

2014

**Caracterización general y depredación
predispersiva de chica (*Ramorinoa
girolae*) del Parque Provincial Ischigua-
lasto (San Juan, Argentina).**

Tesis de grado

Sofía Papú

**Directora: Claudia M. Campos
Co-Directora: Susana Lagos Silnik**

**Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Nacional de Cuyo
Mendoza, Argentina**



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas aquellas personas que han hecho posible la elaboración de esta Tesis de Grado.

En primera instancia agradezco a mi directora de tesis Claudia Campos, quien con su sabiduría me ha guiado durante esta empresa. Le gratifico su apoyo y confianza en todo momento, tanto en el ámbito académico como personal. Agradezco su paciencia y empuje constante hacia nuevos horizontes, a finalizar, a ser mejor profesional y mejor persona.

A mi codirectora, Susana Lagos, quien con su conocimiento de artrópodos me ha enseñado sobre este mundo diminuto pero basto, tan importante para la ecología. Agradezco su buena predisposición y apoyo. Por haber hecho lo imposible para conseguir personas que identificaran estas especies tan poco conocidas.

Agradezco a la Presidencia de la Nación y Gobierno de la Provincia de San Juan, que financió el trabajo con fondos del proyecto titulado: La chica, el retamo y el algarrobo: especies paraguas para la conservación del Bosque Nativo del Parque Provincial Ischigualasto. Interacciones biológicas, efectos de actividades humanas y su mitigación (Responsable técnica: Stella M. Giannoni). Resolución 0441 Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de San Juan.

Agradezco al Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas (IADIZA-CONICET), que facilitó sus laboratorios para la realización de los análisis.

A la Facultad de Ciencias Agrarias de La Universidad Nacional de Cuyo, que me permitió estudiar una carrera excelente.

A los guardaparques del Parque Provincial Ischigualasto, San Juan, por su conocimiento y buena predisposición para trabajar con el grupo.

A Stella Giannoni, por su compañía en el campo y su ayuda en el muestro de semillas de *R. girolae*.

Gracias Claudia, Sella, Carlos y Gualberto por el tiempo pasado en Ischigualasto y las tardes lindas de descanso, con interesantes charlas.

A Alma Solís por la identificación de *Anypsiopyla univitella* Dyar.

Germán Sanblas por el montado de ejemplares adultos de *Anypsiopyla univitella* Dyar.

A Daniel Alejandro Aquino, de la División de Entomología de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo, La Plata, Buenos Aires, por la identificación de *Gonozus* sp.

A mis padres, Alicia López Sivera y Oscar Papú por darme todo lo que necesito para estudiar y terminar la tesis.

Al resto de mi familia por estar siempre ahí, aunque las distancias sean largas, tanto para Buenos Aires como para San Juan: Arte, Simón, Maxi, Jorge, Neli, Abuela Papi, Nelson, Mile; Noemí, Abue Amelia, Daniela y Lautaro.

A mis compañeras del Liceo, por su apoyo y amistad durante 12 años: Jois, Lulú, Romi, Peque, Aye.

A mis amigos de la facultad: Anita Paz, Ani, Mati, Juli, Nico V., Jorge, Fede, Mae, Misa, Julito, Seba, Romi, Pau, Lau, Emi, Nico M., Juan, Lucas, por su apoyo, amistad, por empujarme hacia adelante y explicarme los temas administrativos.

A las plantas de *R. girolae* que me dieron sus frutos y semillas, y a todos esos artrópodos que fueron sacrificados, por el bien de la Ciencia, que a pesar de ser pequeños y poco conocidos su papel en la ecología es irremplazable.

Concluyo con una frase importante, me parece, tanto en la Ciencia como en todo ámbito de la vida:

“ En este lugar perdemos demasiado tiempo mirando hacia atrás. Camina hacia el futuro, abriendo nuevas puertas y probando cosas nuevas, se curioso... porque nuestra curiosidad siempre nos conduce por nuevos caminos.”

Walt Disney.-

Índice

Resumen	5
Parte I: Introducción general	6
I.1. INTRODUCCIÓN	7
I.2 OBJETIVOS, HIPÓTESIS Y PREDICCIONES	9
Objetivo general:	9
Objetivos específicos:	9
Hipótesis y predicciones	9
I.3 MATERIALES Y MÉTODOS	11
Parque Provincial Ischigualasto	11
Ubicación, límites y superficie	12
Clima	13
Vegetación	14
Fauna	15
Especie de estudio: <i>Ramorinoa girolae</i> Speg. (<i>Fabaceae</i>)	15
Sitios de estudio.....	18
Mina de cuarzo	20
Cerro Morado	21
Tramo.....	22
PARTE II	23
CAPÍTULO 1: Descripción general de <i>R. girolae</i> en tres sitios del Parque Provincial Ischigualasto.....	24
II.1.1 INTRODUCCIÓN	25
II.1.2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
Trabajo de campo	27
Análisis de laboratorio	27
Análisis estadísticos	32
II.1.3. RESULTADOS.....	32
Caracterización de los individuos de <i>R. girolae</i> estudiados	32
Comparación entre sitios.....	35
II.1.4. DISCUSIÓN	36
CAPÍTULO 2: Interacción planta-depredador	39
II.2.1 INTRODUCCIÓN	40
II.2.2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	44
Trabajo de campo	44
Análisis de laboratorio	44
Análisis estadísticos	46

II.2.3 RESULTADOS.....	47
Semillas depredadas	47
II.2.4 DISCUSIÓN	48
CAPÍTULO 3: Identificación de depredadores predispersivos.....	51
II.3.1 INTRODUCCIÓN	52
II.3.2 MATERIALES Y MÉTODOS	53
Trabajo de campo	53
Análisis de laboratorio	53
II.3.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	54
<i>Anypsiopyla univitella</i> Dyar. (Phycitinae, Pyralidae, Lepidóptera).....	55
Adulto	56
Larva.....	57
Pupa	58
Comportamiento	59
<i>Goniozus</i> sp.	61
Presencia de los artrópodos asociados al fruto en los tres sitios de estudio.....	63
CAPÍTULO 4: Conclusiones generales	65
ANEXOS	68
Anexo 1	68
Anexo 2	70
Bibliografía	72

