



**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO**

**CALIDAD FISIOLÓGICA DE LAS SEMILLAS DE QUEBRACHO  
COLORADO *Schinopsis balansae* ENGL. EN POBLACIONES REMANENTES AL  
SUR DE LA CUÑA BOSCOA SANTAFESINA**

**CLAUDIA ALZUGARAY**

**TESIS PARA OPTAR AL TITULO DE DOCTOR EN CIENCIAS AGRARIAS**

**DIRECTOR: DR. JOSÉ LUIS VESPRINI**

**2018**

**CALIDAD FISIOLÓGICA DE LAS SEMILLAS DE QUEBRACHO  
COLORADO *Schinopsis balansae* ENGL. EN POBLACIONES REMANENTES AL  
SUR DE LA CUÑA BOSCOA SANTAFESINA**

Claudia Alzugaray

Ingeniera Agrónoma – Universidad Nacional de Rosario

Esta Tesis es presentada como parte de los requisitos para optar al grado académico de Doctor en Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de Rosario y no ha sido previamente presentada para la obtención de otro título en ésta u otra Universidad. La misma contiene los resultados obtenidos en investigaciones llevadas a cabo en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario, durante el período comprendido entre el 15 de abril de 2014 y el 14 de noviembre de 2018, bajo la dirección del Dr. José Luis Vesprini.

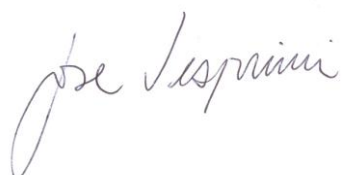
Nombre y firma del Doctorando

Claudia Alzugaray

A handwritten signature in black ink, reading 'Claudia Alzugaray'. The signature is written in a cursive style with a large initial 'C' and a long horizontal stroke at the end.

Nombre y firma del Director:

José Luis Vesprini

A handwritten signature in cursive script that reads "José Vesprini". The signature is written in black ink and is positioned below the printed name.

Defendida: 22 de mayo de 2012

## AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario, en la cual pude desarrollar los trabajos de laboratorio y gabinete. Facultad de una universidad pública y gratuita, de la cual me siento parte y a la que siempre defenderé por su aporte inmenso a la sociedad.

Al CONICET por la financiación de gran parte del trabajo de campo.

Al Dr. José Vesprini, que además de ser un riguroso director, ha sido y es un excelente compañero de trabajo.

Al Ing. Forestal MSc Francisco Cardozo por los conocimientos compartidos en el área forestal en estos últimos 5 años.

A la Dra. Patricia Torres por su inestimable trabajo estadístico.

A la Dra. Rosanna Pioli por su dedicación y paciencia en la identificación de patógenos en las semillas y en la interpretación de los resultados.

A la Ing. Agr. Verónica Reyes por la determinación del brúquido de las semillas de *S. balansae*.

Al Dr. Ignacio Barberis por sus siempre interesantes sugerencias.

A los productores que gentilmente nos abrieron las tranqueras para poder trabajar en sus campos: Itig, Rivas, Spontón, Pereson, Buyatti, Lugo y Granich. Una mención especial a Abel Menapacce, gracias a quien pudimos trabajar en el 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, por permitirnos tener un sitio de base en la Cuña boscosa santafesina.

A la entonces Subsecretaría de Medio Ambiente de la provincia de Santa Fe, que nos permitió trabajar en el lote 7 B.

Al Ingeniero Anselmo Martin por resolver todos los imprevistos informáticos que aparecieron.

A Macarena Vázquez, Alan Blumenfeld, Tomás Ilarregui, Damián Ferrucci, Carla Cloquell, Ramiro Pergolesi, Daniela Raimondo, Andrés García, Paula San Pedro y Lía Martín, ayudantes de la Cátedra de Biología y de la Asignatura Introducción a los Recursos Naturales, algunos ya graduados y al Profesor Diego Müller, por su colaboración en la realización de los ensayos de laboratorio y por el entusiasmo y alegría imprescindibles en las tareas de rutina.

A mis compañeros de Cátedra Mirian Bueno y Pablo García Giménez.

A los evaluadores de esta tesis, por sus valiosos aportes que enriquecieron este trabajo.

## **DEDICATORIAS**

A todos aquellos profesionales, técnicos y productores que puedan usar la información ofrecida en esta tesis para mejorar el uso de un recurso cada vez más escaso y finito, nuestros extraordinarios quebrachos colorados. Seres vivos que pueden llegar a vivir hasta 500 años y ser testigos de nuestro pasaje fugaz por la tierra que tanto castigamos. Ellos son un “recurso” en nuestro idioma economicista, pero ellos son árboles, con características únicas, organismos increíbles que debemos intentar comprender en toda su magnitud para que nos puedan seguir acompañando y hacer nuestras vidas más gratas y fructíferas.

A mi compañero de toda la vida, a mis hijas, a Gonzalo, a mi nieta y a mis nietos por venir y a las amigas y amigos de siempre y también a los nuevos que hice en estos últimos seis años de recorrido en la Universidad.

## PRESENTACIONES A CONGRESOS

\*Alzugaray, C. y Vespriani, J.L. 2012. FRAGMENTACIÓN DEL BOSQUE CHAQUEÑO SANTAFESINO Y CALIDAD DE SÁMARAS DE *Schinopsis balansae* Engl. XXV Reunión Argentina de Ecología. Luján. Buenos Aires

\*Ferrucci, Damián; Cloquell, Carla; Alzugaray, C. y Vespriani, J.L. 2013. FRAGMENTACIÓN DEL BOSQUE CHAQUEÑO SANTAFESINO Y GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE *Schinopsis balansae* ENGL. XV Congreso. XXXIII Reunión Anual Sociedad de Biología de Rosario.

\*Müller, Diego; Raimondo, Daniela; García, Andrés; Torres, Patricia; Alzugaray, Claudia y Vespriani, José Luis. 2013. PESO DE SEMILLAS DE *Schinopsis balansae* Engl. EN BOSQUES CONTÍNUOS Y EN AMBIENTES FRAGMENTADOS. XV Congreso. XXXIII Reunión Anual Sociedad de Biología de Rosario.

\*Alzugaray, C.; R.N. Pioli; R. Pergolesi; T. Ilarregui y J.L. Vespriani. 2014. PATÓGENOS EN SEMILLAS DE *Schinopsis balansae* Engl. PROVENIENTES DE BOSQUES CONTINUOS Y FRAGMENTADOS. III Congreso Argentino de Fitopatología.

\*Alzugaray C.; Blumenfeld A. y Vespriani J.L. 2014. CALIDAD DE SÁMARAS DE *SCHINOPSIS BALANSAE* ENGL. Y FRAGMENTACIÓN DEL BOSQUE CHAQUEÑO SANTAFESINO. Reunión Argentina de Ecología.

\*Vázquez, Macarena; Blumenfeld, Alan; Torres, Patricia; Alzugaray, C. y Vespriani, J.L. 2014. FRAGMENTACIÓN DEL PAISAJE Y GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE *Schinopsis balansae* ENGL. Sociedad de Biología de Rosario. XVI Congreso y XXXIV Reunión Anual SBR.

\*Vazquez, M.; Blumenfeld, A.; Torres, P.S.; Alzugaray, C. y Vespriani, J.L. 2015. CALIDAD DE SÁMARAS DE *Schinopsis balansae* ENGL. Y FRAGMENTACIÓN DEL BOSQUE CHAQUEÑO SANTAFESINO. XVII Congreso y XXXV Reunión Anual SBR.

\*Alzugaray, C.; Pioli, R. N. y Vesprini, J.L. 2016. PATÓGENOS EN SEMILLAS DE *Schinopsis balansae* Engl. PROVENIENTES DE BOSQUES CONTINUOS Y FRAGMENTADOS XVIII Congreso y XXXVI Reunión Anual SBR.

**CALIDAD FISIOLÓGICA DE LAS SEMILLAS DE QUEBRACHO  
COLORADO *Schinopsis balansae* ENGL. EN POBLACIONES REMANENTES AL  
SUR DE LA CUÑA BOSCOA SANTAFESINA.**

**RESUMEN**

Las poblaciones remanentes de *Schinopsis balansae* se encuentran en bosques que han sido extensamente explotados durante más de un siglo. Algunas de las poblaciones de *S. balansae* en la actualidad mantienen una continuidad dentro del paisaje de bosque xerófilo caducifolio, mientras que otras están inmersas en una matriz agrícola y su tamaño es reducido, conformando fragmentos de bosque dentro de un paisaje de cultivos. El objetivo de este trabajo fue evaluar la influencia del paisaje, sobre la calidad fisiológica de las semillas de *Schinopsis balansae* durante tres años sucesivos. Se diseñó un experimento seleccionando el menor polígono con la ubicación más austral donde fue posible encontrar rodales de la especie en paisajes con distintos usos. Dentro de dicho polígono se seleccionaron cinco sitios al oeste del cauce Garabato-Toba donde se desarrolla ganadería y cinco sitios al este de dicho cauce, con producción agrícola. Mediante prospecciones a campo se verificó la presencia de individuos femeninos de *S. balansae* y se constató el tipo de matriz que rodeaba los bosques. En cada bosque se establecieron dos parcelas que contuvieran al menos cinco individuos femeninos con sámaras. Se estableció un modelo mixto donde los paisajes (continuo/fragmento) y los años (2012, 2013 y 2014) se asignaron como factores fijos. Los sitios seleccionados fueron factores aleatorios “anidados” en las dos unidades de paisaje. Los individuos femeninos focales de cada bosque se establecieron como factores aleatorios “anidados” dentro de los bosques. Se evaluó la calidad de las semillas mediante la prueba de integridad anátomo morfológica, el peso y las medidas de las sámaras: área, largo y perímetro, la prueba de germinación, el vigor mediante el primer conteo de plántulas y la incidencia y diversidad de hongos. Se midió el diámetro a la altura de pecho (DAP) de todos los individuos dentro de las parcelas. Se compararon los valores obtenidos según el modelo establecido con procedimientos de Modelos Generales Mixtos. Se correlacionó la germinación con las semillas llenas sanas, con la sumatoria de llenas e inmaduras con hongos (integridad anátomo morfológica) y con los hongos de mayor incidencia. Se correlacionó el DAP con el peso, las dimensiones y la germinación. Se realizó un análisis multivariado de muestras por especies de hongos. Las comparaciones realizadas mostraron respuestas a ambos factores fijos e interacciones significativas. Los tres años estudiados fueron contrastantes

respecto de las lluvias ocurridas en el mes de diciembre de 2011, 2012 y 2013 respectivamente (20,6; 312 y 25,4 mm); y de las lluvias acumuladas durante floración y maduración de los frutos. Estos dos factores tuvieron efecto sobre la integridad anátomo morfológica (predación por brúquidos, semillas inmaduras y vanas), la germinación y el vigor. El área, largo y perímetro de las sámaras, la incidencia y diversidad de hongos también mostraron diferencias entre años. A escala de paisaje las semillas de los bosques continuos tuvieron la mejor calidad respecto de las semillas llenas sanas, la germinación, el vigor y la sanidad. El área y largo de las sámaras, la incidencia y la diversidad fúngica fueron mayores en los fragmentos. El peso no mostró diferencias entre paisajes. El DAP promedio de todos los individuos censados y la proporción de individuos femeninos fueron mayores en los fragmentos. Hubo individuos que no florecieron durante el tiempo que duró el experimento en todas las clases diamétricas y en ambos paisajes. El DAP de los individuos femeninos correlacionó negativamente con la germinación y con las dimensiones de las sámaras. El contraste entre las lluvias ocurridas durante la floración explicaría algunos resultados obtenidos debido a la polinización anemófila de la especie, tanto para la integridad anátomo morfológica como para la germinación, el vigor y la presencia de hongos. En años de buena producción de semillas, las inmaduras que abortan con distinto grado de desarrollo, representan una característica de esta especie y se producen en ambos paisajes. La fragmentación de los quebrachales afecta la integridad anátomo morfológica, la germinación y el vigor de las semillas en años de condiciones climáticas óptimas, sugiriendo cierta restricción en la polinización. Los suelos de mejor aptitud agrícola, explicarían las sámaras de mayor área y largo en los fragmentos de bosques, aunque no sean indicadores de la calidad de las semillas. Los bosques continuos poseen árboles más jóvenes y mayor presencia de individuos masculinos y femeninos en todas las clases diamétricas con una mejor calidad de las semillas producidas. Los fragmentos son sitios conservados para refugio de ganado, cuestiones afectivas o estéticas. No evidencian extracción de madera y han quedado aislados dentro del paisaje agrícola, con menor cantidad de individuos masculinos, condición que afecta a la calidad de las semillas producidas. Aunque la configuración espacial y otras características de uno de los rodales, Est. Rivas, lo define como fragmento, los resultados lo integran a la masa de bosque continuo, evidenciando una situación de transición. Tanto los fragmentos de bosque como los bosques continuos que aún quedan en la Cuña Boscosa santafesina, deberían ser motivo de alta preocupación para la sociedad. Por la biodiversidad y

los servicios ecosistémicos que brindan y por las comunidades de criollos y pueblos originarios que han vivido por décadas allí. La toma de medidas para su conservación reviste un carácter de urgencia para la supervivencia de estos ecosistemas únicos en el mundo.

**Palabras clave:** *Schinopsis balansae*, calidad de semillas, paisaje, poblaciones remanentes, conservación de la biodiversidad

## ABSTRACT

### QUALITY OF *Schinopsis balansae* ENGL. SEEDS IN REMAINING POPULATIONS SOUTH OF THE FOREST WEDGE, SANTA FE

Populations of *Schinopsis balansae* are found in extensively exploited forests. Some populations occur in the typical deciduous xerophilous forest landscape, while others occur as fragments in an agricultural matrix. The influence of the landscape on the seeds quality of *S. balansae* was studied for three consecutive years at ten sites, five at west of the Garabato-Toba stream with livestock, and five to the east, with agriculture. Female individuals and matrix surrounding the sites were verified. A mixed general model was established, with landscapes (continuous/ fragment) and years (2012, 2013 and 2014) as the fixed factors. Sites were considered random "nested" factors within each landscape. Female individuals were established as random "nested" factors in each forest. Seeds were evaluated by morphological and anatomical integrity, weight, measurements of samaras, germination and vigor tests, incidence and diversity of fungus. Diameter at breast height (DBH) of individuals was measured. There were responses to both fixed factors and significant interactions. Rainfall amount in December (20.6; 312 and 25.4 mm in 2011, 2012 and 2013, respectively), and accumulated rains during flowering and ripening of fruits, were different for the three years. Rainfall had effect on integrity of seeds (predation by bruchids, immature and empty seeds), germination and vigor. Size of samaras, incidence and diversity of fungi, showed differences between years. Seeds of the continuous forests showed better values for full seeds, germination, vigor and health. Seeds from fragments had higher fungal diversity as well as greater area and length of samaras. Weight did not differ between landscapes. DBH and ratio of females were greater into the fragments. Individuals without flowers were found in all DBH classes and landscapes. DBH correlated negatively with germination and size of samaras. Differences in rainfall during flowering would explain results for integrity of seeds, germination, vigor and fungi due to the anemophilous pollination of the species. Aborted seeds are typical of this species and occur in both landscapes. Fragmentation affects seed integrity, germination and vigor even in years of optimum weather conditions, suggesting restriction of pollen flow. Better soil quality in fragmented would explain the larger size of samaras from these sites. Continuous forests have younger trees, and higher occurrence of both male and female individuals in all DBH classes. Fragments are conserved sites that no show timber exploitation. Fragments remains on islands, affecting seeds quality. Although

some characteristics of one of the stand, defines it as a fragment, results shows it as a continuous forest, showing a transition situation.

**Key words:** *Schinopsis balansae*, seed quality, forest landscape, remaining populations, biodiversity conservation

ÍNDICE	
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	iv
<b>DEDICATORIAS</b> .....	vi
<b>PRESENTACIONES A CONGRESOS</b> .....	vii
<b>RESUMEN</b> .....	ix
<b>ABSTRACT</b> .....	xii
<b>ÍNDICE</b> .....	xiv
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>Fragmentación de bosques y reproducción de especies arbóreas</b> .....	6
<b>Componentes de la calidad de las semillas forestales</b> .....	6
<b>Características reproductivas de especies leñosas de la familia Anacardiaceae</b> .....	8
<b>Características reproductivas de <i>Schinopsis balansae</i></b> .....	9
<b>Hipótesis</b> .....	9
<b>Objetivo general</b> .....	10
<b>Objetivos específicos</b> .....	10
<b>MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	11
<b>Área</b> .....	11
<b>Características del experimento</b> .....	14
<b>Definición de bosque continuo y de fragmentos de bosque para este experimento</b> .....	15
<b>Instalación de parcelas permanentes con individuos focales femeninos</b> .....	15
<b>Ensayos con sámaras</b> .....	18
1- <b>Condición anátomo morfológica de las semillas mediante prueba de cámara clara</b> 18	
2- <b>Peso de 1000 sámaras</b> .....	20
3- <b>Caracterización física de la sámara:</b> .....	20
4- <b>Germinación</b> .....	21
5- <b>Vigor mediante el método del primer conteo de plántulas</b> .....	22
6- <b>Incidencia de hongos de semillas</b> .....	22
<b>Demografía de <i>S. balansae</i></b> .....	23
<b>Análisis estadístico</b> .....	23
<b>RESULTADOS</b> .....	25
1- <b>Condición anátomo morfológica de las semillas mediante prueba de cámara clara</b> .....	25
2- <b>Peso de 1000 sámaras</b> .....	34
3- <b>Caracterización física de la sámara</b> .....	38
4- <b>Germinación</b> .....	44

5- Vigor mediante el método del Primer conteo .....	48
6- Incidencia de hongos de semillas .....	51
7- Demografía de <i>S. balansae</i> .....	58
<b>DISCUSIÓN</b> .....	76
<b>Condición anátomo morfológica de las semillas mediante prueba de cámara clara</b> ....	77
<b>Caracterización física de sámara: dimensiones.</b> .....	87
<b>Germinación</b> .....	89
<b>Anátomo morfológica, germinación y vigor</b> .....	90
<b>Contrastes entre sitios dentro de paisajes</b> .....	91
<b>Incidencia de patógenos</b> .....	92
<b>Demografía de <i>S. balansae</i></b> .....	94
<b>PERSPECTIVAS DE CONSERVACIÓN DE LA ESPECIE</b> .....	97
<b>CONCLUSIONES</b> .....	99
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	101

## INTRODUCCIÓN

La pérdida de hábitat es la primera causa de pérdida de biodiversidad en el planeta (Pimm y Jenkins, 2010). Es un cambio global producido por cambios en el uso del suelo para actividades productivas, fundamentalmente la agricultura, a la que le siguen urbanizaciones y otras actividades (Foley, 2012). Los ecosistemas naturales van reduciendo su superficie total, a la vez que los remanentes se van transformando en islas -fragmentos-cada vez más separadas entre sí (Adámoli *et al.*, 2011). Este proceso, denominado fragmentación es un cambio en la estructura y configuración de los ambientes naturales dentro del paisaje. Conlleva la transformación de un ambiente natural, inicialmente dominante y relativamente continuo, en un conjunto de fragmentos empequeñecidos, que quedan embebidos en un nuevo ambiente, mayoritario y cualitativamente muy distinto al original, denominado *matriz* (Lindenmayer y Fischer, 2007).

Este proceso provoca una reducción del tamaño medio de los fragmentos y un aumento en el número de los mismos, fundamentalmente en áreas boscosas, con consecuencias sobre la diversidad específica, imponiendo restricciones a la dispersión y establecimiento de muchas especies (Pincheira-Ulbrich *et al.*, 2009).

En América Latina el total de áreas boscosas en 2010 comprendía 864.351.000 ha con una variación anual de 2000 a 2010 de -3.997.000 ha (0,5%). En Argentina en particular, la extensión de bosques en 2010 ascendía a 29.400.000 ha con una tasa de variación anual 2000-2010 de -246.000 ha (0,8 %) (FAO, 2011). La pérdida de masas boscosas ha ocurrido fundamentalmente en la región del Parque Chaqueño, con 805.261 ha convertidas a monocultivo de soja en el período comprendido entre 1998 a 2002 (Dirección de Bosques, 2007) y que continúa a un ritmo sostenido en la actualidad (Pengue, 2009), a pesar de la sanción y reglamentación de la Ley N° 26331 de Bosques Nativos a nivel nacional. Según el informe anual 2019 de Greenpeace, la superficie desmontada durante el año 2018 en las provincias de Salta, Santiago del Estero, Formosa y Chaco fue de 112.766 hectáreas. El 36 % se produjo en bosques protegidos por la normativa (clasificados en las Categorías I – Rojo y II – Amarillo), alcanzando las 40.965 ha, lo que está indicando que áreas de importancia en términos de conservación están perdiendo superficie e indirectamente, están siendo fragmentadas.

Una revisión efectuada por Grez y Galetto (2011) indica que la mayor parte de los estudios realizados en fragmentación de paisajes en América latina, analizan este fenómeno fundamentalmente en bosques, utilizando como indicador más importante el tamaño del fragmento. Asimismo la mayoría de los estudios se centra en la descripción de patrones y en menor proporción en el análisis de procesos como germinación, floración, entre otros aspectos.

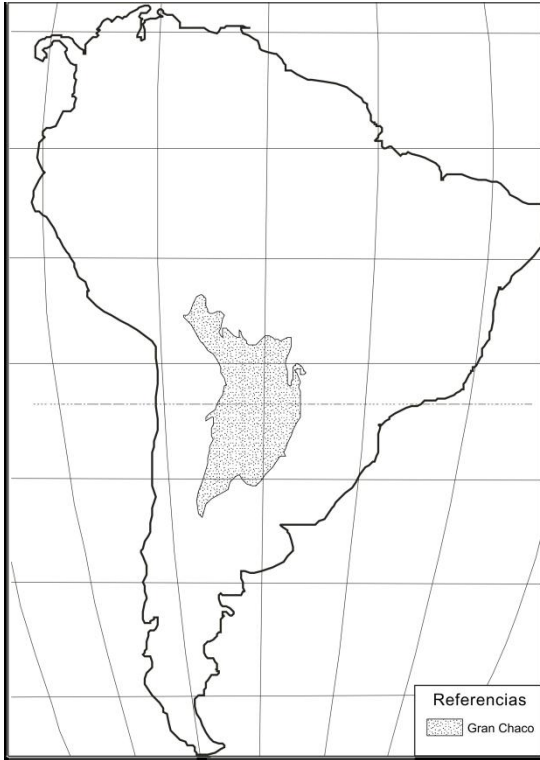
Ellstrand y Ellam (1993) y García (2011) reúnen en sendas revisiones, tanto trabajos que muestran respuestas negativas de la eficacia biológica de los individuos, de la capacidad de persistencia de las especies o de la diversidad de las comunidades, a los cambios en la estructura del paisaje asociados al proceso de fragmentación, como numerosos estudios que no detectan efectos, o que incluso, encuentran efectos positivos como respuesta a la fragmentación.

Los bosques de Argentina han sufrido un cambio de uso, destinándose grandes áreas a la actividad ganadera. Sin embargo, la evolución del uso de la tierra desde 1960 en Argentina indica que la frontera agrícola ha avanzado a partir de un desplazamiento de los espacios destinados a pastoreo. Estos, a su vez, se han ampliado a expensas de las áreas boscosas que son los ecosistemas de uso más marginal (Bercovich, 2000). Una de las regiones más afectadas ha sido la Cuña Boscosa santafesina, que algunos autores consideran como el área del óptimo ecológico para el desarrollo del quebracho colorado (Morello y Adámoli, 1968).

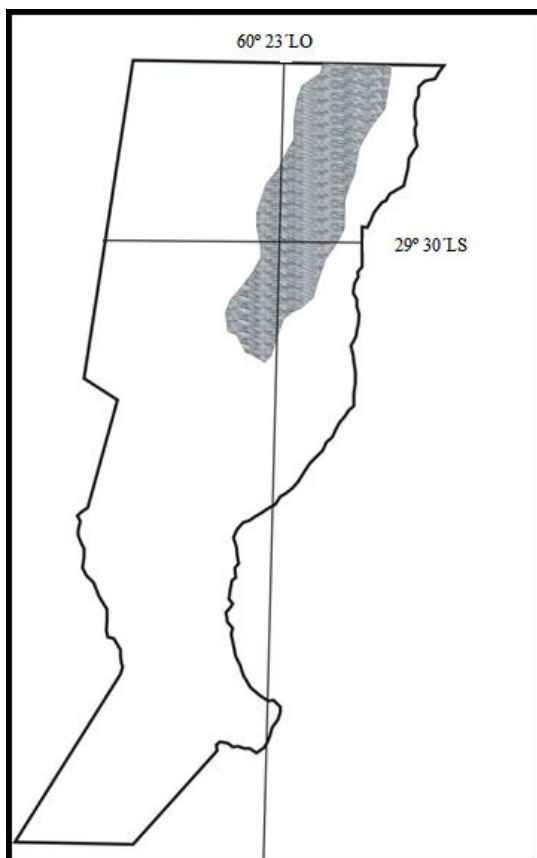
En la Cuña boscosa santafesina, que forma parte del Distrito oriental de la Ecorregión chaqueña (Figura 1), se pueden encontrar tres tipos fundamentales de bosques correlacionados con gradientes topográficos: el “bosque chaqueño”, el “quebrachal” de *Schinopsis balansae* y los “algarrobales” de *Prosopis nigra* Griseb. (Lewis y Pire, 1981, Lewis *et al.*, 1994). Las variaciones de la composición florística dentro de las comunidades se atribuyen a un gradiente térmico y a otro hídrico (Lewis, 1991). De las tres comunidades, el “bosque chaqueño” no pertenecería estrictamente al Chaco sino que, según Prado (1991), corresponde al bosque transicional Austro-Brasileño que se caracteriza por la presencia de *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos, *Cordia americana* (L.) Gottschling Y J.S. Mill., *Gleditsia amorphoides* (Griseb.) Taub., *Pterogyne nitens* Tul., *Tipuana tipu* (Benth.) Kuntze y varias especies pertenecientes a la familia Mirtaceae (Figura 2).

Los tres tipos de bosques han sufrido una severa disminución de área desde que comenzaron a ser explotados a fines del siglo XIX (Bitlloch y Sormani, 1997). Carnevale *et al.* (2009) determinaron que en 1976 la superficie de bosque comprendida en la Cuña Boscosa santafesina ascendía a 790.529 ha. Para el año 2008, dicha superficie disminuyó a 404.672 ha, produciéndose entre 2005 y 2008, la mayor tasa de deforestación anual (19.574 ha) de los últimos 30 años. Este cambio produjo a su vez, la fragmentación del sistema original con una matriz fuertemente modificada, en donde se verificó un gran incremento de suelos salinizados y suelos desnudos (Carnevale *et al.*, 2009).

Si bien, en este proceso, la mayoría de las especies arbóreas de madera dura, tales como *Caesalpinia paraguariensis* (D. Parodi) Burk., *Prosopis* spp, *Vachellia aroma* Hook. y Arn., *Tabebuia* spp, *Ziziphus mistol* Griseb. y otras, han sido explotadas selectivamente, el quebracho colorado (*Schinopsis balansae*), fue depredado para la obtención de tanino por la empresa La Forestal y posteriormente, una vez retirada la empresa, por explotaciones locales. La estimación técnica es que hasta mediados de la década de 1940, toda la industria del tanino había utilizado la madera de unos 30.000.000 de árboles que equivalían a la corta de unas 2.500.000 ha. Ese mismo informe técnico señalaba que si se sumaran las toneladas de quebracho colorado utilizadas para producir su extracto tánico, las empleadas para elaborar durmientes de ferrocarril y postes, y las quemadas en forma de leña y carbón se obtendría un total que se calcula no inferior a 350.000.000 de tn (equivalentes en promedio a la misma cantidad de árboles de esa especie) y toda esa corta se produjo en unos 75 años, habiéndose despoblado así unas 10.000.000 de ha de estos bosques de toda la región chaqueña (Cozzo, 1967). Algunos autores, inclusive, consideran extinguidos los quebrachales de la provincia de Santa Fe (Zarrili, 2008). Si bien a nivel global, *S. balansae* está categorizada actualmente como especie de ‘Bajo Riesgo’, ya que sus poblaciones son comunes en grandes áreas (UICN, 2012), en Argentina ha sido categorizada ‘En peligro’, e inclusive algunas poblaciones como las del noroeste de Corrientes han sido mencionadas como ‘Vulnerables’ (Chebez, 1994).



**Figura 1: Provincia Chaqueña según Cabrera y Willink (1973)**



**Figura2: Bosque chaqueño húmedo** (Cuña boscosa santafesina: las coordenadas indican la geoposición de la ciudad de Vera).

Según Carnevale *et al.* (2009) los quebrachales, al igual que los otros dos tipos de bosques mencionados, no sólo han sufrido cambios en tanto pérdida de hábitat y fragmentación. También la densidad de quebrachos, algarrobos y otras especies leñosas, disminuyó desde 1976 hasta 2005. Paralelamente se incrementó la superficie de pastizales, palmares, suelo desnudo y suelos salinizados. Estos cambios generan ambientes contrastantes, en los que aparecen bosques densos de cientos de ha, con abras y cañadas con vegetación herbácea de especies nativas, que aún conservan el aspecto descrito por Lewis y Collantes (1974); bosques que han sufrido tala selectiva y que hoy se denominan “parques”, hasta comunidades nativas, boscosas o no, aisladas y pequeñas, con bordes definidos dentro de una matriz agrícola o de pasturas implantadas. El arreglo de dichas formaciones depende de los tipos de suelos, de la presencia de cauces o paleocauces y del uso de la tierra, generando un mosaico que a veces presenta límites difusos o abruptos.

### **Fragmentación de bosques y reproducción de especies arbóreas**

Varios autores han aportado evidencias respecto de los problemas reproductivos como consecuencia de la fragmentación. Por ejemplo *Vachellia aroma*, una Fabácea abundante en el Chaco serrano de Argentina, presentó un 50% más de semillas abortadas en fragmentos de bosque pequeños (0,5 a 0,8 ha) que en fragmentos grandes o en bosque continuo (Chacoff, 2004). *Lapageria rosea* Ruiz et Pav., una enredadera perenne leñosa, característica del bosque maulino costero de Chile central, produjo semillas con una viabilidad similar en el bosque continuo y en los fragmentos, sin embargo la variabilidad de los datos registrados fue mayor en las semillas de los fragmentos. Además, fueron de menor tamaño y con menor capacidad germinativa que las semillas de bosque continuo (Henríquez, 2004). Cascante *et al.* (2002) observaron que las semillas de *Samanea saman* (Jacq.) Merrill, un árbol del bosque seco tropical de Costa Rica, producidas por individuos en poblaciones continuas, tuvieron mayor posibilidad de germinar y producir mayor área foliar y biomasa en sus plántulas, que las semillas de la progenie de árboles aislados. Estos datos indicarían una tendencia a la disminución de la calidad de las semillas en sitios fragmentados. Bouroncle Seoane (2008) enfatizan sobre la misma tendencia negativa en cuanto a variables como viabilidad, germinación y vigor en especies del bosque húmedo de Costa Rica. Otros autores advierten que una visión limitada de los estudios sobre la reproducción sexual de plantas en ambientes alterados, conlleva a supuestos efectos negativos de la perturbación, cuando éstos pueden ser desde neutros hasta positivos para algunas variables, dependiendo de la biología de la especie (García, 2011; Aizen, 2007).

### **Componentes de la calidad de las semillas forestales**

Los árboles se propagan mediante semillas, con algunas excepciones, como los sauces, álamos, kiris, chañares, quebrachos blancos, algunos lapachos y algunas especies tropicales. La calidad de éstas influye de manera considerable en el éxito de las plantas obtenidas a partir de ellas. Los mecanismos de selección de árboles semilleros, la recolección de las semillas, las técnicas de manejo y almacenamiento y la metodología para mejorar los niveles de germinación, deben basarse en el conocimiento de las especies en estudio, y en especial de sus semillas (Willan, 1991; Flores-Vindas, 1995; Baskin y Baskin, 2001; Ottone, 2005).

La calidad de la semilla es un concepto formado por diferentes atributos y se define en función de las siguientes variables: pureza físico-botánica, contenido de humedad, peso y tamaño, viabilidad, germinación, vigor y estado sanitario de acuerdo al estado actual del conocimiento (Willan, 1991; Asociación Internacional de Análisis de Semillas- ISTA, 1991; ISTA, 2003).

La pureza físico botánica de las semillas de *S. balansae* es mayor del 98 % ya que las sámaras se cosechan directamente de los árboles y prácticamente no quedan remanentes de la inflorescencia. Con respecto al contenido de humedad, al ser frutos dispersados por el viento, a la madurez poseen una humedad inferior al 12 % (Alzugaray *et al.*, 2005) lo que indica que son semillas ortodoxas (Bewley y Black, 1994). Los otros atributos, para esta especie podrían presentar una gran variabilidad, tanto producto de la amplia distribución latitudinal de la especie (Cabrera, 1976; Prado, 1991), como de las condiciones ambientales de cada año (Alzugaray *et al.*, 2007).

El peso de las sámaras puede indicar la presencia de semillas grandes, pequeñas o vanas, según el árbol, el sitio y a su vez entre distintas cosechas (Ottone, 2005).

Las semillas de muchas especies arbóreas suelen demorar bastante tiempo para germinar, usualmente porque pueden presentar dormición de diferente naturaleza ya sea física o fisiológica (Piotto, 1989; Widrlechner y Kovach, 2000). En estos casos las pruebas de viabilidad son métodos más rápidos que las pruebas de germinación para determinar si sus tejidos están vivos. Se han desarrollado diversas pruebas de viabilidad a partir de los primeros años del siglo XX. Entre ellas, la prueba topográfica por tetrazolio (Asociación Oficial de Análisis de Semillas. AOSA, 1983), la prueba de escisión del embrión (Willan, 1991) o la prueba de corte (Departamento de Agricultura de Estados Unidos. USDA, 2008). Independientemente de la demostración de viabilidad, la semilla podrá ser morfológicamente normal o anormal, presentar dormición o daños diversos, y podrá o no producir finalmente una plántula normal (Steiner *et al.*, 1999).

La prueba de germinación es universalmente aceptada y usada como una prueba de la calidad de la semilla. AOSA (1992) define a la germinación como “la emergencia y desarrollo a partir del embrión de la semilla de aquellas estructuras esenciales que, por la clase de

semilla en cuestión, son indicativas de la habilidad para producir una plántula normal bajo condiciones favorables”.

El vigor es otro componente esencial de la calidad de la semilla que involucra velocidad y uniformidad de la germinación y del crecimiento de las plántulas, desempeño a campo y desempeño luego del transporte y del almacenamiento (ISTA, 2003).

El primer componente de la calidad que muestra señales de deterioro es el vigor de las semillas, seguido por una reducción de la germinación o de la producción de plántulas normales y finalmente la semilla muere (Ferguson, 1995).

Por último, el estado sanitario de las semillas es un buen indicador de su calidad, por ello las pruebas de detección de agentes patógenos en semillas, fundamentalmente de hongos, completa el diagnóstico de un lote de semillas (Agrios, 1998; Alzugaray *et al.*, 2007).

### **Características reproductivas de especies leñosas de la familia Anacardiaceae**

Si bien los manuales de la Asociación internacional de pruebas de semillas (ISTA, 2003) fueron inicialmente dedicados a las especies de cultivos tradicionales extensivos y hortícolas, en 1950 se creó el Comité de semillas dedicado a árboles y arbustos, dependiente del ISTA. En la actualidad se han incorporado gran cantidad de especies arbóreas a los manuales (USDA, 2008; ISTA, 2016) y se ha generado, en América Latina y el Caribe (Flores, 2010) y también en nuestro país, una extensa información acerca de las especies arbóreas, particularmente para sus aspectos reproductivos (Alzugaray y Carnevale, 2009).

En cuanto a especies pertenecientes a la familia Anacardiaceae existen especificaciones sólo para algunas cultivadas no nativas de Argentina como *Pistacia lentiscus* L.- lentisca- (Ellis *et al.*, 1985; Verdú y García-Fayos, 2000). Sin embargo, en la bibliografía, hay abundantes referencias para representantes de esta familia como *Schinus molle* L. –aguaribay, pimentero- (Cuya y Lombardi, 1991), *Pistacia vera* L. –pistacho- (Polito, 1999), *Astronium graveolens* Jacq. -ronrón o palo overo-(Gómez Restrepo, 2004), *Schinus terebinthifolius* Raddi–aroeira, pimienta rosa- (Lenzi y Orth, 2004), *S. balansae* (Alzugaray *et al.*, 2005; González y Vesprini, 2010) y *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl. –molle- (Pais Bosch *et al.*, 2012) Estos trabajos caracterizan a estas especies como apomícticas o partenocárpicas.

### **Características reproductivas de *Schinopsis balansae***

En las poblaciones de esta especie se encuentran individuos que producen flores pistiladas que tienen un androceo con cinco estambres vestigiales y un ovario funcional con tres estilos y otros individuos que producen flores estaminadas, con un gineceo vestigial y cinco estambres funcionales. La especie es por lo tanto dioica y se reproduce por semillas. Florece desde diciembre a enero y sus frutos maduran desde mediados de febrero hasta mediados de marzo (Dimitri, 1997). La polinización es fundamentalmente anemófila, aunque podría existir un cierto grado de polinización por insectos (Barberis *et al.*, 2012). Los frutos son sámaras semileñosas, con la parte seminífera ovoidea comprimida, de 10 mm de largo por 4 mm de ancho y ala oblonga de 2 cm de largo por 9 mm de diámetro, que pueden poseer semillas fértiles o no. Como algunos miembros de la familia Anacardiaceae, *S. balansae* desarrolla frutos partenocárpicos sin que haya ocurrido la polinización y los mismos son vanos (González y Vesprini, 2010).

Los primeros ensayos realizados con semillas de *S. balansae*, concluyeron que éstas pueden tener un alto poder germinativo, apenas cosechadas y que lo pierden gradualmente a lo largo del primer año de vida (Valentini, 1955; Valentini, 1960; La Porte, 1962). Estudios posteriores muestran que los porcentajes de germinación varían ampliamente entre años y a lo largo del tiempo de almacenamiento. Años lluviosos en el mes de diciembre dan como resultado un elevado porcentaje de semillas vanas, detectadas al abrir los frutos, producto de la deficiente polinización y ataque de hongos patógenos asociados en distinto grado con la reducción de la germinación y el “damping off” de las plántulas. Frutos producidos en años normales a secos y de alta germinación inicial, conservan esta capacidad por más de un año (Alzugaray *et al.*, 2005; Alzugaray *et al.*, 2007).

### **Hipótesis**

Los individuos de *S. balansae* de sitios fragmentados presentarán semillas con una menor calidad fisiológica que las de los individuos que crecen en sitios de bosque continuo debido a una menor conectividad reproductiva y a una mayor exposición a factores bióticos de la matriz circundante.

Los individuos de *S. balansae* de sitios fragmentados presentarán sámaras de mayor peso y mayor tamaño que las de los individuos que crecen en sitios de bosque continuo debido a la mejor calidad de los suelos en que se encuentran los fragmentos de bosque.

