato- Toba determinando dos zonas geomorfológica y edáficamente distintas: el “Área plana de Vera” y la “Faja con relieve Reconquista” sensu Iriondo (1987).

El “Área plana de Vera” (APV) se ubica al oeste del cauce, la geomorfología se corresponde con un relieve horizontal, es surcada por diversos arroyos en sentido NO-SE (Iriondo, 1987). Los suelos son asociaciones de Natracualfes típicos y álbicos, muy hidromórficos, de elevada sodicidad en todo el perfil y Ocracualfes udólicos, con anegamiento temporario (Mussetti y Alconchel, 1986). Presentan de moderada a buena provisión de materia orgánica, no tienen aptitud agrícola, pero son aptos para la producción de forrajes naturales (Espino *et al.*, 1983) y en ellos se realiza ganadería extensiva. Sobre estos suelos desarrollan diversos bosques, abras gramíneas con especies nativas y bajos inundables donde puede desarrollar la especie.

La “Faja con relieve Reconquista” (FRR) se ubica al este de la Cuenca Garabato-Toba, se caracteriza por un relieve moderado a bajo, levemente convexo (Iriondo, 1987). Los suelos se componen de una asociación de Argiudoles ácuicos, típicos y vérticos, siendo el subgrupo típico

el que presenta la mayor aptitud agrícola ([Espino et al., 1983](#)). Estos suelos permiten uso agrícola de la tierra y aparece una subdivisión marcada de los lotes.

Las comunidades leñosas que desarrollan en la zona sur de la Cuña Boscosa siguen un gradiente de humedad y salinidad correlacionado con la elevación topográfica, básicamente son las sabanas de *Copernicia alba* (Morong.), los algarrobales de *Prosopis* sp, los quebrachales y en las posiciones más altas los bosques mixtos que en esta porción sur no se diferencian marcadamente de los quebrachales ([Lewis et al. 1994](#)). Sin embargo, ese gradiente no está plenamente expresado en la FRR debido a la intensa fragmentación del paisaje.

#### Ubicación de los sitios de muestreo dentro del área en estudio

Con la orientación de imágenes satelitales de Google Earth Pro y subsecuentes prospecciones a campo se ubicaron poblaciones de *S. balansae* y en función de los permisos de los propietarios y de la accesibilidad, se seleccionaron cinco sitios en el APV y cinco sitios en la FRR. En dirección EO las poblaciones se ubican a lo largo de 65 km cubriendo la mayor parte del rango de la distribución de la especie en este sentido. En el sentido NS, se seleccionaron las poblaciones más australes accesibles y hacia el norte se incluyeron sólo poblaciones en que la especie forma parte de quebrachales, excluyendo poblaciones que claramente conforman la comunidad del bosque mixto. La distancia entre las poblaciones más distantes en sentido NS es de 30 Km. De este modo el polígono bajo estudio tiene una superficie de 175.676,77 ha que comprende un área de 90.378,05 ha en el APV y 85.298,72 ha en la FRR la diferencia entre áreas representa un 2,98 % de la superficie total del área de estudio. La elección de un área de estudio restringida tuvo el objetivo de reducir la influencia de factores ambientales y de uso que limitan las posibilidades de comparación entre áreas.

Usando los mapas de suelo del INTA ([INTA, 2014](#)) se determinó Orden, grupo y subgrupo para cada una de las unidades de bosque estudiadas.

#### Análisis de coberturas de suelo mediante productos obtenidos de imágenes satelitales

Se cuantificaron, mediante métricas los atributos del patrón del paisaje (área y perímetro promedio de parches, número de parches, áreas y perímetros totales por tipo de cobertura e índices derivados) dentro del polígono comprendido por los puntos cuyas coordenadas son: 29,05 S, 59,94 O; 29,07 S, 59,78 O; 29,68 S, 60,38 O; 29,54 S; 60,57 O. Los datos fueron obtenidos del Proyecto de "Mapeo Anual de Cobertura y Uso del Suelo de Gran Chaco Americano" en el marco de la iniciativa denominada "MapBiomias Chaco", disponible en la web: <https://chaco.mapbiomas.org/>. Se cortó una escena del producto perteneciente al año 2014 y se registraron las siguientes coberturas: leñosa forestal natural, cultivo de leñosas, herbáceas, vegetación dispersa, pastura, agricultura, área no vegetada y cuerpos de agua. Los píxeles clasificados como cobertura leñosa forestal natural son aquellos cuya cobertura boscosa excedió el 20%, cuando es menor a ese valor se denomina vegetación dispersa. Para todas las coberturas se calcularon índices con un complemento al software QGIS 3.16 ([2019](#)) Madeira llamado "LEcoS" (Landscape Ecology Statistics).

## Estudios de estructura poblacional y expresión sexual

En cada uno de los 10 sitios seleccionados se establecieron dos parcelas de 50 x 10 m posicionadas de modo que contengan la mayor cantidad de individuos de la especie. En ocho sitios fue posible establecer dos parcelas independientes; en dos sitios las dos parcelas fueron contiguas. Dentro de cada parcela se censaron todos los individuos de la especie con Diámetro de Altura de Pecho (DAP) mayor de 10 cm registrando estado reproductivo y expresión sexual, fueron posicionados con cinta métrica y GPS dentro de la parcela y luego mapeados. La expresión sexual de los individuos fue determinada de diciembre a febrero a lo largo de los años 2012, 2013 y 2014 por medio de la observación directa de la floración. Las inflorescencias pistiladas y estaminadas son fácilmente distinguibles, por tamaño y duración de la floración ([Muñoz, 2000](#)). Se calculó la proporción de individuos que florecen como número de individuos masculinos + número de individuos femeninos/ total y la relación de sexos ([Field et al., 2012](#)) como número de pies Masculinos/número de pies Femeninos + número de pies Masculinos.