Resumen

Ramorinoa girolae Speg. (Fabaceae), es una especie leñosa endémica de Argentina comúnmente llamada "chica". En el presente trabajo se evaluaron algunas características de *R. girolae*, la pérdida de semillas durante la etapa predispersiva y se identificó los depredadores de dicha etapa. Se seleccionaron árboles en tres sitios dentro del Parque Provincial Ischigualasto (San Juan): la Mina de cuarzo (Provincia Fitogeográfica del Chaco; n= 5 árboles), el Morado (P.F. del Monte; n= 6) y el Tramo (P.F. del Monte; n= 6). A partir de cada árbol se registraron mediciones de tamaño del individuo, densidad de coespecíficos alrededor y número de frutos. Se recolectaron 10 frutos por árbol con el fin de identificar y cuantificar los artrópodos asociados, además se tomaron datos referentes a la densidad y tamaño de frutos y semillas y su viabilidad. Los resultados mostraron que la densidad de frutos por árbol presentó diferencias entre los sitios, mientras que la densidad de árboles no presentó diferencias. En cuanto al daño por artrópodos, se encontró que la proporción de semillas dañadas fue mayor en frutos de menor tamaño, en frutos con mayor número de semillas y en frutos con mayor número de depredadores. Las semillas dañadas representaron en promedio el 58% del total de las semillas muestreadas y sólo el 4% de las semillas dañadas conservaron su viabilidad, mientras que el 91% de semillas sanas resultaron viables. Se identificó a *Anypsiopyla univitella* Dyar. (Lepidoptera, Pyralidae, Phycitinae) como la única especie depredadora de las semillas durante la etapa predispersiva, mientras que *Goniozus* sp. (Bethyloidea, Chrysidoidea, Himenóptera) se identificó como parasitoide de la larva del lepidóptero. Como *R. girolae* es considerada una especie "vulnerable" (IUCN) resulta primordial su conservación ante escenarios de cambio climático, debido a su baja resistencia al fuego, el bajo nivel de regeneración, la falta de conocimiento y a las políticas deficientes de conservación.

Palabras Clave: Tamaño, densidad, fruto, semilla, viabilidad, aborción, depredación, Provincia fitogeográfica del Monte, Provincia fitogeográfica del Chaco.

PARTE I

Introducción general

I.1. INTRODUCCIÓN

Las tierras secas ocupan casi la mitad de la superficie terrestre (47% según el Atlas Mundial de la Desertificación, PNUMA 1997). Las cuales se caracterizan por la escasez de agua disponible, la alta evaporación, la fuerte insolación y rápida irradiación que producen grandes amplitudes térmicas diarias y estacionales, la presencia de vientos frecuentes y violentos, y el suelo con escaso desarrollo y pobre en materia orgánica. Estas características resultan ser fuertes presiones selectivas para los organismos, los cuales han desarrollado adaptaciones que les permiten mantener el balance hídrico y térmico (Ojeda y Tabeni, 2009; Villagra et al., 2011).

En el caso de las plantas, la disponibilidad de agua y las condiciones edáficas condicionan las densidades de las poblaciones, el tamaño de los individuos y la producción de flores, frutos y semillas (Villagra, 2000). Esto ocurre porque la mayor parte de los caracteres de las plantas poseen plasticidad fenotípica, es decir, el fenotipo que se expresa responde en mayor o menor grado ante las condiciones ambientales (Silvertown y Charlesworth, 2001). En general, en las regiones más xéricas las variaciones climáticas (condicionantes de la disponibilidad de agua) determinan las posibilidades de establecimiento y el crecimiento de las distintas poblaciones de *Prosopis* (Villagra, 2000).

Por otro lado, las condiciones intrínsecas de la planta también influyen sobre estas variables, por ejemplo, la producción de semillas puede estar limitada tanto por factores ambientales, como por la densidad de individuos, la cantidad de óvulos producidos, la cantidad y calidad del polen, la distribución intrna de la planta de nutrientes para frutos y semillas (Morandini y de Viana, 2009). y por la depredación (Zhang et al., 1997). Un tercer condicionante implica las interacciones bióticas entre la planta y otros seres vivos. Estas relaciones tienen importancia ecológica, porque pueden afectar la dinámica de las poblaciones vegetales alterando el desarrollo y el éxito reproductivo (Fritz y Simms, 1992; Villagra, 2000). Entre ellos se encuentra el mutualismo (polinización, por ejemplo), la competencia (Villagra, 2000) y la depredación (Zhang et al., 1997; Villagra, 2000). Parte del presente trabajo se centrará sobre esta última.

La depredación de semillas puede ocurrir durante la etapa predispersiva, es decir, cuando están en pleno proceso de desarrollo, o bien maduras pero todavía en el árbol, o incluso cuando ya han caído la suelo y no han sido dispersadas todavía por una agente secundario (Dalling, 2002). O puede ocurrir en la etapa postdispersiva, cuando las semillas ya dispersadas mueren antes de germinar. (Morandini y de Viana, 2009; Janzen 1971, 1980, Crawley

1992, Moles et al. 2003). Entre los principales depredadores posdispersivos se encuentran coleópteros, himenópteros, aves y mamíferos, mientras que en la etapa predispersiva predominan los insectos (por ejemplo dípteros, lepidópteros, thisanópteros y coleópteros) (Zhang et al., 1997). Esta interacción antagonista afecta la supervivencia de las semillas, un paso crucial en el ciclo de vida de las plantas ya que las semillas contribuyen al reemplazo de los adultos, incrementando la población local y dispersando la especie hacia áreas distantes.

Algunas características de las plantas pueden actuar como mecanismos de defensa ante los depredadores de semillas, como por ejemplo la variabilidad en el tamaño de los frutos y el tamaño y cantidad de semillas por fruto (Morandini y de Viana, 2009). También la aborción selectiva o al azar de frutos y semillas puede considerarse una estrategia que desarrollan las plantas para disminuir la depredación y parasitismo de sus propágulos (Ostergard et al., 2007).

En general, el daño causado por los insectos tiene consecuencias negativas sobre el éxito en la germinación. Sin embargo, algunos estudios mostraron que semillas dañadas parcialmente por insectos mantuvieron su viabilidad y capacidad germinativa (Fukumoto et al., 2000; Velez, 2013).

Considerando el marco teórico desarrollado, la presente tesina propuso trabajar con *Ramorinoa girolae* (chica), especie perteneciente a un género monotípico de la familia Fabaceae, endémica de las sierras de San Juan, San Luis y La Rioja. Esta especie arbórea, adaptada a los climas áridos, es completamente áfila y puede alcanzar los 10 m de altura. Posee un fruto leñoso y resistente que contiene 1 y 5 semillas (Demaio et al., 2002; Meglioli et al., 2012; Hadad et al., 2014). Las semillas pueden ser depredadas por animales, como la rata cola de pincel *Octomys mimax* (Rodentia: Octodontidae) (Campos, 2012) y una especie de la subfamilia Phycitinae (Lepidópera: Pyradidae) (Zapata y Zapata, 2009).

El estudio se llevó a cabo en tres sitios dentro del Parque Provincial Ischigulasto, provincia de San Juan, durante el período de fructificación de *R. girolae*. Estas áreas se caracterizan por poseer suelos rocosos, ideales para el establecimiento del árbol, y ser zonas de acantilados, bordes de montañas o bordes de cauces.