Las lluvias ocurridas durante el mes pico de la floración en diciembre y las lluvias acumuladas durante la floración y maduración de los frutos afectan la calidad de las semillas de *S. balansae* porque inciden en la polinización y en el llenado de las semillas.

La proporción de individuos femeninos y masculinos será constante tanto en fragmentos de bosque como en bosques continuos debido a que la intensidad de tala ha sido uniforme en toda la Cuña Boscosa santafesina.

### **Objetivo general**

Evaluar la influencia del paisaje en donde se desarrollan las poblaciones remanentes al sur de la Cuña Boscosa santafesina sobre la calidad fisiológica de las semillas de *Schinopsis balansae* durante tres años sucesivos.

### **Objetivos específicos**

Comparar la condición anátomo morfológica, la germinación, el vigor y la sanidad de las semillas *Schinopsis balansae* entre fragmentos de bosque y sitios de bosques continuos.

Comparar las variables físicas de las sámaras de *Schinopsis balansae* entre fragmentos de bosque y sitios de bosques continuos.

Evaluar la influencia de las precipitaciones durante el período de floración y la acumulación de agua durante dos veranos sucesivos, sobre las variables físicas de las sámaras, y las variables anátomo morfológicas, germinación, vigor y de sanidad de las semillas en fragmentos de bosque y en sitios continuos de bosques continuos.

Analizar la estructura poblacional por sexo y por rangos de edades de *Schinopsis balansae* en fragmentos de bosque y en sitios continuos de bosques continuos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

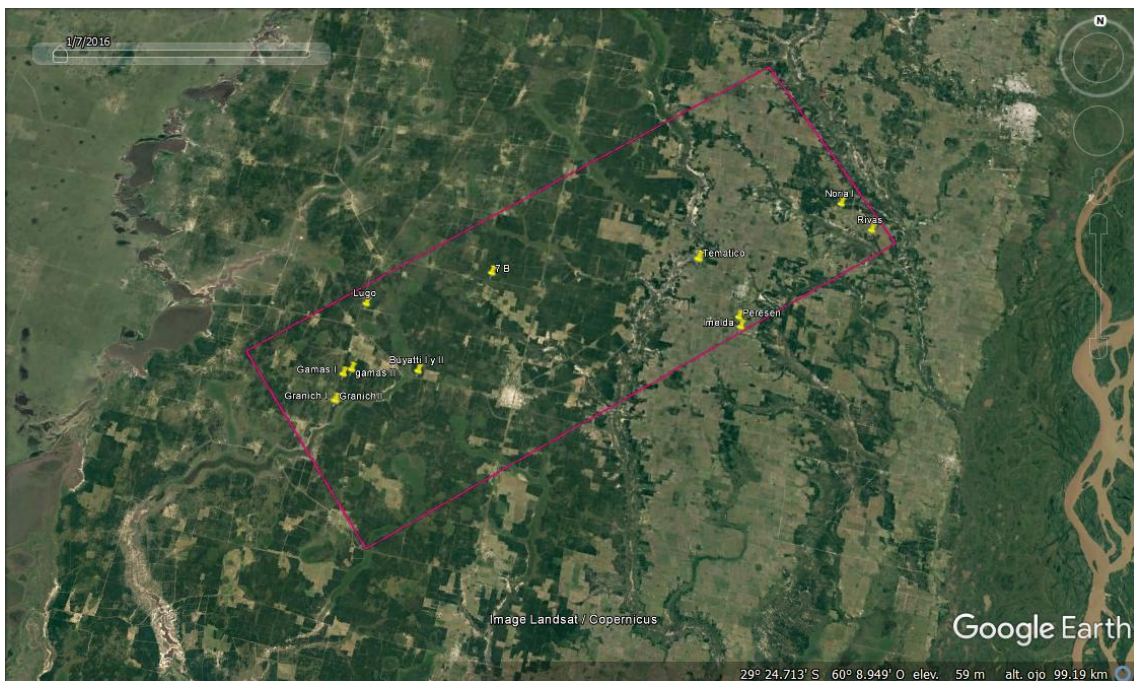
### Área

El área elegida para este estudio (Figura 3) se encuentra inscrita en el Sureste de la gran Ecorregión Chaqueña (Baxendale y Buzai, 2009), 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). En la Provincia de Santa Fe la llamada “Cuña Boscosa” es una formación arbórea del bosque chaqueño que se introduce en la provincia a modo de cuña (Lewis y Pire, 1981). 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, terminando cerca de la ciudad de San Justo, entre el río Salado y el área geomorfológica denominada Bajo de los Saladillos (Iriondo, 1987).

El polígono seleccionado de aproximadamente 1260 km<sup>2</sup> (63 km largo mayor, en dirección SO-NE y 20 km largo menor en dirección NO- SE) se ubica dentro de la Cuña boscosa, en el extremo sur de distribución de *S. balansae*. Esta área limita al Este con el valle de inundación del río Paraná y al Oeste con los Bajos Submeridionales. La distancia en sentido E – O es de 70 km. El extremo Sur se sitúa a 9 km al sur de Vera, cerca de la localidad de Espín (29° 32' 18.8" S; 60° 13' 18.9" W). El otro extremo se sitúa a 30 km hacia el Norte, cerca de la localidad de Berna (29° 16' 26.04" S, 59° 50' 42" W) Figura 3. Esta área se encuentra dividida en sentido NS por la cuenca de los arroyos Garabato y el Toba determinando dos zonas distintas, tanto geomorfológica- como edáficamente. Al Oeste del cauce, la geomorfología se corresponde con un relieve horizontal, llamada “área Plana de Vera” (Iriondo, 1987) surcada por arroyos en sentido NO-SE. 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). Estas asociaciones presentan de moderada a buena provisión de materia orgánica y si bien no tienen aptitud agrícola, son suelos aptos para la producción de forrajes naturales (Espino *et al.*, 1983). Este sector del polígono presenta un continuo de bosque, abras gramíneas con especies nativas y bajos inundables. El tamaño de las unidades de quebrachales varía entre 440 y 2800 ha y la matriz en la que están inmersos es de comunidades herbáceas y leñosas de

especies nativas (Marino y Pensiero, 2003). Según Carnevale *et al.* (2009), debido a la intensificación de la tala selectiva de quebrachos, se observan a partir del año 1986, algarrobales en las vías de escurrimiento y en los sectores aledaños al quebrachal en áreas topográficamente más bajas. Asimismo, dentro de la masa perteneciente al “quebrachal” aparecen parches de algarrobales, suelo desnudo y chañarales, además de pastizales.

Al Este de la Cuenca Garabato-Toba, se extiende el sector Sur de la “faja con relieve de Reconquista” caracterizada por un relieve moderado a bajo, levemente convexo (Iriondo, 1987). Aquí, los suelos se componen de una asociación de Argiudoles ácuicos, típicos y vérticos. De los tres suelos, el subgrupo típico es el que presenta la mayor aptitud agrícola (Espino *et al.*, 1983). En este sector, el uso agrícola de la tierra es predominante, aparece una subdivisión marcada de los lotes y los fragmentos de bosque siguen el trazado de sectores más bajos e inundables. El tamaño de estos fragmentos varía entre las 6,8 y las 51 ha y se encuentran rodeados por una matriz agrícola, con predominancia de cultivo soja.



**Figura 3:** Polígono seleccionado con paisaje de bosque fragmentado al este del cauce Garabato- El Toba y al oeste con paisaje de bosque continuo. Las marcas amarillas indican los sitios seleccionados.

Los datos climáticos para el área elegida se obtuvieron del Observatorio Agrometeorológico del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Reconquista. En las Tablas 1 y 2 se detallan las lluvias mensuales y las temperaturas para los años en que se desarrolló el experimento. La frecuencia de días con precipitaciones en diciembre de 2011, 2012 y 2013 fue de 2, 11 y 3 días, respectivamente.

**Tabla 1:** Lluvias mensuales (mm) registradas en la localidad de Reconquista durante los años 2012 a 2014. En negrita se marcan los meses en que se registra floración y maduración de frutos (F y M).

Mes	Año			
	2011	2012	2013	2014
<b>Enero (F)</b>	325,9	61,9	281,6	372,9
<b>Febrero (M)</b>	202,7	147,4	64,6	213,3
<b>Marzo (M)</b>	78,6	97,6	232	160,2
abril	52,1	260,3	143,5	141,8
mayo	129,9	61,2	70,1	102,6
junio	30,5	15,3	16,9	10,9
julio	41,4	5,6	39,2	59
agosto	12,8	111,3	0,4	4,8
septiembre	42,8	57,5	48,6	121,2
octubre	175,9	185,8	65	74,7
noviembre	142,1	40,5	205,9	158,5
<b>Diciembre (F)</b>	20,6	312	25,4	495,7
Total anual	1255,3	1356,4	1193,2	1915,6

**Tabla 2:** Temperaturas máximas medias y medias mensuales (°C) registradas en la localidad de Reconquista durante los años 2012 a 2016.

Mes	Año							
	2011		2012		2013		2014	
	Medias mensuales	Máximas medias	Medias mensuales	Máximas medias	Medias mensuales	Máximas medias	Medias mensuales	Máximas medias
enero	26,5	31,8	27	34,4	25,3	30,7	27,6	33,5
febrero	24,8	29	28,2	34,4	25,3	31,1	25,8	30,3
marzo	23,3	28,8	23,7	29,9	21,8	27,1	21,7	27,1
abril	20,3	26,1	20	25,5	20,7	26,5	20,5	25,7
mayo	17,2	22,2	18,6	24,3	17,2	21,8	17,6	21,6
junio	13,9	18,9	14,9	20,2	14,5	19,9	14,5	19,2
julio	13,2	19,1	11,9	18,6	14,6	19,8	14,8	20,2
agosto	14,2	20,5	17,6	23,6	13,9	20,7	17,2	24,1
septiembre	18,4	25,3	19,1	25,2	18,1	24,9	18,6	24
octubre	19,7	25	21,3	26,2	21,5	28,5	23,6	29,2
noviembre	23,4	29,7	23,9	30,2	23	28,8	22,9	29,1
diciembre	24,6	31,4	26,1	31,8	27,7	34,4	24,2	29,6
Promedio anual	20	25,7	21	27	20,3	26,2	20,8	26,1

### Características del experimento

Las poblaciones de *Schinopsis balansae* en la cuña boscosa forman parte generalmente de dos comunidades no siempre muy fáciles de diferenciar: por un lado los quebrachales donde la especie se comporta como dominante fisonómica (aunque existen claros ejemplos de quebrachales sobreexplotados donde no es la especie más abundante) y los bosques mixtos o fuertes donde la especie aparece acompañada de componentes de linaje más amazónico (Lewis, 1991; Lewis *et al.*, 1994). Debido al uso intensivo del quebracho y a la importancia relativa de las otras especies, es difícil establecer límites entre ambas comunidades.

Se delimitó el menor polígono donde fue posible encontrar poblaciones de la especie en paisajes con distintos usos. Las poblaciones más australes del polígono bajo estudio se seleccionaron cercanas a la localidad de Vera. Hacia el Este el quebrachal desaparece ya que se ingresa en el valle de inundación del Río Paraná, hacia el Oeste el límite es el gran humedal llamado Bajos Submeridionales y hacia el Norte existen los quebrachales acompañados de especies del dominio amazónico. Dentro de dicho polígono se seleccionaron cinco sitios de bosque continuo al Oeste del cauce Garabato-Toba y cinco sitios de bosque fragmentado al

Este del cauce, mediante prospecciones a campo donde se verificó la presencia de individuos de quebracho colorado y se estableció el tipo de matriz que los rodea. Se constató el tamaño y la matriz de las unidades por medio de imágenes del programa Google Map Pro.

### **Definición de bosque continuo y de fragmentos de bosque para este experimento**

Si se considera que la fragmentación es una ruptura de la continuidad espacial de los sistemas naturales y que afecta a los distintos niveles de organización ecológicos, en este experimento, son **fragmentos** aquellos sitios en que la población de *S. balansae* se encuentra dispuesta en islas de 50 ha o menores y rodeadas de matriz agrícola. La conectividad de la población de *S. balansae* hacia afuera de estas islas está disminuida, ya sea porque la distancia a otros parches es igual o mayor a 2 km o porque la conectividad sólo es posible por la presencia de individuos aislados a menos de 3 km del parche.

Se eligió esta distancia sobre la base de los fragmentos disponibles y de la bibliografía que indica que en sitios de topografía plana la dispersión del polen decae rápidamente con las distancias (Helbig, Vogel, Vogel y Fiedler, 2004; Bittencourt y Sebbenn, 2007).

Son **bosques continuos** aquellas poblaciones de *S. balansae* en que las discontinuidades se deben a aspectos topográficos (paleocauces, cañadas) o por tala selectiva de ejemplares, con ausencia de matriz agrícola. En este caso no es posible establecer una superficie precisa, no obstante ninguno de estos bosques posee una superficie menor a las 200 ha.

### **Instalación de parcelas permanentes con individuos focales femeninos**

Dado que el objetivo de esta tesis es trabajar con semillas, inicialmente se seleccionaron individuos que las hubieran producido en el primer año de muestreo. Se seleccionaron individuos que pudieran circunscribirse en una parcela de 50 x10 m. Esto fue posible en 7 estaciones (sitios de bosque continuo de las estancias Las Gamas, Granich, Lote 7 B y Buyatti y en los fragmentos de Estancia Imelda, La Noria y Parque Temático). En otras 2 estaciones los individuos seleccionados pudieron circunscribirse en parcelas de 100 x10 m (Estancias Lugo (bosques continuos) y Rivas (fragmento de bosque). En esos nueve sitios se marcaron hasta cinco individuos femeninos por cada parcela. Por último en uno de los fragmentos seleccionados, Est. Pereson, existen sólo tres individuos focales femeninos y fue seleccionado porque representa una condición en la cual la densidad de conoespecíficos es muy baja.

A modo ilustrativo, en las Figuras 4 y 5 se observan un fragmento de bosque y un sector de bosque continuo a escala de paisaje y a escala de lote.



A



B

**Figura 4:** Fragmento de bosque inmerso en una matriz de agricultura (A); fragmento en detalle con los individuos de la parcela seleccionada (B).



A



B

**Figura 5:** Perímetro de un lote dentro de un paisaje de bosque continuo (A); detalle de una parcela con los individuos seleccionados (B).

Los diagramas de una parcela de cada sitio con los individuos relevados y georreferenciados, se observan en las Figuras 19 y 20 de resultados.

Los tamaños de los lotes en ambos paisajes se observan en la Tabla 3.

**Tabla 3:** Bosque y área (ha) de cada uno de los sitios seleccionados

Paisaje	Bosque	Área del lote (ha)
Fragmentos de Bosque	Est. Rivas	51
	Est. Pereson	18,80
	Est. Imelda	8,04
	Parque Temático	6,21
	Est. La Noria	6,52
Bosques Continuos	Est. Granich	250
	Est. Buyatti	175
	Est. Las Gamas	557
	Est. Lugo	200
	Lote 7 B	2400

Dentro del polígono seleccionado, los quebrachales de bosques continuos de *S. balansae* estaban acompañados de las siguientes especies arbóreas: *Sideroxylon obtusifolium* Roem. y Schult, *Aspidosperma quebracho blanco* Schlecht, *Caesalpinia paraguariensis* (D. Parodi) Burkart, *Prosopis* spp. L., *Ruprechtia laxiflora* Meisn., *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., *Grabowskia duplicata* Arn. En los fragmentos se encontró además de estas especies, *Gleditsia amorphoides* (Griseb.) Taub., *Allophylus edulis* (A. St.-Hil., A. Juss. y Cambess.) Hieron. Ex Niederl., *Zanthoxylum fagara* (L.) Sarg., *Patagonula americana* L., *Scutia buxifolia* Reissek. y arbustos de la familia Mirtaceae como *Eugenia uniflora* L. Los lotes de bosque continuo están dedicados a la ganadería, excepto el Lote 7 B que fue declarado Reserva Natural Manejada en 1992 por el Decreto N° 4038/92, ratificado posteriormente por la ley N° 11083/93 e incorporada por Ley N° 12.175 al Sistema Provincial de Áreas Naturales Protegidas el 30/10/2003. A partir de 2008 se excluyó el ganado bovino. Al igual que en el lote 7 B, la Estancia Las Gamas es de jurisdicción pública de la provincia de Santa Fe.

Cuatro fragmentos de bosque pertenecen a establecimientos de gestión privada, todos hacen agricultura y ganadería y los fragmentos que han quedado sirven para refugio del ganado bovino lechero o de cría para carne. El Parque Temático es un fragmento

perteneciente a un productor privado, que creó una pequeña reserva con fines educativos, por lo cual funciona como una clausura desde el año 2007.

Con respecto a este trabajo, se debe considerar que este tipo de experimento está basado en lo que se denomina “experimentos naturales” es decir no se puede asignar a unidades experimentales tratamientos al azar sino que se muestrea la realidad biológica y por lo tanto pueden existir variables que el investigador no puede controlar (Begon *et al.*, 2006).

### **Ensayos con sámaras**

Durante tres años consecutivos: 2012, 2013 y 2014 se cosechó el mayor número posible de sámaras de todos los individuos focales que fructificaron. Luego de la cosecha, las sámaras se llevaron a las mesadas de los laboratorios de la Facultad de Ciencias Agrarias y se depositaron sobre bandejas armadas con varias capas de papel. Para asegurar un secado parejo, se las removía frecuentemente. Luego se las conservó en bolsas de papel en oscuridad y temperatura baja hasta el inicio de los ensayos. Según Alzugaray *et al.* (2005), las semillas conservadas luego de un secado natural mantienen su viabilidad, germinación y vigor durante los primeros 12 meses luego de cosechadas.

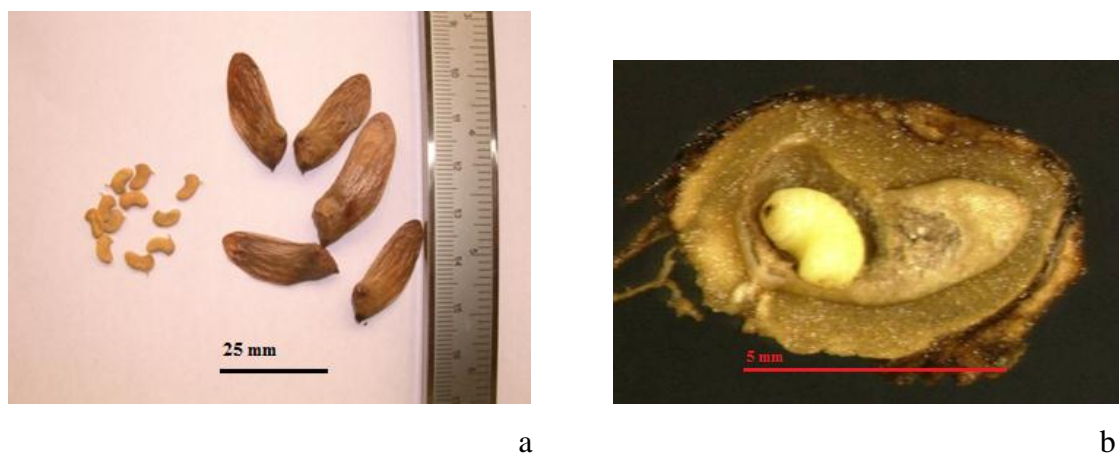
Los ensayos se realizaron de modo que las muestras fueran independientes (ninguna sámara fue utilizada para más de una medición), se trabajó con muestras grandes y donde no fue posible individualizar cada sámara. Se priorizó el experimento de germinación y vigor, que se realizó inmediatamente cuando las semillas estaban secas (entre uno y dos meses después de la cosecha): las primeras 200 sámaras de cada árbol se extinguieron inmediatamente en este experimento. A continuación se utilizaron otras 200 para determinación de peso, 100 para determinar características físicas, 40 para cámara clara y cultivo de hongos.

#### **1- Condición anátomo morfológica de las semillas mediante prueba de cámara clara**

Se obtuvieron las semillas provocando el estallido de la sámara, aplicando presión con una morsa y sosteniendo la sámara con una pinza, quedando el embrión rodeado por el endocarpo papiráceo y transparente. A pesar de lo dificultoso de su extracción, la observación directa con un haz de luz que atraviesa la semilla desde abajo, brinda mucha información. Se

debe puntualizar que en el proceso de apertura de las sámaras, se pierde un gran número de semillas por el daño mecánico producido a las mismas.

Con el auxilio de una cámara clara se evaluaron lotes de 40 semillas cada uno para cada árbol: 23, 19 y 22 árboles correspondientes a fragmentos de los años 2012, 2013 y 2014 y 25 a bosques continuos para cada año (139 x 40: 5560 semillas). El total de árboles distintos muestreados fue de 66. Se establecieron las principales categorías en las que se encuentran las semillas y luego se cuantificó determinando: cantidad de semillas predadas por Coleópteros, semillas llenas con patógenos, semillas inmaduras con patógenos, inmaduras sanas, llenas sanas y vanas sin embrión. Las semillas atacadas por Coleópteros se evaluaron apenas se abrieron las sámaras, ya que las mismas contienen las larvas de dichos insectos o se observa con claridad el área predada. En la Figura 6 se observan sámaras y semillas recubiertas por endocarpo papiráceo y una semilla predada con su correspondiente predador.



**Figura 6:** a- Sámara de *S. balansae* (derecha) y semillas cubiertas por el endocarpo papiráceo (izquierda); b- Semilla predada por una larva de Coleóptero.

Esta prueba no está estandarizada, sin embargo se utilizó como una prueba de integridad anátomo morfológica ya que es muy semejante al método de corte. La prueba de corte es el procedimiento más sencillo para determinar la viabilidad y consiste en la inspección visual directa de las semillas, previamente abiertas con un cuchillo o escalpelo (USDA, 2008). Si el endosperma tiene un color normal y el embrión está bien desarrollado, la semilla tiene muchas posibilidades de germinar. Si las semillas tienen el embrión lechoso, poco firme, mohoso,

oscurecido, podrido, consumido o con olor rancio o carecen de embrión, se puede afirmar que serán semillas no viables. Sin embargo este ensayo no es muy fiable ya que no es posible distinguir las semillas moribundas, recién muertas o recién dañadas que siguen teniendo el mismo aspecto que las semillas viables (Willan, 1991). En función de la gran cantidad de semillas que deberían analizarse en una prueba de viabilidad tradicional como la prueba topográfica por Tetrazolio y ante la imposibilidad de realizar la prueba de corte por las características de las semillas de *S. balansae*, es que se optó por realizar la prueba de integridad anátomo morfológica.

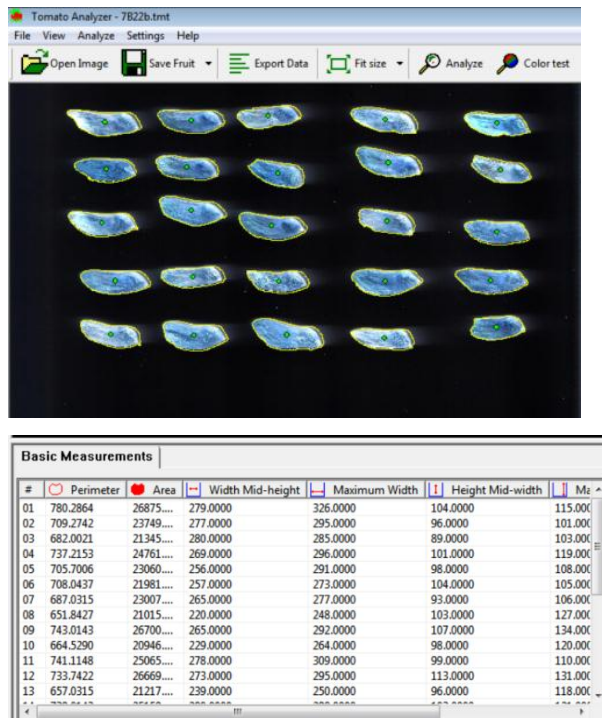
## **2- Peso de 1000 sámaras**

El peso de 1000 sámaras se determinó pesando 4 lotes de 50 sámaras cada uno para cada individuo con balanza de precisión y llevando a 1000 sámaras. El resultado de la determinación se calculó multiplicando el peso medio de 50 sámaras por 20, calculado con un decimal (ISTA, 2003).

Para este experimento se utilizaron 30600 sámaras provenientes de todos los sitios (50\*4\*153) y de los tres años totalizando 153 muestras (cada una con cuatro submuestras) de 70 árboles (33 en fragmentos y 37 en bosques continuos), totalizando 612 pesadas.

## **3- Caracterización física de la sámara:**

Se determinó área, perímetro y largo en cada una de 100 sámaras de cada individuo. El total de muestras fue de 133 (133\*100: 13.300 sámaras) tomadas de 62 árboles: 31 en fragmentos y 31 en bosques continuos. Para ello se escanearon las sámaras a 300 dpi en grupos de 25, luego se editaron las imágenes invirtiendo los colores y mejorando el contraste, el brillo y el tono de modo de lograr una mejor definición del contorno. Luego se procesaron con el programa Tomato Analyzer (Rodríguez *et al.*, 2010) que obtiene dimensiones de objetos como hojas, frutos y semillas (Figura 7). Los resultados se volcaron a matrices Excel y fueron expresados en mm<sup>2</sup> y mm.



**Figura 7:** Salida estándar del procesamiento de 25 sámaras según el programa Tomato Analyzer.

Se calculó la carga de ala (Junqueira Da Cunha, 2012) como el cociente entre peso promedio y área promedio de las sámaras para cada árbol en ambos paisajes y para los tres años. Se realizó un análisis de regresión entre área de sámaras y peso de las mismas.

#### 4- Germinación

Las pruebas de germinación se condujeron según las especificaciones indicadas en el manual de semillas de árboles y arbustos (ISTA, 1991) y según los ensayos ya realizados con esta especie (Alzugaray *et al.*, 2005) con 4 repeticiones de 50 sámaras cada una. El experimento insumió 29600 sámaras provenientes de 148 muestras de 67 árboles, 31 de los fragmentos y 36 de los bosques continuos. Las sámaras se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 2 % por dos minutos y se colocaron a germinar en bandejas plásticas transparentes con tapa, con arena a capacidad de campo. Los ensayos se realizaron en cámaras de germinación con un fotoperíodo de 12 horas y a una temperatura de  $27 \pm 2$  °C. La evaluación de las plántulas normales producidas se realizó cada 7 días durante 28 días según indicaciones

del Manual de evaluación de plántulas (AOSA, 1992; Garwood, 1996). Los resultados de la germinación se expresaron en porcentaje de plántulas normales.

Los recuentos de plántulas normales (Figura 15) se efectuaron cada 7 días durante 28 días (ISTA, 1991). Se adoptó el criterio de Alzugaray *et al.* (2005) para la definición de plántulas normales y anormales. “Las plántulas normales fueron aquellas que presentaron raíz primaria bien desarrollada, raíces secundarias, hipocótilo y los dos o uno de los cotiledones expandidos. Se comportaron también como normales aquellas que tuvieron los dos cotiledones enrulados en su tercio distal o enrulados en uno de los bordes. El sector enrulado de los cotiledones mostró una débil coloración verde. Plántulas anormales fueron aquellas que emergieron de la sámara sin raíz primaria o con raíz primaria y con los cotiledones completamente enrulados”.

#### **5- Vigor mediante el método del primer conteo de plántulas**

Se utilizó el mismo ensayo de germinación y sólo se consideraron los datos de germinación a los 7 días de iniciado el ensayo (Alizaga *et al.*, 1994). La germinación nula en la mayoría de las sámaras cosechadas en el año 2013 imposibilitó el cálculo de índices de velocidad de germinación. Por ello el vigor se evaluó mediante el método del primer conteo de plántulas.

El manual de vigor de AOSA (1983) considera que semillas de alta calidad germinan más rápido, por lo tanto el número de plántulas registradas en el primer conteo representa a la población de semillas que germinan más rápido y así funciona como una medida de vigor (AOSA, 1983).

#### **6- Incidencia de hongos de semillas**

Se evaluó la incidencia de hongos en general, entre ellos los posibles patógenos, en semillas de *S. balansae*. Las semillas se obtuvieron mediante el estallido de las sámaras, luego se desinfectaron superficialmente con hipoclorito de sodio al 2 % durante 2 minutos. La desinfección previa cumple la función de eliminar hongos saprofitos y así obtener una mejor detección de los hongos patógenos. Se evaluaron lotes de 40 semillas cada uno para cada árbol: 23, 19 y 22 árboles correspondientes a fragmentos de los años 2012, 2013 y 2014 y 25

a bosques continuos para cada año (139 x 40: 5560 semillas). Las semillas se sembraron distribuidas en 4 repeticiones de 10 semillas, en un medio agar papa glucosado (APG) al 2 % con 0,2 % de ácido láctico y se incubaron durante siete días a  $25 \pm 1$  °C en oscuridad (Pioli *et al.*, 2000; Alzugaray *et al.*, 2007). El total de árboles distintos fue de 66. La identificación de los hongos se realizó por observación de las características morfológicas de las colonias, sus fructificaciones y esporas y se denominaron de acuerdo a Rossman *et al.* (1994). Los valores medios de incidencia (I) de cada taxón fúngico se calcularon relacionando el número de semillas colonizados por un hongo determinado, con el número total de semillas evaluadas en cada año. Los resultados se expresaron como porcentaje de incidencia (% I). Se calculó el índice de Sørensen, para comparar la similitud entre las muestras de ambos paisajes en cada año.

$$QS = \frac{2C}{A + B}$$

QS: Coeficiente de Similitud. A y B número de especies de las muestras A y B. C: número de especies compartidas por las dos muestras.

### **Demografía de *S. balansae***

Se realizó una cartografía utilizando posicionamiento satelital de todos los individuos de *S. balansae* ubicados dentro de las parcelas. Se determinó la expresión sexual durante la floración y se registró el diámetro a la altura de pecho-DAP- de los individuos con DAP mayor o igual a 10 cm.

Se calcularon las edades utilizando datos promedio de crecimiento (Pérez *et al.*, 1993; Giménez y Moglia, 2007; Tortorelli, 2009), cercanos a 3 mm de incremento anual de DAP.

### **Análisis estadístico**

Para el análisis estadístico se aplicó el procedimiento GLM (o Lmer) considerando que el modelo es anidado: paisaje (fragmento /continuo) y año (2012; 2013 y 2014) se asignan como factores fijos. Los 5 bosques que se seleccionaron dentro de cada unidad de paisaje son considerados factores aleatorios “anidados” dentro de las unidades de paisaje. Dentro de cada bosque se trabajó sobre individuos femeninos focales que son considerados como anidados dentro de cada bosque y considerados también como factores aleatorios. La integridad

anátomo morfológica de las semillas, el peso, las medidas de las sámaras, la carga de ala, la germinación, el vigor y la diversidad e incidencia de hongos (Índice de Shannon Weaver) se analizaron con dicho modelo.

Se realizó un análisis de proporciones para la cantidad de árboles que presentaron presencia de Coleópteros en los distintos paisajes. Se hizo análisis de correlación de Spearman entre la germinación y los datos de semillas llenas sanas y vanas (obtenidos por cámara clara) y entre la germinación y la sumatoria de semillas llenas con patógenos e inmaduras con patógenos (obtenidos por cámara clara).

Con los datos de hongos encontrados en las semillas se confeccionaron matrices de muestras por especies. Los datos se sometieron a un análisis de componentes principales. Se calcularon los centroides y mediante un análisis de aleatorización se compararon los grupos obtenidos. Se efectuó análisis de correlación de Spearman entre la germinación y los patógenos de mayor incidencia para cada año y tipo de bosque.

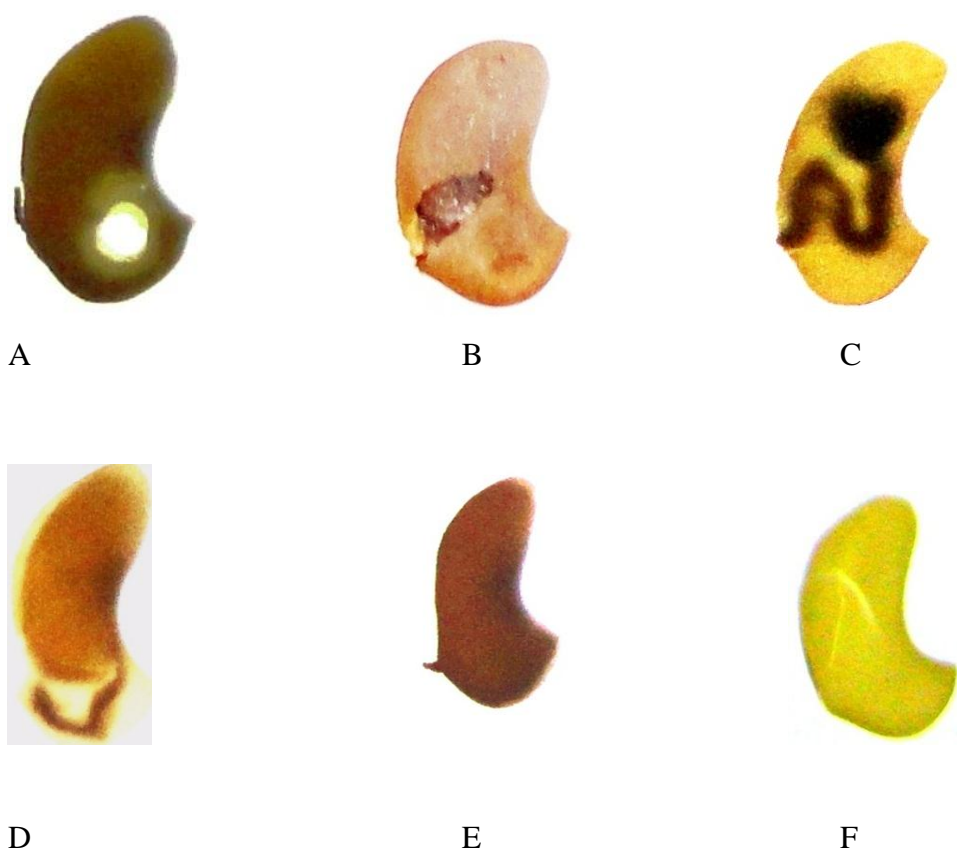
Se correlacionó el DAP de los individuos femeninos con las dimensiones de las sámaras, ya que el fruto es de origen materno. El DAP de todos los individuos se correlacionó con el peso de las sámaras y con la germinación debido a que el embrión se forma mayormente a partir del aporte de pies femeninos y masculinos. Los análisis se realizaron con los paquetes estadísticos PCOrd v. 6 (Mc Cune y Mefford. 2011), R Core Team (2013) e Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2008).

## RESULTADOS

### 1- Condición anátomo morfológica de las semillas mediante prueba de cámara clara

Para este experimento se evaluaron lotes de 40 semillas cada uno para cada árbol: 23, 19 y 22 árboles correspondientes a fragmentos de los años 2012, 2013 y 2014 y 25 árboles de bosques continuos para cada año (139 x 40: 5560 semillas). El total de árboles distintos fue de 66.

En la **Figura 1** se observan las categorías de semillas (indicadores) y su viabilidad según este análisis.



**Figura 1:** Imágenes digitales de semillas de *S. balansae* obtenidas mediante cámara clara con distintas condiciones anátomo morfológicas: A-semilla predada por Brúquidos: no viable; B-semilla llena afectada por hongos: no viable; C-semilla inmadura afectada por hongos: no viable (se observa el funículo y el embrión que detuvo su desarrollo); D-semilla inmadura sana: no viable; E-semilla llena sana: viable; F-semilla vana sin embrión: no viable.

Para todos los indicadores, los resultados mostraron efecto año y efecto bosque (bosque= sitio;  $p < 0,01$ ), excepto en semillas predadas por brúquidos que sólo tuvo efecto año. El efecto paisaje se pudo observar en las semillas llenas afectadas por hongos y en las llenas sanas (Tablas 2 a 7 y Figuras 2 a 7), resultando las semillas de los fragmentos las de menor viabilidad en estos dos casos. Los contrastes realizados entre sitios dentro de paisajes para la condición anátomo morfológica de las semillas mostraron que hay más sitios distintos entre sí en los fragmentos de bosque que en los bosques continuos (Tabla 1). Estas diferencias se hicieron notorias en las semillas inmaduras afectadas por hongos, inmaduras sanas y llenas sanas ( $p < 0,001$ ). En los bosques continuos las diferencias sólo se observaron en las semillas llenas afectadas por hongos ( $p < 0,001$ ).

**Tabla 1:** Porcentaje promedio de semillas predadas por brúquidos, llenas afectadas por hongos, inmaduras afectadas por hongos, inmaduras sanas, llenas sanas y vanas en fragmentos y en bosques continuos, de los años 2012, 2013 y 2014. Letras distintas indican diferencias significativas de bosques (sitios) dentro de cada paisaje ( $p < 0,001$ ).