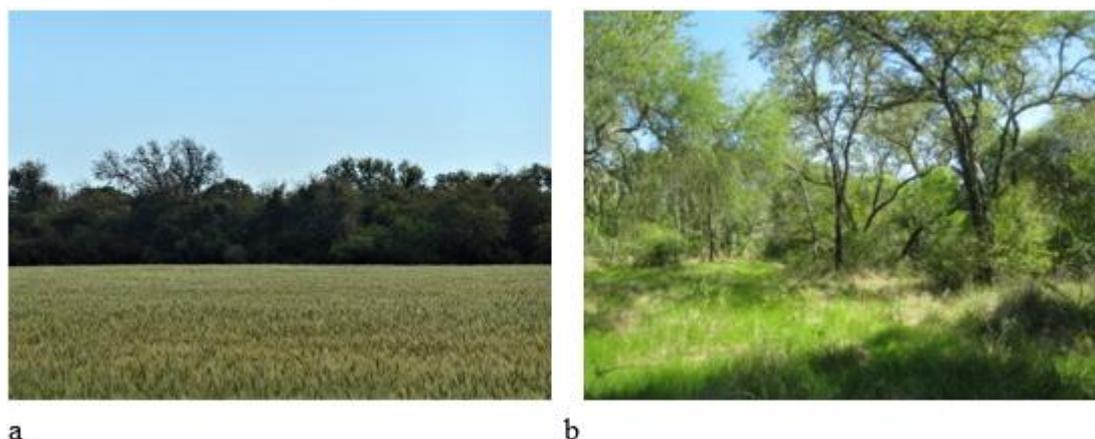
Se realizaron histogramas de frecuencia por clases diamétricas, discriminando estado reproductivo y expresión sexual agrupando los valores en rangos de 10 cm de DAP que equivalen a más de 30 años de crecimiento (Giménez y Moglia, 2007). Los datos se presentan como número de individuos. ha<sup>-1</sup>. Las gráficas de distribución de clases diamétricas se presentan en base al DAP ([Imaña-Encinas, 1998](#)). Se realizaron análisis comparativos de DAP (prueba de Wilcoxon para muestras independientes), de número de individuos femeninos, masculinos y sin flores (prueba de diferencia de proporciones) y los índices derivados (prueba de Wilcoxon) utilizando el programa InfoStat ([Di Rienzo et al., 2008](#)).

En cada parcela se efectuó una lista florística de especies arbóreas y arbustivas acompañantes.

## Resultados

Acorde al mapa de suelos del INTA, en la FRR hay cuatro quebrachales que se ubican sobre órdenes de suelos Molisoles; 3 pertenecen al grupo Argialbol subgrupo típico y uno se ubica sobre el grupo Argiudol ácuico. Sólo un bosque desarrolla sobre un suelo de Orden Alfisol, grupo Natracualf típico. En el APV tres quebrachales se ubican sobre suelos de orden Alfisoles grupo Natracualf subgrupo típico, y dos se ubican sobre Complejos indiferenciados no clasificados.

Los paisajes actuales en ambas zonas geográficas son muy diferentes, en la FRR se dedica a la agricultura un 38,34 % de la superficie total, mientras que en el APV la agricultura ocupa un 5,32 %. Las formaciones leñosas nativas ocupan un 58,38 % y un 22,24 % de la superficie total en el APV y en la FRR respectivamente. En consecuencia, la superficie ocupada por cobertura leñosa forestal natural en la FRR es de un 35,96 % de la superficie con cobertura leñosa forestal natural en el APV ([Tabla 1](#), [Figura 3 a y b](#)).



**Figura 3:** Imágenes de los paisajes observables en la Cuña Boscosa: a) agrícola con parches de bosques y pastizales en las áreas no aptas para los cultivos y b) de bosques y pastizales dedicados a la ganadería. El estrato emergente está conformado por quebrachos colorados (*Schinopsis balansae*).

En el APV, el tamaño promedio de parche de cobertura leñosa forestal natural, el porcentaje de ocupación, el perímetro total y el perímetro medio del parche fueron mucho mayores que en la FRR. Mientras que el número de parches y su relación perímetro- área fueron mayores en la FRR (Tabla 1). Las superficies ocupadas con comunidades de herbáceas nativas también fueron menores en la FRR, representando un 14,33 % de la ocupación mientras que en el APV representa un 24,65 %. El cultivo de especies forestales tales como eucaliptus y pinos es muy reducido en ambos paisajes y menor en la FRR.

**Tabla 1:** Área total (ha), Tamaño promedio de parche (ha), Número de parches, Porcentaje ocupado (%), Perímetro medio (km), Relación perímetro/superficie (m/ha) para las siguientes coberturas de suelo: forestal, cultivo de leñosas, herbáceas nativas, vegetación dispersa, pasturas implantadas, agricultura, área no vegetada y cuerpos de agua en la Faja con Relieve Reconquista (FRR al Este del cauce) y en el Área Plana de Vera (APV al Oeste del cauce). Fuente: Maps biomas Chaco. <https://chaco.mapbiomas.org/>.

	Área total (ha)		Tamaño promedio de parche (ha)		Número de parches		Porcentaje ocupado*		Perímetro total (km)		Perímetro promedio de parche (m)		Relación p/A(m/ha)	
	FRR	APV	FRR	APV	FRR	APV	FRR	APV	FRR	APV	FRR	APV	FRR	APV
<b>Cobertura Forestal</b>	18970.42	52761.84	12.28	43.97	1545	1200	22.24	58.38	3264.23	4696.96	2112.77	3914.14	172.07	89.02
<b>Cultivo de leñosas</b>	5.48	18.27	0.91	0.83	6	22	0.006	0.020	2.92	11.81	487.50	536.83	533.53	0.65
<b>Herbáceas</b>	12221.07	22279.25	3.79	7.45	3221	2991	14.33	24.65	4234.83	5194.49	1314.76	1736.71	346.52	0.23
<b>Vegetación dispersa</b>	3067.55	1092.59	2.09	1.33	1468	822	3.60	1.21	1336.44	614.02	910.38	746.99	435.67	561.99
<b>Pasturas</b>	17789.19	9208.51	5.80	4.77	3069	1930	20.86	10.19	5577.62	2988.28	1817.41	1548.33	313.54	0.325
<b>Agricultura</b>	33126.08	4808.32	48.93	13.94	677	345	38.84	5.32	3093.15	639.80	4568.91	1854.49	93.38	133.061
<b>Área no vegetada</b>	240.16	299.93	1.06	1.82	227	165	0.28	0.33	129.03	126.38	568.42	765.95	537.27	0.42
<b>Cuerpos de agua</b>	30.99	23.53	1.07	0.94	29	25	0.036	0.026	18.49	12.86	637.52	514.35	596.57	546.53

Consecuentemente, la superficie dedicada a la agricultura es casi siete veces mayor en la FRR y la superficie con pasturas aproximadamente el doble. El tamaño de los parches de la vegetación

dispersa, y su ocupación es mayor en la FRR y se corresponde con la vegetación natural en cualquiera de sus formaciones con coberturas menores al 20 %, aspecto observable en áreas que rodean parches de bosques, que probablemente hayan sufrido desmonte.