I.2 OBJETIVOS, HIPÓTESIS Y PREDICCIONES

Objetivo general:

Caracterizar individuos adultos de *R. girolae*, evaluar la variabilidad en cuanto a la densidad de árboles y frutos, y analizar la pérdida de semillas durante la etapa predispersiva.

Objetivos específicos:

- Caracterizar árboles adultos productores de frutos considerando el tamaño del individuo (altura y diámetro de copa), número de frutos, tamaño de los frutos, número de semillas por fruto, volumen de las semillas y proporción de semillas viables.
- Determinar si existen diferencias entre los sitios de estudio en cuanto a densidad de individuos y densidad de frutos producidos.
- Analizar la proporción de semillas dañadas por depredación de artrópodos en relación a los siguientes factores: diferencias entre los sitios de estudio, efecto del número de frutos por árbol, del número de frutos por árbol considerando además los vecinos coespecíficos, el tamaño de los frutos y número de semillas por fruto, la presencia de semillas abortadas en el fruto y el número de depredadores por fruto.
- Determinar la viabilidad de semillas dañadas por depredación de artrópodos.
- Identificar las especies de artrópodos asociadas a los frutos de *R. girolae*.

Hipótesis y predicciones

Hipótesis 1:

Las subpoblaciones de *R. girolae* presentan diferencias en cuanto a la densidad de individuos y la densidad de frutos producidos en tres sitios dentro del Parque Provincial Ischigualasto .

Predicción:

Las subpoblaciones que ocupan los sitios pertenecientes a la Provincia Fitogeográfica del Chaco tienen mayor densidad de individuos y mayor producción de frutos.

Hipótesis 2:

La depredación de semillas por artrópodos se ve afectada por: los sitios donde habita, la producción de frutos, el tamaño de los frutos y la aborción de semillas.

Predicciones:

a) La depredación de semillas dependerá de los sitios en los cuales *R. girolae* se desarrolle. Los árboles que habiten sitios pertenecientes a la Provincia Fitogeográfica del Chaco, presentará menos semillas dañadas (por fruto) por depredación de artrópodos.

b) El daño causado por depredación sobre las semillas es densodependiente: a medida que aumenta la cantidad de frutos producidos (tanto en el árbol estudiado como en los individuos cercanos al mismo) aumenta la proporción de semillas dañadas.

c) El daño por depredación de semillas será menor a medida que aumenta el tamaño del fruto y el número de semillas por fruto.

d) Un aumento en las semillas abortadas por fruto disuadirá a las hembras a no depositar sus huevos sobre los frutos de esa planta.

Hipótesis 3:

El daño por depredación, según sea parcial o total produce diferentes efectos sobre la supervivencia de las semillas.

Predicciones:

a) Los daños parciales no ocasionarán la muerte del embrión dejando la semilla viable.

b) El daño total, que implica la ingesta absoluta de la semilla, provoca la muerte de la misma.

Hipótesis 4:

Diversas especies de artrópodos se encontrarán asociadas a los frutos de *R. girolae*, y algunas especies serán depredadoras de las semillas en su etapa predispersiva.

I.3 MATERIALES Y MÉTODOS

Parque Provincial Ischigualasto

El Parque Provincial Ischigualasto, fue creado en noviembre de 1971 por la Ley Provincial N° 3.666, siendo su objetivo principal la protección de restos fósiles y piezas arqueológicas presentes en la zona. En la actualidad se reconoce al Parque Provincial Ischigualasto como único lugar en el mundo que presenta una secuencia completa del período Triásico que posibilita avanzar en el conocimiento de la evolución de los vertebrados y la naturaleza de los paleoambientes, lo que fue de gravitación en su nominación junto con el Parque Nacional Talampaya, como Patrimonio de la Humanidad de la UNESCO en el año 2000 (Cortez et al., 2010).

Según el Plan de Manejo establecido para el Parque Provincial Ischigualasto, se realizó la zonificación del mismo, según el grado de protección:

.Zona Intangible: no está permitido ningún tipo de alteración antrópica e implica la protección integral de ecosistemas, recursos naturales, genéticos y culturales. Comprende el 93% de la superficie del Parque, preservando principalmente recursos paleontológicos.

.Zona de Uso Recreativo Extensivo: ambiente natural con un bajo nivel de impacto antrópico para fines educativos y turísticos. Representa el 5% del territorio.

.Zona de Uso Recreativo Intensivo: área de mayor impacto antrópico. Representa el 2 % de la superficie del Parque y comprende el circuito vehicular, la Ruta Nac. 150, la casa de guardaparques y alrededores y la Estación Biológica.

.Zona de Recuperación: representa el 60% del territorio del Parque, creada para recuperar los ecosistemas de una antigua y sostenida actividad ganadera en el área que ha ocasionado cambios en la vegetación fundamentalmente.

.Zona de Amortiguación o de Reserva: dedicada a un uso sustentable que integre proyectos de conservación y de desarrollo, la cual todavía no se encuentra definida para el Parque.

Varios programas se han presentado en el presenta Plan de Manejo, y el Programa de Conservación y Manejo es uno de ellos, cuyos objetivos implican:

.Promover el desarrollo de proyectos de investigación aplicada sobre los recursos del parque, tendientes a obtener información de aplicación al adecuado manejo para la conservación del área protegida.

.Planificación e implementación de medidas destinadas a proteger los recursos naturales y

culturales del área, así como a recuperar aquellos degradados.

.Desarrollar programas de monitoreo y seguimiento de la evolución del estado de conservación de los recursos del parque, en particular para los casos en que puedan ser afectados por el desarrollo de un proyecto, actividad o acción de manejo.

Es importante destacar que según la ley 26331 de presupuestos mínimos de protección ambiental (2007), los bosques nativos de Argentina se han categorizado de la siguiente manera:

- Categoría I (rojo): bosques de alto valor de conservación que no deben transformarse. Incluirá áreas que por sus ubicaciones relativas a reservas, su valor de conectividad, la presencia de valores biológicos sobresalientes y/o la protección de cuencas que ejercen, ameritan su persistencia como bosque a perpetuidad. Se permite la presencia de comunidades indígenas y realizar investigación científica. Los bosques presentes en el Parque pertenecen a esta Categoría.
- Categoría II (amarillo): sectores de mediano valor de conservación, que pueden estar degradados pero bajo actividades de restauración, por lo que pueden tener un valor alto de conservación. Podrán ser sometidos a: aprovechamiento sostenible, turismo, recolección e investigación científica.
- Categoría III (verde): sectores de bajo valor de conservación que pueden transformarse parcialmente o en su totalidad.