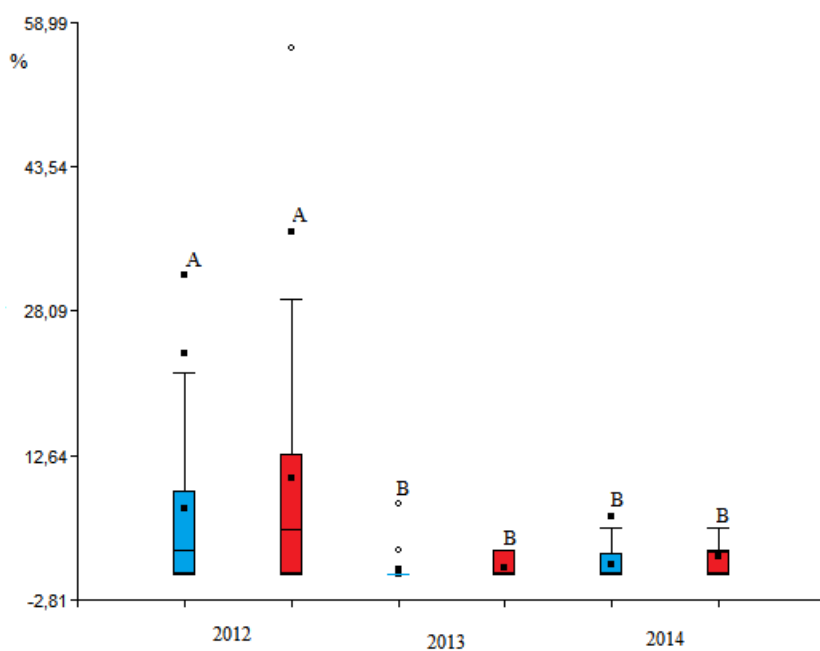
	Sitio	Brúquidos	Llenas con hongos	Inmaduras con hongos	Inmaduras Sanas	Llenas Sanas	Vanas
<b>Fragmentos</b>	<b>Imelda</b>	1,66	23,60	27,91 a	12,57 ab	14,54 b	18
	<b>Rivas</b>	2,03	19,85	10,14 b	15,63 a	41,14 a	8,46
	<b>Noria</b>	6,40	32,37	26,58 a	4,68 b	16,59 b	13,36
	<b>Pereson</b>	0,33	33,54	27,4 a	8,33 b	7 b	10,06
	<b>Tematico</b>	3,57	27,12	23,94 a	5,85 b	28,19 a	11,33
<b>Bosques continuos</b>	<b>7B</b>	7,47	8,35 c	15,83	12,87	41,28	13,70
	<b>Buyatti</b>	0,86	14,52 ab	28,49	6,17	36,98	11,66
	<b>Granich</b>	2,70	8,93 bc	24,12	6,71	48,61	9,10
	<b>Lugo</b>	4,19	10,88 bc	18,14	8,05	53,08	5,50
	<b>L. Gamas</b>	5,75	20,11 a	17,87	8,48	39,07	8,73

## 1 A- Semillas predadas por Brúquidos

**Tabla 2:** Análisis de la variancia, procedimiento GLM para semillas predadas por Brúquidos.

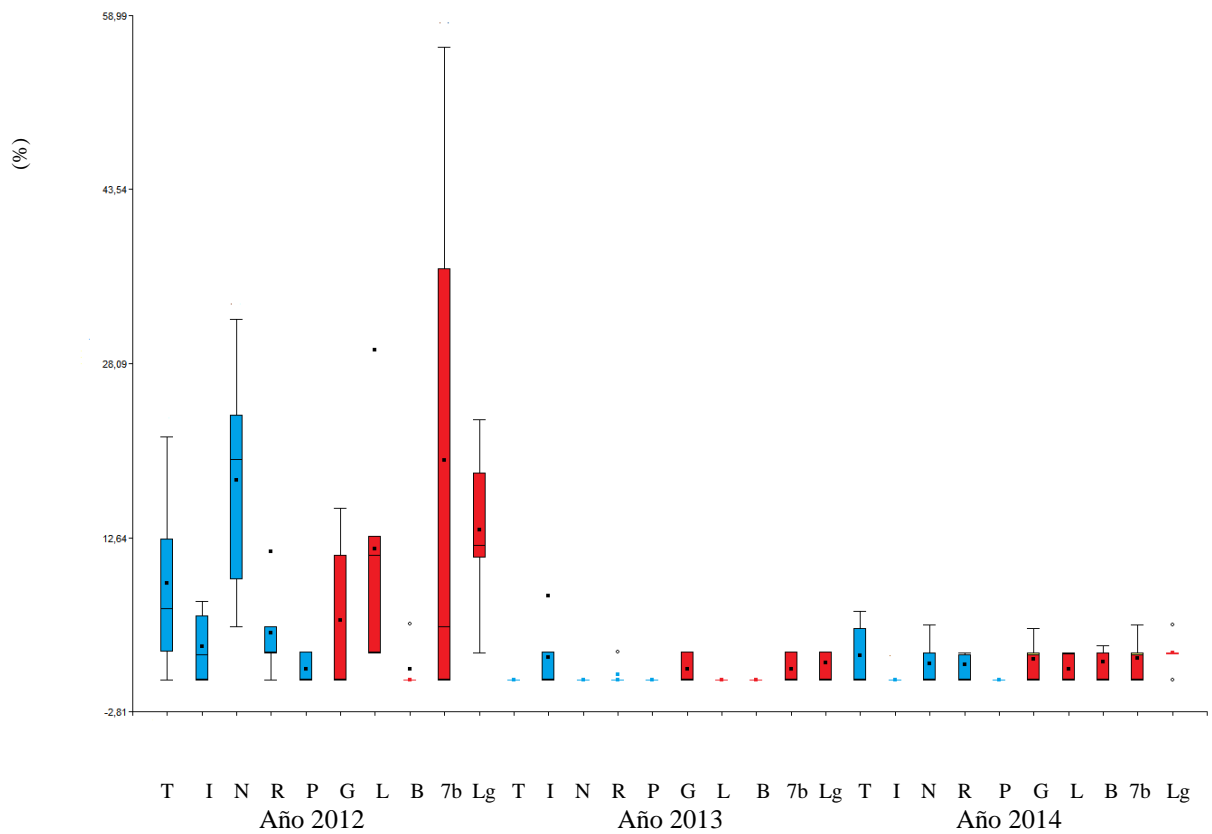
Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Año	2	1713,96	856,98	20,15	<,0001
Paisaje	1	63,90	63,90	1,50	0,2229
paisaje*año	2	60,81	30,40	0,72	0,4914
sitios(paisaje)	8	640,50	80,06	1,88	0,0698
sitios*año(paisaje)	16	1167,85	72,99	1,72	0,0537

En la Figura 2 se observan los porcentajes de semillas predadas por año y por paisaje. Las medias totales de infestación con Brúquidos para los años 2012, 2013 y 2014 fueron de 8,5 %; 0,6 % y 1,34 %.



**Figura 2:** Porcentaje de semillas de *S. balansae* predadas por Brúquidos, en azul fragmentos de bosque, en rojo bosques continuos. Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas entre años ( $p < 0,0001$ ).

La variación interanual del porcentaje de semillas predadas por Brúquidos, dentro de cada bosque (sitio), se muestra en la Figura 3.



**Figura 3:** Porcentaje de semillas de *S. balansae* predadas por Brúquidos por sitio en los años 2012, 2013 y 2014. En azul fragmentos de bosque, en rojo bosques continuos. T: Parque Temático; I: Est. Imelda; N: Est. La Noria; R: Est. Rivas; P: Est. Person; G: Est. Granich; L: Est. Lugo; B: Est. Buyatti; 7b: Reserva 7B y Lg: Est. Las Gamas.

Los Coleópteros se identificaron como *Callosobruchus phaseoli* (Gyllenhal), pertenecientes a la Familia Bruchidae, Superfamilia Chrysomeloidea (Rees, 2008). (Figura 4 a, b, c y d).



A



B



C



D

**Figura 4:** *Callosobruchus phaseoli*. Brúquido predador de semillas de *S. balansae* en estado adulto (A) en vista ventral, (B) en vista dorsal, (C) de costado y (D) en estado larval.

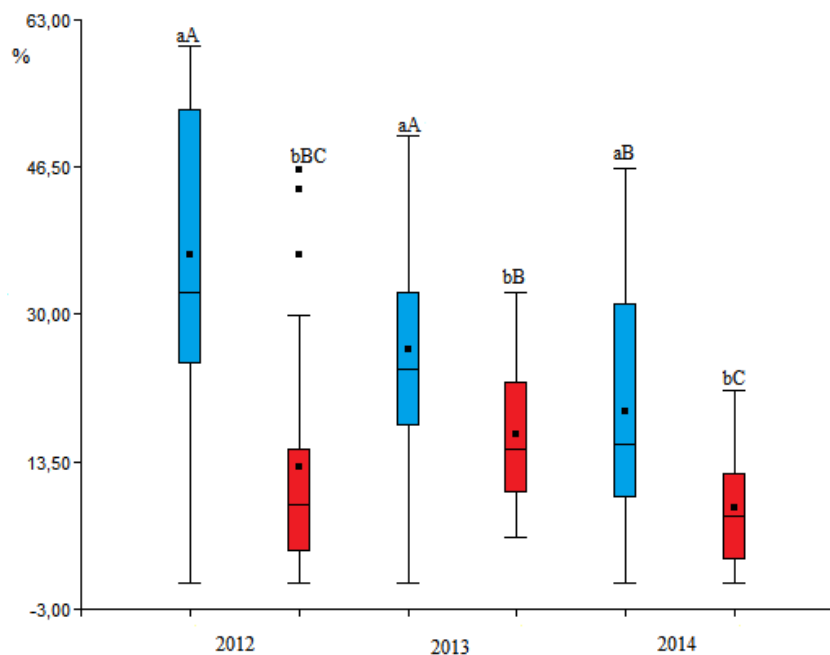
El número de árboles cuyas semillas presentaron Brúquidos fue de 18 y 16 en 2012; 3 y 7 en 2013 y 7 y 15 en 2014 en los fragmentos de bosque y en los bosques continuos, respectivamente. La prueba de Diferencia de proporciones no mostró diferencias significativas entre la cantidad de árboles con Brúquidos por paisaje dentro de cada año.

### 1 B- Semillas llenas con hongos

Este indicador mostró efecto año, efecto paisaje y diferencias a nivel de los sitios relevados (Tabla 3). El porcentaje de semillas llenas con patógenos fue significativamente menor en los bosques continuos, respecto de los fragmentos de bosque. El año 2014 fue el que mostró el menor porcentaje de semillas afectadas por patógenos. Los sitios con mejor sanidad de semillas fueron el lote 7 B, Estancia Lugo y Estancia Granich, todos en paisajes de bosque continuo (Figura 5 y Tabla 1).

**Tabla 3:** análisis de variancia, procedimiento GLM para semillas llenas con patógenos

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Año	2	2763,53	1381,76	13,60	<,0001
Paisaje	1	7341,22	7341,22	72,28	<,0001
paisaje*año	2	1279,57	639,78	6,30	0,0026
sitios(paisaje)	8	2444,46	305,55	3,01	0,0043
sitios*año(paisaje)	16	5167,28	322,95	3,18	0,0002



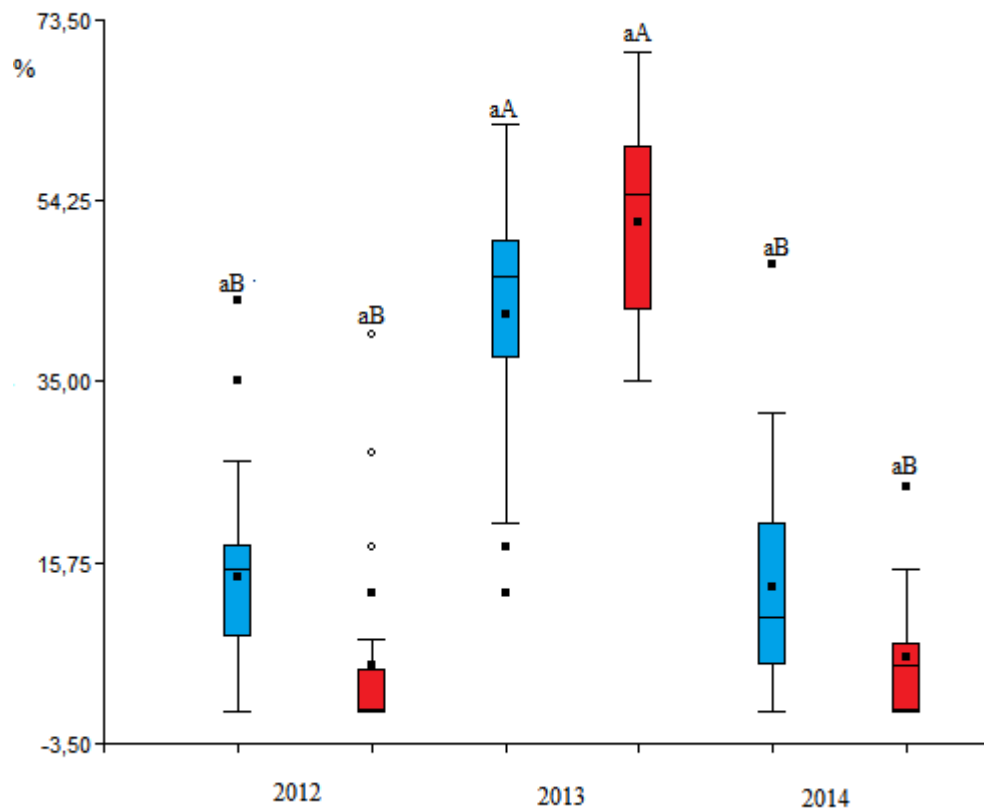
**Figura 5:** Porcentaje de semillas de *S. balansae* llenas con hongos. En azul fragmentos de bosque, en rojo bosques continuos. Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre paisajes para cada año, letras mayúsculas distintas indican diferencias entre años ( $p < 0,001$ ).

### 1 C- Semillas inmaduras con hongos

El año 2013 tuvo los mayores porcentajes de semillas inmaduras con hongos en ambos paisajes (Tabla 4 y Figura 6). Aunque no hubo efecto paisaje, sí hubo interacción año\*paisaje debido a que los fragmentos de bosque en el año 2013 presentaron menores porcentajes de semillas inmaduras con hongos que en los bosques continuos (Tabla 1).

**Tabla 4:** Análisis de la variancia procedimiento GLM para semillas inmaduras con patógenos

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Año	2	38408,11	19204,05	198,32	<,0001
Paisaje	1	220,73	220,73	2,28	0,1340
paisaje*año	2	2152,29	1076,14	11,11	<,0001
sitios(paisaje)	8	4362,20	545,27	5,63	<,0001
sitios*año(paisaje)	16	1344,39	84,02	0,87	0,6071



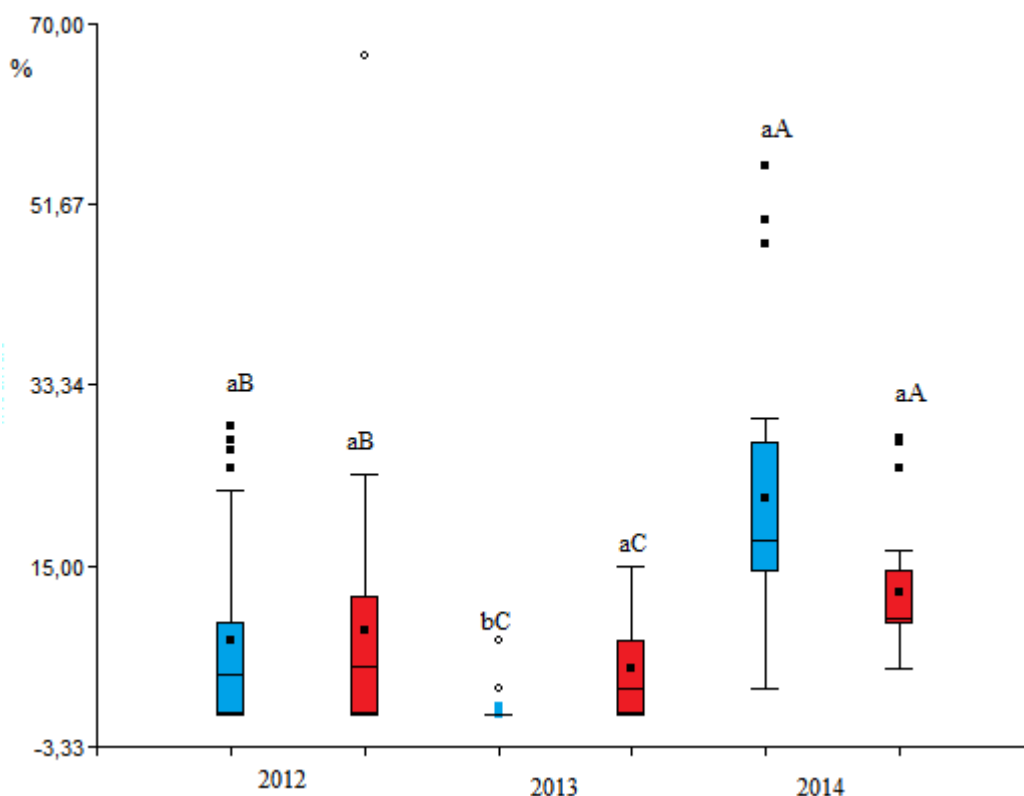
**Figura 6:** Porcentaje de semillas inmaduras con hongos en *S. balansae*. En azul fragmentos de bosque, en rojo bosques continuos. Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre paisaje para cada año, letras mayúsculas distintas indican diferencias entre años ( $p < 0,001$ ).

#### 1D- Semillas inmaduras sanas

El porcentaje de semillas inmaduras sanas fue distinto entre los tres años estudiados ( $p < 0,001$ ), no así entre paisajes pero sí entre bosques y con una interacción paisaje\*año (Tabla 5 y Figura 7). Dicha interacción obedeció a que en los fragmentos de bosque en 2014 las semillas inmaduras sanas tuvieron un incremento respecto de los bosques continuos. Se pudo observar, además que hubo fragmentos que en 2013 mostraron valores nulos de semillas inmaduras sanas: Estancia La Noria, Estancia Pereson y Parque Temático, que se reflejó en el promedio de los tres años (Tabla 1).

**Tabla 5:** Análisis de la variancia procedimiento GLM para semillas inmaduras sanas

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Año	2	4346,26	2173,13	30,99	<,0001
Paisaje	1	57,50	57,50	0,82	0,3672
paisaje*año	2	989,01	494,50	7,05	0,0013
sitios(paisaje)	8	1872,70	234,08	3,34	0,0019
sitios*año(paisaje)	16	3066,86	191,67	2,73	0,0011



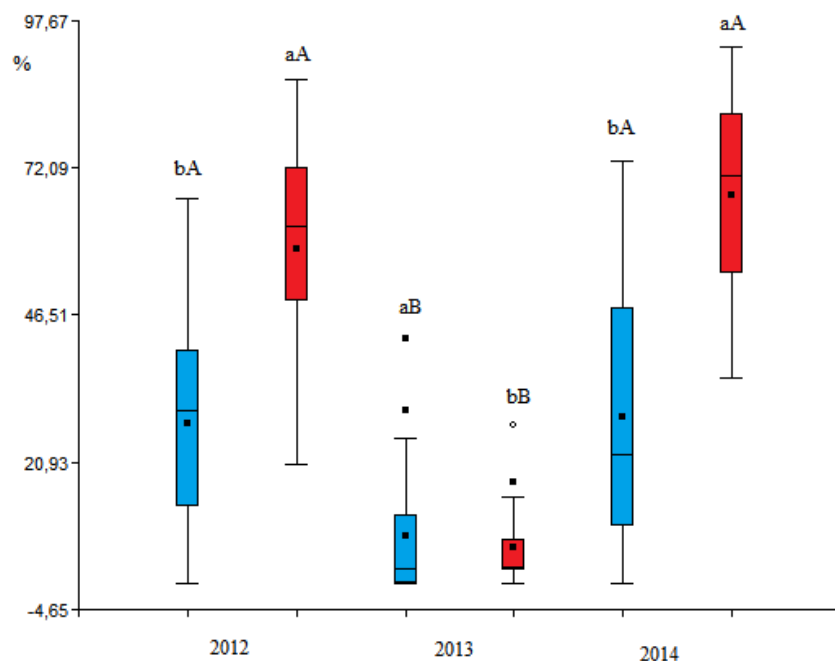
**Figura 7:** Porcentaje de semillas inmaduras sanas de *S. balansae* En azul fragmentos de bosque, en rojo bosques continuos. Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre paisajes, letras mayúsculas distintas indican diferencias entre años ( $p < 0,001$ ).

### 1 E- Semillas llenas sanas

El porcentaje de semillas llenas sanas mostró diferencias entre paisajes y entre años (Tabla 6 y Figura 8), con interacción año paisaje en 2013, ya que en ese año las semillas de los sitios de bosque fragmentado tuvieron más semillas llenas sanas, fundamentalmente por la contribución del sitio Est. Rivas ( $p < 0,001$ ; Tabla 1).

**Tabla 6:** Análisis de la variancia procedimiento GLM para semillas llenas sanas

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Año	2	41773,19	20886,59	105,19	<,0001
Paisaje	1	15974,07	15974,07	80,45	<,0001
paisaje*año	2	9011,87	4505,93	22,69	<,0001
sitios(paisaje)	8	11136,05	1392,00	7,01	<,0001
sitios*año(paisaje)	16	4340,79	271,29	1,37	0,1720



**Figura 8:** Porcentaje de semillas llenas sanas de *S. balansae*. En azul fragmentos de bosque, en rojo bosques continuos. Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre paisajes, letras mayúsculas distintas indican diferencias entre años ( $p < 0,001$ ).

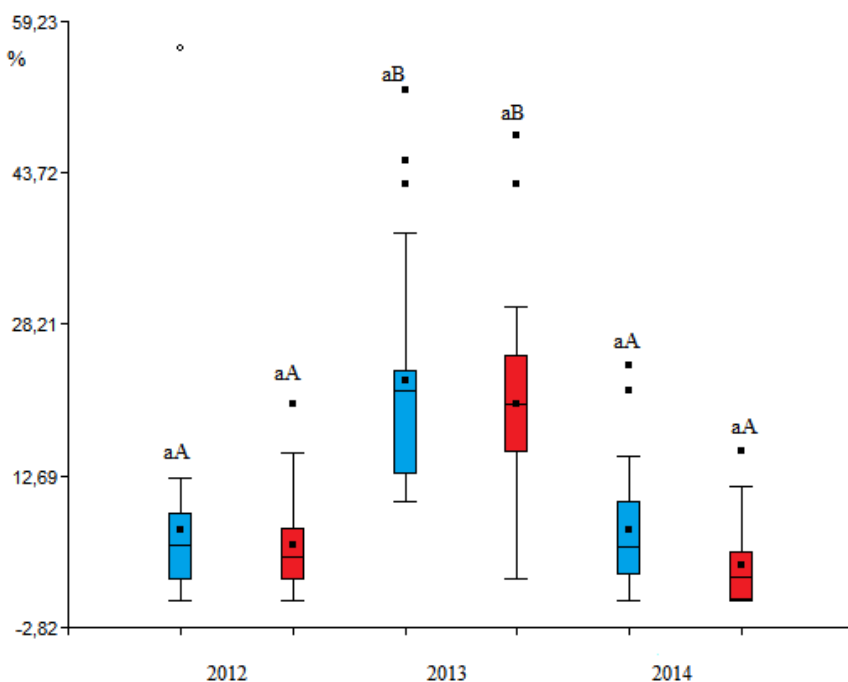
Los sitios con mayor porcentaje de semillas llenas sanas fueron áreas de bosque continuo: Estancia Lugo, Estancia Granich y lote 7B. Sin embargo los contrastes dentro de ese paisaje no reflejaron diferencias entre sitios. La interacción se observó en el menor porcentaje de semillas llenas sanas en el paisaje continuo en 2013.

### 1 F- Semillas vanas

Los mayores porcentajes de semillas vanas se produjeron en el año 2013 en ambos paisajes y fueron significativamente distintos ( $p < 0,001$ ) de los bosques 2012 y 2014. (Tabla 7 y Figura 9).

**Tabla 7:** Análisis de la variancia procedimiento GLM para semillas vanas

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Año	2	6796,88	3398,44	55,47	<,0001
Paisaje	1	147,13	147,13	2,40	0,1241
paisaje*año	2	26,41	13,20	0,22	0,8064
sitios(paisaje)	8	1685,34	210,66	3,44	0,0014
sitios*año(paisaje)	16	2032,16	127,01	2,07	0,0144



**Figura 9:** Porcentaje de semillas vanas de *S. balansae*. En azul fragmentos de bosque, en rojo bosques continuos. Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre paisajes, letras mayúsculas distintas indican diferencias entre años ( $p < 0,05$ ).

## 2- Peso de 1000 sámaras

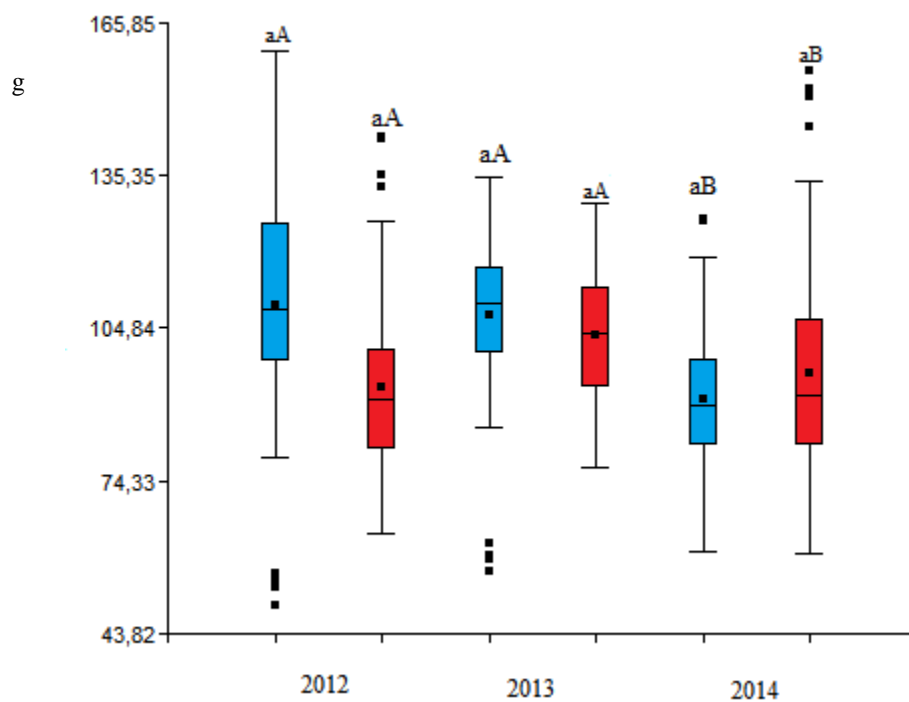
Para este experimento se utilizaron 30600 sámaras provenientes de todos los sitios ( $50 \times 4 \times 153$ ) y de los tres años totalizando 153 muestras (cada una con cuatro submuestras) de 70 árboles (33 en fragmentos y 37 en bosques continuos), totalizando 612 pesadas.

El promedio general de peso para todos los bosques y años fue  $95,48 \text{ g.mil samaras}^{-1}$  con un CV de 20,08 %. El análisis estadístico arrojó diferencias significativas para las variables año, y para las interacciones año\*paisaje y bosque (paisaje) (Tabla 8).

**Tabla 8:** Análisis de la variancia procedimiento GLM para peso de mil sámaras

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F Value	Pr > F
Paisaje	1	375,79	375,79	1,23	0,2694
Año	2	4104,32	2052,16	6,72	0,0017
año*paisaje	2	1985,51	992,75	3,25	0,0420
bosque(paisaje)	8	5379,12	672,39	2,20	0,0316
año*bosque(paisaje)	16	5010,59	313,16	1,03	0,4346

El año 2014 con un promedio de 91,65 g.1000 sam<sup>-1</sup> fue significativamente menor de los años 2013 y 2012 (105,54 y 99,34 g.1000 sam<sup>-1</sup>, respectivamente), mientras que los pesos de los años 2012 y 2013 no difirieron significativamente entre sí (Figura 10). La interacción año paisaje indica que en 2013 los pesos de las sámaras de los fragmentos fueron menores.



**Figura 10:** Peso de mil sámaras de *S. balansae* (g). En azul fragmentos de bosque, en rojo bosques continuos. Letras mayúsculas distintas indican diferencias entre años ( $p < 0,05$ ).

En el año 2014, las sámaras de los fragmentos fueron más livianas en todos los sitios. Analizando dentro de cada sitio, se observa que los pesos de las semillas del Parque Temático fueron los únicos que no mostraron diferencias significativas entre años (Tabla 9).

**Tabla 9:** Peso promedio (g) de mil sámaras de *Schinopsis balansae* cosechadas en los años 2012, 2013 y 2014 y en cinco sitios de fragmentos de bosque y su correspondiente coeficiente de variación (CV). Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) dentro de un sitio para los distintos años. Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en el promedio de los 5 fragmentos para los distintos años

Años	2012		2013		2014	
	X	CV	X	CV	X	CV
Est. Rivas	118,32a	16,19	90,07b	23,33	89,55b	9,80
Est. Pereson	69,73b	32,19	99,77a	10,71	74b	17,72
Est. Imelda	113,47a	15,62	112,31a	11,98	85,32b	25,59
Parque Temático	114,99a	10,02	115,05a	10,54	101,24a	8,66
Est. La Noria	111,80a	20,04	112,95a	11,84	93,76b	13,07
Total Fragmentos	<b>105,46A</b>	<b>20,97</b>	<b>107, 23A</b>	<b>16,23</b>	<b>88,77B</b>	<b>17,23</b>

Dentro del paisaje de bosques continuos, las sámaras producidas en el año 2013 fueron las más pesadas ( $p < 0,001$ ). A su vez el peso de las sámaras difirió en los distintos sitios en los tres años: Lugo y Granich no mostraron diferencias entre los pesos de los tres años estudiados; Buyatti y 7B tuvieron las sámaras más pesadas en 2013 (Tabla 10).

**Tabla 10:** Peso promedio (g) de mil sámaras de *Schinopsis balansae* cosechadas en los años 2012, 2013 y 2014 y en cinco sitios de bosque continuo y su correspondiente coeficiente de variación (CV). Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) dentro de un sitio para los distintos años. Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en el promedio de los 5 fragmentos para los distintos años

Años	2012		2013		2014	
	Sitios	X	CV	X	CV	X
Est. Granich	96,97a	13,37	101,94a	10,13	97,81a	12,05
Est. Buyatti	88,72b	13,76	99,52a	11,12	83,04b	14,83
Est. Las Gamas	92,93b	21,38	104,55a	14,28	105,46a	25,53
Est. Lugo	94,63a	24,98	98,35a	13,38	99,37a	28,41
Lote 7 B	92,82b	9,17	114,86a	9,38	86,92b	12,97
Total Bosque Continuo	<b>93,21B</b>	<b>17,66</b>	<b>103,84A</b>	<b>12,93</b>	<b>94,52B</b>	<b>22,86</b>

Los contrastes dentro de cada paisaje señalan diferencias entre sitios para esta variable en los fragmentos, dadas fundamentalmente por un sitio, Est. Pereson, que es el fragmento más pequeño de todos (Tabla 11).

**Tabla 11:** Peso de sámaras promedio (g) en sitios fragmentados y en bosques continuos, letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,01$  en fragmentos)

	Sitio	Promedios
Fragmentos	<b>Est. Imelda</b>	104,31a
	<b>Est. Rivas</b>	103,32a
	<b>Est. La Noria</b>	105,12a
	<b>Est. Pereson</b>	79,10b
	<b>Parque Tematico</b>	110,96a
Bosques continuos	<b>Lote 7B</b>	97,86a
	<b>Est. Buyatti</b>	91,35a
	<b>Est. Granich</b>	98,78a
	<b>Est. Las Gamas</b>	100,34a
	<b>Est. Lugo</b>	97,34a

### 3- Caracterización física de la sámara

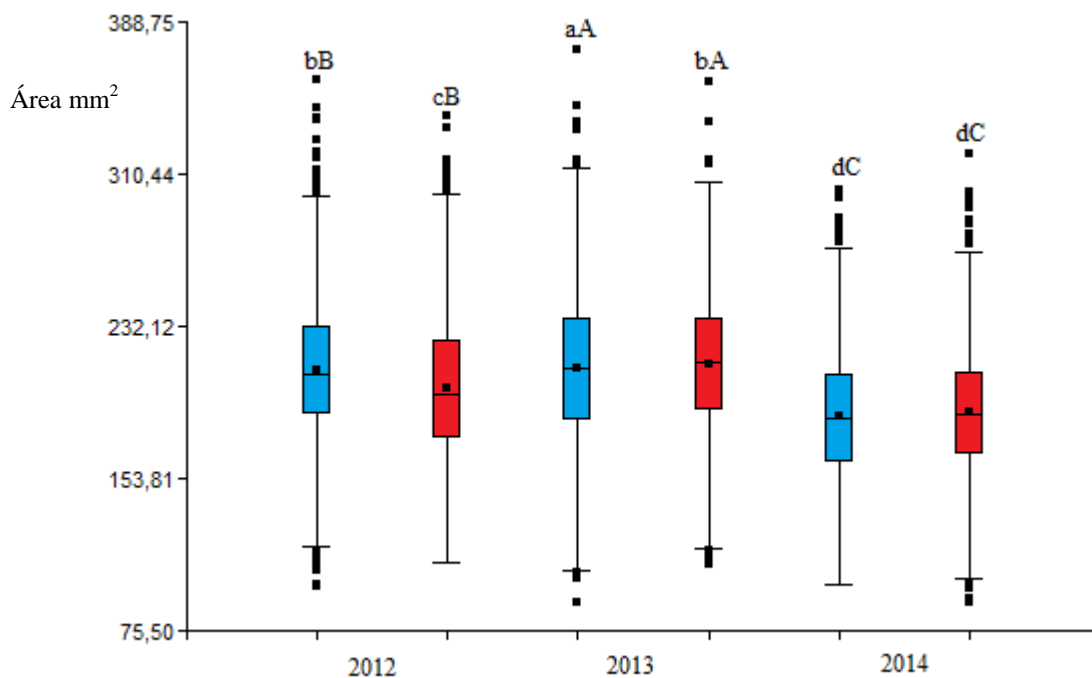
Se obtuvieron el área, el perímetro y el largo de las sámaras para un total de 12.010 sámaras, que pertenecen a setenta y nueve árboles de los 10 bosques, 34 árboles en los fragmentos y 35 en los bosques continuos.

El área y largo presentaron diferencias altamente significativas para año, paisaje, bosque y las interacciones año\*paisaje y año\*bosque (paisaje). El perímetro mostró efecto año, bosque e interacciones año\*paisaje y año\*bosque (paisaje) ( $p < 0,001$ ), no registrándose diferencias significativas para paisaje.

El área de las sámaras fue mayor en el año 2013, seguida de 2012 y 2014, con los siguientes promedios 213,69; 203,46 y 186,14 mm<sup>2</sup> en los años respectivos. Respecto de los paisajes, los fragmentos presentaron sámaras de mayor superficie (202,07 mm<sup>2</sup> vs 200,12 mm<sup>2</sup>;  $p < 0,0001$ ), Tabla 12 y Figura 11.

**Tabla 12:** Análisis de la variancia procedimiento GLM para Área de sámaras de *S. balansae*

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F Valor	Pr > F
Año	2	1199247,72	599623,86	531,67	<,0001
paisaje	1	9845,11	9845,11	8,73	0,0031
año*paisaje	2	50003,88	25001,94	22,17	<,0001
bosque(paisaje)	8	486943,66	60867,95	53,97	<,0001
año*bosque(paisaje)	16	666676,76			<,0001

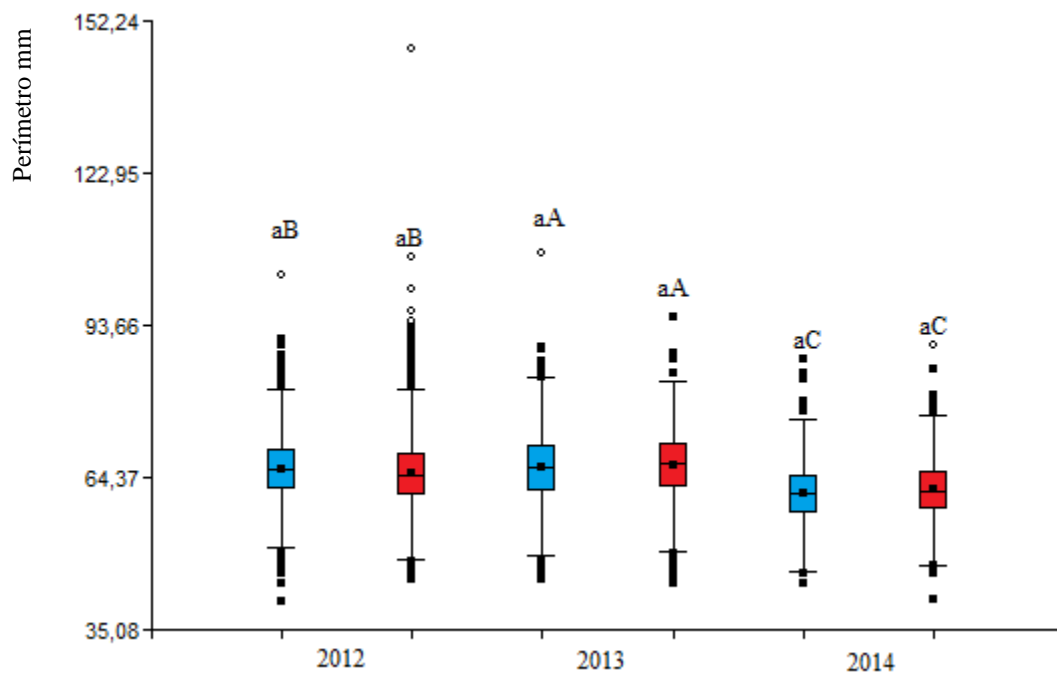


**Figura 11:** Área de sámaras de *S. balansae* (mm<sup>2</sup>). En azul fragmentos de bosque, en rojo bosques continuos. Letras mayúsculas distintas indican diferencias entre años. Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre paisajes para cada año, ( $p < 0,05$ ).

El perímetro y el largo de las sámaras fueron distintos en los tres años estudiados, con los valores mayores en 2013, seguidos de 2012 y 2014. El perímetro no evidenció efecto paisaje. Los promedios calculados para perímetro fueron de 65,45; 67,07 y 61,48 mm en 2012, 2013 y 2014, respectivamente (Tabla 13 y Figura 12).

**Tabla 13:** Análisis de la variancia procedimiento GLM para Perímetro de sámaras de *S. balansae*

Fuente	DF	Type III SS	Cuadrado de La media	F Valor	Pr > F
año	2	51780,82	25890,41	722,28	<,0001
paisaje	1	19,51	19,51	0,54	0,4606
año*paisaje	2	1335,36	667,68	18,63	<,0001
bosque(paisaje)	8	14915,92	1864,49	52,02	<,0001

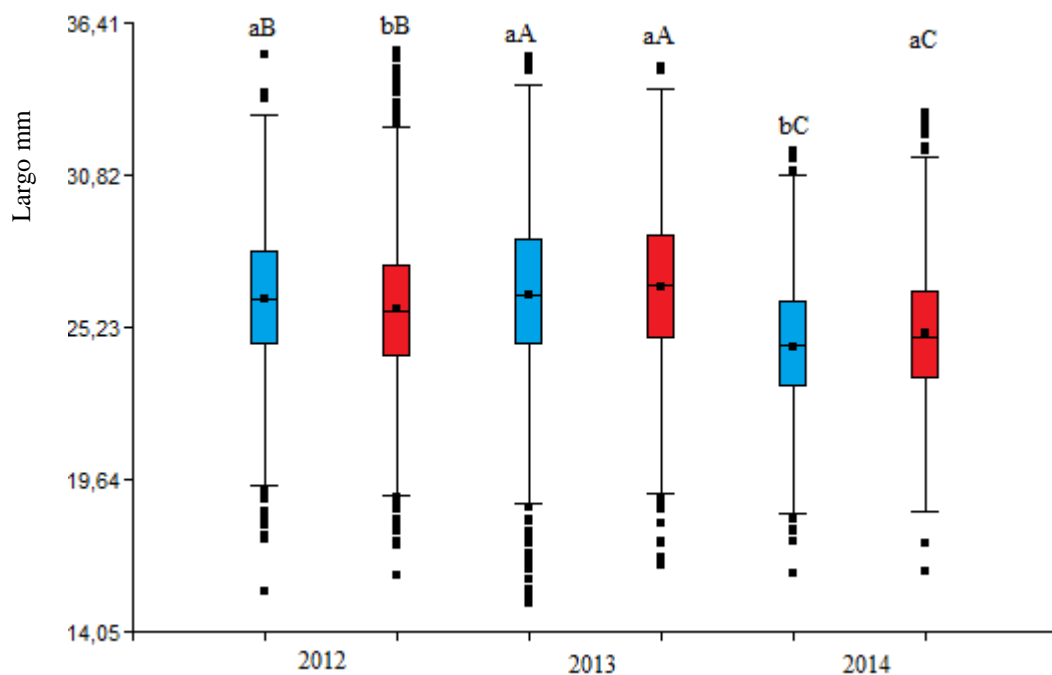


**Figura 12:** Perímetro de sámaras de *S. balansae* (mm) para ambos paisajes (en azul fragmentos de bosque, en rojo bosques continuos) durante tres años. Letras mayúsculas distintas indican diferencias entre años ( $p < 0,001$ ).