#### Estructura poblacional y expresión sexual:

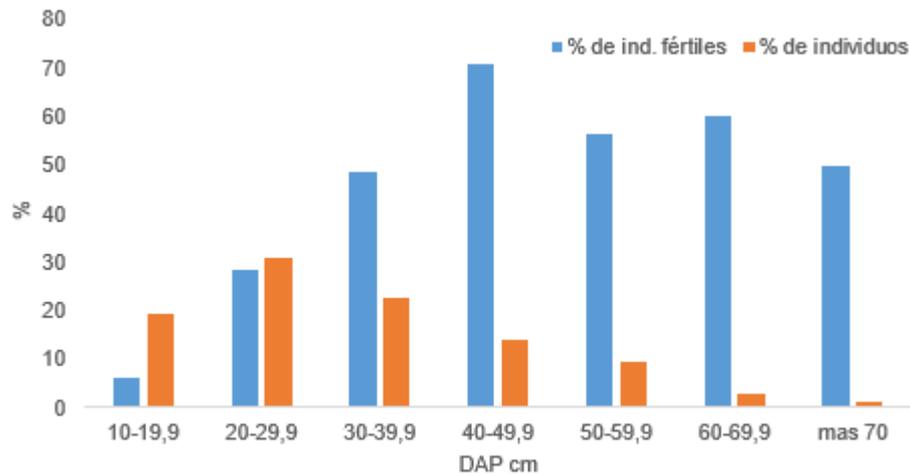
En las 20 parcelas totales establecidas (10.000 m<sup>2</sup>) se censaron 79 individuos en la FRR y 92 individuos en el APV con DAP mayor a 10 cm.

Considerando los datos obtenidos en ambos paisajes se pudieron registrar un 30,4% de pies femeninos, un 7,6 % de masculinos y el 62 % fueron individuos que no florecieron durante el período de estudio. La proporción de individuos que florecen alcanza el máximo en la clase diamétrica de 40 a 50 cm en la cual floreció un 71% de individuos de esa clase de edad; la proporción de individuos que florecen en las clases de edad sucesivas es sensiblemente menor como así también su número poblacional ([Figura 4](#)).

Los cálculos de relación de sexos, muestran proporciones desviadas hacia los pies femeninos. La relación de sexos fue de 0,256 para el APV y 0,105 para la FRR. En las clases diamétricas mayores de 50 cm no se hallaron pies masculinos. En la Faja con relieve Reconquista sólo se relevaron pies masculinos en la clase de 30 a 40 y de 40 a 50 cm de DAP (Fig. 5). Las comparaciones estadísticas para número de pies sin flores, masculinos y femeninos y las consiguientes proporciones resultaron no significativas ( $P > 0,01$ ), por lo que en la [Figura 4](#) las proporciones de individuos se presentan juntas para APV y FRR.

**Tabla 2:** Número de individuos de *S. balansae* que no florecieron, número de pies masculinos y femeninos, proporción de sexos =  $m/(f+m)$  (por sitio y promedios) y DAP promedio por bosque (diámetro a la altura de pecho, en cm) para bosques en cinco sitios de La Faja con relieve de Reconquista (FRR) y en los cinco sitios del Área plana de Vera (APV). Para cada columna, medias seguidas de igual letra, no difieren significativamente al 0,05 % de probabilidad (Prueba de Wilcoxon para muestras independientes y prueba de diferencia de proporciones).

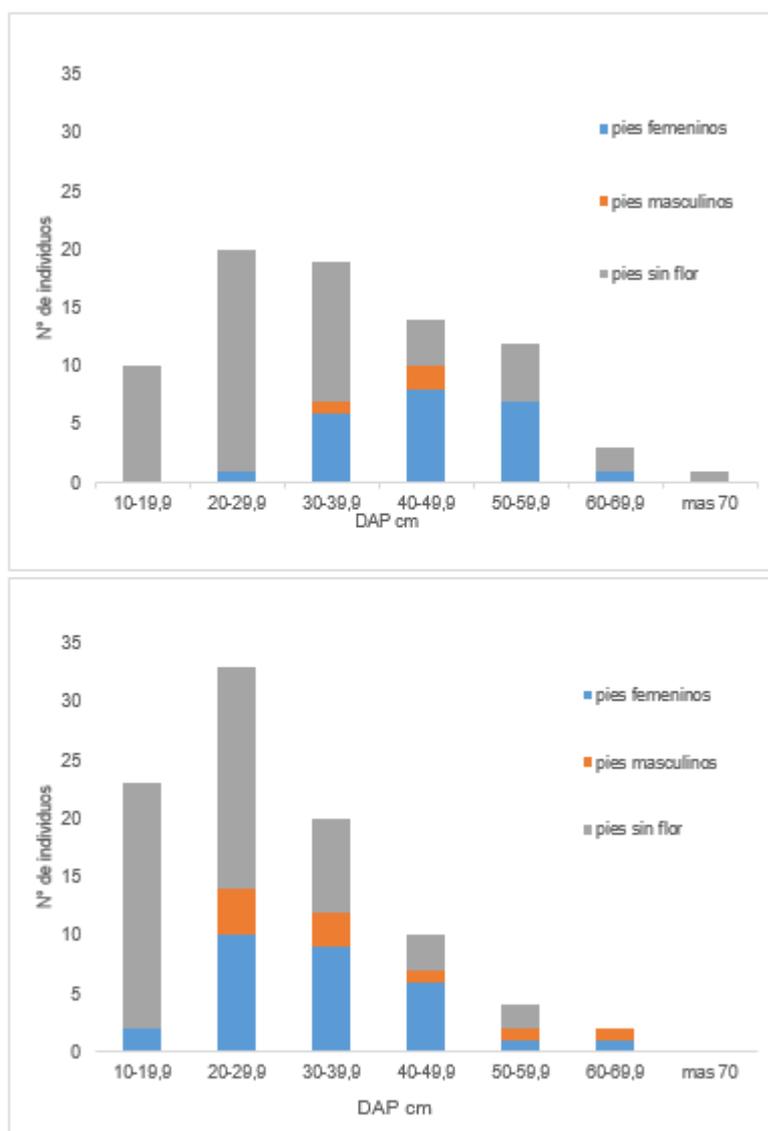
Bosques	Nº de pies sin flores	Nº de pies masculinos	Nº de pies femeninos	Proporción de sexos	DAP promedio
1	25	0	3	0	23.76
2	9	2	3	0.4	43.9
3	6	1	7	0.125	42.8
4	11	0	7	0	41.08
5	2	0	3	0	47.68
<b>Promedio</b>	10,6 a	0,6 a	4,6 a	0,105 a	36,17 a
DE	8.63	0.89	2.4	0.17	14.68
6	10	2	8	0.2	27.69
7	17	2	5	0.28	24.34
8	11	1	6	0.14	24.42
9	7	2	4	0.33	43.56
10	8	3	6	0.33	28.78
<b>Promedio</b>	10,6 a	2,0 a	5,8 a	0,256 a	28,62 b
DE	3.7	1.51	1.14	0.08	12.37