Ubicación, límites y superficie

El Parque se encuentra ubicado en los Departamento de Valle Fértil y Jáchal, en el noreste de la Provincia de San Juan (Fig. I.1). El centro geográfico del Parque se encuentra ubicado aproximadamente a 29° 55' LS, 68° 05' LO. El Parque comprende 62916 ha, según Dirección de Geodesia y Catastro (2005) y su altitud varía desde los 1200 m s.n.m. hasta los 1800 m s.n.m. en las cumbres de mayor altura (Cortez et al., 2010). El Parque limita al sur con el cerro Loma Ancha, al norte con la Quebrada de Los Jachalleros, al este con la Provincia de La Rioja y al oeste con el pie de los cerros de Caballo Anca (Márquez et al., 2005).

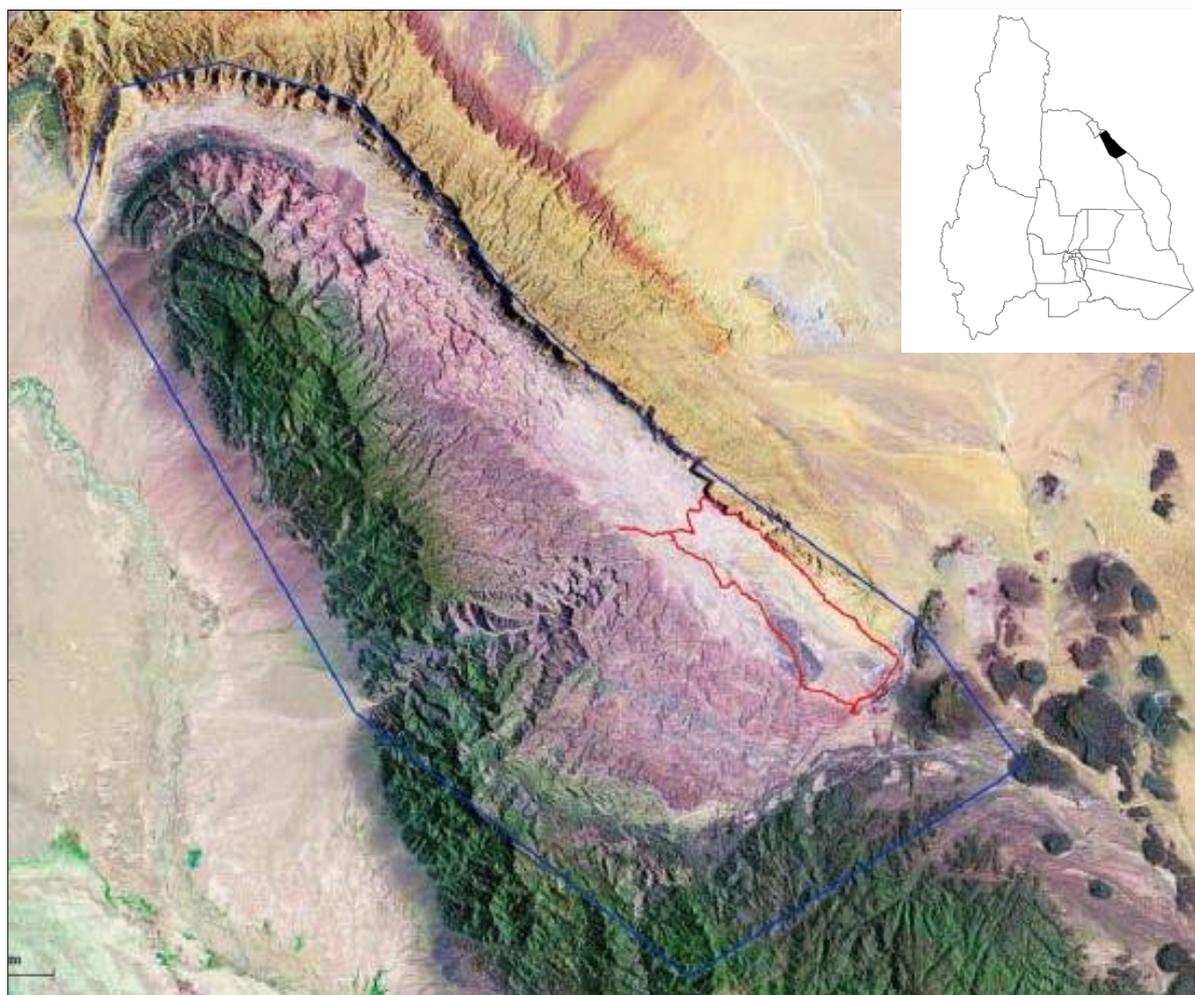


Figura I.1: Imagen satelital del Parque Provincial Ischigualasto. En azul se marcan los límites del Parque y en rojo el circuito turístico (Cortez et al., 2010).

Clima

El clima es árido, con una precipitación media anual de 183 mm. Se caracteriza por tener precipitaciones estivales (noviembre–marzo, precipitación media 100 mm) e inviernos secos (abril–octubre, precipitación media 8 mm). Las precipitaciones son de tipo torrencial, muchas veces acompañadas de granizo, lo cual provoca crecidas intempestivas de los ríos y arroyos, crecientes que duran menos de un día y producen efectos erosivos considerables (Balabusic et al., 2001). La temperatura media en verano es de 24,3 °C, con una máxima absoluta de 45°C. La temperatura media en invierno es de 8,5 °C, con un mínimo absoluto de -10°C (De Fina et al., 1962). Los vientos soplan durante todo el año. Los más frecuentes son los del cuadrante noroeste, oeste, y sudeste, siendo el viento zonda uno de los más violentos (Balabusic et al., 2001).

Se presentan variaciones locales en las características climáticas, determinadas por las condiciones orográficas existentes en el Parque. Mientras que en los sectores más deprimidos

de la Formación Ischigualasto (1200 m s.n.m.) las precipitaciones no superan los 150 mm (Abraham y Rodríguez Martínez., 2000), al sur, donde se localiza el cordón serrano Valle Fértil - La Huerta (2100 a 2500 m s.n.m) el clima es más benigno, con valores de precipitaciones que alcanzan los 450 mm por año, y una vegetación más densa y alta (Suvires, 2000).

Vegetación

Dentro del área protegida se reconocen tres provincias fitogeográficas. La Provincia del Chaco, representada por el distrito Chaco Serrano, ocupa pastizales de altura en las exposiciones de umbría de las sierras del Valle Fértil y de la Huerta. La Provincia de la Prepuna se encuentra representada por el Cardonal en las laderas rocosas de solana (exposición norte). La Provincia del Monte abarca la mayor superficie en el Parque, ocupando las áreas más bajas y de menores precipitaciones (Cabrera, 1994; Márquez, 1999).