Los promedios de largo de sámara arrojaron los siguientes valores: 25,96; 26,20 y 24,68 mm (Tabla 14 y Figura 13).

**Tabla 14:** Análisis de la variancia procedimiento GLM para Largo de sámaras de *S. balansae*

Fuente	DF	Type III SS	Cuadrado de la media	F Value	Pr > F
Año	2	5951,26	2975,63	452,25	<,0001
Paisaje	1	30,91	30,91	4,70	0,0302
año*paisaje	2	275,55	137,77	20,94	<,0001
bosque(paisaje)	8	2421,82	302,72	46,01	<,0001
año*bosque(paisaje)	16	2982,52	186,40	28,33	<,0001



**Figura 13:** Largo de sámaras de *S. balansae* (mm). En azul fragmentos de bosque, en rojo bosques continuos., Letras mayúsculas distintas indican diferencias entre años ( $p < 0,001$ ).

Los contrastes entre bosques para área de sámara indicaron diferencias altamente significativas entre todos los sitios fragmentados, mientras que en bosques continuos, Lugo, Las Gamas y Granich fueron distintos entre sí (Tabla 15).

**Tabla 15:** Área de sámaras promedio ( $\text{mm}^2$ ) en sitios fragmentados y en bosques continuos, letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,001$ )

	Sitio	Promedios
Fragmentos	Est. Imelda	204,46 c
	Est. Rivas	197,00 d
	Est. La Noria	207,89 b
	Est. Pereson	180,34 e
	Parque Tematico	216,43 a
Bosques continuos	Lote 7B	199,07 bd
	Est. Buyatti	201,59 cde
	Est. Granich	207,03 a
	Est. Las Gamas	201,98 e
	Est. Lugo	196,25 b

Los contrastes realizados entre sitios dentro de paisajes para Perímetro y Largo de sámara mostraron que hay más sitios distintos entre sí en los fragmentos de bosque que en los bosques continuos (Tablas 16 y 17).

**Tabla 16:** Perímetro promedio de sámaras (mm) en sitios fragmentados y en bosques continuos, letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,001$ )

	Sitio	Perímetro Promedio (cm)
<b>Fragmentos</b>	<b>Est. Imelda</b>	65,37 b
	<b>Est. Rivas</b>	63,58 cd
	<b>Est. La Noria</b>	65,32 b
	<b>Est. Pereson</b>	61,34 d
	<b>Parque Tematico</b>	66,57 a
<b>Bosques continuos</b>	<b>Lote 7B</b>	64,53 d
	<b>Est. Buyatti</b>	64,62 d
	<b>Est. Granich</b>	66,59 a
	<b>Est. Las Gamas</b>	64,63 bd
	<b>Est. Lugo</b>	64,14 bcd

**Tabla 17:** Largo promedio de sámaras (mm) en sitios fragmentados y en bosques continuos, letras distintas indican diferencias significativas dentro de cada paisaje ( $p < 0,001$ )

	Sitio	Largo Promedio (cm)
<b>Fragmentos</b>	<b>Est. Imelda</b>	26,13 b
	<b>Est. Rivas</b>	25,65 cd
	<b>Est. La Noria</b>	25,77 c
	<b>Est. Pereson</b>	24,33 e
	<b>Parque Tematico</b>	26,41 a
<b>Bosques continuos</b>	<b>Lote 7B</b>	25,70 b
	<b>Est. Buyatti</b>	25,49 c
	<b>Est. Granich</b>	26,56 a
	<b>Est. Las Gamas</b>	26,27 a
	<b>Est. Lugo</b>	25,37 bc

La carga de ala fue muy estable entre años y paisajes (Tabla 18), no registrándose diferencias significativas.

**Tabla 18:** Medias de carga de ala (CA) expresada en  $\text{mg}/\text{mm}^2$  para los años 2012, 2013 y 2014 en dos paisajes: fragmentos (F) y bosques continuos (C)

paisaje	año	Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx
C	2012	CA	25	0,46	0,06	13,59	0,33	0,61
C	2013	CA	23	0,49	0,07	15,36	0,35	0,63
C	2014	CA	24	0,50	0,12	23,87	0,31	0,90
F	2012	CA	23	0,51	0,08	15,11	0,34	0,65
F	2013	CA	18	0,50	0,08	15,48	0,35	0,66
F	2014	CA	21	0,50	0,09	17,53	0,36	0,72

El análisis de regresión entre área y peso de sámaras fue altamente significativo y positivo (Tabla 19 y Figura 14).

**Tabla 19:** Coeficientes de regresión y estadísticos asociados entre peso y área de sámaras de *S. balansae* para todos los años y paisajes.

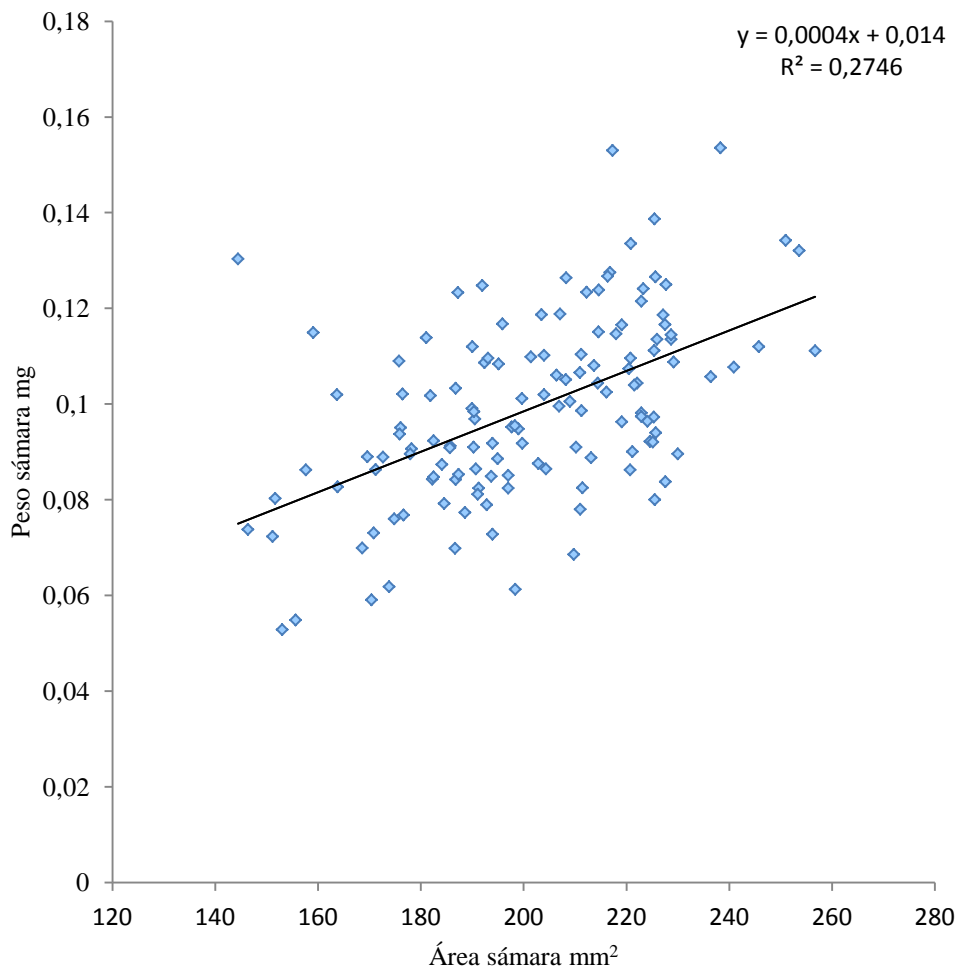
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	ECMP	AIC	BIC
peso	134	0,27	0,27	272,77	1130,83	1139,53

**Coefficientes de regresión y estadísticos asociados**

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	13,98	12,11	-9,97	37,94	1,15	0,2503		
área	0,42	0,06	0,30	0,54	7,07	<0,0001	49,97	1,00

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

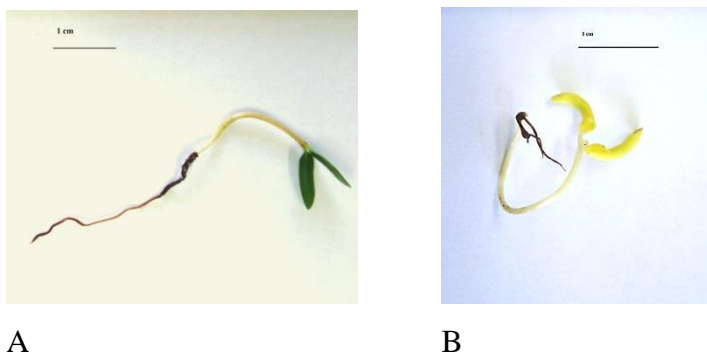
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	13132,41	1	13132,41	49,97	<0,0001
área	13132,41	1	13132,41	49,97	<0,0001
Error	34691,04	132	262,81		
Total	47823,45	133			



**Figura 14:** Relación entre Área (mm<sup>2</sup>) y peso (mg) de sámaras de *S. balansae* para los años 2012, 2013 y 2014 y ambos paisajes ( $p < 0,0001$ ).

#### 4- Germinación

En los recuentos se observaron plántulas normales y anormales, descartándose estas últimas del ensayo de germinación (Figura 15).

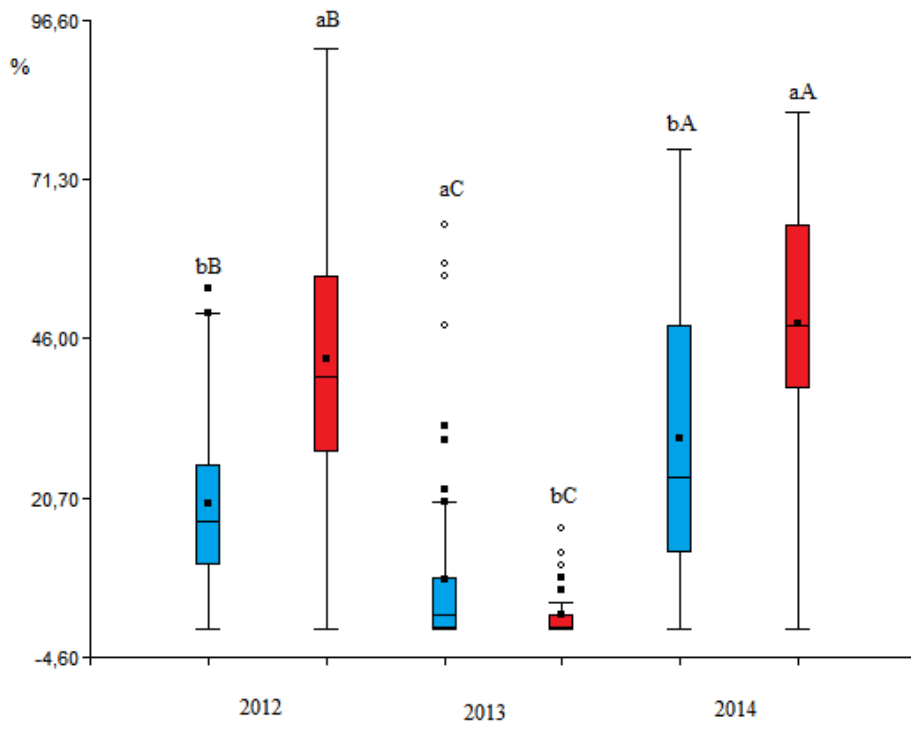


**Figura 15:** A. Plántula normal, B. Plántula anormal de *S. balansae* obtenidas en los recuentos de los ensayos de germinación.

Se observaron diferencias altamente significativas para todos los factores e interacciones ( $p < 0.001$ ), con los mayores valores en los años 2012 y 2014 y en los sitios de bosque continuo. El año 2013 presentó los menores valores promedio de germinación (Figura 16 y Tabla 20).

**Tabla 20:** Análisis de la variancia procedimiento GLM para Germinación de semillas de *S. balansae*.

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de		
			la media	F-Valor	Pr > F
Año	2	85947,86	42973,93	1115,31	<,0001
Paisaje	1	24263,04	24263,04	629,70	<,0001
pais*año	2	17648,15	8824,07	229,01	<,0001
sitio(paisaje)	8	35857,92	4482,24	116,33	<,0001
sitio*año(paisaje)	16	16636,58	1039,78	26,99	<,0001
arbol(paisaje*sitio)	57	35032,99	614,61	15,95	<,0001



**Figura 16:** Germinación en semillas de *S. balansae* (%). En azul fragmentos de bosque, en rojo bosques continuos. Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas entre tratamientos ( $p < 0,001$ ).

En la Tabla 21 se observan los datos promedio de germinación de los tres años estudiados. Analizando la germinación por paisajes, en el año 2013, todos los sitios de

bosques continuos sufrieron una caída brusca y homogénea de la germinación. En los bosques fragmentados se observó la misma respuesta para cuatro de los sitios, mientras que uno de los sitios (Est. Rivas) tuvo una germinación excepcionalmente alta, durante los tres años y también respecto a ambos paisajes.

**Tabla 21:** Germinación (%) en semillas de *S. balansae* cosechadas en los años 2012, 2013 y 2014, en 10 sitios distintos correspondientes a dos tipos de ambientes: fragmentados rodeados de una matriz agrícola y continuos, rodeados de comunidades de especies nativas (Letras distintas en las filas indican diferencias significativas  $p < 0,001$ ).

		Germinación		
		%		
Paisaje	Sitios	Año 2012	Año 2013	Año 2014
Fragmento	<b>Est. Imelda</b>	14a	0,8b	12a
Fragmento	<b>Est. Pereson</b>	17a	1,3c	3,8b
Fragmento	<b>Est. La Noria</b>	17b	0,2c	27a
Fragmento	<b>Parque Temático</b>	17b	5c	38a
Fragmento	<b>Est. Rivas</b>	31b	24,9b	56a
<b>Promedio</b>				
<b>Fragmentos</b>		<b>19, 2b</b>	<b>6,4c</b>	<b>27,4a</b>
Bosque continuo	<b>Lote 7 B</b>	30b	1b	54a
Bosque continuo	<b>Est. Buyatti</b>	31a	3,3b	37a
Bosque continuo	<b>Est. Granich</b>	34b	1,9c	54a
Bosque continuo	<b>Est Lugo</b>	59a	3,1c	45b
Bosque continuo	<b>Est. Las Gamas</b>	61a	1,4c	53b
<b>Promedio B. continuo</b>		<b>43a</b>	<b>2,14b</b>	<b>48,6a</b>
<b>Promedio global</b>		<b>31B</b>	<b>8,9C</b>	<b>38A</b>

La correlación entre la prueba de germinación y la sumatoria de las semillas llenas e inmaduras con hongos (por la prueba de cámara clara), fue negativa y altamente significativa ( $p < 0,001$ ) y arrojó los siguientes valores:  $r = -0,31$  para fragmentos (F) y  $r = -0,59$  para bosques continuos (C); (Tabla 22).

**Tabla 22:** Prueba de Correlación de Spearman entre la prueba de germinación y la sumatoria de semillas llenas e inmaduras con hongos por la prueba de cámara clara, en semillas de árboles de *S. balansae* situados en fragmentos de bosque (F) y en bosques continuos (C).

Variable(1)	Variable(2)	n	Spearman	p-valor
Germinación F	Germinación F	272	1,00	<0,0001
Germinación F	Suma hongos	272	-0,31	<0,0001
Suma patógenos	Germinación F	272	-0,31	<0,0001
Suma patógenos	Suma hongos	272	1,00	<0,0001

Variable(1)	Variable(2)	n	Spearman	p-valor
Germinación C	Germinación C	296	1,00	<0,0001
Germinación C	Suma hongos	296	-0,59	<0,0001
Suma patógenos	Germinación C	296	-0,59	<0,0001
Suma patógenos	Suma hongos	300	1,00	<0,0001

La correlación entre la prueba de Germinación y las semillas llenas sanas (por la prueba de cámara clara), fue positiva y altamente significativa:  $r = 0,75$  y  $r = 0,68$  ( $p < 0,0001$ ) para fragmentos (F) y bosques continuos respectivamente (C); (Tabla 23).

**Tabla 23:** Prueba de Correlación de Spearman entre la prueba de germinación y las semillas llenas sanas por la prueba de cámara clara, en semillas de árboles de *S. balansae* situados en fragmentos de bosque (F) y en bosques continuos (C).

Variable(1)	Variable(2)	n	Spearman	p-valor
Germinación F	Germinación F	268	1,00	<0,0001
Germinación F	Llenas sanas	268	0,75	<0,0001
Llenas sanas	Germinación F	268	0,75	<0,0001
Llenas sanas	Llenas sanas	268	1,00	<0,0001

Variable(1)	Variable(2)	n	Spearman	p-valor
Germinación C	Germinación C	300	1,00	<0,0001
Germinación C	Llenas sanas	300	0,68	<0,0001
Llenas sanas	Germinación C	300	0,68	<0,0001
Llenas sanas	Llenas sanas	300	1,00	<0,0001

La correlación entre la germinación y semillas vanas (por la prueba de cámara clara), fue negativa y altamente significativa ( $p < 0,001$ ) y fue de  $r = -0,33$  para fragmentos (F) y  $r = -0,59$  para bosques continuos (C); (Tabla 24).

**Tabla 24:** Prueba de Correlación de Spearman entre la prueba de germinación y las semillas llenas vanas por la prueba de cámara clara, en semillas de árboles de *S. balansae* situados en fragmentos de bosque (F) y en bosques continuos (C).

Variable(1)	Variable(2)	n	Spearman	p-valor
Germinación F	Germinación F	272	1,00	<0,0001
Germinación F	Vanas	272	-0,33	<0,0001
Vanas	Germinación F	272	-0,33	<0,0001
Vanas	Vanas	272	1,00	<0,0001

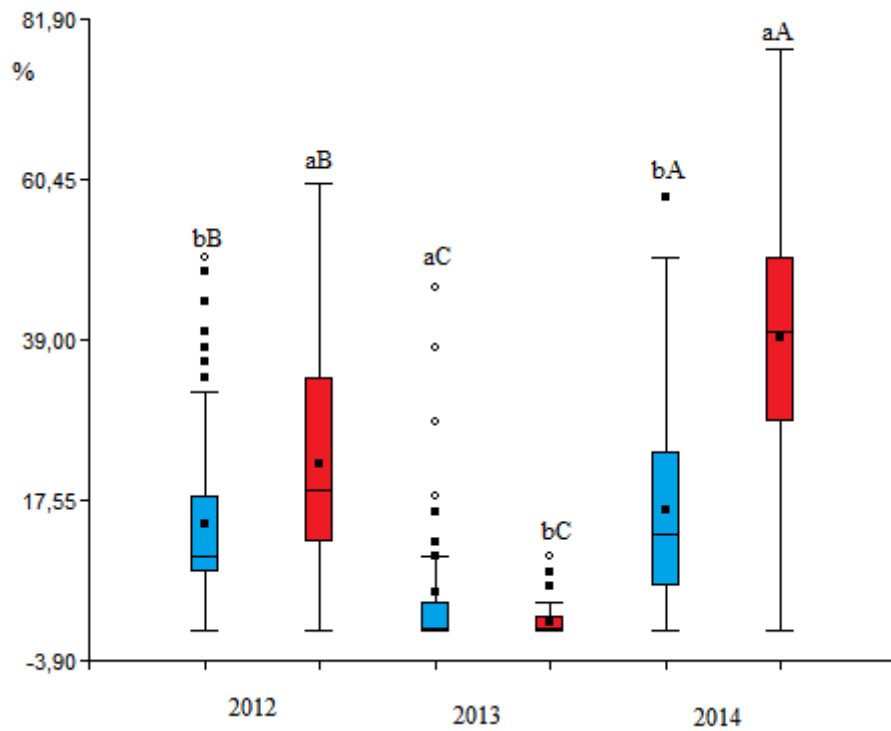
Variable(1)	Variable(2)	n	Spearman	p-valor
Germinación C	Germinación C	296	1,00	<0,0001
Germinación C	Vanas	296	-0,59	<0,0001
Vanas	Germinación C	296	-0,59	<0,0001
Vanas	Vanas	300	1,00	<0,0001

### 5- Vigor mediante el método del Primer conteo

Esta variable siguió la misma tendencia que la germinación, observándose diferencias altamente significativas para todos los factores e interacciones ( $p < 0,001$ ), con los mayores valores en los años 2012 y 2014 en los sitios de bosque continuo (Tabla 25 y Figura 17).

**Tabla 25:** Análisis de la variancia procedimiento GLM para Vigor en semillas de *S. balansae*.

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F Valor	Pr > F
Año	2	41228,56	20614,28	185,31	<,0001
Paisaje	1	10221,48	10221,48	91,88	<,0001
año*paisaje	2	12448,51	6224,25	55,95	<,0001
bosque(paisaje)	7	11253,30	1607,61	14,45	<,0001
año*bosque(paisaje)	14	9847,52	703,39	6,32	<,0001



**Figura 17:** Primer conteo (%) en semillas de *S. balansae*. En azul fragmentos de bosque, en rojo bosques continuos. Letras mayúsculas distintas indican diferencias entre tratamientos ( $p < 0,001$ ).

Sin embargo se puede observar que en los bosques continuos el año 2014 fue significativamente distinto del año 2012, lo que indica semillas de mayor vigor (Tabla 26).

A nivel de todos los sitios de ambos bosques el vigor fue mayor en 2014.

**Tabla 26:** Primer conteo (%) en semillas de *S. balansae* cosechadas en los años 2012, 2013 y 2014, en 10 sitios distintos correspondientes a dos tipos de ambientes: fragmentados rodeados de una matriz agrícola y continuos, rodeados de comunidades de especies nativas (Letras distintas en las filas indican diferencias significativas  $p < 0,001$ ).

		<b>Primer conteo</b>		
		<b>%</b>		
<b>Paisaje</b>	<b>Sitios</b>	Año 2012	Año 2013	Año 2014
Fragmento	<b>Est. Imelda</b>	12,42a	0,60c	8,80b
Fragmento	<b>Est. Pereson</b>	8,83a	0,25c	3,50b
Fragmento	<b>Est. La Noria</b>	14,40a	0,17b	18,80a
Fragmento	<b>Parque Temático</b>	9,50b	1,90c	19,60a
Fragmento	<b>Est. Rivas</b>	23,50a	17,70b	22,50a
<b>Promedio</b>				
<b>Fragmentos</b>		<b>14,27a</b>	<b>5,10b</b>	<b>16,16a</b>
Bosque continuo	<b>Lote 7 B</b>	21,50b	0,20c	49,90a
Bosque continuo	<b>Est. Buyatti</b>	17,42b	2,40c	28,60a
Bosque continuo	<b>Est. Granich</b>	13,92b	1,40c	37,30a
Bosque continuo	<b>Est Lugo</b>	33,42b	0,90b	32,6a
Bosque continuo	<b>Est. Las Gamas</b>	25,25b	0,70c	48,20a
<b>Promedio B. continuo</b>		<b>22,25b</b>	<b>1,12c</b>	<b>39,32 a</b>
<b>Promedio global</b>		<b>18,54B</b>	<b>2,89C</b>	<b>28,48A</b>

En la Tabla 27 se muestran los contrastes para cada sitio dentro de cada paisaje, en donde se evidencian mayores diferencias entre sitios en los fragmentos de bosque.

**Tabla 27:** Germinación y Primer Cuento (PC) en sámaras de *S. balansae* (%) en sitios fragmentados y en bosques continuos, letras distintas indican diferencias significativas dentro de cada paisaje (p <0,001). \* indica que no hubo diferencias significativas (p< 0,26).

	Sitio	Germinación (%)	PC (%)
Fragmentos	Imelda	9,25 c	7,59 cd
	Rivas	36,72 a	21,38 a
	Noria	17 b	12,81 b
	Pereson	8,64 c	4,86 d
	Tematico	19,86 b	10,28 bc
Bosques continuos	7B	28,31 b	23,63*
	Buyatti	24,31 b	16,22
	Granich	30,25 ab	17,31
	LG	39,81 a	24,75
	Lugo	36,88 a	23

## 6- Incidencia de hongos de semillas

Los valores medios de incidencia (I%) de cada hongo se calcularon relacionando el número de semillas colonizadas por un hongo determinado, con el número total de semillas evaluadas en cada año. Los resultados se expresaron como porcentaje de incidencia siendo  $I\% = (\text{n}^\circ \text{ de semillas infectadas por cada género fúngico} / \text{total de semillas de cada muestra}) \times 100$ . Los hongos encontrados en las semillas de los tres años analizados se observan en la Tabla 28. Los géneros *Aspergillus*, *Fusarium* y *Phomopsis* presentaron cuatro, diez y dos especies diferentes respectivamente:

*A. niger*, *A. flavus*, *A. fumigatus* y *A. sp*

*F. equiseti*, *F. graminearum*, *F. semitectum*, *F. oxysporum*, *F. moniliforme*, *F. subglutinans*, *F. nivale*, *F. tucumanensis*, *F. solanii*, *F. sp*

*P. longicola* y *Phomopsis sp*

*A.niger*, *F. equiseti* y *Phomopsis sp* fueron las especies de mayor contribución en cuanto a su incidencia en ambos paisajes (Tabla 29).

**Tabla 28:** Incidencia en porcentaje para géneros y otros taxones fúngicos en semillas de *S. balansae* cosechadas en los años 2012, 2013 y 2014, en 10 sitios distintos correspondientes a fragmentos de bosque y a bosques

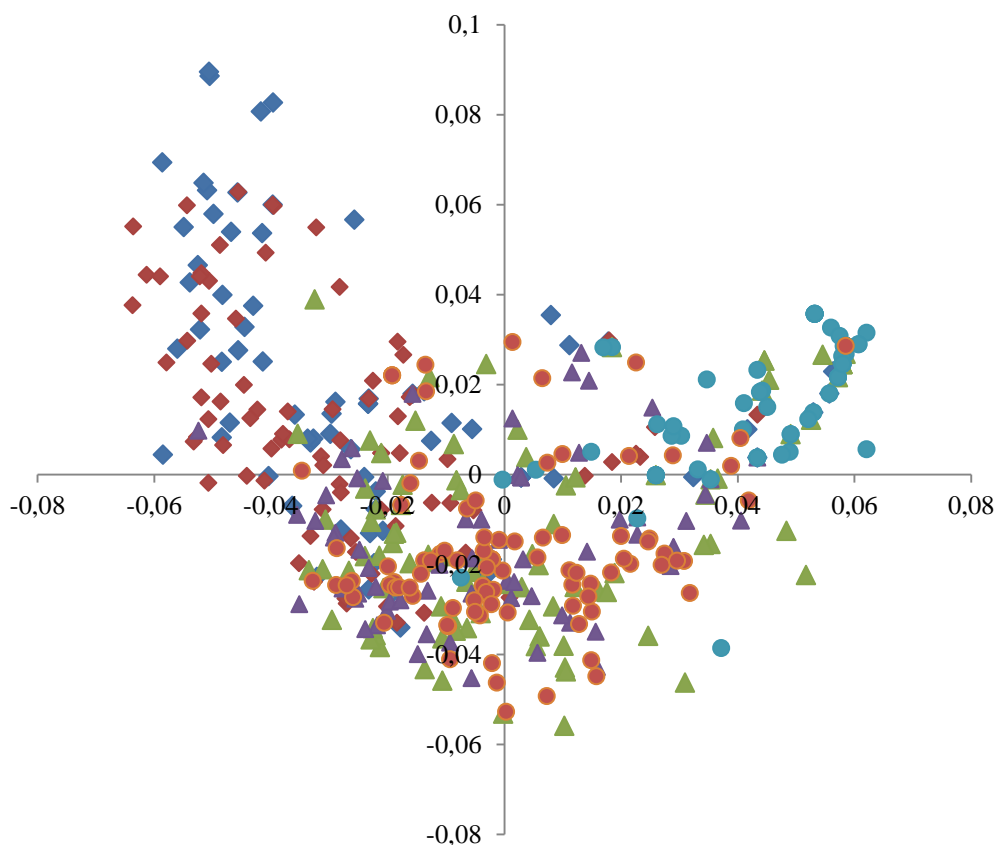
continuos. C: taxones comunes e Índice de Sørensen para cada año que indica la similitud entre paisajes para cada año.

Taxones	Año 2012 Paisajes			Año 2013 Paisajes			Año 2014 Paisajes		
	Continuo	Fragmentado		Continuo	Fragmentado		Continuo	Fragmentado	
	% I	C	% I	% I	C	% I	% I	C	% I
<i>Aspergillus</i> sp (4 especies)	53,37	X	17,50	19,59	X	10,53	3,50	X	3,63
<i>Fusarium</i> sp (10 especies)	1,82	X	11,85	18,98	X	14,40	5,00	X	13,40
<i>Alternaria</i> sp	1,30	X	14,46	7,58	X	9,08	18,10	X	23,52
<i>Phomopsis</i> sp (2 especies)	1,70	X	31,85	13,33	X	16,44	8,90	X	11,48
<i>Phoma</i> sp			0,76			0,26	0,10		
<i>Rhizoctonia</i> sp	0,60	X	5,11	6,16	X	3,68			0,34
<i>Nigrospora</i> sp			0,43	0,20	X	0,39	11,10	X	11,82
<i>Rhizophus</i> sp	0,50	X	1,52	5,76	X	1,18			
<i>Penicillium</i> sp	1,30	X	1,52	0,71	X	1,31	0,20	X	1,70
<i>Cladosporium</i> sp (2 especies)	0,10	X	0,22	0,20	X	0,39	0,70	X	0,11
<i>Drechslera</i> sp			2,39	1,52	X	6,71	2,50	X	4,09
<i>Sclerotium</i> sp				1,01	X	0,79	0,70	X	6,25
<i>Colletotrichum</i> sp colonia n/d	0,51		0,43	0,30	X	0,79	0,60	X	0,34
<i>Trichoderma</i> sp teleomorfo			1,74	0,51	X	1,18	0,20	X	0,45
<i>Myrotecium</i> sp	7,15								
<i>Gliocladium</i> sp	1,10	X	7,72						
<i>Bipolaris</i> sp	0,70	X	0,22	0,30					
Dematiacea			1,20				0,20	X	0,11
Picnidial			0,11				0,10	X	0,11
<i>Cercospora</i> sp						0,79	0,40	X	0,11
<i>Chaetomium</i> sp			0,33			0,13	0,30	X	0,23
<i>Phyllosticta</i> sp			1,30				3,80	X	2,50
<i>Graphium</i> sp			0,11						
<i>Epicoccum</i> sp			0,33			0,13			
<i>Curvularia</i> sp			0,98			0,39	0,50	X	0,11
Coelomycete						0,26			
<i>Gliocladium</i> sp Zigomicete						0,13			
<b>Total</b>	12	10	23	15,00	13	20,00	20	17	18
<b>Índice Sorensen</b>		0,59			0,74			0,89	

**Tabla 29:** Incidencia en porcentaje de las especies de los géneros con mayor diversidad específica en semillas de *S. balansae* cosechadas en los años 2012, 2013 y 2014, en 10 sitios distintos correspondientes a fragmentos de bosque y bosques continuos.

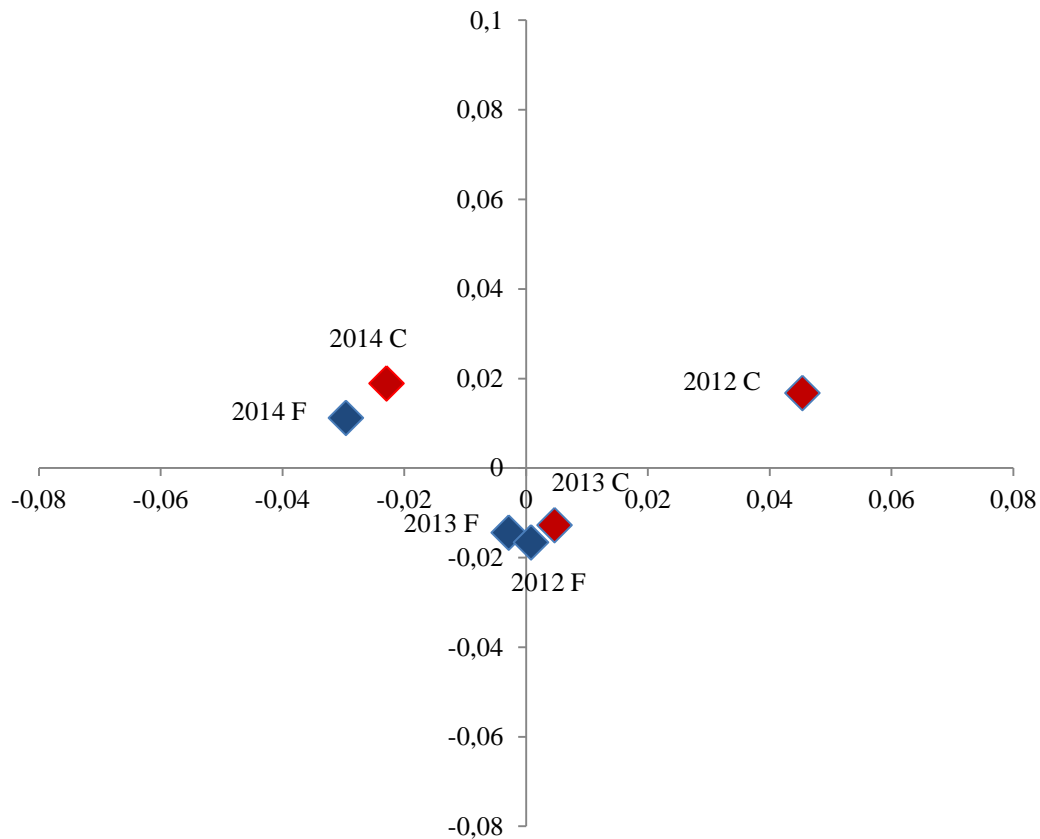
	Año 2012		Año 2013		Año 2014	
	Paisajes					
	Continuo	Fragmentos	Continuo	Fragmentos	Continuo	Fragmentos
	% I	% I	% I	% I	% I	% I
<i>Aspergillus niger</i>	53,37	17,39	19,49	10,53	3,50	2,84
<i>A. sp</i>					-	0,34
<i>A. fumigatus</i>	-	0,11	0,10	-	-	-
<i>A. flavus</i>					-	0,45
<i>F. equiseti</i>	0,82	6,96	6,97	4,87	3,70	9,09
<i>F. graminearum</i>	-	0,76	4,74	0,39	0,90	1,02
<i>F. semitectum</i>	-	0,87	0,91	1,97	0,30	2,27
<i>F. oxysporum</i>	0,50	0,65	5,05	1,58	0,10	0,91
<i>F. sp</i>	0,50	2,61	0,91	2,24		
<i>F. moniliforme</i>			0,40	1,12	-	0,11
<i>F. subglutinans</i>			-	1,05		
<i>F. solani</i>			-	0,79		
<i>F. nivale</i>			-	0,26		
<i>F. tucumanensis</i>			-	0,13		
<i>Phomopsis sp</i>	1,40	30,33	10,91	12,76	8,00	10,34
<i>P. longicola</i>	0,30	1,52	2,42	3,68	0,90	1,14

En el análisis de componentes principales de las muestras de los tres años, los tres primeros ejes absorbieron el 59,74 % de la variancia. El diagrama de dispersión separó a los tres años y a su vez dentro de cada año, los paisajes se observan discriminados (Figuras 18 y 19). Hubo efecto año, efecto paisaje e interacción año\*paisaje. Los tres años fueron significativamente distintos entre sí, con los mayores % de I en 2012 ( $p < 0,001$ ). Los paisajes fueron discriminados por el % de I de los hongos de mayor contribución y el índice de Diversidad. Así, los fragmentos mostraron las más altas incidencia y diversidad en los tres años estudiados ( $p < 0,001$ ).



**Figura 18:** Diagrama de la distribución de las muestras en el plano formado por las dos primeras componentes principales. Los círculos indican muestras año 2012, en celeste C y en naranja F; los triángulos muestras año 2013, en lila C y en verde F; los rombos año 2014, en azul C y en rojo F. C: bosques de paisaje continuo, F: fragmentos de bosque.

El ordenamiento separó en 2012 las muestras de bosque continuo por el % de incidencia de patógenos, fundamentalmente *Aspergillus* y, en los fragmentos, por el % de incidencia de *Phomopsis*, *Fusarium* y *Alternaria*. En 2013 un gran número de muestras de bosque continuo, se diferenciaron por la alta incidencia de *Alternaria* y *Aspergillus*, mientras que el resto de las muestras presentaron una agrupación sin gran diferenciación entre ambos tipos de bosques. En el año 2014 hubo muestras de bosque continuo que se diferenciaron por la alta incidencia de *Alternaria* y *Nigrospora*. Del análisis fueron eliminadas 29 muestras año 2014, que no tenían patógenos, 23 de ellas correspondían a bosques continuos y 6 a los bosques fragmentados más pequeños.



**Figura 19:** Diagrama de centroides para cada grupo de bosques, discriminados por año y por tipo de paisaje. En azul fragmentos y en rojo, bosques continuos.

Hubo diferencias significativas para la diversidad fúngica entre los tres años estudiados, entre paisajes y para todas las interacciones ( $p < 0.001$ ) (Tabla 30). La diversidad tuvo su máximo en 2012, con los mayores valores en los fragmentos y fue significativamente menor en los años subsiguientes (Tabla 31). La diversidad por sitio se muestra en la Tabla 32. Se hallaron, sobre un total de 556 datos, 88 muestras con diversidad cero. De ellas, 28 correspondieron a semillas de árboles en paisaje fragmentado con 2, 17 y 9 muestras en los años 2012, 2013 y 2014 respectivamente; y 60 a semillas de árboles en bosques continuos: 2, 16 y 42 muestras de los años 2012, 2013 y 2014, respectivamente. Hubo asimismo, presencia de árboles enteros cuyas semillas no presentaron hongos: un árbol de un sitio fragmentado en 2013 y cinco árboles de bosques continuos en el año 2014.

**Tabla 30:** Análisis de la variancia procedimiento GLM para Diversidad de hongos en semillas de *S. balansae*.

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F Valor	Pr > F
paisaje	1	12,31	12,31	58,46	<,0001
anio	2	15,96	7,98	37,90	<,0001
anio*paisaje	2	11,09	5,54	26,34	<,0001
bosque(paisaje)	8	5,68	0,71	3,37	0,0009
anio*bosque(paisaje)	16	13,83	0,86	4,11	<,0001

**Tabla 31:** Índice de Diversidad de Shannon para taxones fúngicos en semillas de *S. balansae* cosechadas en los años 2012, 2013 y 2014, correspondiente a dos tipos de ambientes: fragmentos de bosque y bosque continuo, letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre paisajes dentro de cada año; letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas entre años y entre paisajes para todos los años ( $p < 0,001$ ).