**Figura 4:** Representación de las clases diamétricas de *S. balansae* en el total de la población y la proporción de individuos fértiles por clase de edades.

#### Clases diamétricas:

La clase diamétrica de 10 a 19,99 cm de DAP presenta menos individuos que la clase diamétrica sucesiva en seis sitios, tres en APV y tres en FRR. En los 5 sitios de la FRR, además de los tres sitios con menor número de individuos en las clases diamétricas más bajas, los dos restantes, no poseen individuos de la primera clase y uno de ellos tampoco posee individuos de la segunda clase diamétrica. Cuanto más bajas son las clases diamétricas, las diferencias entre FRR y APV son mayores. En la clase diamétrica más baja el número total de individuos es de 10 en FRR vs 23 que poseen las poblaciones del APV. En la clase de edad siguiente esta proporción es de 26 vs 33. Desde la clase diamétrica 40-49,99 en adelante, la FRR supera en número a los individuos del APV que en estas clases diamétricas posee un número muy bajo de individuos ([Figura 5](#)). Las diferencias en DAP entre FRR y APV fueron significativamente distintas ( $p < 0,006$ ) con los mayores valores en la FRR.



**Figura 5:** Número absoluto de individuos femeninos, masculinos y sin registro de flores por clase diamétrica, expresada en DAP (diámetro a la altura de pecho, en cm) en Faja con Relieve de Reconquista (a) y en Área Plana de Vera (b)

### Especies acompañantes

Las parcelas de la FRR poseen generalmente un canopeo más cerrado que las parcelas del APV. En las parcelas estudiadas se registraron las siguientes especies arbóreas: *Sideroxylon obtusifolium* Roem. Y Schult, *Aspidosperma quebracho blanco* Schlecht, *Libidibia paraguariensis* (D. Parodi) Burkart, *Prosopis* spp. L., *Ruprechtia laxiflora* Meisn., *Gleditsia amorphoides* (Griseb.) Taub., *Vachellia caven* Mol., *Vachellia aroma* Gillies ex Hook, *Myrcianthes cisplatensis* (Cambess.) O. Berg., *Geoffroea decorticans* (Hook. y Arn.) Burkart, *Tabebuia nodosa* L., *Vachellia praecox* Griseb., *Ziziphus mistol* Griseb., *Acanthosirys falcata* Griseb. y arbustos como *Lycium cuneatum* Dammer, *Achatocarpus praecox* Griseb., *Lycium boerhaviaefolium* L. f. En algunas parcelas de la FRR se registraron además de estas especies,

*Allophylus edulis* (A. St.-Hil., A. Juss. y Cambess.) Hieron. Ex Niederl., *Zanthoxylum fagara* (L.) Sarg., *Patagonula americana* L., *Scutia buxifolia* Reissek. y *Eugenia uniflora* L.

## Discusión

Atributos del paisaje y cobertura del suelo

Aunque en ambas áreas existe un importante grado de fragmentación de los quebrachales, ésta es mucho mayor en la FRR. La información histórica que se dispone para realizar comparaciones entre ambas áreas corresponde a los últimos 75 años, cuando los mayores cambios en el paisaje ya habían sido producidos, no obstante, los escasos datos de coberturas previas no impiden suponer que la cobertura boscosa dominara en ambas zonas, es decir que el cambio de uso predomina en la FRR como lo sugieren diversas métricas obtenidas.

El tamaño medio del parche boscoso y del porcentaje de ocupación son mucho menores en la FRR que en el APV (12,28 ha y 22,24 % respectivamente). Valores semejantes se hallaron en el bosque de tres quebrachos con una cobertura de parches boscosos de 17,7% y un tamaño promedio de parche de algo más de 30 ha ([Torrella, 2014](#)). Un valor similar es reportado para bosques remanentes en paisajes agrícolas en el Chaco seco y el Espinal ([Muñoz-Garachana et al., 2018](#)) que hallaron una ocupación del 11,7 % de la superficie con un tamaño promedio de parche de 13 ha.

Con un área boscosa del 35,95 % de la superficie del APV, la FRR presenta 1545 parches boscosos con mayor relación perímetro/área, mientras que en el APV hay 1200 parches. Estos fragmentos de bosque se encuentran concentrados en los sectores más bajos e inundables asociados a cauces o paleocauces o sólo ocupan zonas riparias lo cual fue observado también en el Chaco Occidental ([Gasparri y Grau, 2009](#)). El quebracho no está presente en todos los parches con cobertura forestal nativa de la FRR: sea porque los ejemplares han sido eliminados o porque esos parches no son quebrachales. Es necesario puntualizar que el número de parches detectados es particularmente alto debido a la presencia de caminos, abras y cortafuegos de pocos metros que incrementan su número total. La ubicación de bosques en lugares marginales o con dificultades de acceso para las actividades agrícolas, y bosques que terminan abruptamente en alambrados, está indicando una distribución impuesta por el uso.

Con respecto a los parches de vegetación dispersa, estos se ubican principalmente como transición entre áreas con cobertura leñosa forestal natural y áreas con cobertura de herbáceas lo que estaría sugiriendo que se originaron por extracción selectiva ([Figura 2](#)). Este tipo de desmonte es una práctica común en la región chaqueña ([Nai Bregaglio et al., 2001](#)) llegando en muchos casos al “parquizado” de los bosques como se observa en los sistemas silvopastoriles que conduce a una sabanización de los mismos.