Toda el área presenta muy baja cobertura vegetal, especialmente debido a las texturas arcillosas y a la salinidad de los suelos, excepto en sectores en donde se encuentra una pequeña cubierta de material cuaternario, de origen aluvional. El paisaje está caracterizado como un arbustal abierto dominado por arbustivas, cactáceas y bromeliáceas (Márquez et al., 2005; Acebes et al., 2010). Las especies más representativas son *Larrea cuneifolia*, *L. divaricata*, *Prosopis torquata*, *Atriplex spegazzini* y *Zuccagnia punctata*. En las laderas rocosas de exposición norte, es característica la presencia de cactus columnares como *Trichocereus terscheckii* y bromeliáceas como *Deuterocohnia longipetala*, *Dickia velascana*, *Puya spatacea* y *Tillandsia xiphioides* (Márquez, 1999; Márquez et al., 2005).

Considerando las similitudes en las condiciones físico-químicas de los suelos y la topografía dentro del Parque, Márquez y colaboradores (2005) describieron diez comunidades vegetales agrupadas en tres grupos. El primer grupo incluye a las comunidades que habitan suelos rocosos y de acarreo con clastos heterométricos: comunidad de *Deuterocohnia longipetala*, de *Z. punctata* y la de *A. spegazzinii*. El segundo grupo comprende las comunidades de suelos con dominio de arcillas y arenas salinas: comunidad de *Halophyton ameghinoi*, de *Celtis tala* y *Proustia cuneifolia*, de *Sporobolus rigens* y la comunidad de *Flourensia leptopoda*. Finalmente, el tercer grupo comprende la comunidad de mayor extensión: comunidad de *L. cuneifolia*, de *Distichlis spicata* y comunidad de *Puya spathacea* y *R. girolae*.

Un estudio más reciente (Acebes et al., 2010) analiza las unidades de vegetación del Parque en función de su estructura y composición florística a pequeña y gran escala. A pequeña escala se consideraron variables ambientales como la pendiente, superficie de roca, suelo

desnudo y materia vegetal seca. A mayor escala se tuvieron en cuenta la diversidad de especies y la similitud dentro y entre sitios. Estos autores establecieron seis comunidades vegetales, aunque reconocieron dificultad para definir las debido al elevado nivel de heterogeneidad interna y de solapamiento florístico entre las distintas comunidades vegetales. Las comunidades definidas fueron: Peladal, Zampal, Jarillal, Algarrobal, Laderas con cactus columnares y Chical.

Fauna

Las especies de vertebrados registradas son las típicas de la Provincia Fitogeográfica del Monte de sierras y bolsones, con presencia marginal de otras unidades vecinas (Chaco Seco y Altos Andes), alcanzando 89 especies autóctonas y 3 exóticas. De los vertebrados autóctonos, se han registrado cuatro especies de anfibios, una especie de tortuga, 12 especies de saurios, cinco especies de ofidios, 52 especies de aves y 15 especies de mamíferos. La fauna muestra una particular población de *Lama guanicoe* con gran valor en conservación. También están presentes especies como *Dolichotis patagonum* y *Lycalopex griseus*. Entre las aves es común observar, *Mimus saturninus*, *Saltator aurantirostris*, *Caragyps atratus* y *Vulpur gryphus*; esta última tiene dentro del Parque lugares de nidificación (Márquez, 1999). No hay peces registrados dado que no existen cuerpos de aguas permanentes en la zona (Cortez et al., 2010).

Especie de estudio: *Ramorinoa girolae* Speg. (Fabaceae)

Ramorinoa girolae Speg (chica) (Fig. I.2) es una especie perteneciente a un género monotípico de la familia Fabaceae, endémico de las Provincias de San Juan, San Luis y La Rioja (Meglioli et al., 2012; Hadad et al., 2014). Se la puede encontrar formando rodales puros con una densidad de hasta 120 ind/ha en proximidades de las vías de escurrimientos temporarios o, como ejemplares aislados sobre las laderas montañosas y acantilados rocosos. Su distribución es fragmentada y restringida a faldeos montañosos ubicados entre los 700 y 2400 m s.n.m. en sierras de Sañogasta, Vilgo, Paganzo y de Talampaya (La Rioja), en sierra de Valle Fértil (Fig. I.3), de la Huerta y Pie de Palo (San Juan) y en sierra de las Quijadas (San Luis), en el cuadrante delimitado por los paralelos 28° 30' y 32° 30' S y los meridianos 67° 00' y 68° 05' W (Zapata et al., 2009; Hadad et al., 2014).



Figura 1.2: Ejemplar de *Ramorinoa girolae* en uno de los sitios del estudio dentro del Parque Provincial Ischigualasto.

Esta especie arbórea crece hasta 10 metros de altura, posee un tronco de 10 a 20 cm de diámetro, con una copa globosa, completamente áfila y de características xerófilas (Meglioli et al., 2012). Las ramas son cilíndricas erguidas, rectas, de color verde pálido y terminan en espina. A partir de los 3 m esta especie adquiere una forma de semidecumbencia, posiblemente influenciada por el hábito de crecimiento. En este sentido, el incremento de las ramas y por ende, de la superficie de copa, conlleva a la decumbencia de las mismas ocasionada por el elevado peso de la madera. A partir de las ramas que tocan el suelo pueden rebrotar nuevos individuos por reproducción agámica. Sus flores son amarillo-anaranjadas de 1 cm de longitud. El fruto es una legumbre leñosa y resistente, que protege entre 1 y 5 semillas, de color castaño oscura, de 3-6 cm de longitud. En cuanto a su fenología florece a partir de septiembre hasta noviembre y los frutos maduran entre febrero y marzo (Demaio et al., 2002; Hadad et al., 2014).

Como ocurre en semillas de otras especies de Fabaceae, las semillas de chica presentan dormición primaria exógena, la cual se mantiene debido a las cubiertas duras e impermeables que impiden la germinación hasta que las mismas son lavadas, eliminadas o erosionadas por algún agente, pudiendo llegar a tardar hasta dos años en germinar. Las semillas presentan el mayor poder germinativo luego de ser sometidas a temperatura de 2°C por 48 hs y a escarificado químico (Meglioli et al., 2012). En cuanto al estado sanitario de una población

en Sierra de Pie de Palo, San Juan, el bosque presenta una condición general buena; a pesar del ello una mayor cantidad de individuos viejos y un escaso número de juveniles, está demostrando una reducida regeneración en las últimas décadas (Hadad et al., 2014).