Diversidad	Años			Total
	2012	2013	2014	
Fragmentos	1,49 a	0,86 c	0,97a	1,11 A
Bosque continuo	0,87 c	0,95bc	0,57b	0,79 B
Total	1,18 A	0,90 B	0,76 C	

**Tabla 32:** Índice de Diversidad de Shannon promedio (H) para taxones fúngicos en semillas de *S. balansae* en 10 sitios distintos correspondientes a dos tipos de ambientes: fragmentos de bosque y bosque continuo. Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas para sitios dentro de cada paisaje ( $p < 0,01$ )

	Sitio	H Promedio
<b>Fragmentos</b>	<b>Est. Imelda</b>	1,21a
	<b>Est. Rivas</b>	1,11ab
	<b>Est. La Noria</b>	1,17ab
	<b>Est. Pereson</b>	1,03b
	<b>Parque Tematico</b>	1,18 ab
<b>Bosques continuos</b>	<b>Lote 7B</b>	0,67c
	<b>Est. Buyatti</b>	0,85ab
	<b>Est. Granich</b>	0,80bc
	<b>Est. Las Gamas</b>	0,98a
	<b>Est. Lugo</b>	0,66c

El Índice de Sørensen mostró un incremento de la similitud entre las muestras de los dos tipos de paisaje, con valores de 0,59; 0,74 y 0,89 en 2012, 2013 y 2014, respectivamente.

Se observó una correlación negativa altamente significativa entre la I (%) de *Alternaria* y la prueba de germinación ( $r = -0,38$ ;  $p < 0,0001$ ) y la I (%) de *Fusarium* y la prueba de germinación ( $r = -0,33$ ;  $p < 0,0001$ ) y una correlación positiva entre la I (%) de *Aspergillus* y la prueba de germinación ( $r = 0,17$ ;  $p < 0,0178$ ) para las muestras conjuntas de ambos bosques en 2012 (Tabla 33).

Analizando separadamente los paisajes, en los fragmentos se halló una correlación negativa entre el complejo *Fusarium* y la prueba de germinación ( $r = -0,21$ ;  $p < 0,041$ ) sólo en el año 2012 (Tabla 34); mientras que en los bosques continuos no hubo patógenos asociados negativa o positivamente a la germinación.

No hubo correlaciones significativas en los años 2013 y 2014, ni en los paisajes, en esos años, entre la prueba de germinación y los hongos con mayores incidencias.

**Tabla 33:** Pruebas de Correlación de Spearman entre la prueba de germinación (%) y la Incidencia (%) de *Alternaria* sp, *Fusarium* sp y *Aspergillus* sp para las semillas de todos los árboles en ambos paisajes del año 2012.

Variable(1)	Variable(2)	n	Spearman	p-valor
Germinación 2012	Germinación 2012	192	1,00	<0,0001
Germinación 2012	<i>Alternaria</i>	192	-0,38	<0,0001

Variable(1)	Variable(2)	n	Spearman	p-valor
Germinación 2012	Germinación 2012	192	1,00	<0,0001
Germinación 2012	<i>Fusarium</i>	192	-0,33	<0,0001

Variable(1)	Variable(2)	n	Spearman	p-valor
Germinación 2012	Germinación 2012	192	1,00	<0,0001
Germinación 2012	<i>Aspergillus</i>	192	0,17	0,0178

**Tabla 34:** Prueba de Correlación de Spearman entre la prueba de germinación (%) y la Incidencia (%) de *Fusarium* sp para las semillas de los árboles en fragmentos, año 2012.

Variable(1)	Variable(2)	n	Spearman	p-valor
Germinación 2012 F	Germinación 2012 F	92	1,00	<0,0001
Germinación 2012 F	<i>Fusarium</i>	92	-0,21	0,0410

Entre años, los patógenos predominantes tuvieron distinta incidencia. Mientras *Aspergillus* tuvo alta incidencia en 2012, *Fusarium* predominó en 2013 y *Alternaria*, *Phomopsis* y *Nigrospora* predominaron en 2014 y (Tabla 35;  $p < 0,0001$ ).

**Tabla 35:** Incidencia promedio en porcentaje, de los hongos principales de semillas de *S. balansae* en los años 2012, 2013 y 2014. Letras minúsculas distintas indican diferencias altamente significativas en las columnas ( $p < 0,0001$ )

<b>Incidencia promedio patógenos predominantes (%)</b>					
<b>años</b>	<i>Aspergillus</i> sp	<i>Phomopsis</i> sp	<i>Fusarium</i> sp	<i>Alternaria</i> sp	<i>Nigrospora</i> sp
2012	36,18 a	16,35 b	7,09 b	7,60 b	0,21 b
2013	17,11 b	15,49 ba	17,28 a	8,44 b	0,58 b
2014	3,56 c	21,54 a	8,94 b	20,59 a	11,44 a

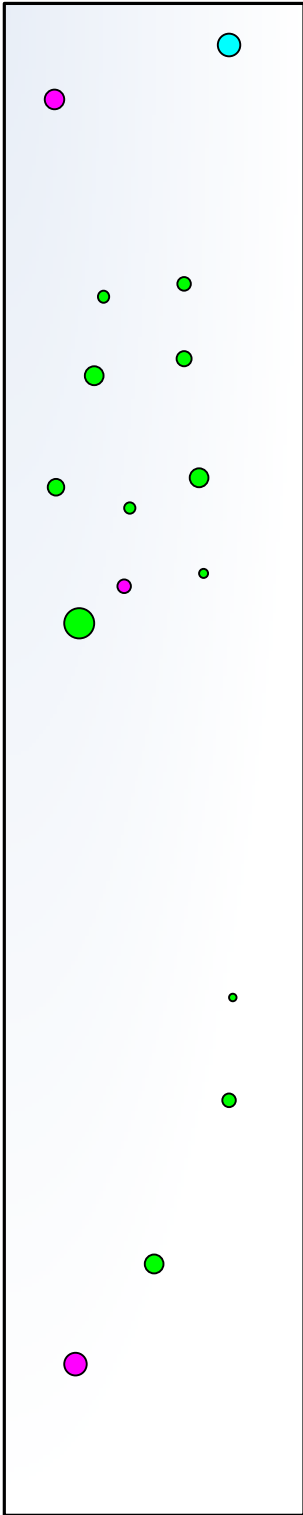
Al comparar las incidencias de los hongos predominantes entre paisajes, se observaron diferencias altamente significativas para *Aspergillus*, que mostró los mayores valores en los bosques de paisaje continuo, mientras que *Phomopsis*, *Fusarium* y *Alternaria*, tuvieron las mayores incidencias en los paisajes fragmentados (Tabla 36).

**Tabla 36:** Incidencia promedio en porcentaje, de los hongos principales en semillas de *S. balansae* en fragmentos y en bosques continuos. Letras minúsculas distintas indican diferencias altamente significativas en las columnas ( $p < 0,0001$ )

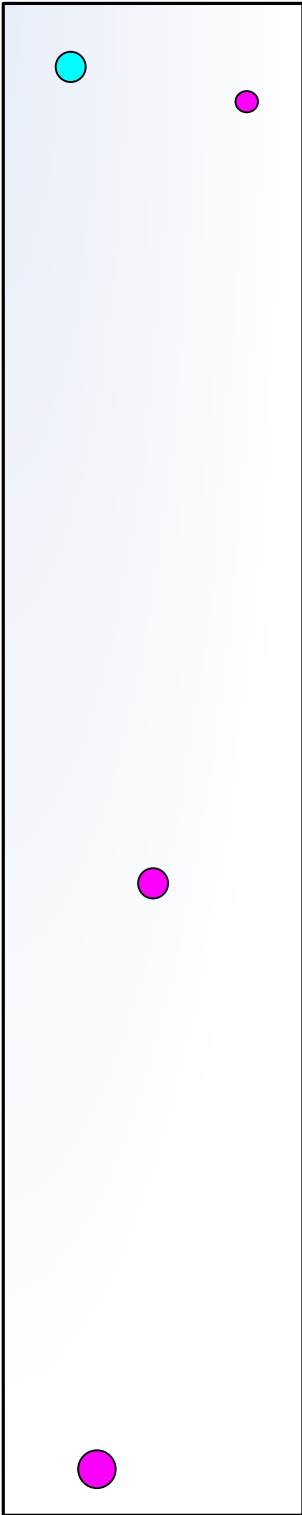
<b>Incidencia promedio de patógenos predominantes (%)</b>					
	<i>Aspergillus</i> sp	<i>Phomopsis</i> sp	<i>Fusarium</i> sp	<i>Alternaria</i> sp	<i>Nigrospora</i> sp
<b>Fragmentos</b>	10,71 b	27,46 a	17,02 a	20,01 a	12,11 a
<b>B. Continuo</b>	26,23 a	11,98 b	8,93 b	9,09 b	13,72 a

## 7- Demografía de *S. balansae*

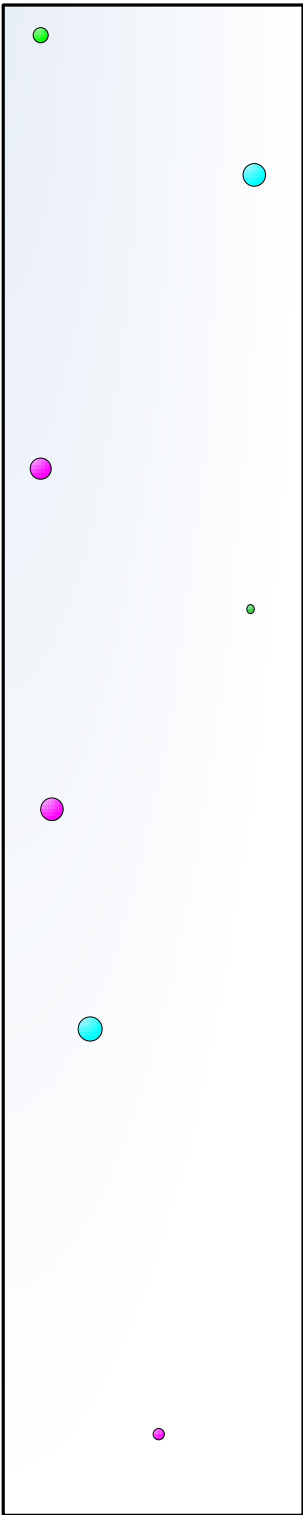
Se registraron 102 individuos correspondientes a los fragmentos y 129 a los bosques continuos. Sin embargo para hacer la descripción de las características de la población de *S. balansae* y su proporción de la expresión sexual, se utilizaron exclusivamente los individuos inscriptos dentro de las parcelas que totalizaron 75 individuos en los fragmentos de bosque y 99 en los bosques continuos (Figuras 20 y 21). El diámetro de los círculos es proporcional a los DAP (diámetro altura de pecho), nótese que en la representación gráfica de los fragmentos los individuos poseen mayor superficie en promedio.



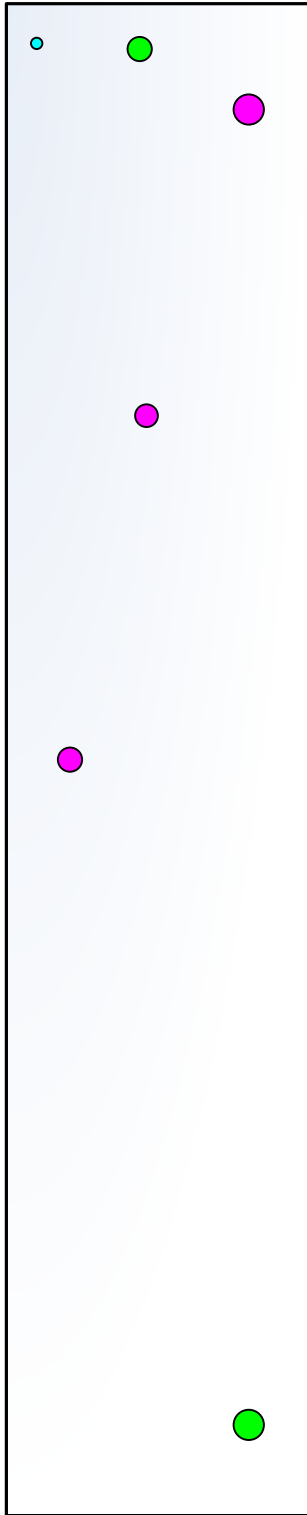
A-Parcela 2 Granich



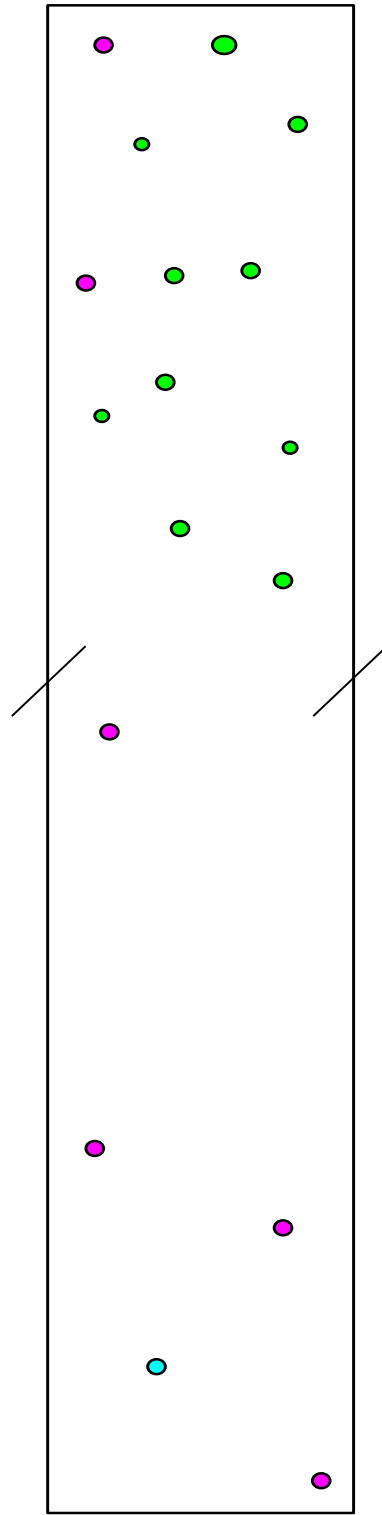
B- Parcela 1 Buyatti



C- Parcela 2 Las Gamas

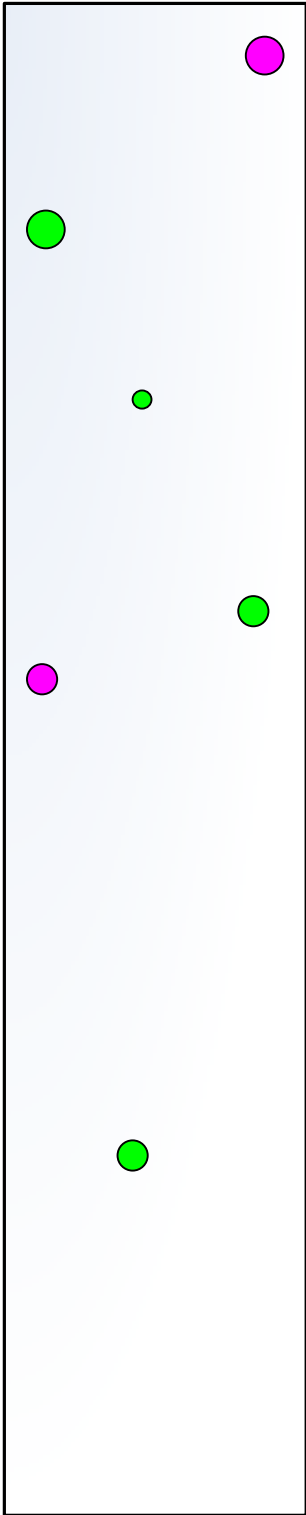


D- Parcela 1 Lote 7B

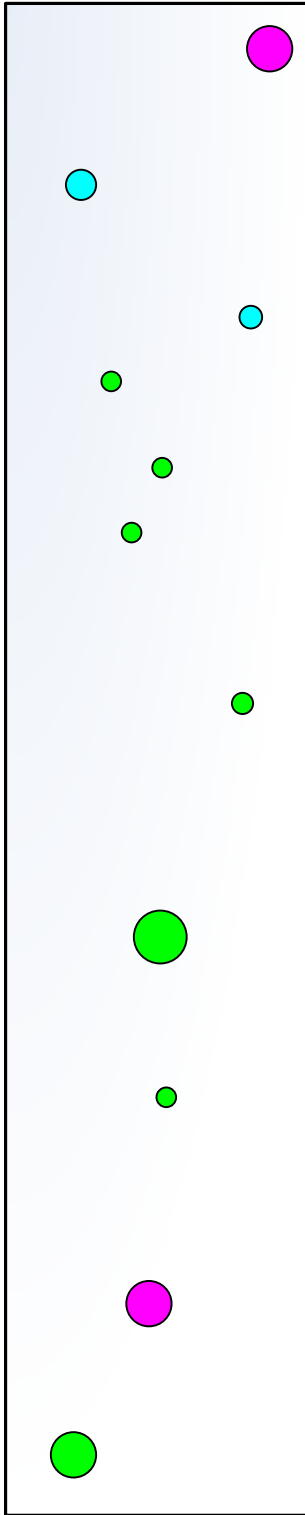


E- Parcela 1 Est. Lugo

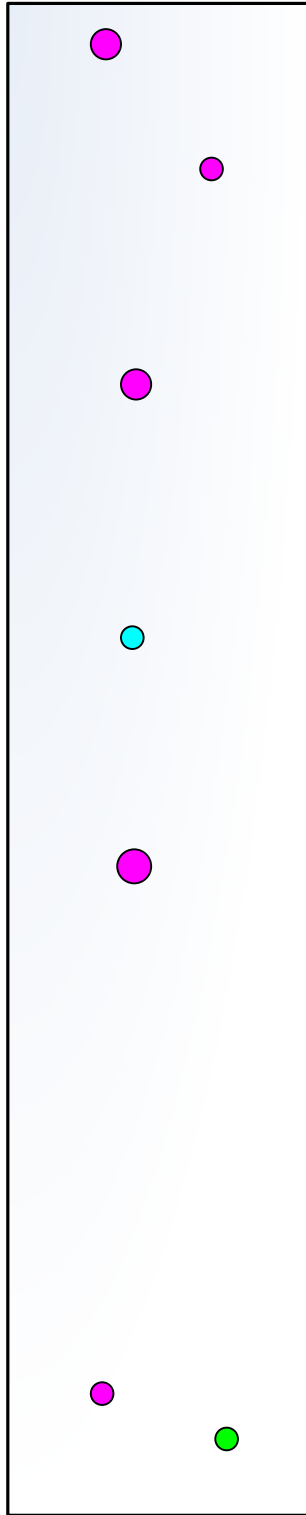
**Figura 20:** A, B, C y D Parcelas de 500 m<sup>2</sup>, E Parcela de 1000 m<sup>2</sup> en bosques continuos: en rosa, pies femeninos, en celeste, pies masculinos y en verde, pies que no florecieron durante los tres años de muestreo.



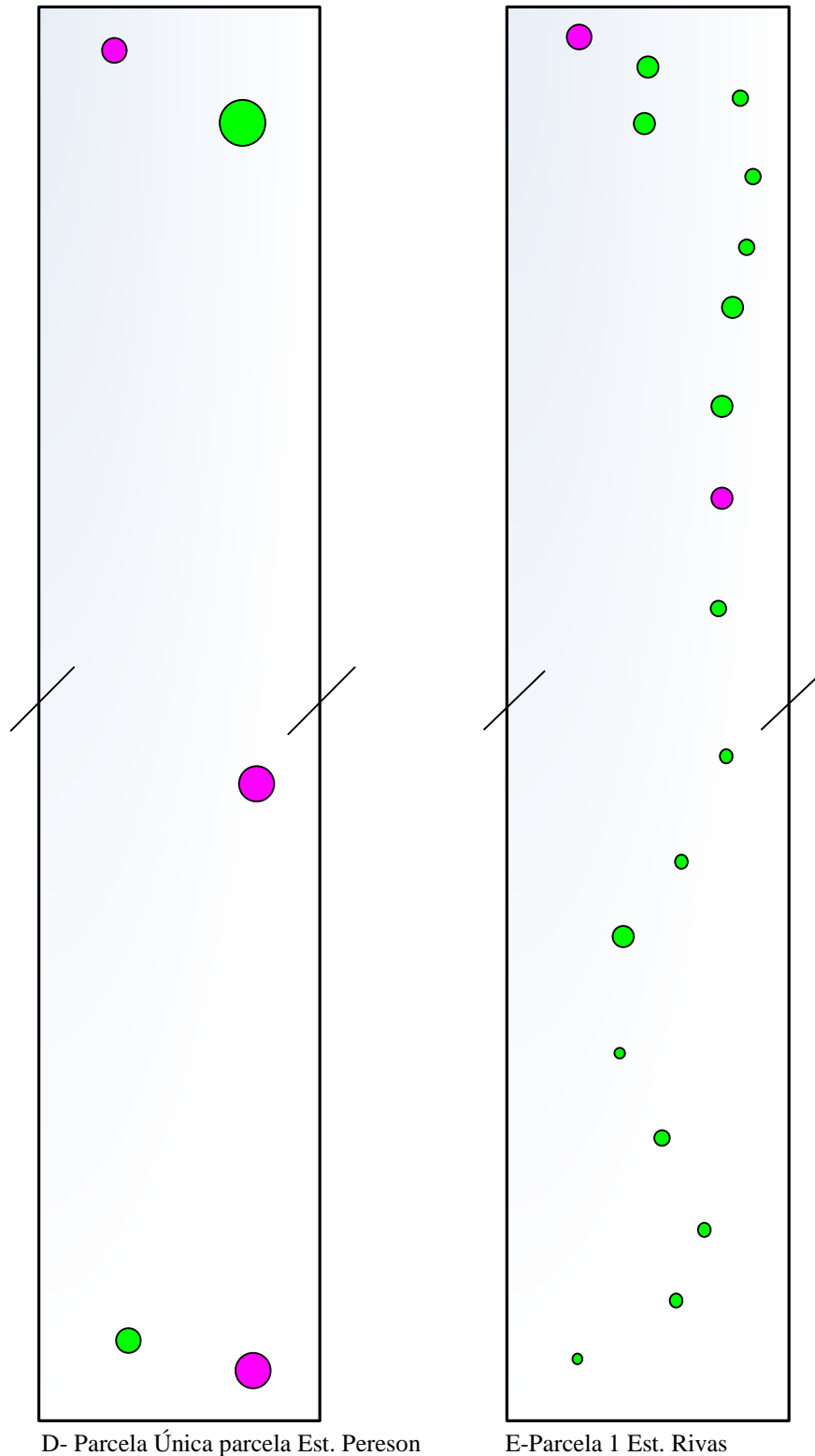
A-Parcela1 Est. Imelda



B-Parcela 1 Est La Noria



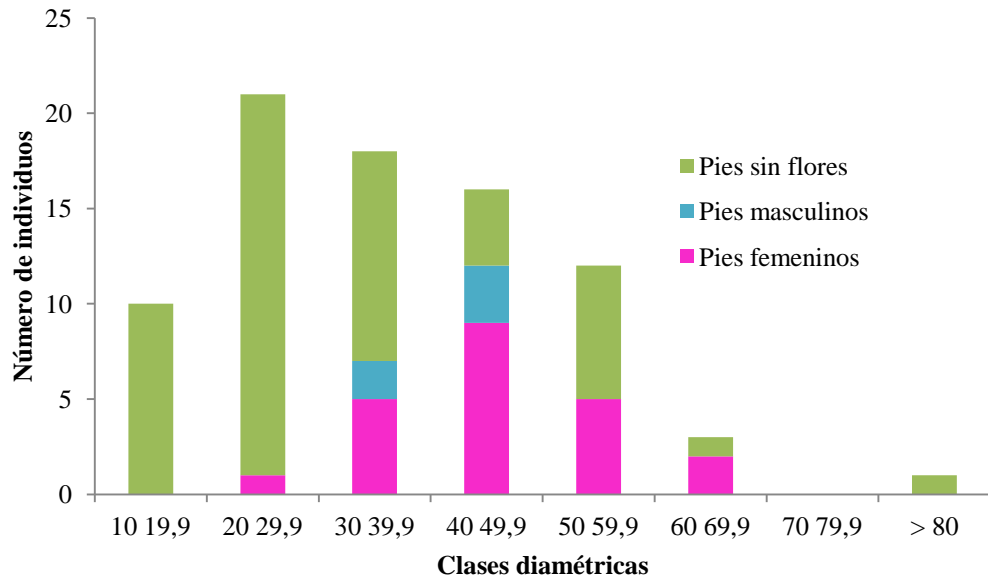
C-Parcela 1 Parque Temático



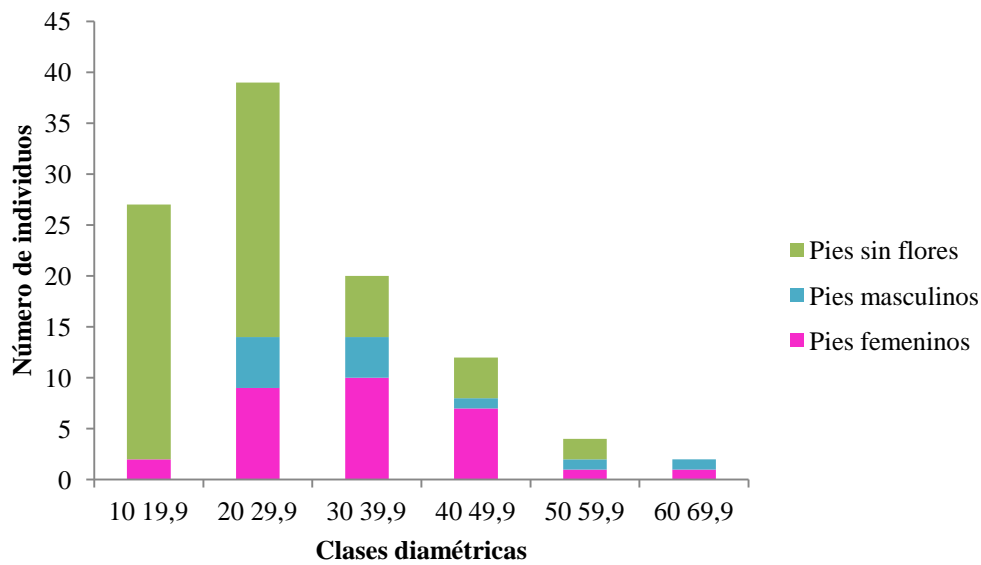
**Figura 21:** A, B, C: parcelas de 500 m<sup>2</sup>, D y E parcela de 1000 m<sup>2</sup> en bosques fragmentados: en rosa, pies femeninos, en celeste, pies masculinos y en verde, pies que no florecieron durante los tres años de muestreo.

En las Figuras 22 y 23 se observan las clases diamétricas de los individuos de *S. balansae* referenciados en las parcelas de los distintos sitios, en fragmentos de bosque y en

bosques continuos. Se puede observar que los fragmentos de bosque poseen menor número de individuos y que en ambos tipos de paisaje se pudieron registrar pies femeninos, pocos pies masculinos y el resto fueron individuos que no florecieron durante el período de estudio.



**Figura 22:** Número absoluto de individuos femeninos, masculinos y sin registro de flores en *S. balansae* por clase diamétrica, expresada en DAP (diámetro a la altura de pecho, en cm), considerando los datos de cinco sitios de paisaje fragmentado.



**Figura 23:** Número absoluto de individuos femeninos, masculinos y sin registro de flores de *S. balansae* por clase diamétrica, expresada en DAP (diámetro a la altura de pecho, en cm), considerando cinco sitios de paisaje continuo.

En la Tabla 37 se detalla el número de individuos que no florecieron, el número de pies masculinos y femeninos, la proporción de pies femeninos sobre el total de los individuos y el DAP promedio por bosque. Como puede observarse, en las parcelas estudiadas, la proporción de pies femeninos es variable, con una tendencia a tener mayor proporción en los fragmentos de bosque. El DAP promedio estaría indicando individuos de mayor porte y edad en dichos sitios.

**Tabla 37:** Número de individuos de *S. balansae* que no florecieron, número de pies masculinos y femeninos, proporción de pies femeninos sobre el total de los individuos y el DAP promedio por bosque (diámetro a la altura de pecho, en cm) para cinco sitios de bosques fragmentados y cinco sitios de bosques continuos.

	Bosques	Nº de pies sin flores	Nº de pies masculinos	Nº de pies femeninos	% de pies femeninos	DAP promedio (cm)
<b>Fragmentos</b>	Est. Rivas	24	0	2	7,69	26,3
	Est. La Noria	8	2	3	23,07	43,9
	Parque Temático	6	1	7	50	42,8
	Est. Imelda	11	0	7	38,88	41,07
	Est. Pereson	1	0	3	75	50,53
<b>Bosque Continuo</b>	Est. Las Gamas	12	2	7	33,33	30,2
	Est. Granich	17	2	5	20,83	27,5
	Est. Lugo	10	1	6	35,29	24,5
	Lote 7 B	7	2	4	30,77	44,2
	Est. Buyatti	13	5	6	25	25,7

Dentro de cada paisaje los promedios y desvíos de individuos sin flores, masculinos y femeninos reflejan la misma condición de mayor DAP en los fragmentos (Tabla 38).

**Tabla 38:** Promedio ( $\bar{x}$ ) y desvío estándar (DS) del DAP (diámetro a la altura de pecho, en cm) en individuos de *S. balansae* sin flores, masculinos y femeninos, para cinco sitios de bosques fragmentados y cinco sitios de bosques continuos.

		DAP $\bar{x}$ y DS (cm)		
		Individuos sin flores	Individuos masculinos	Individuos femeninos
<b>Fragmentos</b>	$\bar{x}$	32,05	41,16	45,02
	DS	14,77	6,62	9,77
<b>Bosques continuos</b>	$\bar{x}$	23,61	38,58	34,34
	DS	10,41	12,38	9,86

Se presentan las clases diamétricas y la edad probable en función del grosor del anillo de crecimiento anual promedio para la especie (Tabla 39)

**Tabla 39:** Clases diamétricas expresadas como Diámetro a la altura de pecho (DAP, cm) en individuos de *S. balansae* y su correspondiente edad aproximada en años, considerando los datos de 10 sitios de paisaje de bosque continuo y de fragmentos.

DAP (cm)	Edad (años)
10 a 19,9	33,3 - 66,3
20 a 29,9	66,6 - 99,6
30 a 39,9	100 - 133
40 a 49,9	133,3 - 166,3
50 a 59,9	166,6 - 199,6
60 a 69,9	200 - 233
70 a 79,9	233,3 - 266,3
80 a 89,9	266,7 - 299

Las comparaciones entre el DAP de los árboles de ambos paisajes dieron diferencias altamente significativas, con mayores DAP en los sitios fragmentados (Tabla 40).

**Tabla 40:** Prueba de Wilcoxon para muestras independientes para DAP (diámetro de altura de pecho) de árboles en fragmentos y en bosques continuos.

Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	DE(1)	DE(2)	W	p(2 colas)
Paisajes DAP	1	2	131	131	34,94	28,62	11,86	13,54	14941,50	0,0002

La regresión entre el DAP de los individuos femeninos y el peso de las sámaras no resultó significativa en ningún caso (Tabla 41).

**Tabla 41:** Coeficientes de correlación de Spearman entre Pesos de sámaras en ambos paisajes y DAP de los pies femeninos de ambos paisajes

Variable(1)	Variable(2)	n	Spearman	p-valor
Pesos Total	Pesos Total	222	1,00	<0,0001
Pesos Total	DAP total	222	-0,10	0,1470
DAP total	Pesos Total	222	-0,10	0,1470
DAP total	DAP total	222	1,0	<0,0001

Se halló una relación moderada pero altamente significativa entre Área, Perímetro y Largo entre las sámaras de los árboles dentro de fragmentos y el DAP (diámetro a la altura de pecho)

de los individuos femeninos. La correlación fue negativa en todos los casos, indicando que a mayor DAP hay sámaras de menor tamaño (Tablas 42 a 44 y Figuras de 24 a 26).

**Tabla 42:** Coeficientes de regresión y estadísticos asociados, entre Área de sámaras y DAP (diámetro altura de pecho) de los pies con flores femeninas de *S. balansae* en fragmentos de bosque.

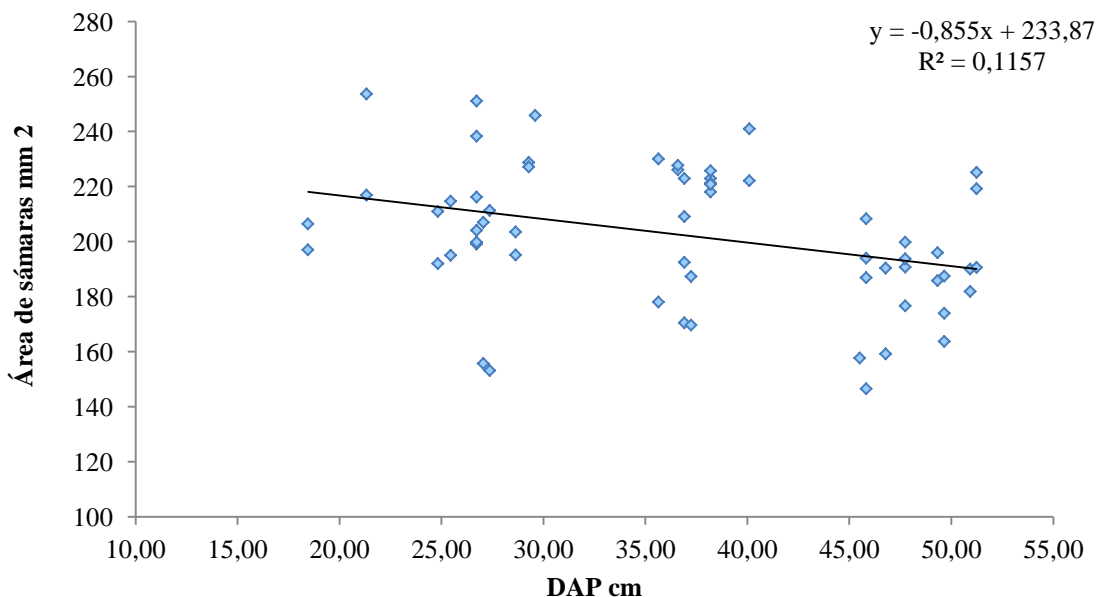
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	ECMP	AIC	BIC
Área F	62	0,12	0,10	586,63	571,28	577,66

**Coefficientes de regresión y estadísticos asociados**

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	233,86	11,65	210,57	257,16	20,08	<0,0001		
DAP F	-0,85	0,31	-1,47	-0,24	-2,80	0,0068	7,85	1,00

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4327,51	1	4327,51	7,85	0,0068
DAP F	4327,51	1	4327,51	7,85	0,0068
Error	33079,10	60	551,32		
Total	37406,62	61			



**Figura 24:** Relación entre Área de sámaras (mm<sub>2</sub>) y DAP (Diámetro a la altura de Pecho, cm) de los pies con flores femeninas en fragmentos de bosque.

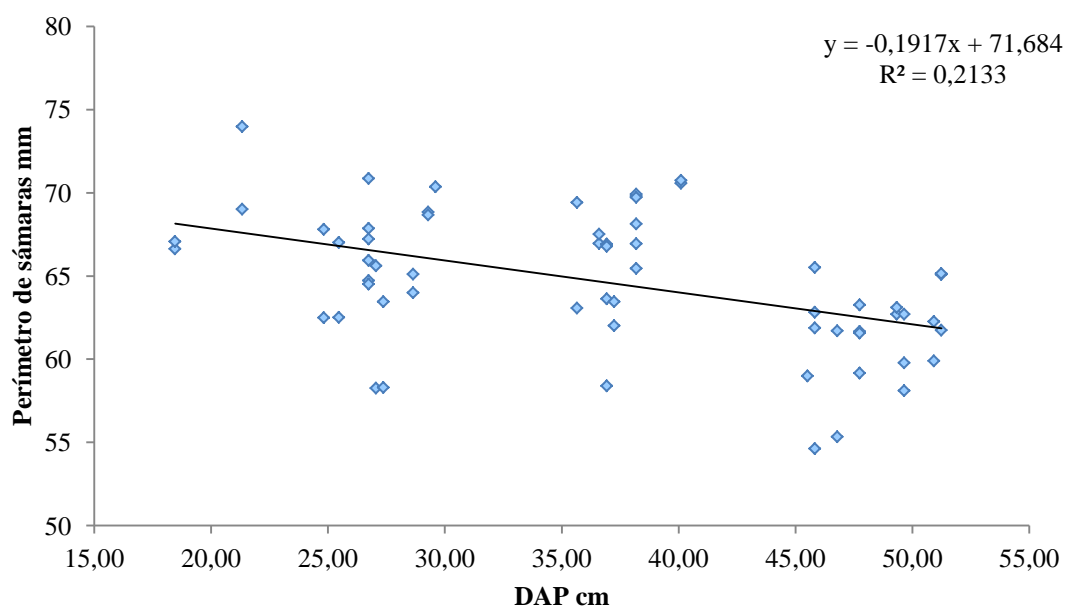
**Tabla 43:** Coeficientes de regresión y estadísticos asociados, entre Perímetro de sámaras y DAP (diámetro a la altura de pecho) de los pies con flores femeninas de *S. balansae* en fragmentos de bosque.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	ECMP	AIC	BIC
Perímetro F	62	0,21	0,20	14,19	340,70	347,08

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	71,68	1,81	68,05	75,31	39,52	<0,0001		
DAP F	-0,19	0,05	-0,29	-0,10	-4,03	0,0002	16,26	1,00

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	217,51	1	217,51	16,26	0,0002
DAP F	217,51	1	217,51	16,26	0,0002
Error	802,44	60	13,37		
Total	1019,94	61			



**Figura 25:** Relación entre Perímetro de sámaras (mm) y DAP (Diámetro a la altura de Pecho, cm) de los pies con flores femeninas en fragmentos de bosque.

**Tabla 44:** Coeficientes de regresión y estadísticos asociados, entre largo de sámaras y DAP (diámetro a la altura de pecho) de los pies con flores femeninas de *S. balansae* en fragmentos de bosque.