La agricultura en la FRR ocupa un 38,84% de la superficie, siendo esta 7 veces mayor que en el APV, con predominancia del cultivo de soja, aunque pueden observarse otros cultivos de verano como así también trigo ([Fig. 3A](#), Alzugaray, observación personal). La agricultura es la primera categoría en función de su porcentaje ocupado, área total y tamaño promedio de parche (49 ha). El sector seleccionado para este trabajo se encuentra en el departamento General Obligado y según el Censo Nacional Agropecuario 2008 poseía 1098 establecimientos agropecuarios (EAPs) de hasta 200 ha y 450 EAPs de hasta 500 ha ([INDEC, 2008](#)). Comparativamente el sector del

polígono en el APV está ubicado en el departamento Vera y poseía 313 y 272 EAPs en esas dos categorías de propietarios. Los datos obtenidos en este trabajo se correlacionan con el parcelado originado en función de la propiedad de la tierra. Tanto el departamento General Obligado como el departamento San Javier fueron los primeros territorios del norte santafesino ocupados por colonos extranjeros a partir de 1860 ([Dosztal, 2016](#)) lo que explicaría en parte el 38,84 % de ocupación. La superficie destinada a pasturas implantadas es de un 20,86 % y los parches se encuentran distribuidos en toda el área con la particularidad que la mayoría de estos conectan interfluvios y se mezclan con pastizales naturales. Por último y a pesar de la importancia de los cultivos de cítricos en las zonas aledañas a Reconquista, la superficie ocupada por especies forestales frutícolas o madereras es despreciable y menor al APV.

### Estructura poblacional y expresión sexual

En la FRR, se censaron la totalidad o un alto porcentaje de los individuos de la población debido a la superficie reducida de los relictos (6-18 ha) y al bajo número de individuos. Por este motivo se decidió ubicar las parcelas de modo que contengan individuos de la especie. Una disposición de las parcelas al azar hubiera imposibilitado obtener datos suficientes para realizar comparaciones (especialmente de expresión sexual) consecuentemente, las densidades por hectárea se encuentran sobreestimadas.

De la clase diamétrica 10 a 20 cm de DAP floreció un único individuo y gran parte de los individuos de la clase diamétrica de 20 a 30 cm de DAP que no florecieron en el período estudiado podrían haber llegado a la edad reproductiva. Los análisis a nivel de población nos indican que estas clases florecen con frecuencia menor que los individuos de las clases diamétricas superiores y es importante señalar que las clases de 10 a 30 cm de DAP acumulan un 75 % de los individuos totales de la población. También se registraron individuos que no florecieron durante los tres años en las clases diamétricas de 40 cm en adelante. Los cálculos referentes a la relación de sexos se realizaron sobre 80 individuos que representan un 37 % del total de la población, por lo que se está ignorando la expresión sexual de las plantas vegetativas ([Field et al. 2012](#)) que, en esta especie, comprende individuos que no alcanzan la madurez reproductiva en las clases etarias jóvenes e individuos en las clases diamétricas mayores. Durante los tres años de muestreo, la baja proporción de individuos florecidos sugieren poblaciones con mayor proporción de pies pistilados.

Si bien Fisher ([1930](#)) demostró cómo bajo selección natural una relación de sexos 1:1 es evolutivamente estable, muchas veces esta relación no se encuentra en la naturaleza. Como regla general se espera que en especies dioicas la relación de sexo esté desviada en contra de los pies con flores pistiladas ([Darwin 1877](#); [Harper 1977](#)) dado que estos individuos experimentan un compromiso mayor entre crecimiento y reproducción. Si las proporciones de sexo encontradas no fueran un artefacto debido a la baja proporción de individuos reproductivos, en esta especie no se estaría verificando la condición esperada. Siempre en menor número, los pies masculinos están presentes en todas las clases de edades (excepto de 10 a 20).

En otras anacardiáceas del género *Pistacia* se encontraron variaciones en las relaciones de sexo, donde las poblaciones desviadas de la proporción 1:1 estuvieron sesgadas hacia mayor proporción de individuos masculinos, encontrando diferencias en individuos jóvenes,

poblaciones pequeñas, limitaciones de flujo de polen, condiciones especiales de nitrógeno en suelo (Yu y Lu (2011) y estrés hídrico Shemeretiev *et al.* (1980). En *Pistacia lentiscus* L. en cambio, ha sido reportada la desviación de sexos habiendo más pies femeninos (Jordano, 1988; Hjaltén *et al.*, 1993). Para la misma especie, Verdú & García Fayos (2002) no lograron explicar bajo las diversas hipótesis que sostienen la desviación de la proporción de sexos, qué factores están actuando en esta especie y proponen como mecanismos posibles el uso por humanos en períodos previos.

Es posible que en *S. balansae*, especie longeva y con individuos de gran porte el costo de la reproducción definida como pérdida en crecimiento y supervivencia (Delph, 1999) no sería particularmente alto, no obstante, no existe información sobre tasa de crecimiento asociada a expresión sexual. A diferencia de todas las Anacardiáceas citadas los frutos no son carnosos y las sámaras son fotosintéticas hasta la madurez. El costo reproductivo, aunque siempre bajo puede ser diferencial, dado que la floración masculina es mucho más duradera en el tiempo y las inflorescencias masculinas son mucho más grandes que las femeninas (Barberis *et al.*, 2012). Por lo tanto, la hipótesis de uso por humanos en periodos previos puede ser válida también en el quebracho.

#### Clases diamétricas

En ambas zonas geográficas el número de individuos de la clase diamétrica más baja (10 a 20 cm DAP) es menor que el número de individuos de la clase diamétrica sucesiva (Figura 5). Expresándolo en edades, hay menos individuos entre 30 y 70 años que entre 70 y 100 por lo que las poblaciones actuales tienen casi la mitad de individuos establecidos entre 1948 y 1981 que entre 1915 y 1948. Igual situación reporta Torrella (2014) que encontró diferencias para esta especie en las estructuras poblacionales en paisajes con diferentes coberturas y concluye que “en los paisajes con menor cobertura de bosque, la estructura poblacional de esta especie, con densidades relativamente bajas en las clases de tamaños más pequeñas, reflejaría una afectación en el reclutamiento”.