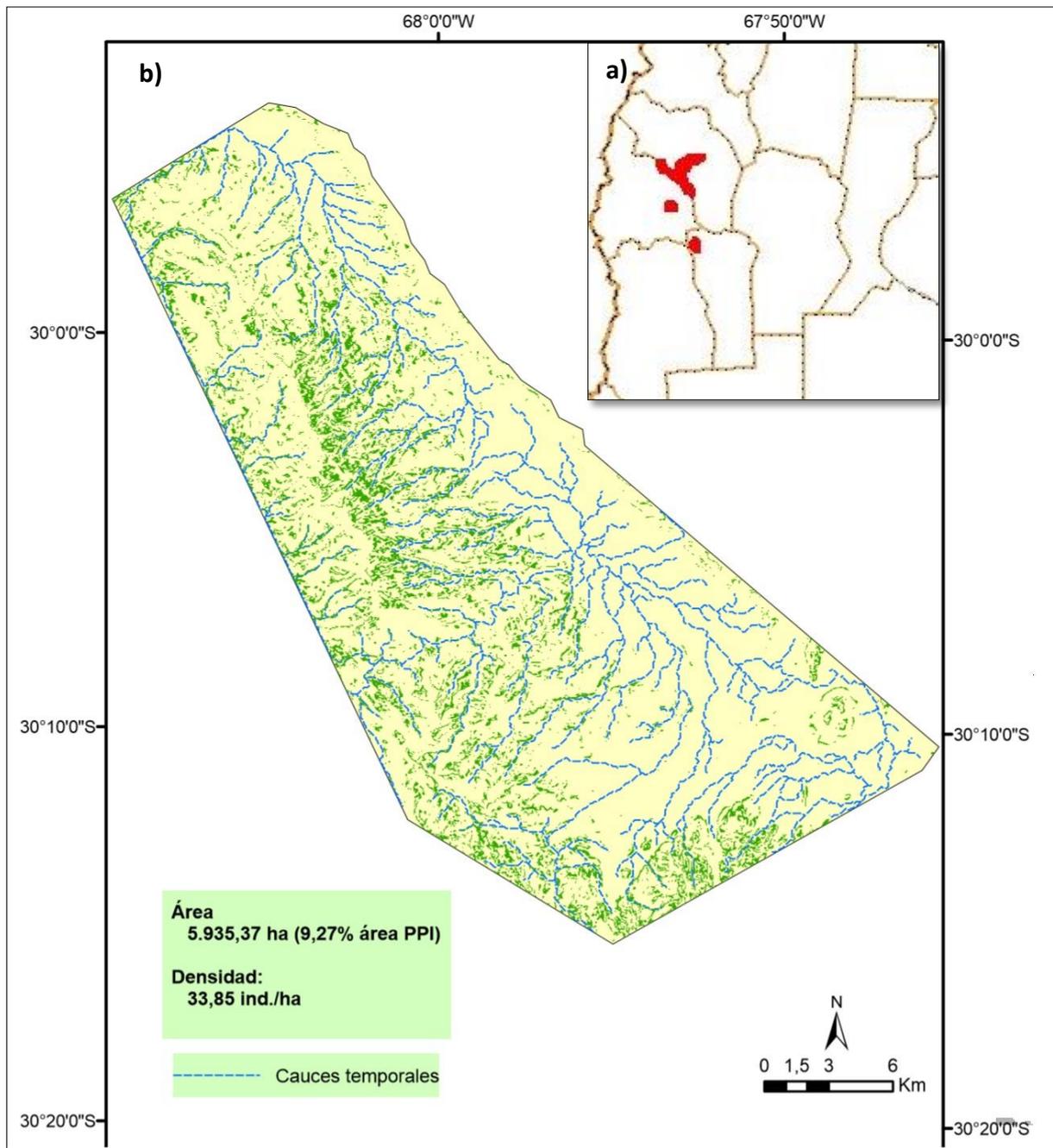


Figura I.3: Distribución geográfica de *R. girolae* en Argentina (a) (Demaio et al., 2002); Distribución geográfica de *R. girolae* dentro del Parque Provincial Ischigualasto (Campos et al., datos no publicados) (b).

Por otro lado se sabe que la diversidad genética la subpoblación de *R. girolae* ubicada en el extremo sur del PPI (Mina de cuarzo) es alta, por lo tanto hay un importante aporte de variabilidad genética producto de la reproducción sexual. Si bien las plantas cercanas están muy relacionadas, no son idénticas genéticamente (Ortiz, 2014). Por esta razón es de gran importancia el estudio sobre la depredación de semillas de esta especie, ya que influye nega-

tivamente en la regeneración de los individuos. Sin embargo, no se descarta la posibilidad de que *R. girolae* se reproduzca asexualmente (Ortiz, 2014).

La depredación resulta ser altamente variable entre árboles y poblaciones, pudiendo superar el 50%. Las semillas pueden ser consumidas por animales, como la rata cola de pincel *Octomys mimax* (Rodentia: Octodontidae) y un Phycitinae (Lepidópera: Pyradidae). Mientras la primera extrae y consume las semillas horadando uno o más locus del fruto (Campos, 2012), la larva de la segunda se alimenta en el interior consumiendo hasta tres semillas en su desarrollo. En muchos casos, los frutos mantienen semillas viables, por lo que se presentan ciertos efectos positivos en estas interacciones: la dispersión por parte de los roedores y la facilitación de la germinación de las semillas remanentes por la rotura de la cubierta leñosa que producen ambas especies (Zapata y Zapata, 2009).

La restringida distribución geográfica, la baja resistencia al fuego, la pérdida de germoplasma, el ramoneo de sus renovales por el ganado caprino, la tala indiscriminada y su uso para carbón, una política ambiental deficiente y la escasa información disponible sobre su ecología, han puesto a esta especie bajo la categoría de conservación "Vulnerable" (IUCN). Femenía y Gimenez De Bolzon (1991-1992) declaran que el estado actual de la especie es "en vías de extinción", al encontrar que la presencia de la misma es menor al 1% en las zonas que fueron relevadas (Meglioli et al., 2012). Actualmente se encuentra en proceso de validación para incluirla en la categoría "En peligro" (EN) según el protocolo de La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) (Hadad et al., 2014).

Es muy apreciada por poseer una de las maderas más duras y de mayor densidad del mundo ($1,3 \text{ kg/dm}^3$, algo mayor que la del quebracho), y por el valor alimenticio de sus semillas que contienen entre el 21 y el 35% de proteína y un 30% de aceites, semejante al maní, con sólo algo más de fibra. Además brindan diversos servicios ecológicos como la fijación de cuencas de altura, la estabilización de areniscas y acarreos de las sierras donde crece (Meglioli et al., 2012), y la facilitación para el establecimiento y crecimiento de diferentes especies vegetales debido a la gran extensión y densidad de la copa, que crea un microambiente favorable.