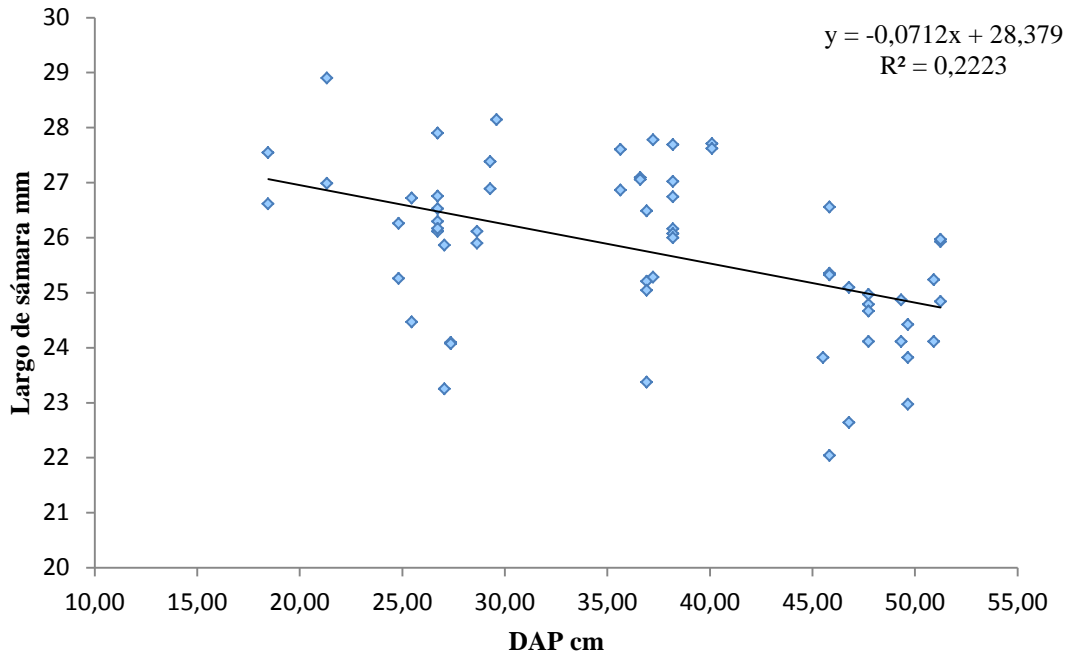
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	ECMP	AIC	BIC
Largo F	62	0,22	0,21	1,86	214,64	221,02

**Coefficientes de regresión y estadísticos asociados**

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	28,38	0,66	27,07	29,69	43,24	<0,0001		
DAP F	-0,07	0,02	-0,11	-0,04	-4,14	0,0001	17,14	1,00

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	30,01	1	30,01	17,14	0,0001
DAP F	30,01	1	30,01	17,14	0,0001
Error	105,05	60	1,75		
Total	135,06	61			



**Figura 26:** Relación entre Largo de sámaras (mm) y DAP (Diámetro a la altura de Pecho, cm) de los pies con flores femeninas en fragmentos de bosque.

La misma tendencia se halló para área, perímetro y largo de las sámaras de bosques continuos y su relación con el DAP de los individuos femeninos, con coeficientes de regresión significativos y pero con una menor relación entre variables que los fragmentos (Tablas 45 a 47 y Figuras 27 a 29).

**Tabla 45:** Coeficientes de regresión y estadísticos asociados, entre Área de sámaras y DAP (diámetro altura de pecho) de los pies con flores femeninas de *S. balansae* en bosques continuos.

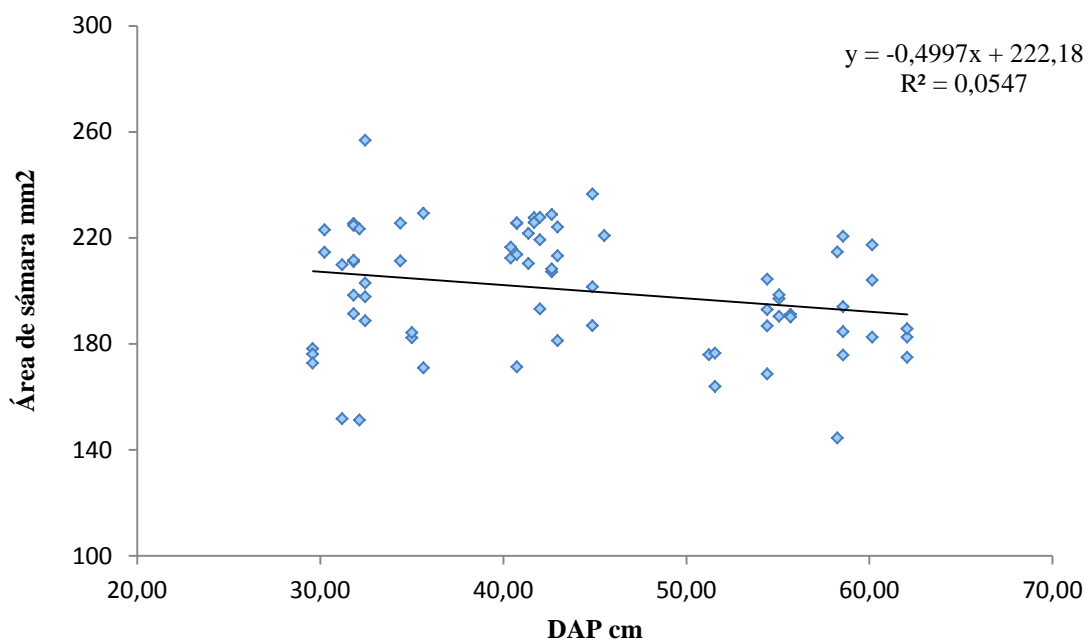
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	ECMP	AIC	BIC
<b>Área C</b>	72	0,05	0,04	515,27	653,81	660,64

**Coefficientes de regresión y estadísticos asociados**

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	222,17	11,16	199,91	244,43	19,91	<0,0001		
DAP C	-0,50	0,25	-0,99	-4,2E-03	-2,01	0,0481	4,05	1,00

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1969,26	1	1969,26	4,05	0,0481
DAP C	1969,26	1	1969,26	4,05	0,0481
Error	34067,85	70	486,68		
Total	36037,11	71			



**Figura 27:** Relación entre Área de sámaras (mm<sup>2</sup>) y DAP (Diámetro a la altura de Pecho, cm) de los pies con flores femeninas de *S. balansae* en bosques continuos.

**Tabla 46:** Coeficientes de regresión y estadísticos asociados, entre Perímetro de sámaras y DAP (diámetro altura de pecho) de los pies con flores femeninas de *S. balansae* en bosques continuos

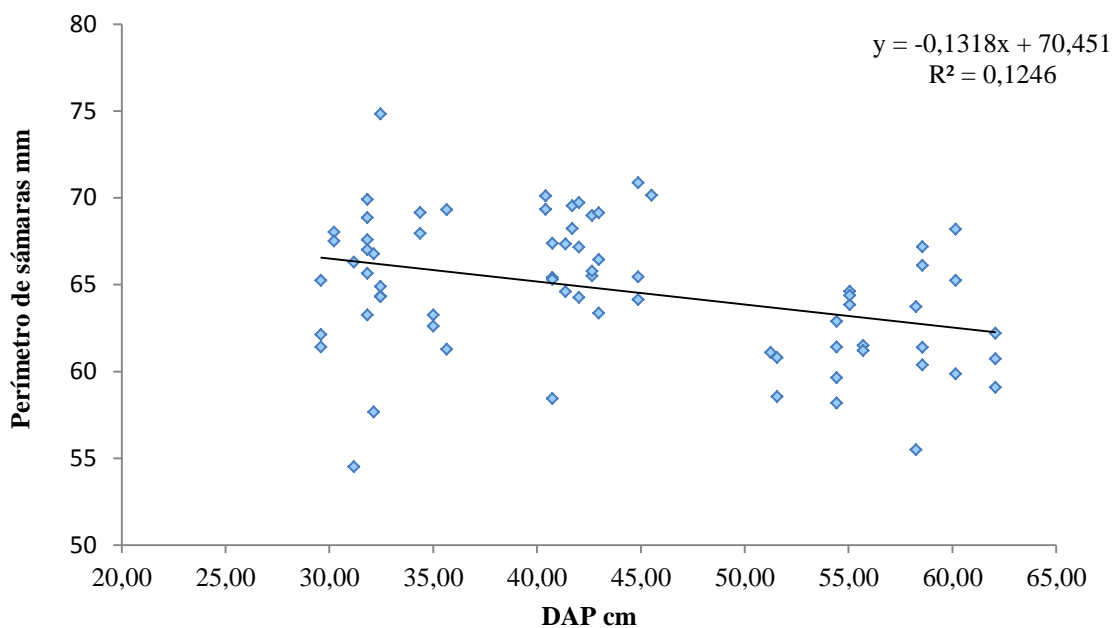
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	ECMP	AIC	BIC
<b>Perímetro C</b>	72	0,12	0,11	14,58	397,08	403,91

**Coefficientes de regresión y estadísticos asociados**

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	70,45	1,88	66,7	74,19	37,54	<0,0001		
DAP C	-0,13	0,04	-0,22	-0,05	-3,16	0,0024	9,96	1,00

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	137,09	1	137,09	9,96	0,0024
DAP C	137,09	1	137,09	9,96	0,0024
Error	963,40	70	13,76		
Total	1100,49	71			



**Figura 28:** Relación entre Perímetro de sámaras (mm) y DAP (Diámetro altura de Pecho, cm) de los pies con flores femeninas de bosques continuos.

**Tabla 47:** Coeficientes de regresión y estadísticos asociados, entre Longitud de sámaras y DAP (diámetro altura de pecho) de los pies con flores femeninas de *S. balansae* en bosques continuos.

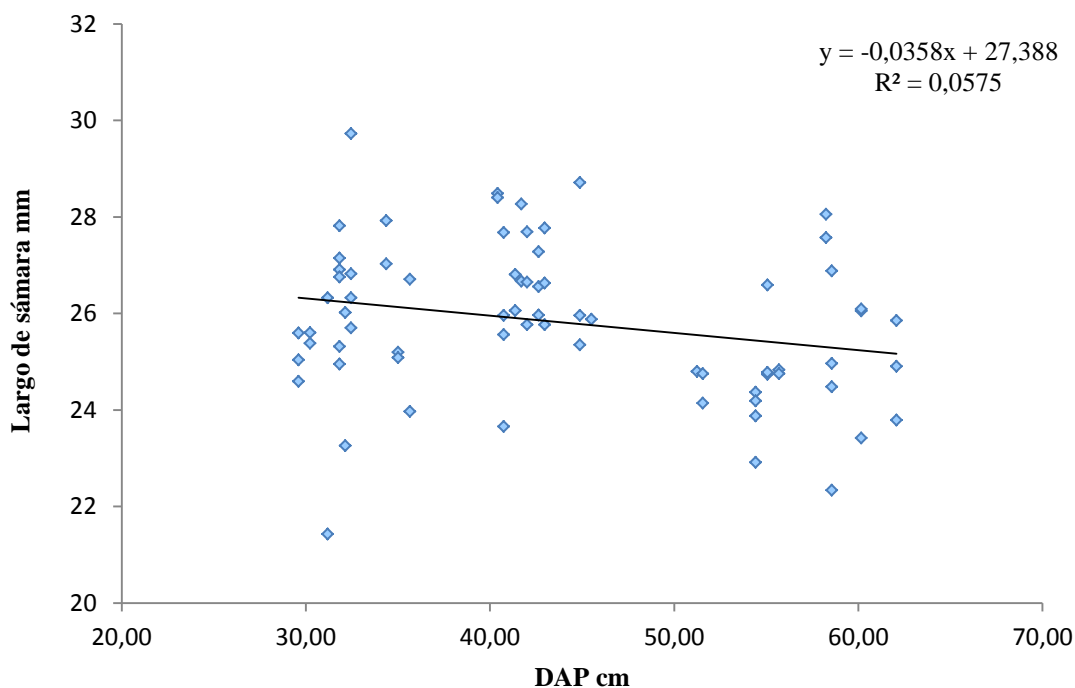
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	ECMP	AIC	BIC
<b>Largo C</b>	72	0,06	0,04	2,51	270,50	277,33e

**Coefficientes de regresión y estadísticos asociados**

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	27,39	0,78	25,83	28,94	35,15	<0,0001		
DAP C	-0,04	0,02	-0,07	-1,3E-03	-2,07	0,0425	4,27	1,00

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10,13	1	10,13	4,27	0,0425
DAP C	10,13	1	10,13	4,27	0,0425
Error	166,07	70	2,37		
Total	176,20	71			



**Figura 29:** Relación entre Largo de sámaras (mm) y DAP (Diámetro altura de Pecho, cm) de los pies con flores femeninas de *S. balansae* en bosques continuos.

La regresión entre el DAP de todos los individuos y la Germinación de las semillas de los fragmentos fue baja y significativa tanto en 2012 ( $r^2=0,06$ ;  $p < 0,019$ ) como en 2014 ( $r^2=0,07$ ;  $p < 0,01$ ). La correlación observada fue de  $r=-0,21$  y  $r=-0,37$  en 2012 y 2014, respectivamente (Tablas 48 y 49 y Figuras 30 y 31).

En los bosques continuos la regresión entre el DAP de todos los individuos y la Germinación fue baja pero significativa en el año 2012 ( $r^2= 0,06$ ;  $p< 0,0069$ ) y no significativa en el año 2014 en los sitios de bosque continuo. La correlación entre ambas variables fue de  $r= -0,23$  en 2012 (Tabla 50 y Figura 32).

No hubo regresión ni correlación significativa entre la Germinación y el DAP en 2013 en ningún paisaje.

**Tabla 48:** Coeficientes de regresión y estadísticos asociados, entre la prueba de Germinación año 2012 y el DAP de todos los individuos de bosques fragmentados

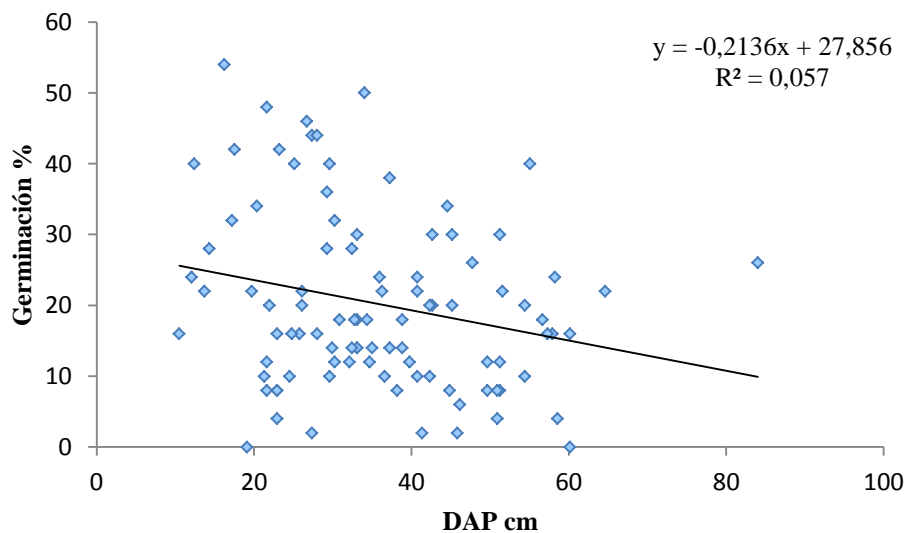
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	ECMP	AIC	BIC
Germinación 2012	96	0,06	0,05	154,20	755,72	763,42

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	27,86	3,45	21,01	34,70	8,08	<0,0001		
DAP F	-0,21	0,09	-0,39	-0,04	-2,38	0,0191	5,69	1,00

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	837,91	1	837,91	5,69	0,0191
DAP F	837,91	1	837,91	5,69	0,0191
Error	13850,71		94	147,35	
Total	14688,63		95		



**Figura 30:** Relación entre la prueba de Germinación de semillas año 2012 y el DAP (diámetro altura de pecho en cm) de todos los individuos de bosques fragmentados.

**Tabla 49:** Coeficientes de regresión y estadísticos asociados, entre la prueba de Germinación en semillas 2014 y DAP de todos los individuos de bosques fragmentados.

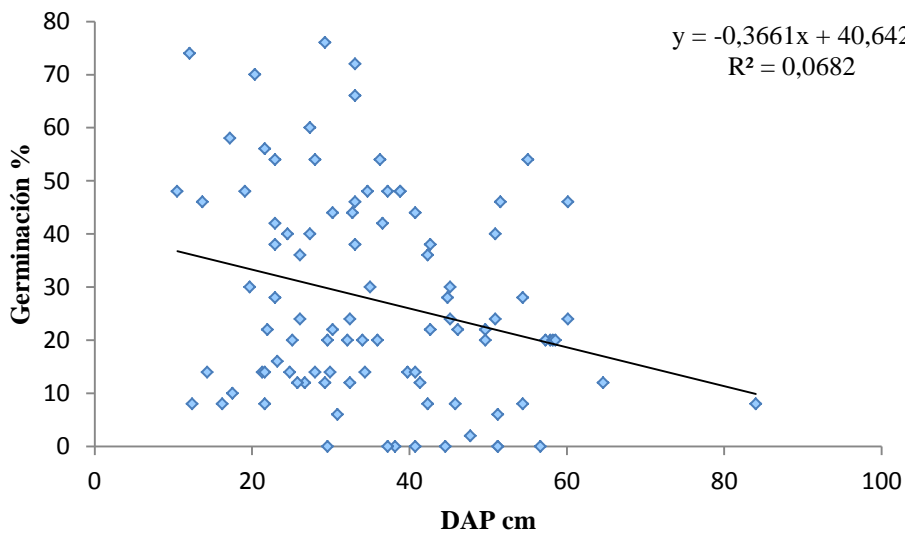
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	ECMP	AIC	BIC
Germinación 2014	96	0,07	0,06	371,86	840,81	848,50

**Coefficientes de regresión y estadísticos asociados**

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	40,64	5,37	29,98	51,30	7,57	<0,0001		
DAP F	-0,37	0,14	-0,64	-0,09	-2,62	0,0101	6,88	1,00

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2460,98	1	2460,98	6,88	0,0101
DAP F	2460,98	1	2460,98	6,88	0,0101
Error	33603,02	94	357,48		
Total	36064,00	95			



**Figura 31:** Relación entre la prueba de Germinación de semillas año 2014 y el DAP (diámetro altura de pecho en cm) de todos los individuos de bosques fragmentados.

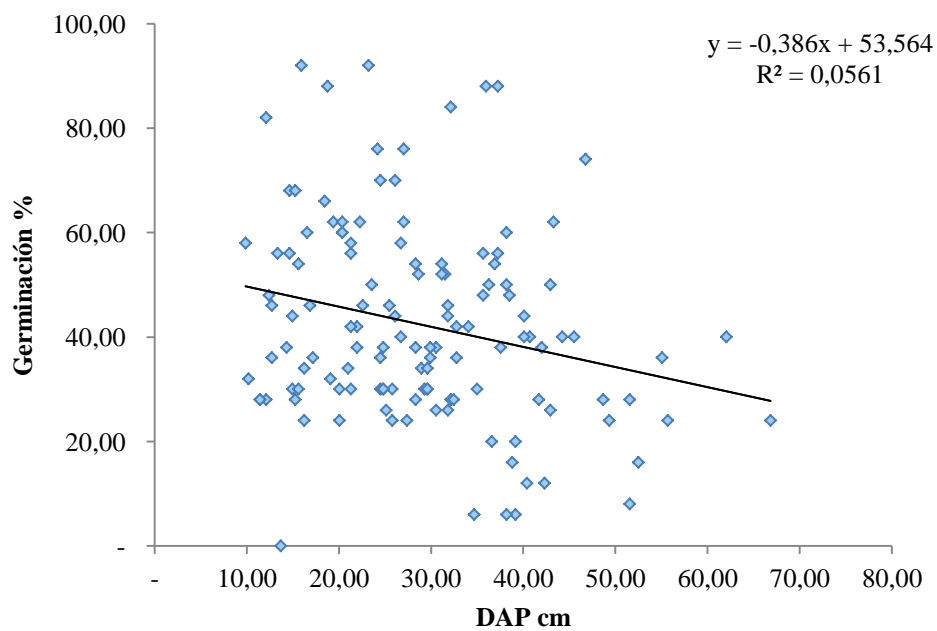
**Tabla 50:** Coeficientes de regresión y estadísticos asociados, entre la prueba de Germinación en semillas 2012 y DAP de todos los individuos de bosques continuos.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	ECMP	AIC	BIC
Germinación 2012	129	0,06	0,05	357,07	1124,49	1133,07

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	53,56	4,38	44,89	62,24	12,22	<0,0001		
DAP C	-0,39	0,14	-0,66	-0,11	-2,75	0,0069	7,54	1,00

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2614,39	1	2614,39	7,54	0,0069
DAP C	2614,39	1	2614,39	7,54	0,0069
Error	44020,65	127	346,62		
Total	46635,04	128			



**Figura 32:** Relación entre la prueba de Germinación de semillas año 2012 y el DAP (diámetro altura de pecho en cm) de todos los individuos de bosques continuos.

## DISCUSIÓN

El trabajo se llevó a cabo durante tres años, que fueron contrastantes respecto de las precipitaciones registradas en el mes de diciembre y de las precipitaciones acumuladas durante floración y maduración de los frutos para cada año. La cosecha de semillas año 2013 se caracterizó por las elevadas precipitaciones de diciembre del año anterior, período en donde se concentra la antesis de los individuos masculinos de *S. balansae*, especie de polinización fundamentalmente anemófila (Barberis *et al.*, 2012). El contraste entre las lluvias ocurridas en diciembre de 2011, 2012 y 2013 (20,6 mm, 312 mm y 25,4 mm) explicaría varios de los resultados obtenidos ya que este síndrome de polinización se ve favorecido por períodos de tiempo seco y baja frecuencia de días lluviosos (Bullock, 1994). A ello se suma que esta especie produce frutos tanto por polinización cruzada como por partenocarpia. Cuando hay alta frecuencia y elevadas precipitaciones se registra la muerte de flores y una fuerte reducción del cuajado de los frutos o aborto de los mismos (Fægri y van der Pijl, 1972). Este efecto negativo de las lluvias durante la floración ha sido documentado en un bosque continuo de *S. balansae*, tanto para la viabilidad como para la germinación, el vigor de las semillas y la presencia de hongos patógenos en ellas, además de menores peso y dimensiones de las sámaras (Alzugaray *et al.*, 2005 y 2007). En nuestro experimento la frecuencia de días con lluvia en diciembre de 2012 fue de 11 días, mientras que en diciembre de 2011 y 2013 fue de 2 y 3 días respectivamente. A su vez, entre los meses de diciembre de 2013 a marzo de 2014, se acumularon 771,8 mm de lluvia, más del doble que la precipitación ocurrida para ese mismo período en 2011- 2012, y que dio como resultado una mejor calidad de las semillas. Existen evidencias de que la mayor acumulación de agua de dos veranos anteriores a la cosecha considerada, da como resultado una mayor producción de semillas (Rosas *et al.*, 2004). Esto sucedería para *S. balansae* teniendo en cuenta que no haya abundantes precipitaciones durante el pico de floración en diciembre.

La frecuencia y cantidad de precipitaciones durante la antesis y el agua acumulada durante el período de formación de los frutos, podrían influir en la calidad de las semillas de *S. balansae*. Luego la calidad de los suelos, Argiudoles en el paisaje fragmentado y Natraqualfes y Ocracualfes en el paisaje de bosques continuos, daría algunas respuestas a dicha escala para las variables que tienen que ver con el aporte del esporofito al tamaño de las sámaras.

En cuanto a la fragmentación de los quebrachales, para algunos de los parámetros estudiados: semillas llenas sanas, germinación, vigor y presencia de hongos, resultó en un factor con indicadores múltiples, que generó una disminución de la calidad de las semillas producidas en años de condiciones climáticas óptimas. El aislamiento reproductivo de los fragmentos rodeados de una matriz agrícola, la menor cantidad de individuos masculinos dentro y posiblemente fuera del fragmento y la mayor edad de los individuos femeninos, serían indicadores que actuarían de modo preponderante sobre la calidad de las semillas.

Por último, las semillas vanas e inmaduras, características de *S. balansae*, que aparecen en todas las condiciones de año y de paisaje estudiadas, se podrían deber tanto a la partenocarpia con o sin fecundación que ocurre normalmente en esta especie.

### **Condición anátomo morfológica de las semillas mediante prueba de cámara clara**

La prueba de cámara clara utilizada para evaluar la integridad anátomo morfológica de las semillas resultó un excelente instrumento para detectar semillas predadas, llenas sanas, inmaduras, vanas y con patógenos.

Existen metodologías de inspección directa de las semillas o granos secos que, en función de los resultados, dan lugar a pruebas más especializadas. La inspección directa está incluida en el Manual de Inspección Fitosanitaria de la FAO y consiste en una observación a ojo desnudo o con lupa para detectar presencia de esclerocios, insectos, agallas de nematodos, masas de carbón y semillas de malezas, decoloraciones, manchas y deformaciones, estructuras reproductivas fúngicas, entre otros (Arriagada, 2011). La prueba de cámara clara es una variante de la inspección visual que queda registrada en imágenes digitales y que permite extraer datos válidos que pueden ser analizados estadísticamente.

Previamente a este ensayo se intentó utilizar la prueba de rayos X, sin embargo esta prueba no poseía la resolución suficiente para detectar con claridad semillas inmaduras con o sin patógenos

A continuación se discuten los resultados de la prueba de cámara clara para las variables consideradas:

### **Semillas predadas por brúquidos**

El brúquido hallado en las semillas de *S. balansae*, *Callosobruchus phaseoli*, pertenece a la Familia Bruchidae, y es un coleóptero cosmopolita, de probable origen oriental

o afrotropical (Anton, Halperin y Calderón, 1997). Los hospedadores mencionados de estos insectos plaga, son preferentemente leguminosas de granos almacenados, destinados a la alimentación humana. En general, la familia Bruchidae es muy importante en términos económicos o ecológicos, porque muchos brúquidos son plaga de granos almacenados o porque regulan poblaciones de plantas al consumir sus semillas (Romero, 2002).

Existen registros de brúquidos predadores de semillas de especies leñosas nativas, preferentemente leguminosas (Johnson, 1983; Southgate, 1983), y también en semillas de especies de la familia Anacardiaceae (Kingsolver *et al.*, 2017), por ejemplo. Existen datos acerca de brúquidos que afectan a dos especies de esta familia, *Schinus molle* L. y *Lithraea caustica* (Molina) Hook. y Arn en Chile (Elgueta y Arriagada, 1989). Barriga Tuñón (1990) caracterizó a *Lithraeus elegans* Blanchard, como el bruco de las Anacardiáceas, cuyos hospedantes son siete especies de *Schinus*, entre ellos *Schinus molle* (L.) var. *areira* L. DC. (pimentero) y *L. caustica*, con presencia tanto en Chile como en Argentina. En nuestro país, Barriga Tuñón (2009) incluyó en el catálogo de brúquidos de Argentina a 22 especies distintas agrupadas en 13 géneros, según Blackwelder (1957). Entre ellas *Callosobruchus maculatus*, como especie introducida y de importancia ocasional, sin embargo *C. phaseoli* no ha sido mencionada en dicho catálogo. Para la región del Chaco húmedo, existen dos registros de predación por brúquidos en especies de la familia Anacardiaceae, *Schinus fasciculata* (Griseb.) J.M., recolectados en la estancia Las Gamas (Vera, Santa Fe), con una baja proporción de afectación (Alzugaray y Carnevale, 2009) y en frutos de *S. balansae*, en estudios con rayos X y mediante la apertura para realizar análisis por tetrazolio (Alzugaray *et al.*, 2005; Alzugaray *et al.*, 2007). Tanto en esos trabajos como en la presente investigación sólo se encontró una larva por semilla, en distintos estadios de su desarrollo, hecho observado en la mayoría de los brúquidos (Redmon y Markin, 2000). Se debe tener en cuenta que la predación observada en las sámaras de *S. balansae* fue sólo predispersiva, ya que éstas se cosecharon de los árboles y una vez secas en laboratorio, se abrieron para efectuar el estudio, descartándose así predación secundaria. La predación de las semillas de *S. balansae* por brúquidos sólo fue significativamente mayor en el año 2012 y no se repitió en las semillas cosecha 2014, cuya capacidad germinativa fue igualmente buena.

Las poblaciones de brúquidos en los cuales sólo una larva se alimenta de una única semilla, presentan fluctuaciones entre años, y su dinámica depende en este caso, de la producción de semillas llenas, como factor principal. Aparentemente, la población de

brúquidos no se pudo recuperar de 2013 a 2014, ya que el porcentaje de semillas llenas del año 2013 fue bajo (8,9 % de promedio general) y permitió alojar un escaso número de larvas. Además, aunque el año 2014 tuvo bajas precipitaciones en diciembre, los meses siguientes fueron de frecuentes e intensas precipitaciones. Esos fueron los meses de maduración de las sámaras, período en que es mayor la oviposición de los adultos y en este caso, con condiciones predisponentes a un mayor ataque de patógenos sobre los huevos o las larvas dentro de los frutos (Bascuñan y Saiz, 1997).

Las poblaciones de brúquidos que tienen una sola generación al año y están asociadas a especies no cultivadas son univoltinas (Romero Gómez, *et al.*, 2009). Silva *et al.* (2007) describieron un comportamiento muy parecido al observado en las sámaras de *S. balansae*, para las semillas de *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntzeen dos años sucesivos, con una proporción promedio de infestación de  $27,80\% \pm 22,53$  en 2003 y  $1,33\% \pm 2,38$  en 2004, aunque los autores no relacionaron estas diferencias con ninguna variable ambiental como precipitaciones o temperaturas.

A nivel de paisajes, en un estudio sobre predación por brúquidos en semillas de *Vachellia aroma* Hook. y Arn. y *Cercidium praecox* (Ruiz et Pavón) Harms en el Chaco serrano, no se hallaron diferencias entre fragmentos y bosques continuos para la primera especie pero sí para la segunda, encontrándose mayor depredación en el bosque continuo (Chacoff, 2004). Según la autora en los coleópteros de *V. aroma* se observa una tendencia a la disminución de la infestación a medida que los fragmentos disminuyen en su tamaño. En los quebrachales estudiados, esta tendencia podría reflejarse en los resultados de la prueba de diferencia de proporciones en el año 2014, con 7 árboles con presencia de brúquidos en los fragmentos, versus 15 árboles con brúquidos en los bosques continuos. Esta tendencia no pudo constatarse en 2012 y 2013, lo que indica que son necesarios varios años de obtención de datos para poder observar con mayor precisión la concordancia entre la fenología de *S. balansae* y el ciclo de vida de estos coleópteros y cómo la fragmentación afectaría a esta relación.

Perea *et al.* (2013) encontraron que en las sámaras del olmo, *Ulmus laevis* Pall., la predación disminuía a medida que aumentaba la proporción de semillas vanas pero sólo en años de gran producción de semillas y teniendo en cuenta todo tipo de predadores (aves, mamíferos e insectos). En años de escasa producción de semillas no hallaron este efecto. Verdú y García Favos (2001) notaron que los frutos vanos evitaban la predación predispersiva

en *Pistacia lentiscus* L., pero sólo en sitios con alta densidad de individuos femeninos y alta variabilidad en la producción de frutos vanos.

En *S. balansae*, los años de alta producción de semillas llenas sanas, presentaron menor cantidad de semillas vanas, y la predación por brúchidos fue relativamente baja. Cabe aclarar que los porcentajes promedio de semillas afectadas no superaron el 8,5 %, en el año de mayor ocurrencia de predación por coleópteros. Traveset (1993) halló un porcentaje promedio de predación por avispas del 9 % en *Pistacia terebinthus* L. (Anacardiaceae) y considera que la partenocarpia registrada en esta especie reduce la incidencia de predación por insectos.

*Callosobruchus phaseoli*, no ha sido registrada ni en Europa ni en Australasia y se la ha hallado restringida a *Vigna* spp y *Lablab purpurea* según Wightman y Southgate (2012). Sin embargo Rees (2008) la reseña como una especie de amplia distribución mundial actual, excepto en el norte de América. De todos modos, esta especie es una importante plaga en zonas tropicales y subtropicales del mundo y particularmente para los agricultores de subsistencia y si bien ataca granos almacenados, se la ha relacionado a un gran número de especies silvestres (Rees, 2008).

Dado que no existe información acerca de *C. phaseoli* en otras especies arbóreas nativas no es posible generar hipótesis acerca de su ciclo de vida. El bajo porcentaje de semillas predadas indicaría que aún no es un huésped frecuente en *S. balansae*, además, no se observó ataque secundario de los adultos a semillas sanas en condiciones de almacenamiento en frascos.

Sin embargo, se reconoce que el ciclo de vida de los brúchidos es altamente dependiente de las condiciones del clima y de las plantas hospedadoras (Yus Ramos, 1976; Yus Ramos, 2007). Las condiciones del año 2013, que generaron en *S. balansae* una merma en la producción de frutos y una gran cantidad de los mismos vanos, o con el embrión atacado por patógenos, no favorecieron el desarrollo de las larvas luego de la oviposición. Por lo tanto al año siguiente, la población resultante fue lo suficientemente baja como para no recuperarse en número. Con respecto a la intensidad del ataque, cuando las condiciones resultaron adecuadas, como en el año 2012, se observaron daños sobre más de un tercio de un lote de semillas, pero acotados a un sitio en particular, el lote 7 B. Esta distribución de la especie predatora sobre un sitio o un individuo en particular fue hallada por Traveset (1993) en *Pistacia terebinthus* L. cuyo predador de semillas es una avispa. Esto indicaría que *S. balansae* no presenta propiedades químicas insecticidas o repelentes como las que se hallaron

en otras Anacardiáceas como *S. molle* (Arias *et al.*, 2017) que atenuarían la predación por brúquidos. Y que de prosperar la posible dispersión de *C. phaseoli*, esta podría tornarse una plaga de cierta significancia para las semillas de *S. balansae*, aunque la partenocarpia constituiría un factor de reducción de la predación.

### **Semillas llenas con hongos**

Esta variable mostró efecto año, efecto paisaje y diferencias a nivel de los sitios relevados. Entre años, las semillas de 2014 en promedio, fueron las menos afectadas por patógenos. Con respecto a los paisajes, los sitios en bosques continuos presentaron menor daño por patógenos que los bosques rodeados por matriz agrícola. Los sitios con mejor sanidad de semillas fueron el lote 7 B, Estancia Lugo y Estancia Granich, todos en paisajes de bosque continuo. Existen escasos trabajos que analizaron la calidad y sanidad de las semillas de Anacardiaceae y éstos utilizaron la prueba de rayos X y la inspección visual mediante apertura de frutos. Alzugaray *et al.* (2007) obtuvieron cuatro patrones distintivos mediante la primera prueba: semillas sanas, semillas vanas, semillas dañadas por hongos y semillas con larvas de brúquidos. Musso *et al.* (2010) describieron tres patrones de calidad de semillas en *Schinus fasciculata* (Griseb.) J.M. mediante la apertura de los frutos: vanas, llenas y con daños por patógenos. Ferreira Machado y Moure Cícero (2003) obtuvieron distintas clases de calidad de semillas de *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl. mediante imágenes radiográficas. Detectaron embriones con daños en el eje y con daño mayor al 50 % en los cotiledones, atribuibles entre otros efectos, a hongos patógenos. En los tres estudios, las pruebas por rayos X y por observación visual con lupa digital, se complementaron mediante prueba de germinación.

En este trabajo, la correlación negativa y altamente significativa entre la germinación y la sumatoria de las semillas llenas e inmaduras con hongos es un indicativo de la fortaleza de la prueba de cámara clara en semillas de *S. balansae*.

Según González y Vesprini (2010) los frutos de *S. balansae* son sámaras leñosas con un ala simple oblonga y una porción seminífera que contiene una sola semilla. Este tipo de frutos de dispersión anemócora se caracteriza por perder humedad una vez terminado el período de llenado de la semilla (Abraham de Noir y Bravo, 2014). Generalmente el promedio de humedad en estas semillas alcanza alrededor de 10 % al momento de la dispersión (Augsburger, 1988; Alzugaray, 2007). Las semillas llenas con patógenos alcanzaron su

madurez fisiológica y hubo un llenado total, sin embargo, en algún momento de ese período, las sámaras habrían sufrido ataque de hongos. Según Ferri *et al.* (2005) en plantas de soja, existen patógenos asociados a enfermedades de fin de ciclo y en los cultivos estas infecciones ocurren normalmente durante la senescencia de los mismos y se ven favorecidas por períodos de humedad elevada y demoras en la cosecha, daño por insectos, bajas temperaturas o heridas.

Las semillas de los fragmentos de bosque fueron afectadas en mayor proporción por patógenos, respecto de las semillas de los sitios de bosque continuo. La matriz agrícola que rodea a los primeros es una fuente permanente de inóculos proveniente de los cultivos. Además la mayoría de los géneros de hongos de semillas forestales son comunes a los granos cultivados, con la diferencia particular que algunas de las semillas de árboles están expuestas a diversas condiciones ambientales durante un período más largo antes del almacenamiento, las que permiten un incremento en la diversidad de hongos (Mittal y Mathur, 2010). Y aunque estas semillas cosechadas de los árboles, luego pierdan humedad como para ser conservadas adecuadamente y no desarrollar patógenos post cosecha, ya poseen el inóculo o se encuentran total o parcialmente dañadas.

### **Semillas inmaduras con patógenos, inmaduras sanas y vanas**

Las tres variables fueron indicadores de las precipitaciones registradas en diciembre de 2012. En particular las semillas inmaduras con patógenos y las semillas vanas, cuyos valores promedio tanto en los fragmentos como en los bosques continuos fueron significativamente mayores en 2013, respecto de los otros años. Observando los datos, el porcentaje de semillas inmaduras sanas es significativamente distinto para los tres años, con el porcentaje más alto en 2014 seguido por 2012. Considerando que las condiciones climáticas de los años 2012 y 2014 favorecieron la producción y dispersión suficiente de polen dentro de los bosques continuos, la presencia de semillas inmaduras estaría indicando una restricción característica de la especie (González y Vesprini, 2010) y también de la familia Anacardiaceae (Saavedra Opazo, 2011; Díaz Arias, 2012). Cuando las precipitaciones son elevadas durante la antesis, la cantidad de polen que se produce y que llega a los estigmas es menor, pero pareciera ser suficiente como para generar embriones en baja proporción (Aguilera Padilla y Ruiz Valenzuela, 2008). Sin embargo, pocos de éstos completan su desarrollo hasta conformar una semilla llena sana. El resto de los embriones aborta en distintas etapas y dependiendo de las condiciones ambientales pueden ser afectados o no por hongos oportunistas. Este efecto

sucede por igual en los dos paisajes considerados, para las semillas inmaduras con o sin hongos. Sin embargo las semillas inmaduras con patógenos mostraron interacción año\* paisaje significativa y eso se evidenció en la mayor cantidad de semillas inmaduras con hongos en los paisajes continuos en 2013, como resultado de la mayor cantidad de inóculo del año anterior, en particular la presencia de *Aspergillus* sp.

Aparentemente, varios estudios sobre las causas del aborto en distintas etapas de la formación del embrión en Anacardiaceae, concluyen que la falta de polen no es la limitante (Traveset, 1994; Avitia García y Mark Engleman, 1998). Estos autores consideran que habría que considerar la limitante de algún recurso externo a la especie o el aborto selectivo en función de la paternidad.