Se ha postulado que el bosque de “Quebracho Colorado” integra la dinámica sucesional del ambiente chaqueño y que se ve enriquecido paulatinamente por diversas especies umbrófitas (Hampel, 2000). Si en el Chaco húmedo esta especie se comporta como pionera longeva (Morello y Adámoli, 1974, Wenzel y Hampel, 1998), sería lógico que las poblaciones dentro de las comunidades estables envejeczan y como proponen Wenzel y Hampel (1998) en estos rodales ocurriría un cambio en la composición ya que encontraron ausencia de renovales de especies netamente heliófilas como *S. balansae*. Aunque la lluvia de semillas no pareciera ser la limitante para la regeneración dado el elevado número de propágulos que arriban desde distintos sectores de los quebrachales, el reclutamiento es bajo y difiere según el microrrelieve del terreno (Barberis, 1996). Se ha señalado que el mayor número de renovales se observa en los bordes de las formaciones arbóreas, donde a menudo aparecen “latizales” (Marino y Pensiero, 2003), es decir, rodales con alta densidad de individuos juveniles (Valentini, 1960). Bosques con alta densidad de individuos de mediano porte también han sido descriptos como parte de una sere temporal (Gräfe *et al.*, 1991).

El destino de las poblaciones del quebracho colorado parece ser diferencial en ambos paisajes. En el APV la especie puede estar cumpliendo el rol de pionera con poblaciones jóvenes que colonizan nuevos ambientes y dentro de la comunidad, tendría más probabilidades de regeneración porque en los suelos pobres o inundados periódicamente las especies umbrófilas no desarrollan, ([Valentini, 1960](#); [Hampel, 1995](#); [Wenzel y Hampel, 1998](#)). No obstante, hemos evidenciado durante el periodo de estudio en diversos rodales el uso las clases diamétricas de 30 a 40 cm para producción de postes: la extracción selectiva podría explicar falta de clases diamétricas bajas.

En la FRR encontramos mayor DAP promedio, y es posible que en este ambiente su crecimiento sería mayor como propusieron Wenzel y Hampel, ([1998](#)), no obstante, la falta de individuos en las clases diamétricas inferiores sugiere que las poblaciones están envejecidas ([Condit et al., 1998](#)). Estos bosques son más cerrados y pueden desarrollar especies umbrófilas con las que el quebracho no puede competir ([Perfumo, 1956](#)) por lo que su regeneración dentro del bosque es poco probable. Tal como se registró con el análisis de coberturas, los fragmentos boscosos en la FRR siguen la trayectoria de los cauces o paleocauces. La totalidad del área que permite implantación de cultivos agrícolas y pasturas se encuentran bajo ese régimen de uso. Como consecuencia no hay área disponible para el establecimiento del quebrachal: estas poblaciones no aportan al reclutamiento de la especie.

## Conclusiones

Tilman *et al.* ([1994](#)) predijeron que la alteración aún moderada de hábitat, causará la extinción determinista, aunque en retardo, de las especies dominantes. Debido a que tales extinciones ocurren generaciones después de la fragmentación, representan una deuda, un costo ecológico futuro de la merma actual del hábitat. Los bosques remanentes en paisajes agrícolas pueden ser considerados como relictos para las especies presentes. Muñoz-Garachana *et al.* ([2018](#)) consideran que, en el Chaco seco y el Espinal, éstos se mantienen debido a la valoración en términos de servicios para las comunidades locales: sombra, leña, plantas medicinales y también a la imposibilidad económica de desmontar dichos espacios. Para la especie estudiada, los datos de estructura poblacional evidencian que el destino de las poblaciones del quebracho está comprometido en la FRR. Sus poblaciones están envejecidas y debido al predominio de superficie agriculturizada no dispone de hábitat para la regeneración.

## Agradecimientos

A los productores que nos permitieron trabajar en sus campos: Itig, Rivas, Spontón, Pereson, Buyatti, Lugo y Granich. A Abel Menapacce, gracias a quien pudimos ingresar al Parque Temático de la localidad de Malabrigo. A los directivos de la Estación Experimental del Ministerio de la Provincia de Santa Fe, “Dr. Tito Livio Copa”, Las Gamas, Vera. A la entonces Subsecretaría de Medio Ambiente de la provincia de Santa Fe, que nos permitió trabajar en el lote 7 B. A los doctores Barberis, I; Freyre, R. y Alvarez Arnesi, E. por su lectura crítica y sugerencias. Se agradece el trabajo de dos evaluadores anónimos que realizaron valiosos aportes al manuscrito.

## CreDIT

CA y JV contribuyeron igualmente en: Adquisición de fondos, Conceptualización, Investigación, Curaduría de datos, Análisis formal, Escritura (revisión y edición).

## Referencias

ALZUGARAY, C.; CARNEVALE N.J.; SALINAS, A.R.; PIOLI, R. (2005). Observations on quality of *Schinopsis balansae* Engl. seeds. *Seed Technology* 27 (1): 49-58.

BARBERIS, I. M. 1996. Distribución y regeneración de especies leñosas en relación con la heterogeneidad ambiental en un bosque de *Schinopsis balansae* del sur del Chaco Oriental. Tesis de posgrado en la carrera de Magister Scientiae en Recursos Naturales. Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina. 128 pp.

BARBERIS, I.M., MOGNI, V., OAKLEY, L., ALZUGARAY, C., VESPRINI, J.L. Y PRADO, D.E. (2012). Biología de especies australes: *Schinopsis balansae* Engler (Anacardiaceae). *Kurtziana* 37(2): 59-86.

BAUMANN, M., GASPARRI, I., BUCHADAS, A., OESER, J., MEYFROIDT, P., LEVERS, C., ROMERO-MUÑOZ, A., LE POLAIN DE WAROUX, Y., MÜLLER, D. Y KUEMMERLE, T. (2022). Frontier metrics for a process-based understandin. *Environ. Res. Lett.* 17 095010. DOI 10.1088/1748-9326/ac8b9a.

BENDER, P.M. (2017). La formación socio espacial del norte de la Provincia de Santa Fe: desde la colonia hasta sus actuales dinámicas sociales y productivas. *Revista de Geografía. Estudios socioterritoriales* 22: 103-120.

BERCOVICH, N. (2000). Evolución y situación actual del complejo Forestal en Argentina. División de desarrollo productivo y empresarial de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Ed. Centro Internacional de Investigaciones para el desarrollo (CIID/IDRC). 65 pp.

BROWN, A. (2006). La situación ambiental argentina 2005. Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires. 587 pp.