Sitios de estudio

Dentro del Parque Provincial Ischigualasto se trabajó durante los días 20, 21 y 22 de enero de 2013, en tres sitios (Fig. 1.4): zonas lindantes a la Mina de cuarzo (de aquí en adelante Mina de cuarzo) (Fig. 1.5), sector ubicado sobre la base del cerro Morado (Morado) (Fig. 1.6) y tramo de ruta en construcción del Corredor Bioceánico (Tramo) (Fig. 1.7). Estas zonas de

quebradas y bordes de cauces temporarios con suelos rocosos son ideales para el establecimiento de *R. girolae* (Cortez et al., 2005).

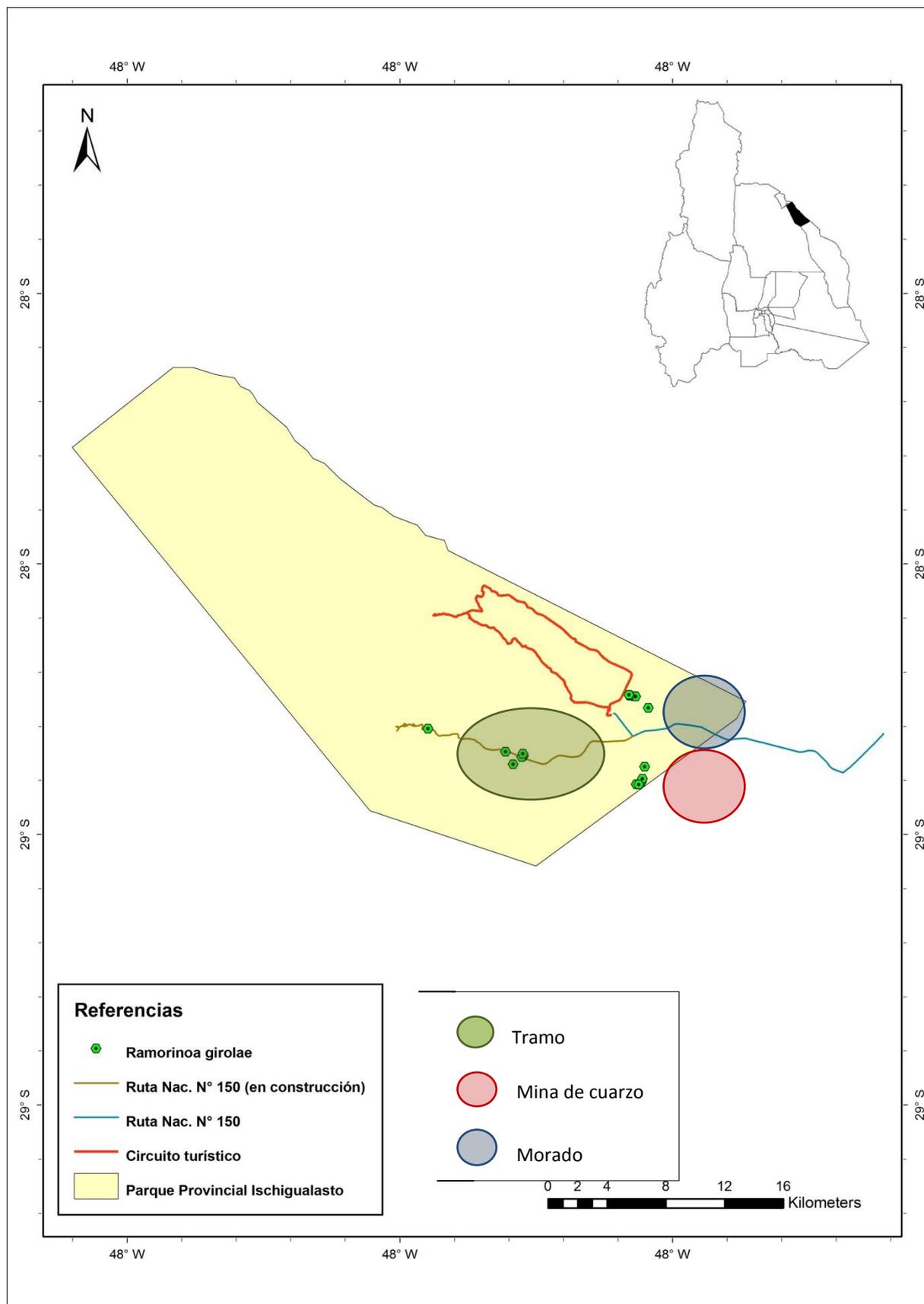


Figura I.4: Distribución geográfica de los individuos de *R. girolae* estudiados.

Mina de cuarzo

Este sitio se encuentra ubicado en el sector sureste del Parque abarcando una pequeña fracción de superficie la cual irrumpe en el extremo norte de la sierra de Valle Fértil que comprende un pronunciado gradiente altitudinal que va desde los 900 m s.n.m. a los 1900 m s.n.m. Este sitio se encuentra incluido en la Provincia fitogeográfica del Chaco, distrito Chaco Serrano, la cual presenta una precipitación que va desde los 500 a 1200 mm y una temperatura media anual de 20-23 °C (Fig.1.5), lo cual determina que la unidad de vegetación disponga de mayor diversidad y cobertura con respecto a los ambientes pertenecientes a la Provincia fitogeográfica del Monte.



Figura 1.5: Zonas lindantes a la Mina de cuarzo.

Desde el punto de vista fisonómico se pueden apreciar dos variantes en la vegetación de la sierra. Una de ellas se manifiesta desde la base hasta aproximadamente los 1500 m s.n.m., estando representada por un matorral de *L. divaricata*, *Flourenzia leptopoda*, *Lippia integrifolia*, *P. torquata*, *Condalia microphylla*, *Cercidium praecox*, *Caesalpinea mimosifolia*, *Porleria microphylla*, con un estrato arbóreo limitado fundamentalmente a los cauces y cuyas especies son *P. chilensis*, *P. flexuosa* y *Celtis tala*.

Por encima de esta altitud el estrato arbustivo va perdiendo importancia y comienza a tener mayor cobertura el estrato gramíneo fundamentalmente en las laderas húmedas de suave pendiente. Las especies más importantes que se pueden citar son *Stipa ichu*, *S. pseudoichu*, *S. tenuissima*, *Heteropogon contortus*, *Botriochloa springfirdii*, *Pappophorum caespitosum*, *Bouteloua curtipendula*, etc. El estrato arbustivo se hace ralo encontrándose representado por *Eupatoriun buniifoliun*, *Baccharis flavelata*, *Baccharis trinervis*, *Salvia gilliesii*, *Flouencia* sp. *Adesmia* sp., etc. El estrato arbóreo presenta sólo emergentes de *Lithraea ternifolia* en los lugares más húmedos y a *R. girolae* en los sectores más xéricos.