Lisboa Padulla *et al.* (2010) realizaron pruebas de sanidad en semillas de *Caesalpinia echinata* Lam. en diferentes etapas de su maduración. Constataron la presencia de patógenos a partir de los 40 días luego de la antesis, incrementándose el número de especies de hongos encontrados hasta los 3 días anteriores a la dehiscencia de los frutos. Este proceso de infección sucedería también en *S. balansae*, desde etapas tempranas de la formación del fruto tanto por inóculo de la planta madre como por inóculo externo. A nivel de paisaje no se hallaron diferencias en semillas inmaduras con patógenos, a pesar de la presencia de gran cantidad de inóculo externo propio de cultivos como la soja o el girasol en los fragmentos de bosque.

Con respecto a las semillas vanas, el mayor porcentaje se observó en 2013 en ambos paisajes, diferenciándose de los otros dos años. Los años 2012 y 2014 no presentaron diferencias entre sí, aunque hubo dos sitios, uno en un fragmento y otro en un bosque continuo con menores valores para esta variable. Por lo tanto, en años óptimos para la fecundación y formación de semillas viables, la proporción de semillas vanas pareciera mantenerse constante independientemente del paisaje en que se encuentren los individuos reproductivos. Si bien González y Vesprini (2010) indican que la falta de embrión fue la condición más común encontrada en flores femeninas que fueron polinizadas, y que la partenocarpia es frecuente en la especie, en el presente estudio lo más frecuente fue la presencia de embriones en distintos estadios de madurez, sin llegar a completar su desarrollo. Aunque esto último también es considerado una forma de partenocarpia en árboles frutales, según Castro *et al.* (2017).

En *S. balansae*, los frutos con semillas sin embrión (semillas vanas) se incrementaron significativamente en 2013, pero nunca superaron en proporción a las semillas inmaduras.

Al respecto, Polito (1999) analizó la conductividad vascular desde la chalaza al óvulo en *Pistacia vera* (Anacardiaceae) durante tres años consecutivos y halló que la misma declina con el pasar de las semanas hasta terminar en un alto porcentaje, en un bloqueo total de la conductividad, pero que la cantidad de frutos inmaduros o vanos es muy variable en los distintos años. Jordano (1988) examinó la importancia del aborto de semillas y de producción de frutos partenocárpicos en *Pistacia lentiscus* L. y halló que años de elevadas precipitaciones durante la floración favorecieron la partenocarpia considerándola un factor de inviabilidad de las semillas.

### **Semillas llenas sanas**

Esta variable mostró efecto año, paisaje y bosques y tuvo una correlación altamente significativa y positiva con la germinación en los tres años estudiados. El año 2013 fue el de menor porcentaje de semillas llenas, respecto de los años 2012 y 2014.

En esos dos años el paisaje continuo mostró los mayores valores en esta variable. Contrariamente a lo esperado, el año 2013 presentó más semillas llenas sanas en los fragmentos. Esta diferencia entre paisajes fue consecuencia de la respuesta en dos fragmentos de bosque: Estancia Rivas y Parque Temático. El primero ha estado en uso intensivo, que se infiere por la edad aproximada de los individuos de la parcela seleccionada y aunque se encuentra cerca de otros fragmentos, está rodeado por una matriz agrícola. Esta estancia posee la menor proporción de pies femeninos de todos los sitios estudiados y ningún individuo masculino dentro de las parcelas de 10 x 100. Los individuos femeninos focales de encuentran agrupados pero a distancias mayores de 100 m y los pies masculinos presentes nunca entraron dentro de las parcelas.

El Parque temático está rodeado en parte, de una matriz agrícola además de tener árboles más añosos y la mayor proporción de pies femeninos después de la Est. Pereson. Sin embargo existen árboles aislados en los alrededores del mismo, situación que podría indicar conectividad reproductiva. Ambos sitios están asociados a paleocauces o cañadas que conectan sectores boscosos, que no necesariamente poseen quebrachos.

No se registran causas que pudieran indicar el éxito en la formación de la mayor cantidad de semillas llenas viables en las poblaciones de ambos fragmentos en 2013, que

quizá podría atribuirse a menores eventos de precipitaciones ocurridas como factor aleatorio o a un menor aborto selectivo de los embriones en función de la paternidad (Bookman, 1984; Avitia García y Mark Engleman, 1998).

### **Peso de las sámaras**

Los pesos obtenidos presentaron una amplia variación y se encuentran dentro de los valores hallados por otros autores para *S. balansae* (La porte, 1962, Alzugaray *et al.*, 2005). Sólo en 2014, hubo sámaras significativamente más livianas que en los años 2012 y 2013, y las semillas que contenían, resultaron de muy buena calidad. Entre paisajes el peso de las sámaras no resultó estadísticamente distinto y esto ocurrió debido al bajo valor que presentó uno de los fragmentos, Est. Pereson cuya media para los tres años fue de 79, 10 g. La media de los cinco fragmentos fue de 100, 56 g, mientras que excluyendo a la Est. Pereson fue de 105, 92 g, versus una media de 97, 13 g en los bosques continuos. Considerando que este bosque sólo posee tres individuos femeninos, excluyéndolo de las comparaciones estadísticas, las diferencias serían significativas (8, 96 % más altas) entre paisajes. Si se analizan los resultados dentro de los paisajes, las fluctuaciones entre años tienen una dinámica distinta. En los fragmentos, las sámaras de 2014 fueron más livianas que las de los dos años anteriores. En el bosque continuo, en 2013, se registraron las sámaras más pesadas, mientras que 2012 y 2014 no presentaron diferencias entre sí.

La heterogeneidad observada en el peso de las sámaras, presenta múltiples componentes: genética del taxón, de la población, del pie reproductivo, climática y de sitio. La heterogeneidad puede observarse en los desvíos respecto de la media, que no es un atributo exclusivo del peso sino de todas las otras variables indicadoras de la calidad de las semillas. Sin embargo el coeficiente de variación del peso de las semillas es considerado como una medida importante de evaluación del lote de semillas en general (Willan, 1991; ISTA, 2016).

Resultados obtenidos en distintos trabajos para el peso de 1000 semillas, o frutos-semillas como aquenios o cariopses, alcanzaron, tanto en especies herbáceas como en leñosas, un CV no mayor al 20 % (Michaels *et al.*, 1988). Otros estudios sobre 26 especies arbóreas del bosque húmedo tropical obtuvieron hasta un 4% de CV en el peso de mil semillas, hallándose en el límite de tolerancia requerido para considerar que el lote de semillas es bueno según las normas ISTA (González, 1991).

En los 10 rodales de *S. balansae* relevados, generalmente el CV no superó el 20% y aunque ese umbral no sea el óptimo requerido por dichas normas, los géneros de la familia

Anacardiaceae no se ajustan a dichos umbrales, ni aún en las especies de interés comercial (Lavin y Matsuya, 2004).

El fenómeno de la amplia variación observada en el peso o el tamaño en sucesivas cosechas, es ampliamente conocido tanto en especies de la familia Anacardiaceae (Ramírez Santa Pau, 2001; Lavin y Matsuya, 2004; Guerrero *et al.*, 2008) como en olivos y otros árboles frutales. Este fenómeno se denomina coloquialmente “vecería” o “añerismo” y da como resultado que en años de muy buena producción, los frutos sean más pequeños y en años de escasa producción, por el contrario, haya menos frutos pero más grandes (Orduz Rodríguez y Garzón, 2012). Aunque este fenómeno esté influenciado por características genéticas y de manejo del cultivo, el componente ambiental es sumamente importante (Ramírez Santa Pau, 2001), manifestándose más intensamente en ecosistemas cuyos ambientes son más restrictivos. Con la peculiaridad, en la familia Anacardiaceae, que la calidad y cantidad de frutos mejora en sistemas de secano en años secos (Mora Montero *et al.*, 2002; Lavin y Matsuya, 2004). Según Willan (1991) la periodicidad es algo común en muchas especies arbóreas y en el año de buena producción, las semillas portan una mayor proporción de la diversidad genética proveniente de los pies masculinos, además tanto la germinación como la viabilidad y la sanidad son superiores. Si bien en este trabajo no se planteó evaluar la cantidad de frutos producidos, pudo notarse que tanto 2012 como 2014 fueron buenos años para la expresión de dos atributos fundamentales de la calidad de las semillas: semillas llenas sanas y porcentaje de germinación.

En general los manuales de semillas forestales señalan que semillas más pesadas están asociadas a una germinación más alta, hecho que no se puede aseverar para *S.balansae*, ya que en realidad se está evaluando el peso de las sámaras, que son frutos. Alzugaray (2005) halló en *S. balansae* que las semillas recubiertas por el endocarpo papiráceo representaron el 8,8 % del peso total del fruto, valor que está dentro del rango del CV del peso de mil sámaras, lo que asegura que el peso no indica calidad fisiológica. Estos valores están dentro del rango calculado para semillas de mango, que es otra especie de la familia Anacardiaceae (Elsheshetawy *et al.*, 2016).

Se podría afirmar que esta especie produce frutos a partir del engrosamiento general de las células del ovario durante la anthesis (González y Vesprini, 2010) porten o no semillas viables. Como dato relevante, el peso de las sámaras no tuvo correlación con la germinación.

Por lo tanto en *S. balansae* el peso de las semillas no es una variable que refleje la calidad de las semillas.

Por último, el diámetro a la altura de pecho de los quebrachos colorados (DAP, que también es indicador aproximado de la edad de los individuos) no presentó asociación con el peso de las sámaras, característica tampoco observada en otras especies arbóreas (Santamaría César *et al.*, 2002; González Melo y Parrado Roselli, 2010; Guariguata y Rockwell, 2015).

### **Caracterización física de sámara: dimensiones.**

Las dimensiones registradas en este trabajo están acordes a las descripciones efectuadas por Meyer y Barkley (1973) y Muñoz (2000) y se mantienen dentro de la variación observada por Alzugaray *et al.* (2005) en la Cuña boscosa santafesina.

A diferencia de las semillas y frutos de especies de los estratos inferiores del bosque chaqueño, las del estrato superior, como ser los frutos de *S. balansae*, presentan adaptaciones a la anemocoria (Abraham de Noir *et al.*, 2002; Abraham de Noir y Blanco, 2014). Estos frutos, por su modo de trasladarse y descender impulsados por el viento, se denominan “autorrotantes”. La diferencia que presentan con otras semillas o frutos alados es que descienden a una velocidad final mucho menor y aunque el ala sea pequeña, la superficie de barrido que generan al rotar, les permite un descenso estable (Roccia *et al.*, 2013). La relación entre el peso de la semilla y el área del ala se denomina carga de ala y está relacionada con la tasa de descenso durante el vuelo. Bajos valores de carga de ala indican un descenso más suave y una mayor distancia recorrida (Green y Johnson, 1993). En el presente trabajo se relacionó el peso con el área total de la sámara como una medida de la carga alar (Junqueira Da Cunha, 2012). Los cálculos arrojaron valores entre 0,46 y 0,51 mg/mm<sup>2</sup> para los tres años y paisajes, sin diferencias significativas, lo que indica que es una relación conservada para la especie y que asegura una dispersión pareja, independientemente de las diversas condiciones en que se desarrollaron los frutos. Según Dieringher (2003) el viento puede transportar las sámaras hasta aproximadamente unos 150 metros de distancia desde aquellos árboles que poseen una altura promedio de 20 metros. Luego las sámaras pueden ser arrastradas por el agua ya que presentan un mesocarpo con una capa corchosa y un exocarpo impermeable (González y Vesprini, 2010). Esta adaptación también permite que las sámaras floten luego de la dispersión, por un lapso de tiempo corto (Rodríguez *et al.*, 2014).

Según Fægri y van der Pijl (1972) el peso y el área de la diáspora son determinantes tanto para la hidrocoria como para la anemocoria, en consecuencia son variables altamente relacionadas entre sí, como se pudo demostrar para *S. balansae*.

Tanto área, perímetro como longitud de las sámaras fueron significativamente distintos en los tres años analizados. Las sámaras producidas en 2013 mostraron los mayores valores en las tres variables, seguidos por 2012 y 2014 respectivamente ( $p < 0,0001$ ). Según Alzugaray (2005) en un año de producción de semillas de buena calidad, *S. balansae* produjo sámaras significativamente más largas como resultado del mayor largo del sector ocupado por el embrión, pero no por un aumento del largo del ala. El mayor largo se registró en las sámaras 2013, pero no se pudieron asociar las variables que involucran el tamaño, con la germinación o la viabilidad. Esto estaría indicando que el tamaño de las sámaras es un atributo necesariamente asociado a la dispersión de las mismas, más que con la calidad de las semillas producidas.

Las diferencias significativas entre paisajes se pudieron observar en el área de las sámaras, en los años 2012 y 2013 y en el largo de las sámaras en 2012, a favor del paisaje fragmentado. La ubicación de los quebrachales fragmentados en suelos de mejor calidad, podría explicar que las sámaras tengan mayor área y largo en dichos sitios, teniendo en cuenta que cualquier pequeño incremento en largo, ancho o perímetro incide en el área ya que la misma es una función cuadrática.

Las sámaras son un fruto y como componentes del esporofito también responden positivamente a los suelos de mejor calidad. Se ha observado este efecto en el crecimiento de las plántulas de *S. balansae*, (Alzugaray *et al.*, 2008) y en individuos adultos de la especie (Patiño *et al.*, 2003).

Estas diferencias no se expresaron en las sámaras cosecha 2014, por lo que estas variaciones serían entonces, una condición frecuente en la producción de frutos de *S. balansae*, condición asociada a factores tanto abióticos como propios de la especie y la familia.

Sumado a esto, las diferencias entre sitios halladas para las tres variables dentro de cada paisaje, son un elemento indicativo del efecto materno en la producción de frutos (Avitia García y Mark Engleman, 1998; Guerrero *et al.*, 2008).

## Germinación

Los porcentajes de germinación presentaron diferencias significativas para todos los factores: año, paisaje y bosque y en la interacción año\*paisaje.

La variación de la germinación entre años, poblaciones e individuos es un efecto común observado en rodales de una misma especie y en distintas especies en bosques naturales (Willan, 1991, Alzugaray, 2005).

Las precipitaciones ejercieron un fuerte efecto durante la floración y maduración de los frutos, en ambos paisajes y en nueve de los diez sitios elegidos. Las precipitaciones muy abundantes en diciembre de 2012, se correlacionaron con una disminución pronunciada de la germinación de las semillas cosechadas en 2013 en todos los bosques analizados, dentro de ambos paisajes, excepto con las semillas de los árboles de la Estancia Rivas. Este efecto es una consecuencia directa de las lluvias sobre la dispersión del polen.

El año 2014 fue el de mayor porcentaje de germinación, seguido de 2012, debido a los resultados observados en la mayoría de los sitios, tanto en los fragmentos como en los bosques continuos. En cuanto al paisaje, este ejerció un fuerte efecto en cuatro de los cinco fragmentos, en 2012 y 2014. En esos años la germinación en los fragmentos fue significativamente menor a los sitios de bosque continuo y, si se analiza a los fragmentos del año 2013, excepto en la Est. Rivas, aparece el mismo resultado. Se podría afirmar que la fragmentación y cambio de uso del suelo afectaría a la germinación de las semillas de *S. balansae* tal como otros autores observaron en árboles del dosel (Nason y Hamrick, 1997; Valladares *et al.*, 2014) o en especies arbustivas de sotobosque (Ashworth y Marti, 2011). Y aunque hay especies que no muestran una reducción en su germinación (Ashworth y Marti, 2011; Bouroncle Seoane, 2008) debido a la fragmentación, son necesarios estudios a más largo plazo que contemplen las características de la especie, el efecto de las variaciones climáticas interanuales y el cambio de uso del suelo en su conjunto.

La correlación positiva obtenida entre las semillas llenas sanas por prueba con cámara clara y la germinación indica que la primera es un buen estimador de la segunda, aunque con valores más altos. En general las pruebas de viabilidad, de corte o de condición anatómo morfológica, sobreestiman la germinación (Colombo Speroni y De Viana, 2000; Alzugaray, 2005; Urretavizcaya *et al.*, 2016), ya que una semilla puede mostrar tejidos vivos pero presentar daños que no permitan la germinación de la misma, o anomalías que no se detectan por métodos visuales (Willan, 1991).

La relación negativa moderada pero significativa, entre la germinación y el DAP de todos los individuos en ambos paisajes, es indicativo de que la edad de los árboles incide en la calidad fisiológica de las semillas (Ottone, 2005).

### **Vigor: Prueba del primer conteo**

El vigor, al igual que la germinación, mostró diferencias para todos los factores considerados. La prueba del primer conteo diferenció los años 2012 y 2014 en los bosques continuos, mientras que la prueba de germinación no lo hizo, evidenciando que el vigor es el primer atributo de la calidad de semillas que se ve afectado cuando alguna condición afectó el desempeño de las mismas. En consecuencia el vigor resultó ser el mejor indicador de las condiciones ambientales en que se forman y desarrollan las semillas, en este caso la cantidad de lluvias sucedidas en los veranos 2013 y 2014.

Los sitios de paisaje fragmentado, por el contrario, no mostraron diferencias en esos dos años, lo que está indicando un umbral de vigor no superable, aunque las condiciones ambientales abióticas sean óptimas. El vigor involucra velocidad y uniformidad de la germinación y del crecimiento de las plántulas, desempeño a campo y desempeño luego del transporte y del almacenaje (ISTA, 2003). Aquellos factores ambientales que provocan deterioro de las semillas se manifiestan en primera instancia sobre el vigor de las semillas, seguido por una reducción de la germinación o de la producción de plántulas normales y finalmente por la muerte de las semillas (Ferguson, 1995). En este trabajo las semillas no sufrieron estrés post cosecha y fueron colocadas en un ambiente óptimo para su germinación, por lo que expresaron las condiciones de formación y desarrollo de los frutos.

### **Anátomo morfología, germinación y vigor**

Si bien se habla de paisaje fragmentado, algunos patrones de disturbio son reflejados mejor como una situación de gradiente ambiental (Aizen, 2007), por ejemplo, el fragmento de la Est. Rivas es alargado en sentido norte-sur y los pies femeninos elegidos se encuentran a lo largo de una picada amplia. Esta distribución quizá haya favorecido una evapotranspiración más elevada y una mayor exposición de las flores femeninas y masculinas al viento desecante. Este fragmento no se diferencia de los bosques continuos para estas variables. Este es, además, un fragmento de alta conectividad, pero sin pies masculinos registrados en las parcelas. El fragmento Parque Temático también tiene una disposición norte-sur, una picada amplia central y está dividido por un camino comunal importante, además de poseer

conectividad con otros individuos de la especie. Las condiciones ambientales abióticas mencionadas para el sitio anterior se asemejan a las del Parque Temático y podrían explicar en parte la mejor respuesta en 2013, en la calidad de las semillas, respecto de los bosques continuos o de los fragmentos completamente aislados. Aunque el parque Temático presentó promedios significativamente menores en 2012 y 2014 para las tres variables respecto de los bosques continuos. Las semillas de los otros tres fragmentos, con un aislamiento más pronunciado, evidenciaron una significativa pérdida de su calidad.

Se puede afirmar que en general, los quebrachales continuos remanentes tienen las mejores condiciones para generar óptimos eventos reproductivos bajo determinadas condiciones ambientales. Sin embargo, la ganadería, la tala selectiva o los incendios, generan distintos niveles de degradación, aunque el sitio siga perteneciendo a un bosque que conserva continuidad. Varios autores han evaluado la calidad de las semillas en función de la fragmentación para especies tropicales o de clima templado y han concluido que la fragmentación afecta a las especies de modo diferencial según sus estrategias reproductivas y limitantes ambientales (Verdú y García-Fayos, 2000; Bouroncle Seoane, 2008). En bosques degradados los estudios se centran en la lluvia de semillas, en el reclutamiento de plántulas o en el banco de semillas y muestran una mayor lluvia de semillas y reclutamiento en bosques degradados o matorrales pero de especies pioneras y escaso a nulo banco de semillas de especies leñosas (Cardona Cardozo y Vargas Ríos, 2004; Sione *et al.*, 2016).

*S. balansae* es una especie dioica, muy sensible a factores abióticos como las elevadas precipitaciones en el pico de floración y en menor medida a factores bióticos como predación por brúquidos o presencia de hongos patógenos y que reacciona diferencialmente a distintos grados de fragmentación del paisaje.

### **Contrastes entre sitios dentro de paisajes**

Los contrastes dentro de paisajes para peso y dimensiones, anátomo morfología de las semillas, germinación y vigor mostraron que los fragmentos presentan mayores diferencias entre sitios. Estas diferencias se hicieron notorias en el área de las sámaras y en las semillas llenas sanas e inmaduras con patógenos. En los bosques continuos las diferencias se destacaron en las semillas llenas con patógenos. Y como dato importante, el primer conteo, que es la medida de vigor, no mostró diferencias en los contrastes en los bosques continuos, mientras que si las hubo en los fragmentos. Es sabido que el flujo génico tiende a reducir las

diferencias genéticas entre poblaciones locales, por lo que contrarresta los efectos de la deriva génica que puede provocar la fragmentación (Slatkin 1990; Barrandeguy, 2013). Los individuos femeninos de *S. balansae* dentro de fragmentos o en una transición hacia un aislamiento por cambio de uso del suelo, son polinizados por pocos individuos masculinos, respecto del bosque continuo. Esto explicaría la tendencia a una diferenciación entre los sitios fragmentados, para variables sensibles como área de sámara, que involucra la dispersión, o semillas llenas sanas y primer conteo, fundamentales en el desempeño de la semilla para germinar. Existen estudios de aislamiento de ADN en poblaciones arbóreas que corroboran la menor diversidad genética de los bosques fragmentados respecto de los bosques continuos (Paz, 2012) y por ende la tendencia a un aislamiento genético.

### **Incidencia de patógenos**

Los patógenos que presentaron mayor frecuencia e incidencia como *Aspergillus* spp, *Fusarium* spp, *Phomopsis* spp, *Nigrospora* sp, *Rhizoctonia* sp, *Drechslera* sp y *Alternaria* sp han sido reportados por otros autores como especies comunes con efecto patogénico en semillas. Particularmente *Aspergillus* como hongo saprófito y de almacenamiento que puede provocar daños en las semillas (Iensen Cherobini *et al.*, 2008; de Oliveira *et al.*, 2012). Según Agrios (2005) la mayor incidencia de *Aspergillus* se asocia a estrés hídrico en general y según la FAO (2004) se recomienda el riego en períodos de estrés hídrico para árboles cultivados de los que se quiere cosechar semillas. En el presente trabajo *Aspergillus* fue el patógeno de mayor incidencia (53,37 %) en el año 2012, que fue el más seco de los tres estudiados y no resultó asociado a una disminución de la germinación, sino que por el contrario mostró una asociación positiva y significativa para ambos paisajes. Existen referencias de cepas de *Aspergillus flavus* que actúan como biocontroladores de otros hongos patógenos (Accinelli *et al.*, 2009). Aunque la incidencia de este especie fue mínima, comparada con la incidencia alta y constante de *A. niger* a través de los tres años estudiados en las poblaciones de quebracho. Estos resultados serían indicativos de que esta última especie actúa preferentemente como especie patogénica sobre semillas o frutos almacenados, en condiciones de humedad y temperatura adecuadas para el desarrollo de sus esporas (Agrios, 1998). *Alternaria* sp y *Fusarium* sp resultaron especies asociadas a una disminución de la germinación con muy baja incidencia, en ambos paisajes en el año 2012, mientras que otras especies de patógenos halladas en dicha investigación como *Phomopsis* sp y *Rhizoctonia* sp no interfirieron en la

germinación de las semillas. *Alternaria* sp y *Fusarium* sp son conocidos patógenos fitotóxicos que causan podredumbre en cotiledones y en raíces de plántulas de diversas especies forestales y pueden representar un serio problema en viveros forestales (Spolaor *et al.*, 2013; García Díaz *et al.*, 2017). En los fragmentos de bosque, la presencia de *Trichoderma*, género reconocido como biocontrolador de otras especies fúngicas (Gómez *et al.*, 2007; Cubillos Hinojosa, 2011; Chiriboga *et al.*, 2015) y de *Chaetomium*, que es un importante descomponedor de materia orgánica, podría haber contribuido a la falta de correlación entre la germinación y la presencia de hongos patógenos, aunque su incidencia haya sido baja. *Cladosporium*, presente los tres años en los dos paisajes y con baja incidencia, es un género cuya presencia promueve la germinación y el crecimiento de las plántulas (Billingsley *et al.*, 2017) por lo que podría sumar ese efecto al de las especies de *Trichoderma* y *Chaetomium*.

En los tres años estudiados en este trabajo, la presencia de patógenos afectó a la germinación sólo en 2012. El elevado contenido de taninos de esta especie en todos sus órganos, probablemente tendría un marcado efecto antifúngico durante el período de la emergencia de las plántulas. En los ensayos de germinación se observó que en las cajas que contenían semillas de los bosques fragmentados y con baja germinación, las sámaras no se contaminaban. Si bien el inóculo estaba presente, como se pudo observar en la diversidad fúngica y en la incidencia registrada, el efecto de los taninos podría haber sido un factor adverso a la expresión de la enfermedad. Apoya esta línea de evidencias que otros autores (Belloti *et al.*, 2012) hallaron una importante actividad antifúngica de los taninos de *Caesalpinia spinosa*, para *Chaetomium globosum* y en menor medida para *Alternaria alternata*.

La diversidad de hongos hallada en este estudio fue mucho mayor que la diversidad registrada por Alzugaray *et al.* (2007) en *S. balansae* y por otros autores de América del Sur (Iensen Cherobini *et al.*, 2008; Lazarotto *et al.*, 2012; de Oliveira *et al.*, 2012; Spolaor Fantinel *et al.*, 2013) en semillas de especies nativas. En Colombia, en un estudio efectuado sobre semillas de seis especies nativas de la provincia de Córdoba, se hallaron entre cinco y ocho géneros de hongos con incidencias mayores de 5 %, siendo las especies fúngicas dominantes, comunes a las encontradas en las semillas de *S. balansae*, excepto *Phomopsis* sp (Campo-Arana *et al.*, 2014). En la Tundra alpina, *Alternaria*, *Fusarium* y *Aspergillus* fueron los hongos patógenos predominantes, resultando *Alternaria* el género que más incidió en la disminución de la germinación de semillas (Billingsley *et al.*, 2017).

En cuanto a la clasificación de la comunidad fúngica de las semillas, analizada mediante métodos multivariados, en los años 2012 y 2014 hubo una combinación de incidencia y diversidad que generó grupos distintivos de muestras provenientes de fragmentos o de bosques continuos. La diversidad fúngica fue mayor en los fragmentos, luego de varios ciclos de producción agrícola. Es posible que la mayor acumulación de residuos de cosecha infectados con estos hongos hemibiótrofos, puedan constituir una fuente de inóculo adicional y cercana a estos fragmentos (Benítez Malvido, 2012). La disminución de la diversidad total y el aumento del índice de Sørensen de 2012 a 2014 indicarían una homogenización de las comunidades fúngicas, probablemente debido a las precipitaciones muy abundantes durante la floración y la producción de semillas que ocurrieron en 2013 y durante la maduración de los frutos en 2014.

De acuerdo a lo discutido se puede afirmar que la matriz agrícola en estos bosques produce cambios importantes en las comunidades de hongos de las semillas de *S. balansae*. No obstante el cambio en las comunidades fúngicas no parece ser el factor más determinante en la disminución de la calidad fisiológica de las semillas. Es notable que los hongos biocontroladores o descomponedores sólo fueron encontrados en semillas provenientes de los fragmentos de bosques, generando interacciones no presentes en los bosques continuos.

### **Demografía de *S. balansae***

Las parcelas de los fragmentos de bosque elegidas, a excepción de la Estancia Rivas, presentan menor número de individuos que las parcelas de bosque continuo, a su vez la proporción de individuos femeninos es bastante variable. Esta proporción tiende a ser más alta en los fragmentos. De todos modos la densidad de individuos por hectárea no difiere de lo hallado por otros autores (Pérez *et al*, 1993; Torrella, 2011) en el Chaco húmedo.

En ambos paisajes, con excepción de la Est. Pereson, en cuya parcela se hallaron tres individuos femeninos y uno sin flores, las proporciones entre sexos muestran una distribución sesgada hacia individuos en los que no se observaron flores durante los tres años de muestreo. Es importante puntualizar que el muestreo de frecuencia de géneros en este experimento está limitado a las parcelas en las que estaban inscriptos los pies femeninos. Probablemente la proporción de géneros relevada no sea representativa de todos los rodales de *S. balansae*. Este dato debería obtenerse realizando más muestreos.

En las clases diamétricas de 40 a 49,9 y 60 a 69,9 cm de DAP (en dos de siete clases diamétricas) en los fragmentos y en las clases 30 a 39,9; 40 a 49,9 y 60 a 69,9 cm de DAP en bosques continuos (en tres de seis clases diamétricas), predominan los pies femeninos, por sobre los masculinos o los pies sin flores. Si bien existen poblaciones de especies dioicas cuyas relaciones entre sexos no se apartan significativamente de la unidad, Opler y Bawa (1978) hallaron que dentro del grupo de especies dioicas, cuyas poblaciones se desvían significativamente de la unidad, es el sexo masculino el predominante. En poblaciones de *Juniperus communis* subsp. *alpina* (Suter) Celak, Ortiz *et al.* (2002) hallaron un desvío hacia el sexo masculino que se incrementa marcadamente con la elevación, es decir con condiciones más rigurosas. En efecto, Rozas *et al.* (2009) relacionaron a los individuos femeninos jóvenes de *J. thurifera* L. (menores a 100 años) con una mayor sensibilidad al estrés hídrico. Varios autores han indicado que los individuos masculinos distribuyen mayor biomasa al crecimiento vegetativo (Luken, 1987; Allen y Antos, 1988; Obeso *et al.*, 1998). En algunas especies esta distribución diferencial de biomasa vegetativa indica una mayor tolerancia de los pies masculinos a condiciones adversas (Ortiz *et al.*, 2002). En los bosques continuos, los pies masculinos aparecen a partir de los 20 cm y hasta los 69,9 cm de DAP, mientras que en los fragmentos se los observa en el rango de DAP desde los 30 a los 49,9 cm de DAP. Este aspecto podría apoyar la hipótesis de la mayor tolerancia de los pies masculinos a los suelos de peor calidad, pero no explica la relación de sexos. La presencia de pies sin flores en la clase diamétrica menor sugiere que los juveniles son los que ocupan nuevas áreas y que la diferenciación sexual ocurriría a partir de los 30 años en la mayoría de los individuos. La ausencia de pies femeninos o la mínima proporción observada en la clase diamétrica menor (10 a 19,9 cm DAP), sugiere una cierta edad mínima para alcanzar la madurez sexual. Por otra parte en los tres años de estudios no se registraron cambios de sexo en ningún rodal.

En la clase diamétrica de 70 a 79,9 cm no se hallaron individuos en ningún bosque y hubo un solo individuo sin flores de 84 cm de DAP en la Est. La Noria. Aunque estos bosques han sido sumamente explotados, se podría especular que debido al esfuerzo reproductivo los individuos femeninos no serían los preferidos para su extracción, ya que tendrían una tasa de crecimiento menor a la de los individuos masculinos (Obeso, 2002). En consecuencia debería haber una significativa desviación hacia el sexo femenino, cosa que fue observada en las clases diamétricas para aprovechamiento maderero en los bosques continuos y en parte en los fragmentos. Por otro lado, podría suceder que los individuos femeninos tengan una mayor

tasa de mortalidad natural (Obeso, 2002) y por eso no se encontraron individuos femeninos a partir de los 70 cm de DAP (aproximadamente 230 años).

Probablemente todos estos datos estén reflejando la corta selectiva de todos los individuos mayores de 30 cm de DAP del género *Schinopsis*, tanto en el Chaco húmedo como en el Chaco semiárido (Araujo *et al.*, 2007), desde fines del siglo XIX hasta la actualidad y que se observa sobre todo en los bosques continuos. Los fragmentos son sitios que si bien fueron utilizados para la extracción de madera, muestran una menor disminución de individuos a partir de los 40 cm de DAP. Según Tortorelli (2009) en *S. balansae* y en *S. lorentzii* se han hallado ejemplares de 150 cm de DAP y de casi 500 años de edad, teniendo en cuenta un crecimiento diametral anual de 3 mm, sin embargo este autor indica que es raro encontrar un árbol que habiendo pasado los 100 cm de DAP esté sano. Giménez y Moglia (2007) indican que el anillo promedio hallado en esta especie es de 3,5 mm, por lo que las edades estimadas pueden ser bastante variables, sobre todo teniendo en cuenta que los fragmentos se encuentran en suelos de mejor calidad.

De todos modos y dada la durabilidad de la madera del quebracho a la intemperie -que es mayor a 30 años- (Iram1600, 1998), es posible observar los tocones correspondientes a la corta de los individuos o los individuos muertos. Esas evidencias de corte fueron observadas en los sitios de paisaje continuo, y en un solo fragmento, la Estancia Rivas. Hecho que sería opuesto a la explicación del desvío hacia el sexo femenino en los fragmentos por efectos de la tala selectiva de individuos masculinos.

Con respecto a la curva de las clases diamétricas, en este trabajo no se registraron los individuos de menos de 10 cm de DAP y al menos de 1 m de altura y los de menos de 1 m, o sea los renovales y la regeneración, ya que se dirigió la atención hacia los individuos probablemente maduros reproductivamente. Los datos relevados indican que en los fragmentos, existe una curva representativa de un bosque maduro sin aprovechamiento maderero en los últimos 30 años y en los bosques continuos la curva indica un uso actual intensivo para obtención de postes. En ambos paisajes existe el acceso irrestricto al ganado vacuno. La escasa regeneración y presencia de renovales y la menor cantidad de individuos de la clase diamétrica 10 a 19,9 cm es provocada justamente por la presencia del ganado vacuno en los lotes. Estos resultados se asemejan a los obtenidos por Torrella *et al* (2011) y podría decirse que *S. balansae* presenta problemas de conservación que deberán afrontarse con cierta rapidez.

## PERSPECTIVAS DE CONSERVACIÓN DE LA ESPECIE

En Argentina, a pesar de la existencia de la ley de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos N° 26.331 que exige de las provincias la adhesión a la misma y un ordenamiento territorial, se ha continuado deforestando obedeciendo a la obtención de una mayor renta de la tierra con un modelo de agricultura industrial. Entre otros factores, la carencia de herramientas técnicas, de comunicación adecuada de prácticas productivas agro silvo pastoriles, de decisión política para aplicar la ley vigente y de educación ambiental hacia funcionarios y organismos decisores, son elementos que contribuyen a la degradación de los bosques remanentes.

La provincia de Santa Fe no incluyó en su ordenamiento áreas en verde, es decir, no permite el cambio de uso de suelo. Por lo que el mapa de ordenamiento territorial sólo tiene bosques en amarillo y rojo y se considera, al menos en términos legales, que cualquier formación boscosa, por mínima que sea, tiene valor de conservación. Sin embargo luego de la sanción de la Ley de Bosques, la pérdida de bosques en la provincia sumó 97292, 7 ha desde 2008 a 2016, según un Informe de la Calvet *et al.* (2018)

Los bosques y fragmentos aquí estudiados son una pequeña muestra del universo de rodales de esta especie que aún perviven. Los fragmentos tienen un altísimo valor de conservación ya que al menos, en cuanto a diversidad vegetal, se pudo constatar un mayor número de especies leñosas que en bosques continuos. Los individuos más longevos, aun en los fragmentos más aislados alojan lianas y epífitas, además de ser refugio de fauna. El hecho de que algunos rodales produzcan semillas de menor calidad fisiológica, no implica necesariamente que la totalidad de las plántulas producidas no lleguen a contribuir a la regeneración del bosque. Ello dependerá también de que los dueños de los campos que rodean estos sitios decidan aumentar la superficie de bosque, dejando sectores de clausura y en algunos casos, como hemos podido observar, plantar algunas especies para acelerar el proceso de reforestación.

Por otro lado deberían presentarse ante autoridades competentes (Ministerio de Ambiente y de la producción) opciones para estos productores, a partir de la sanción de la ley del Arbol N° 13.836 que obliga a forestar a los dueños de los predios determinada superficie, en función de la superficie total de sus lotes. Estas opciones deberían recrear corredores biológicos de flora y fauna aprovechando la topografía del paisaje.

Con respecto a los bosques continuos, es necesario que desde las autoridades se efectúen inventarios forestales por técnicos capacitados para tal fin y que los planes de manejo que presenten no se conviertan en un mero trámite para continuar extrayendo ejemplares de quebracho colorado sin un criterio de sustentabilidad en el tiempo. Por ejemplo, realizar los aprovechamientos en la clase diamétrica promedio de 45 cm de DAP, pero tratando de asegurar que las clases diamétricas menores de 20 cm de DAP sean las de mayor número de individuos por ha para asegurar la continuidad de la especie. Esto no se observó en ningún sitio ni tipo de bosque.

En términos de política ambiental, se deberían asignar partidas presupuestarias mayores para inspección y control de los desmontes ilegales y generar un estímulo para la creación de más viveros forestales de especies nativas y volcar la mano de obra dedicada a la obtención de carbón hacia la obtención de árboles. Alentar las plantaciones energéticas de especies dedicadas a tal fin, como por ejemplo especies del género *Eucaliptus* y *Pinus* (Márquez Montesino *et al*, 2001) o nativas como *Vachelia aroma* de gran rendimiento energético (Bravo *et al.*, 2006) y comenzar a sustituir los tradicionales hornos de carbón vegetal que se utilizan a campo por equipos de mayor rendimiento energético que proveen mejor calidad de carbón.

## CONCLUSIONES

Los individuos de *S. balansae* de sitios fragmentados presentan una menor calidad fisiológica de sus semillas que se refleja en la menor cantidad de semillas llenas sanas, en la menor germinación y en una pérdida de vigor inicial. La excepción la constituye un fragmento, la Est. Rivas, cuyos individuos femeninos produjeron semillas con una calidad fisiológica que no se diferencia de los bosques continuos. Este fragmento de bosque, representa una situación intermedia entre fragmentos netamente aislados y el bosque continuo. Por lo que para *S. balansae*, algunas configuraciones físico-espaciales del quebrachal no ajustarían plenamente al concepto de fragmento que aquí manejamos.

El efecto paisaje se ve prácticamente anulado en el año de abundantes precipitaciones durante el pico de floración (diciembre 2012). La germinación se ve disminuida a medida que los individuos femeninos tienen más edad. Ese efecto podría ser importante para el manejo silvicultural tendiente a la conservación de la especie en los fragmentos de bosques ya que es allí adonde se encuentran los individuos femeninos más viejos.

Las características propias de la especie inciden en las dimensiones de las sámaras, hecho que se suma a la edad de los individuos femeninos. Este último factor se evidenció en una relación significativa y negativa entre el DAP de los árboles registrados y las dimensiones de las semillas. Sin embargo, el factor principal en la respuesta para las dimensiones fueron las precipitaciones ocurridas durante la antesis y maduración de los frutos en 2013, año en que produjeron las sámaras más grandes. A su vez en los fragmentos se hallaron los mayores valores de área de las sámaras, probablemente debido a la mejor calidad de los suelos en esos sitios. Para todas estas variables los contrastes entre sitios muestran mayor variabilidad en los fragmentos, por lo que se infiere que las poblaciones más aisladas podrían tener aporte genético de menos individuos masculinos que los bosques continuos.