CÁCERES, L.M. (1980). Caracterización climática de la provincia de Santa Fe. Ed. Ministerio Agricultura y Ganadería Santa Fe. Dpto. de Aguas. Santa Fe. 35 pp.

CABRERA, A. (1976). *Regiones fitogeográficas argentinas*. Fascículo 1, Enciclopedia Argentina de agricultura y jardinería. Ed. Acme. Buenos Aires.

CALVET, M. A (2020). Análisis multitemporal de la fragmentación y del estado de conservación instantáneo de la Cuña Boscosa santafesina en el período 1996-2019. Tesina de Grado de la Carrera Licenciatura en Recursos Naturales. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario 103 pp.

CARNEVALE, N. J.; ALZUGARAY, C.; DI LEO, N. (2009). Evolución de la deforestación en la Cuña Boscosa santafesina. En: Morello, J.H. y Rodríguez A.F. (Eds.). *El Chaco sin bosques: la Pampa o el desierto del futuro*, INTA-UNESCO-GEPAMA 432 pp. Orientación Gráfica Editora, Buenos Aires.

CONDIT, R., SUKUMAR, R., HUBBELL, S.P., FOSTER, R.B. (1998). Predicting population trends from size distributions: A direct test in a tropical tree community. *The American Naturalist*, 152: 495-509.

COZZO, D. (1967). *La Argentina Forestal*. Bs As, EUDEBA. 240 pp.

DARWIN C. (1877). *The different form of flowers on plants of the same species*. Murray, London

DELPH, L.F. (1999). Sexual dimorphism in life history. En: Geber MA, Dawson, TE & Delph, LF (eds) *Gender and sexual dimorphism in flowering plants*: 149-173. Springer-Verlag, Berlin, Germany.

DI RIENZO J.A.; CASANOVES F.; BALZARINI M.G.; GONZÁLEZ L.; TABLADA M. Y ROBLEDO C.W. (2008). InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

DOSZTAL, I. (2016). El norte santafesino, una frontera de colonización entre la barbarie y la civilización, 1860-1880. Cuadernos de Antropología9: 227-250.

ESPINO, L. M.; SEVESO, M. A.; SABATIER, M. (1983). Mapa de suelos de la Provincia de Santa Fe. Ed. Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Provincia de Santa Fe. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. E.E.R.A. Rafaela. 21. 216 pp.

FAO. (2016). El estado de los bosques del mundo 2016. Los bosques y la agricultura: desafíos y oportunidades en relación con el uso de la tierra. Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura. Roma. 137 pp.

FIELD, D.A. PICKUP, M, BARRETT SCH. (2012). Comparative analyses of sex-ratio variation in dioecious flowering plants. *Evolution* 67-3: 661–672

FISHER, R.A. (1930). *The Genetical Theory of Natural Selection*, Clarendon Press, Oxford.

GALARZA J. B. (1915). Contribución al estudio del quebracho colorado. Instituto de Botánica y Farmacología, Facultad de Ciencias Médicas de Buenos Aires 32: 25-69.

GASPARRI, N.I. y GRAU, H.R. (2009). Deforestation and fragmentation of Chaco dry forest in NW Argentina (1972–2007). *Forest Ecology and Management* 258, 6: 913-921.

GIMÉNEZ, A.M. y MOGLIA, J.G. (2007). Árboles del Chaco argentino. Guía para el reconocimiento dendrológico. Subsecretaría de Ambiente y desarrollo sustentable y Facultad de Ciencias Forestales UNSE. 307 pp.

GIRBAL BLACHA, N. (2020). La Argentina rural en clave regional. Entre la agroindustria y la explotación forestal (1880-1960). *Historia Comparada* 14, 2: 111-154.

GONZÁLEZ, A. M. y VESPRINI, J. L. (2010). Anatomy and fruit development in *Schinopsis balansae* (Anacardiaceae). *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 67, 2: 103-112.

GRÄFE, W., BRASSIOLO, M., SIMÓN, M., FUMAGALLI, A.; RENOLFI, R. (1991). Explotación eficaz y protección de recursos en la región de la Cuña Boscosa, Departamento Vera, Provincia de Santa Fe. *Fac. Ci. Forestales, Inst. Nac. Tecnol. Agropecu.*: 1-79.

GREENPEACE. (2019). Informe anual 2018. Deforestación en el norte de Argentina. 10 pp.

HAMPEL, H. (1995). “Estudio de la estructura y dinámica de bosques naturales del Chaco Húmedo”. *Investigación de los Bosques Tropicales. GTZ.* 21 pp.

HAMPEL, H. (2000). Estudio de la estructura, dinámica y manejo de bosque del Chaco Húmedo Argentino. *GTZ. No. TOB FTWF 15. Eschborn.* 66 p.

HARPER, J.L. (1977). *Population Biology of Plants*. Ed. Academic Press. 892 pp.

HJALTÉN, J., M. ÁSTROM, E. ÁBERG & K. DANELL (1993). Biased sex ratios in Spanish populations of *Pistacia lentiscus* (Anacardiaceae): The possible role of herbivory. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 51,1: 49-53.

IMAÑA-ENCINAS, J. (1998). *Dasometría práctica*. Facultad de Tecnología. Departamento de Engenharia Florestal. Universidad de Brasilia. 125 pp.

INDEC. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2008). Censo Nacional Agropecuario. <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-3-8-87>

INTA. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2014). Mapas de suelo de la provincia de Santa Fe. (<http://www.geointa.inta.gob.ar/2014/05/22/mapa-de-suelos-de-la-provincia-de-santa-fe/>)

IRIONDO, M. (1987). Geomorfología y cuaternario de la Provincia de Santa Fe (Argentina). *D Órbignyana* 4: 1-54. PRINGEPA-CONICET.

JORDANO, P. (1988). Polinización y variabilidad de las semillas en *Pistacia lentiscus* (L) (Anacardiaceae). *Análisis Jardín Botánico de Madrid* 45, 1: 214-231.

LEWIS, J. P. Y PIRE, E. F. (1981). Reseña sobre la vegetación del Chaco santafesino. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Serie Fitogeográfica 18. Ed. Centro de investigaciones de Recursos Naturales. INTA. Buenos Aires. 48 pp.

LEWIS, J. P. (1991). Three levels of floristical variation in the forest of Chaco, Argentina. *Journal of Vegetation Science* 2: 125-130.