El peso de las sámaras es la variable menos indicativa de las condiciones ambientales en que éstas se desarrollan. Además no aparece relacionado con las edades de los individuos femeninos ni con los paisajes. De todas las variables es la de menor predictibilidad en función de algún factor y se supone que es la que estaría más asociada a la genética propia de la familia Anacardiaceae.

Los fragmentos de bosques presentan una mayor incidencia de patógenos fúngicos como así también de hongos biocontroladores y una mayor biodiversidad de taxones. Algunos

taxones resultaron característicos y altamente asociados a ambos tipos de paisajes. No se halló una asociación negativa constante de los hongos patógenos en ninguno de los dos paisajes.

La mayoría de los individuos no produjeron flores en todas las poblaciones estudiadas y, en los fragmentos resultó notable el escaso número de individuos masculinos que sólo estuvieron presentes en dos clases diamétricas. Si bien en los bosques continuos también la proporción de individuos masculinos es baja, las parcelas en estudio están rodeadas de quebrachales, lo que aseguraría una mayor posibilidad de polinización.

La moderada y significativa correlación negativa de la germinación y el DAP de los individuos de los bosques fragmentados es un indicativo del envejecimiento de dichas poblaciones de *S. balansae*. El DAP promedio de los individuos y en consecuencia la edad, es mayor en los fragmentos.

## BIBLIOGRAFÍA

- \*Abraham de Noir, F; Bravo, S. y Abdala, R. 2002. Mecanismos de dispersión de algunas especies de leñosas nativas del Chaco Occidental y Serrano. *Quebracho*, 9: 140-150.
- \*Abraham de Noir, F y Bravo, S. 2014. Frutos de leñosas nativas de Argentina. Parte I. Facultad de Ciencias Forestales. UNSE. 196 pp.
- \*Accinelli, C.; Sacca, M.L.; Abbas, H.K.; Zablutowicz, R.M. y Wilkinson, J.R. 2009. Use of a granular bioplastic formulation for carrying conidia of a non-aflatoxigenic strain of *Aspergillus flavus*. *Bioresour. Technol.* 100: 3997–4004. doi: 10.1016/j.biortech.2009.03.010.
- \*Adámoli, J.; Torrella, S. y Ginzburg, R. 2011. El bosque de tres quebrachos. Un proyecto para la conservación de los bosques más amenazados del Chaco. GESEAA. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UBA. 20 pp.
- \*Agrios, G. N. 1998. Fitopatología. Ed. Limusa. México. 838 pp.
- \*Aizen, M. A. 2007. Disturbios antrópicos y polinización: enfoques. *Ecología Austral* 17: 7-19.
- \*Allen, G.A y Antos, J.A. 1988. Relative reproductive effort in males and females of the dioecious shrub *Oemleria cerasiformis*. *Oecologia* 76: 111-118.
- \*Alizaga, A.; Vello, V.D.C.; dos Santos, D.S.B. y Irigon, D.C. 1994. Evaluación del vigor en semilla de *Phaseolus vulgaris* y su relación con la emergencia en el campo. *Agronomía Costarricense* 18(2): 227-234.
- \*Alzugaray, C.; Carnevale N.J.; Salinas, A.R. y Pioli, R. 2005. Observations on quality of *Schinopsis balansae* Engl. seeds. *Seed Technology* 27 (1): 49-58.
- \*Alzugaray, C.; Carnevale N.J.; Pioli, R. y Salinas, A.R. 2007. Factores bióticos y abióticos que afectan la calidad de las semillas de *Schinopsis balansae* Engl. y *Aspidosperma quebracho-blanco* Schlecht. *Revista Iberoamericana de Micología* 24 (2): 142-147.
- \*Alzugaray, C.; Carnevale, N.J. y Salinas A.R. 2008. Growth in saplings of *Schinopsis balansae* Engl. *Ecotropica* 14: 27-35.
- \*Alzugaray, C. y Carnevale, N.J. 2009. Libro de semillas de especies leñosas autóctonas (Chaco húmedo. Cuña Boscosa santafesina). Ed. Subsecretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente. Provincia de Santa Fe. 112 pp.
- \*Aguilera Padilla, F. y Ruiz Valenzuela, L. 2008. Estudio de la producción polínica del olivo (*Olea europea*). *Ini Inv* 2: 1-7.

- \*Anton, K.W.; Halperin, J. y Calderon, M. 1997. An annotated list of the Bruchidae (Coleoptera) of Israel and adjacent areas. *Israel Journal of entomology* 31: 59-96.
- \*Araujo, P.; Juárez de Galíndez, M. y Iturre, M. 2007. Crecimiento de las especies principales de un bosque en regeneración del Chaco Santiagueño. *Quebracho* 14: 36-46.
- \*Arias, J.P.; Silva, G.A.; Figueroa I.C.; Fischer, S.G.; Robles-Bermúdez, A.; Rodríguez-Maciel, J.C. y Lagunes-Tejeda, A. 2017. Actividad insecticida, repelente y antialimentaria del polvo y aceite esencial de frutos de *Schinus molle* L. para el control de *Sitophilus zea mais* (Motschulsky). *Chilean J. Agric. Anim. Sci. Ex Agro- Ciencia* 33(2): 93-104.
- \*Arriagada, V. 2011. Semillas. Inspección, análisis, tratamiento y legislación. IICA eds. 114 pp.
- \*Asociación Oficial de Análisis de Semillas. AOSA. 1983. Seed vigor testing handbook. Contribution N° 32. U.S.A. 82 pp.
- \*Asociación Oficial de Análisis de Semillas. AOSA. 1992. Seedling Evaluation Handbook. Contribution N° 35.U.S.A. Ed.101 pp.
- \*Ashworth, L. y Marti, M.L. 2011. Forest Fragmentation and Seed Germination of Native Species from the Chaco Serrano Forest. *Wiley Biotropica* 43 (4), 7: 496-503.
- \*Augspurger, C.K. 1988. Mass allocation, moisture content, and dispersal capacity of wind-dispersed tropical diaspores. *New Phytologist* 108: 357- 368.
- \*Avitia-García, E. y Mark-Engleman, E. 1998. Aborto de óvulos y semillas en una población de *Spondias purpurea* L. (Anacardiaceae). *Revista Chapingo Serie Horticultura*, vol. 4, 2: 101-107. <http://dx.doi.org/10.5154/r.rchsh.1998.08.060>.
- \*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.
- \*Barrandeguy, M.E. 2013. Estudio del rol del flujo génico y de la deriva genética en la determinación de la estructura de las poblaciones fragmentadas de *Anadenanthera colubrina* var *cebil* (Fabaceae, Fabales). Tesis de Doctorado. Doctorado en Ciencias Naturales. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata  
156 pp.
- \*Barriga Tuñon, J.E. 1990. Revisión de los brucos de importancia agrícola y cuarentenaria en Chile (Coleoptera: Bruchidae). Memoria. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas y Forestales. 243 pp.

- \*Barriga Tuñon, J.E. 2009. Coleoptera neotropical. Bruchidae de Argentina.  
[http://www.coleoptera-neotropical.org/paginas/2\\_PAISES/Argentina/bruch\\_arg.html](http://www.coleoptera-neotropical.org/paginas/2_PAISES/Argentina/bruch_arg.html).
- \*Bascuñan, J. y Saiz, F. 1997. Relación entre el ciclo vital de *Lithraeus elegans* (BL.) (Coleoptera: Bruchidae) y la fenología de *Lithraea caustica* (Mol.) H. et A. (Anacardiaceae). Rev Chilena Ent 24: 9-22.
- \*Baskin, C.C. y Baskin, J.M. 2001. Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. Academic Press, San Diego, California, USA. 666 pp.
- \*Baxendale, C.C. y Buzai, G.D. 2009. Caracterización socio espacial del Chaco argentino. 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.
- \*Begon, M.; Harper, J. y Townsend, C. 2006. Ecology. From individuals to Ecosystems. Fourth edition Blackwell Publishing. 756 pp.
- \*Bellotti, N.; Bogdan, S.; Deyá, C.; del Amo, B. y Romagnoli, R. 2012. Evaluación de extractos vegetales como agentes antifúngicos para pinturas. Tópico 3 - Nº 14. Tercer Congreso Iberoamericano y XI Jornada Técnicas de restauración y conservación del patrimonio. 7 pp.
- \*Benítez Malvido, J. 2012. Hongos patógenos en la selva. Revista Investigación y Ciencia 424: 36-42.
- \*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.
- \*Bewley, J.D. y Black, M. 1994. Seeds. Physiology of development and germination. 2ª edición. Plenum Press. New York and London. 445 pp.
- \*Billingsley, T.L.; Farrer, E.; Rosales, A.; Sinsabaugh, R.L.; Suding, K.N. y Porras Alfaro, A. 2017. Seed-associated fungi in the alpine tundra: Both mutualists and pathogens could impact plant recruitment. Fungal Ecology 30:10-18. DOI: 10.1016/j.funeco.2017.08.001.
- \*Bittencourt, J.V.M. y Sebbenn, A.M. 2007. Patterns of pollen and seed dispersal in a small, fragmented population of the wind-pollinated tree *Araucaria angustifolia* in southern Brazil. Heredity 99: 580-591.
- \*Bitlloch, E. y Sormani, H. 1997. Los enclaves forestales de la región chaqueña- misionera. Ciencia Hoy 7 (37): 41- 52.

- \*Blackwelder, R.E. 1957. Checklist of the Coleopterous insects of Mexico, Central America, the West Indies and South America. Smithsonian Institution. United States Natural Museum. Bulletin 185. 212 pp.
- \*Bookman, S.S. 1984. Evidence for selective fruit production in *Asclepias*. *Evolution* 38 (1): 72-86.
- \*Bravo, S.; Giménez, A. y Moglia, J. 2006. Caracterización anatómica del leño y evolución del crecimiento en ejemplares de *Acacia aroma* y *Acacia furcatispina* en la Región Chaqueña, Argentina. *Bosque* 7 (2): 146-154.
- \*Bouroncle Seoane, C. 2008. Efectos de la fragmentación en la ecología reproductiva de especies y grupos funcionales del bosque húmedo tropical de la zona atlántica de Costa Rica. Tesis de posgrado del Programa de Educación para el desarrollo y la conservación. Escuela de Posgrado. CATIE. 99 pp.
- \*Bullock, S.H. 1994. Wind pollination of neotropical dioecious trees. *Biotropica* 26: 172-179.
- \*Cabrera, A.L. y Willink, A. 1973. Biogeografía de América Latina. Organización de los Estados Americanos (OEA), Serie de Biología, Monogr. No. 13. Washington, D.C. 117 pp.
- \*Cabrera, A.L. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. En: Kugler WF (Ed.) Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería. Tomo 2. 2a edición. Acme. Buenos Aires. Argentina. Fascículo 1: 1-85.
- \*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.
- \*Calvet, A.; Conti, E. y Di Leo, N. 2018. Determinación de la pérdida de masa arbórea desde 1996 a 2016 en la provincia de Santa Fe mediante teledetección. XXVI Jornada de Jóvenes Investigadores. AUGM. Mendoza. Argentina.
- \*Campo-Arana, R.O.; Urango-Esquivel, N. y Espitia-Camacho, M.M. 2014. Hongos asociados a la semilla de seis forestales nativos, cultivados en el departamento de Córdoba. *Fitopatología Colombiana*. Vol. 38, 2: 27-31.
- \*Cardona Cardozo A. y Vargas Ríos, O. 2004. El banco de semillas germinable de especies leñosas en dos bosques subandinos y su importancia para la restauración ecológica. *Reserva Biológica Cachalú*. Colombia Forestal Vol. 8 N° 17.
- \*Carnevale, N. J.; Alzugaray, C. y 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.

\*Cascante, A.; Quesada, M.; Lobo, J.J. y Fuchs, E. 2002. Effects of Dry Tropical Forest Fragmentation on the Reproductive Success and Genetic Structure of the Tree *Samanea saman*. *Conservation Biology* 16(1): 137–147.

\*Castro, L.; Blanco, R.; Castillo, C. y Espitia Camacho, M. 2017. Frutos partenocárpicos-Una revisión literaria-. Universidad de Córdoba. Facultad de Ciencias Agrícolas. Colombia. 17 pp..

\*Colombo Speroni, F. y De Viana, M.L. 2000. Requerimientos de escarificación en semillas autóctonas e invasoras. *Ecología Austral* 10 (2): 123- 131.

\*Cozzo, D. 1967. La Argentina Forestal. Bs As, EUDEBA. 240 pp.

\*Cubillos Hinojosa, J.G.; Páez Redondo, A. y Mejía Doria, L. 2011. Evaluación de la Capacidad Biocontroladora de *Trichoderma harzianum* Rifai contra *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. asociado al Complejo “Secadera” en Maracuyá, bajo condiciones de invernadero. *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín* 64(1): 5821-5830.

\*Cuya, O. y Lombardi, I. J. 1991. Influencia del tamaño de semilla en la germinación y crecimiento de plántulas de *Schinus molle*. *Revista forestal del Perú* 18(2): 17-27.

\*Chacoff, N.P. 2004. Efectos de la fragmentación sobre la aborción y depredación de semillas en el Chaco Serrano. *Biotrópica* 36 (1): 109-117.

\*Chebez J. C. 1994. Los que se van. Especies argentinas en peligro. Editorial Albatros, Buenos Aires. 604 pp.

\*Chiriboga, H.P.; Gómez, G.B. y Garcés, K.E. 2015. Protocolos para formulación y aplicación de Bio insumo: *Trichoderma* spp. para el control biológico de enfermedades. IICA. 28 pp.

\*de Oliveira, J.D.; Bispo da Silva, J.; Candido Dapont, E.; Sampaio de Souza, L.M. y Albuquerque Lima Ribeiro, S. 2012. Métodos para detecção de fungos e asepsia de sementes de *Schizolobium amazonicum* (Caesalpinioideae). *Biosci. J.*, Uberlândia, Vol. 28, 6: 945-953.

\*Díaz Arias, D. 2012. Germinación y propagación vegetativa de *Schinus fasciculatus* (Anacardiaceae). Tesina de Grado UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR. 43 pp.

\*Dieringer E. E. 2003. Estudio de la regeneración natural de *Schinopsis balansae* Engler, quebracho colorado chaqueño. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

- \*Dimitri, M. J. 1997. *El Nuevo Libro del Árbol*. Tomo I. Editorial El Ateneo. Buenos Aires. 120 pp.
- \*Dirección de Bosques. Secretaría de Ambiente y desarrollo sustentable. 2007. Informe sobre deforestación en Argentina. 10 pp.
- \*Di Rienzo J.A.; Casanoves F.; Balzarini M.G.; González L.; Tablada M. y Robledo C.W. 2008. InfoStat, versión 2008, Grupo Info Stat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- \*Elgueta, M.D. y Arriagada, G.S. 1989. Estado actual del conocimiento de Coleópteros de Chile (Insecta: Coleoptera). *Rev. Chilena. Ent.* 17: 5-60.
- \*Ellis, R.H.; Hong, T.D. y Roberts, E.H. 1985. *Handbook of Seed Technology for Genebanks. Volume II. Compendium of Specific Germination Information and Test Recommendation*. Ed. International Board for Plant Genetic Resources, Roma. N° 3. II: 667 pp.
- \*Ellstrand, N.C. y Ellam, D.R. 1993. Population genetic consequences of small population size: implications for Plant Conservation. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics* 24: 217- 242.
- \*Elsheshetawy, H.E; Mossad, A.; Elhelew, W.K. y Farina, V. 2016. Comparative study on the quality characteristics of some Egyptian mango cultivars used for food processing. *Annals of Agricultural Science* 61, 1: 49–56.
- \*Espino, L. M.; Seveso, M. A. y 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.
- \*Fægri, K. y Van der Pijl. 1972. *The principles of pollination ecology*. 2nd edition. Pergamon Press, Oxford. 291 pp.
- \*FAO. 2004. CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. Twenty-seventh Session Geneva, Switzerland. 224 pp
- \*FAO. 2011. Situación de los bosques del mundo. Ed. Organización de las Naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Roma. 175 pp.
- \*Ferguson, J. 1995. An introduction to seed vigour testing. In: van de Venter, H.A. ed. *International Seed Testing Association. Vigour Test Committee. Seed Vigour Testing Seminar*, pp. 1-9. Copenhagen.

- \*Ferreira Machado, C. y Moure Cícero, S. 2003. Avaliacao da qualidade de sementes de Aroeira branca *Lithraea molleoides*(Vell.) Engl. Anacardiaceae por meio de raios X. *Scientia Agricola*, Vol.60, 2: 393-39.
- \*Ferri, M.; Pioli, R. y Magra, G. 2005. Evaluación de sintomatologías de semillas de soja asociadas a enfermedades fúngicas de fin de ciclo. *Revista Agromensaje* 17. En: <http://wwwrephip.unr.edu.ar>.
- \*Flores, E.M. 2010. Biología de las semillas. En: Manual de semillas de Arboles tropicales. J.A. Vozzo (Ed). Departamento de agricultura de los Estados Unidos. Servicio Forestal. 894 pp.
- \*Flores-Vindas, E.M. 1995. Morfofisiología, comportamiento y germinación de semillas forestales. Memorias del Simposio “Avances en la producción de semillas forestales en América Latina”, pp. 149-152. Turrialba. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).
- \*Foley, J. 2012. Alimentación sostenible. *Investigación y Ciencia* 424: 54- 59.
- \*García, D. 2011. Efectos biológicos de la fragmentación de hábitats: nuevas aproximaciones para resolver un viejo problema. *Ecosistemas* 20 (2-3): 1-10.
- \*García-Díaz, S.E.; Alderete, A.; Alvarado-Rosales, D.; Cibrián-Tovar, D.; Méndez-Montiel, J.T.; Valdovinos-Ponce, G. y Equihua-Martínez, A. 2017. Efecto de *Fusarium circinatum* en la germinación y crecimiento de plántulas de *Pinus greggii* en tres sustratos. *Agrociencia* 51: 895-908.
- \*Garwood, N. 1996. Functional morphology of tropical tree seedlings. In: M.D. Swaine Ed. Unesco Y The Partheon Publishing Group. The ecology of tropical forest tree seedlings. Paris.333 pp.
- \*Giménez, A.M. y Moglia, J.G. 2007. Arboles del Chaco argentino. Guía para el reconocimiento dendrológico. Subsecretaría de Ambiente y desarrollo sustentable y Facultad de Ciencias Forestales UNSE. 307 pp.
- \*Gomez, E., Pioli, R. y Conti, M. 2007. Fungal abundance and distribution as influenced by clearing and land use in a vertic soil of Argentina. *Biol Fertil Soils* 43:373–377. DOI 10.1007/s00374-006-0112-7.
- \*Gómez Restrepo, M. L. 2004. Estimación de la capacidad germinativa y el vigor de las semillas de diomate (*Astronium graveolens* Jacq.) sometidas a diferentes tratamientos y

condiciones de almacenamiento. Revista Facultad Nacional Agronomía Medellín [online] 57(1): 2218-2232.

\*González, E.J. 1991. Recolección y germinación de semillas de 26 especies arbóreas del bosque húmedo tropical. Rev. Biol. Trop. 39, 1: 47-51.

\*González Melo, A. y Parrado Roselli, A. 2010. Diferencias en la producción de frutos del roble *Quercus humboldtii* Nonpl. en dos bosques andinos de la Cordillera Oriental Colombiana. Revista Colombia Forestal Vol. 13, 1: 141-162.

\*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.

\*Grez, A.A. y Galetto, L. 2011. Fragmentación del paisaje en América Latina: ¿en qué estamos? En Simonetti, J.A. y Dirzo, R. (Eds.). Conservación Biológica: perspectivas desde América Latina. Editorial Universitaria. Chile. 196 pp.

\*Green, D.F. y Johnson, E.A. 1993. Seed mass and dispersal capacity in wind dispersal diaspores. Oikos 67: 69-74.

\*Greenpeace. 2019. Informe anual 2018. Deforestación en el norte de Argentina. 10 pp.

\*Guariguata, M.R. y Rockwell, C.A. 2015. La producción de castaña (*Bertholletia excelsa*) en el contexto de la extracción de madera en Madre de Dios, Perú. Implicaciones para promover un manejo integrado del bosque. Brief Info 127, DOI: 10.17528/cifor/005747 cifor.org.

\*Guerrero, R.; Lugo, L.; Marín, M.; Beltrán, O.; León de Pinto, G. y Rincón, F. 2008. Caracterización fisicoquímica del fruto y pseudofruto de *Anacardium occidentale* L. (mery) en condiciones de secano. Rev. Fac. Agron. Vol. 25, 1: 81-94.

\*Helbig, N.; Vogel, B.; Vogel, H. y Fiedler, F. 2004. Numerical modeling of pollen dispersion on the regional scale. Aerobiologia 3: 3-19.

\*Henríquez, C. 2004. Efecto de la fragmentación del hábitat sobre la calidad de las semillas en *Lapageria rosea*. Revista Chilena de Historia Natural 77: 177-184.

\*Iensen Cherobini, E.A., Briao Muniz, M.F. Y Blume, E. 2008. Avalaicao da qualidade da sementes e mudas de Cedro. Ciencia Florestal Santa María. Vol 8, 1: 65-73.

\*International Seed Testing Association. ISTA. 1991. Tree and Shrub Seed Handbook. Ed. International Seed Testing Association. Zurich. Switzerland. 180 pp.

\*International Seed Testing Association. 2003. International Rules for Seed Testing Ed. International Seed Testing Association. Zurich. Switzerland. 500 pp.

- \*International Seed Testing Association. ISTA. 2016. International Rules for Seed Testing Ed. International Seed Testing Association. Zurich, Switzerland. 192 pp.
- \*Iram 1600. 1998. Clasificación de las maderas por su durabilidad natural.
- \*Iriando, M. 1987. Geomorfología y cuaternario de la Provincia de Santa Fe (Argentina). D Órbignyana 4: 1-54. PRINGEPA-CONICET.
- \*Johnson, C.D. 1983. Manual sobre insectos que infestan la semillas de Prosopis. FAO Editores. <http://www.fao.org/3/Q4165S/Q4165S00.htm>
- \*Jordano, P. 1988. Polinización y variabilidad de las semillas en *Pistachia lenticus* (L) (Anacardiaceae). Análisis Jardín Botánico de Madrid 45, 1: 214-231.
- \*Junqueira da Cunha, T. 2012. Alometria de frutos alados e influência da frugivoria na capacidade de dispersão de frutos de *Stigmaphyllon* sp. (Malpighiaceae). Ecologia da mata atlântica. 6 pp.
- \*Kingsolver, J.M.; Barriga Tuñon, J.E. y Romero, J.N. 2017. Bruchidae of Chile (Insecta: Coleoptera). Insecta Mundi 0542: 1-106.
- \*La Porte, J. 1962. Observaciones sobre germinación y cromosomas de algunas especies de “*Schinopsis*” (Anacardiáceas) y de Esterculiáceas cultivadas. Revista Argentina de Agronomía 9 (1-2): 29-41.
- \*Lavin, A.A. y Matsuya, K. 2004. Frutales: especies con potencial en el Secano Interior. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA 120. 144 pp.
- \*Lazarotto, M.; Briao Muniz, M.F.; Beltrame, R.; Figueiredo dos Santos, A.; Maciel, C.G. y Longhi, S. J. 2012. Sanidade, transmissao via semente e patogenezidade de fungos em sementes de *Cedrela fissilis* procedentes da regio sul do Brasil. Ciencia Florestal, Santa María Vol. 22, 3: 493-503.
- \*Lenzi, M. y Orth, A. I. 2004. Caracterização funcional do sistema reprodutivo da Aroeira vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi), em Florianópolis-SC, Brasil. Revista Brasileira Fruticultura, Jaboticabal - SP 26, 2: 198-201.
- \*Lewis, J.P y Collantes, M. 1974. La vegetación de la Provincia de Santa Fe. I. Reseña general y enfoque del problema. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica. Vol. XV, 4: 343-356.
- \*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 y 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
- \*Lindenmayer, D.B. y Fischer, J. 2007. Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis. *Global Ecology and Biogeography* 16: 265- 280.
- \*Lisboa Padulla, T.; Duarte de Moraes, M.H.; Barbedo, C.J.; Ferrari Borges, I.; Machado Menten, J.O. y Pascholati, S.F. 2010. Detecção de fungos em sementes de Pau-Brasil (*Caesalpinia echinata*) coletadas durante sua formação e dispersão. *Revista Brasileira de Sementes* Vol. 32, 2:154-159.
- \*Luken, J.O. 1987. Interactions between Seed Production and Vegetative Growth in Staghorn Sumac, *Rhus typhina* L. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* Vol. 114, 3: 247-251.
- \*Mc Cune, B. y Mefford, M. J. 2011. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 6. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.
- \*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.
- \*Márquez Montesino, F.; Cordero Alcánrara, T.; Rodríguez Mirasol, J. y Rodríguez Jiménez, J.J. 2001. Estudio del potencial de biomasa de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* (Pc) y *Pinus tropicalis* Morelet (Pt); *Eucaliptus saligna* Smith (Es), *Eucaliptus citriodora* Hook (Ec) y *Eucaliptus pellita* F. Muell (Ep) de la provincia del Pinar del Río. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 7(1): 83-89.
- \*Meyer, T. y Barkley, F. 1973. Revisión del género *Schinopsis* (Anacardiaceae). *Lilloa* 33, 11: 207- 257.
- \*Michaels, H.J.; Benner, B.; Hartgerink, A.P.; Lee, T.D.; Rice, S.; Willson, M.F y Bertin, R.I. 1988. Seed size variation: magnitude, distribution and ecological correlates. *Evolutionary Ecology* 2: 157-166.
- \*Mittal, R.K. y Mathur, S.B. 2010. Patología. En: *Manual de semillas de Árboles tropicales*. J.A. Vozzo (Ed). Departamento de agricultura de los Estados Unidos. Servicio Forestal. 894 pp.

- \*Mora Montero, J.M.; Porras, J.G. y Elizondo Murillo, R. 2002. Guía para el cultivo del mango. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Costa Rica. 74 pp.
- \*Morello, J. y Adamoli, J. 1968. Las grandes unidades de vegetación y ambiente del Chaco Argentino. Primera parte: objetivos y metodología. Ed. INTA. Serie Fitogeográfica 10: 1-125.
- \*Muñoz, J.D.D. 2000. Flora Fanerógama Argentina, Fascículo 65. Pro Flora. CONICET. Buenos Aires. 28 pp.
- \*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.
- \*Musso, E.; Carnevale, N.; Spotto, N.; Alzugaray, C. y Bueno, M. 2010. Germinación *in vitro* de *Schinus molle* (Griseb.) J.M. (Molle). XII Congreso- XXX Reunión Anual Sociedad de Biología de Rosario.
- \*Nason, J.D. y Hamrick, J.L. 1997. Reproductive and Genetic Consequences of Forest Fragmentation: Two Case Studies of Neotropical Canopy Trees. *The Journal of Heredity* 88, 4: 264-276.
- \*Obeso, J.R.; Alvarez Santullano, M. y Retuerto, R. 1998. Sex ratios, size distributions, and sexual dimorphism in the dioecious tree *Ilex aquifolium* (Aquifoliaceae). *American Journal of Botany* 85, 11: 1602–1608.
- \*Obeso, J.R. 2002. The costs of reproduction in plants. *New Phytologist* 155: 321–348.
- \*Opler, P.A. y Bawa, K.S. 1978. Sex ratios in tropical forest trees. *Evolution*, 32,4: 812-821.
- \*Orduz-Rodríguez, J.O y Garzón, D.L.C. 2012. Alternancia de la producción y comportamiento fenológico de la naranja ‘Valencia’ (*Citrus sinensis* [L.] Osbeck) en el trópico bajo húmedo de Colombia. *Corpoica Cienc. Tecnol. Agropecu.* 13, 2: 136-144.
- \*Ortiz, P.L.; Arista, M. y Talavera, S. 2002. Sex ratio and reproductive effort in the dioecious *Juniperus communis* subsp. *alpina* (Sutter) Celak, (Cupressaceae) along an altitudinal gradient. *Annals of Botany* 89: 205-211.
- \*Ottone, J.R. 2005. Árboles forestales. Prácticas de cultivo. ed. Orientación gráfica. Buenos Aires. 556 pp.
- \*Pais Bosch, A.I.; Tecco, P.O.; Funes, G. y Cabido, M. 2012. Efecto de la temperatura en la regeneración de especies leñosas del Chaco Serrano e implicancias en la distribución actual y potencial de bosques. *Boletín Sociedad Argentina Botánica* 47 (3-4): 401- 410.

- \*Patiño C.A.; Reboratti, H. J. B. y Delvalle, P. 2003. Rendimiento maderable de plantaciones de quebracho colorado (*Schinopsis balansae*) en suelos arcillosos del Chaco oriental. Rev. Invest. Agr. 25: 115-127.
- \*Paz, G.M. 2012. Variabilidad genética del roble común (*Quercus humboldtii* Bonpl.) en la región del macizo colombiano. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial 10, 2: 110 – 116.
- \*Pengue, W.A. 2009. El desarrollo rural sostenible y los procesos de agriculturización, ganaderización y pampeanización en la llanura Chaco-Pampeana. En Morello, J. H.; Rodríguez, A. F. (eds.). El Chaco sin bosques: la Pampa o el desierto del futuro Orientación Gráfica Editora, Buenos Aires. 432 pp.
- \*Perea R.; Venturas, M. y Gil, L. 2013. Correction: Empty Seeds Are Not Always Bad: Simultaneous Effect of Seed Emptiness and Masting on Animal Seed Predation. PLoSONE8(9):10.1371/annotation/4690ecf8-cf07-4e28-9d81-855f8113fef7.  
<https://doi.org/10.1371/annotation/4690ecf8-cf07-4e28-9d81-855f8113fef7>
- \*Pérez, V.R.; Oviedo, R.C.; Delvalle, P.; Cañete, M.C.; Rhiner, G.R. y 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. p77.
- \*Pimm, S. y Jenkins, C. 2010. Investigación y Ciencia. Temas 61. Conservación de la Biodiversidad: 80-87.
- \*Pincheira-Ulbrich, J.; Rau; J.R. y Peña-Cortés, F. 2009. Tamaño y forma de fragmentos de bosque y su relación con la riqueza de especies de árboles y arbustos Phytón (B. Aires) [online] 78, 2: 121-128.
- \*Pioli, R.N.; Benavídez, R.; Morandi, E.N. y Bodrero, M. 2000. Estudio Epidemiológico de Enfermedades Asociadas a Carpelos y Semillas de Soja, en Santa Fe. Argentina. Fitopatología 35: 111-118.
- \*Piotto, B. 1989. Con il pretrattamento della semente le specie legnose germinano prontamente. Giornale di Agricoltura 30-31: 41-46.
- \*Polito, V.S. 1999. Seedlessness and Parthenocarpy in *Pistacia vera* L. (Anacardiaceae): Temporal Changes in Patterns of Vascular Transport to Ovules. Annals of Botany 83: 363-368.
- \*Prado, D.E. 1991. A critical evaluation of the floristic links between Chaco and Caatingas vegetation in South America. Ph. D. Thesis, University of St. Andrews. 173 pp.

- \*R Core Team. 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- \*Ramírez Santa Pau, M.M. 2001. Variabilidad de la producción de Olivo (*Olea europaea* L.), relación entre alternancia, floración, vigor y productividad. Universidad de Córdoba. Escuela Técnica Superior de Ingenieros agrónomos y de Montes. Departamento de Agronomía. Tesis Doctoral. 200 pp.
- \*Rees, D. 2008. Insects of stored products. SBS Publishers & Distributors. India. 181 pp.
- \*Redmon, T.G.F y Markin, G.P. 2000. Biology of *Bruchidius villosus* (Coleoptera: Bruchidae) on Scotch Broom in North Carolina. Florida Entomologist 83, 3: 241-253.
- \*Roccia, B.; Preidikman, B.S.; Estradab, C. y Massab, J. 2013. Estudio del vuelo de semillas autorrotantes. Mecánica Computacional Vol XXXII:1481-1500. Carlos G. García Garino, Aníbal E. Mirasso, Mario A. Storti, Miguel E. Tornello (Eds.) Mendoza, Argentina.
- \*Rodríguez, G.; Strecker, J.; Brewer, M.; Gonzalo, M.; Anderson, C.; Lang, L.; Sullivan, D.; Wagner, E.; Strecker, B.; Drushal, R.; Dujmovic, N.; Fujimuro, K.; Jack, A.; Njanji, I.; Thomas, I.; Gray, S. y van der Knaap, E. 2010. Tomato Analyzer User Manual Version 3. OHIO University press.
- \*Rodríguez, L. R., Escala, M. Sanoja, E. 2014. Morfología y anatomía de diásporas de especies de la familia Vochysiaceae y su relación con la diseminación. Pittieria 38: 59-81.
- \*Romero Gómez, G.; Romero Nápoles, J.; Yus Ramos, R.; Burgos Solorio, A.; Valdez Carrasco, J. y Flores Morales, A . 2009. Gorgojos de la Familia Bruchidae (Coleoptera) asociados a semillas de plantas silvestres destinadas para germoplasma. Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa 44: 333–342.
- \*Rosas, M.; Espinosa, M.; Acuña, E. y Sáez, K. 2004. Variación interanual en producción de semillas en algunas especies arbóreas en Cordillera Pelada, Centro sur de Chile. Gayana Bot. 61, 1: 32-41
- \*Rossman, A.Y.; Palm, M.E. y Spieldman, L.J. 1994. A literature guide for the identification of plant pathogenic fungi. APS Press. St. Paul Minnesota, USA. 252 pp.
- \*Rozas, V.; De Soto, L. y Olano, J.M. 2009. Sex-specific, age-dependent sensitivity of tree-ring growth to climate in the dioecious tree *Juniperus thurifera*. New Phytologist 182: 687–697
- \*Saavedra Opazo, E. 2011. El pistachero. Antecedentes generales y avances en el manejo agronómico del cultivo del pistachero en Chile. Fundación para la innovación agraria. 110 pp.

- \*Santamaría César, J.; Medina Morales, M.; Rivera González, M. y Faz Contreras, R. 2002. Algunos factores del suelo, agua y planta que afectan la producción y alternancia del nogal pecanero. *Rev. Fitotec. Mex.* Vol. 25, 2: 119-125
- \*Silva, L.A.; Maimoni- Rodella, R.C.S. y Rossi, M.N. 2007. Ecology, behavior and bionomics. A Preliminary Investigation of Pre-Dispersal Seed Predation by *Acanthoscelides schrankiae* Horn (Coleoptera: Bruchidae) in *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze Trees. *Neotropical Entomology* 36, 2:197-202.
- \*Sione, S.M.J.; Ledesma, S.G.; Rosenberger, L.J; Wilson, M.G. y Sabattini, R. A. 2016. Banco de semillas del suelo en un área de bosques nativos sujeta a cambio en el uso de la tierra (Entre Ríos, Argentina). *Fave. Sección Ciencias Agrarias* Vol. 15, 1: 87-104.
- \*Slatkin, M. 1990. Flujo Génico en poblaciones naturales. *Revista Ciencias* 17:10-15. Unam México.
- \*Southgate, B.J. 1983. Manual sobre insectos que atacan a las semillas de Acacia. FAO Editores. <http://www.fao.org/3/Q2585S/Q2585S00.htm#TOC>.
- \*Spolaor Fantinel, V.; de Oliveira, L.M.; Brião Muniz, M.F. y Couto da Rocha, E. 2013. Detecção de fungos e transmissão de *Alternaria alternata* via sementes de Ipe- Amarelo, *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. Ex DC) Mattos. *Revista de Ciências Ambientais. Canoas* Vol. 7, 2. 10 pp.
- \*Steiner, A.M.; Kruse, M. y Fuchs, H. 1999. A re-assesment of the comparison of tetrazolium viability testing and germination testing. *Seed Science Y Technology*, 27: 59- 65.
- \*Torrela, S.A.; Oakley, L.J.; Ginzburg, R.G.; Adámoli, J.M. y Galetto, L. 2011. Estructura, composición y estado de conservación de la comunidad de plantas leñosas del bosque de tres quebrachos en el Chaco Subhúmedo Central. *Ecología Austral* 21: 179-188.
- \*Tortorelli, L.A. 2009. Maderas y bosques argentinos. Tomo2. 2ª ed. Buenos Aires. Orientación Gráfica Editora. 1093 pp.
- \*Traveset, 1993. Deceptive fruits reduce seed predation by insects in *Pistacia terebinthus* L. (Anacardiaceae). 1993. *Evolutionary Ecology* 7: 357-361.
- \*Traveset, A. 1994. Accumulative effects on the reproductive output of *Pistacia terebinthus* (Anacardiaceae). *Oikos* 71: 152-162.
- \*Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). 2012. Categorías y criterios de la lista roja de la UICN. Versión 3.1 Segunda edición. 42 pp.

- \*United State Department of Agriculture. Forest Service. Agriculture Handbook 727. USDA. 2008. The woody plant seed manual. 1236 pp.
- \*Urretavizcaya, M. F.; Contardi, L.; Oyharçabal, M.F. y Pasquini, M. 2016. Calidad de semillas de especies nativas del bosque andino patagónico de la provincia de Chubut y su importancia para la producción de plantines. Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata Vol 115, 1: 9-18.
- \*Valentini, J.A. 1955. Reforestación con quebracho colorado. M.A.G.N. Administración Nacional de Bosques: Dirección Nacional de Forestación y Reforestación. Hoja de divulgación N° 9. Buenos Aires.
- \*Valentini, J.A. 1960. La reforestación con quebracho colorado y algunas normas silvícolas relacionadas con su aprovechamiento racional. Bomplandia1, 1: 51-69.
- \*Valladares, F.; Flores-Rentería, D.; Forner, A.; Morán-López, T. y Díaz, M. 2014. Influencia de la fragmentación y el clima en procesos clave para la regeneración del encinar. Ecosistemas 23, 2:37-47.
- \*Verdú, M. y García-Fayos, P. 2000. The effect of deceptive fruits on predispersal seed predation by birds in *Pistacia lentiscus*. Plant Ecology 00: 1–4.
- \*Widrlechner, M.P. y Kovach, D.A. 2000. Dormancy-breaking protocols for Cuphes seed. Seed Sciences Y Technology 28: 11-27.
- \*Willan, R. L. 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales. Ed. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Estudio Montes FAO 20/2. 502 pp.
- \*Yus Ramos, R.; Kingsolver, J.M. y Nápoles, J.R. 2007. Sobre el status taxonómico actual de los brúquidos (Coleoptera: Bruchidae) en los Chrysomelidae. Trabajo Monográfico. Est. Exper. "La Mayora". Algarrobo. 29 pp.
- \*Yus Ramos, R. 1976. Las especies de Brúquidos (gorgojos de las leguminosas) de interés agrícola y fitosanitario (Col. Bruchidae). I: Caracteres generales. Bol. Serv. Plagas 2: 1-35.
- \*Zarrilli, A. G. 2008. El oro Rojo. La Industria del Tanino en la Argentina (1890-1950). Silva Lusitana 16, 2: 239-259.