LEWIS, J.P.; E.F. PIRE; J.L. VESPRINI. (1994). The mixed dense forest of the Southern Chaco. Contribution to the study of flora and vegetation of the Chaco VIII. *Candollea* 49: 159-168

MARINO, G.D. y PENSIERO, J.F. (2003). Heterogeneidad florística y estructural de los bosques de *Schinopsis balansae* (Anacardiaceae) en el sur del Chaco húmedo. *Darwiniana* 41(1-4): 17-28.

MORELLO, J. Y ADAMOLI, J. (1974). Las grandes unidades de vegetación y ambiente del Chaco Argentino. Segunda parte: Vegetación y ambiente de la Provincia del Chaco. Ed. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Serie Fitogeográfica 13:1-130

MUÑOZ, J.D.D. (2000). Flora Fanerógama Argentina, Fascículo 65. Pro Flora. CONICET. Buenos Aires. 28 pp.

MUÑOZ-GARACHANA, D.; ARAGÓN, R.; BALDI, G. (2018). Estructura espacial de remanentes de bosque nativo en el Chaco Seco y el Espinal. *Ecología Austral* 28:553-564.

MUSSETTI, M. Y ALCONCHEL, D. (1986). Mapa de suelos del centro operativo Dr. Tito Livio Coppa, Las Gamas, Dpto. Vera, Santa Fe. Dirección General de Extensión e Investigaciones Agropecuarias, Santa Fe. 22 pp.

NAI BREGAGLIO, M.; KARLIN, U.; COIRINI, R. (2001). Efecto del desmonte selectivo sobre la regeneración de la masa forestal y la producción de pasturas en el Chaco Árido de la provincia de Córdoba, Argentina. *Multequina* 10: 17-24.



- 
- PÉREZ, V.R.; OVIEDO, R.C.; DELVALLE, P.; CAÑETE, M.C.; RHINER, G.R.; GÓMEZ, C.A. (1993). Comportamiento de *Schinopsis balansae* Engl. en parcelas ubicadas en el Chaco Oriental. Actas del Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Paraná, Entre Ríos. 77 pp.
- PERFUMO, L. R. (1956). Bosques higrofíticos de la Provincia de Formosa. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Administración Nacional de Bosques. Buenos Aires. 13 p.
- PIRE, E.F Y PRADO, D.E. (2001). Pautas empíricas para un manejo sustentable de los bosques de la Cuña Boscosa Santafesina: 257-260. En: Situación ambiental argentina 2000. Ed. Vida Silvestre.
- QGIS. (2019). El SIG Líder de Código Abierto para Escritorio. Recuperado el 20 de octubre de 2019 de <https://www.qgis.org/>.
- RAGONESE, A. E. y G. COVAS. (1940). La distribución geográfica de los quebrachales en la provincia de Santa Fe. Rev. Arg. Agron. 7: 176-184.
- RODRÍGUEZ, A, MORELLO, J. Y MATEUCCI, S.D. (2012). Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos. Orientación Gráfica Editora. 725 pp.
- SHEMERETIEV, S. N., MEKEDA, T. N.; GANNIBAL, B. K. (1980). Some ecological and physiological features of male and female plants of *Pistacia vera* (Anacardiaceae) in Badkhyz. Botanicheskii-Zh. 65: 1604–1613
- SILBER, D.M. (1997). La Forestal. ED AMSAFE, colección Nuestra Historia. 32 pp.
- SIMON, M.P.; ROLDÁN, S.; CASSINO SIMON, C. (2003). Áreas bajo manejo en el chaco argentino: de las parcelas experimentales a los planes prediales. - 1ª ed. Fundapaz. 140 pp.
- SOMIGLIANA, J.C. (1973). Sinopsis del estado económico actual y perspectivas del desenvolvimiento de la industria del “extracto (tanino) de quebrachos” de Argentina. Revista Forestal Argentina, 17 (4): 101- 106.
- TILMAN, D.; MAY, R. M.; LEHMAN, C. L.; NOWAK, M. A. (1994). Habitat destruction and the extinction debt. *Nature* 371, 65–66.
- TORRELLA, S.A. (2014). Fragmentación y pérdida del “bosque de tres quebrachos” y su comunidad de plantas leñosas en el SO de la Provincia de Chaco. Tesis presentada para optar al título de Doctor de la Universidad de Buenos Aires en el área Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Buenos Aires. 153 pp.
- TORTORELLI, L.A. (2009). Maderas y bosques argentinos. Tomo 2. 2ª ed. Buenos Aires. Orientación Gráfica Editora. 1093 pp.
- VALENTINI, J.A. (1960). La reforestación con quebracho colorado y algunas normas silvícolas relacionadas con su aprovechamiento racional. *Bomplandia*1, 1: 51-69.
- VERDÚ, M. Y GARCÍA-FAYOS, P. (2002). Ecología reproductiva de *Pistacia lentiscus* L. (Anacardiaceae): un anacronismo evolutivo en el matorral mediterráneo *Revista Chilena de Historia Natural* 75: 57-65.



VERZINO, G.; JOSEAU, M. J., RODRÍGUEZ REARTES, S.; ROJAS, L.; FRASSONI, J.; GARZÓN, E. (2019). Manejo de bosques nativos en la región del Chaco occidental y el Espinal. Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Agronomía. 34 pp.

WENZEL, M Y HAMPEL, H. (1998). Regeneración de las principales especies arbóreas del Chaco húmedo argentino. *Quebracho*, 6: 5-18.

YU, L. Y LU, J. (2011). Does Landscape Fragmentation Influence Sex Ratio of Dioecious Plants? A Case Study of *Pistaciachinensis* in the Thousand-Island Lake Region of China. PLoS ONE 6(8): e22903. doi:10.1371/journal.pon e.0022903

ZARRILLI, A.G. (2016). Transformaciones ambientales y producción agro-forestal: El Gran Chaco Argentino en el siglo XX. *Revista História: Debates e Tendências (Online)*, vol. 16, núm. 1, pp. 53-71, 2016

---

Alzugaray, C. y Vesprini, J. L. (2023). Los quebrachales de *Schinopsis balansae* (Engl.): un estudio poblacional en el sector sur de la cuña boscosa santafesina. *Ciencias Agronómicas*, (42), p. e036. doi: 10.35305/agro42.e036

Copyright (c) 2023 C.Alzugaray y J. L. Vesprini



Esta obra está bajo una licencia internacional [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

---