Cerro Morado

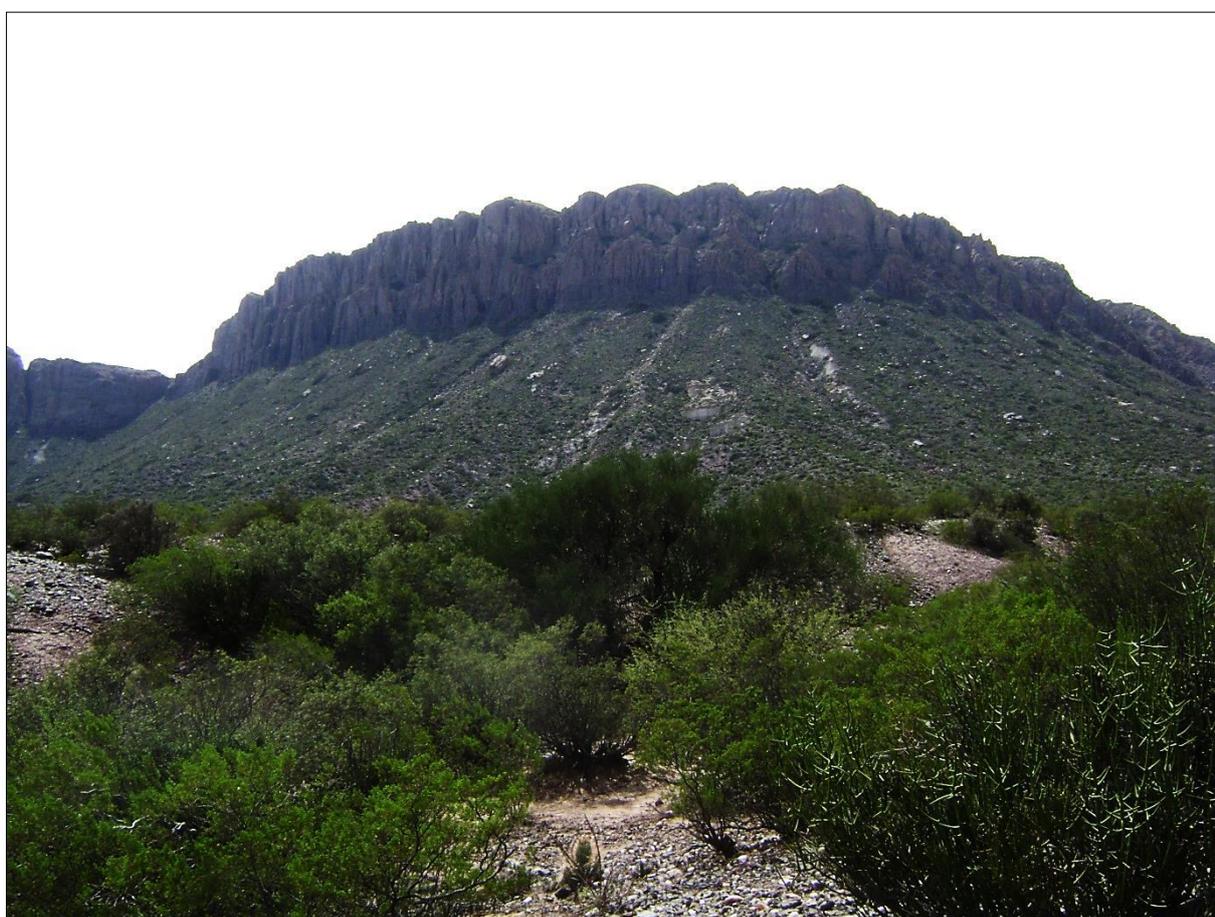


Figura I.6: Base del cerro Morado

Este sitio se encuentra incluido en la Provincia fitogeográfica del Monte (Fig. I.6) con una precipitación media que se encuentra entre 80 y 250 mm y una temperatura media anual entre 13 y 17 °C., donde se desarrolla la comunidad de *Puya spathacea* y *R. girolae* (Marquez et al., 2005). Se presenta en laderas rocosas de umbría, donde la cobertura vegetal alcanza hasta el 50-60%. *P. spathacea* forma densas colonias acompañadas por matorrales de *Dickya verlascana*, *S. plumosa*, *Digitaria californica*, entre otras. Este sitio presenta condiciones in-

termedias en comparación con la Mina de cuarzo y el Tramo en cuanto a diversidad y cobertura vegetal (Giannoni, datos no publicados).

Tramo

Este sitio se encuentra incluido en la Provincia fitogeográfica del Monte (Fig. I.7), cuya vegetación corresponde a la comunidad del “chical”, descrita por Acebes y colaboradores (2010). Esta comunidad se desarrolla en suelos rocosos y asociada a los cauces temporarios. Está dominada por adultos de *R. girolae* y escaso número de renovales y plántulas. En este sitio la diversidad y cobertura vegetal son menores que en los otros dos sitios y cuyas condiciones de aridez se ven acentuadas (Giannoni, datos no publicados).



Figura I.7: Inmediaciones del tramo de ruta en construcción (Corredor Bioceánico).

PARTE II

CAPITULO 1

CAPITULO 2

CAPITULO 3

CAPITULO 4

CAPÍTULO 1

Descripción general de *R. girolae* en tres sitios del Parque Provincial Ischigualasto

II.1.1 INTRODUCCIÓN

Los recursos del ambiente y el potencial genético son factores que regulan los procesos fisiológicos, bioquímicos y de producción de biomasa de los bosques. Este crecimiento depende, en gran parte, de la energía solar capturada por el dosel, y del agua y nutrientes proporcionados por el suelo para convertir CO₂ en fotoasimilados (Kozloswki y Pallardy, 1997). Cuando los recursos del entorno son limitados, la productividad primaria del bosque se ve afectada (Kozlowsky, 1982; Waring y Schlesinger, 1985; Gowers et al., 1992; Kozlowsky, 2002; Perry et al., 2008).

Los organismos que habitan tierras secas han desarrollado una serie de adaptaciones anatómicas, estructurales, bioquímicas y fisiológicas que les permiten mantener un balance adecuado de agua y energía térmica. Estas adaptaciones incluyen ajustes fenológicos a la disponibilidad de agua, características morfo-fisiológicas que reducen la pérdida o aumentan la adquisición de agua, respuesta rápida a la oferta de recursos y exploración de fuentes de agua subterránea (Villagra et al., 2011).

Algunas condiciones edáficas, topográficas y de cobertura vegetal pueden modificar la disponibilidad de agua para las plantas, por ejemplo cuando se produce el almacenamiento temporal de humedad luego de las precipitaciones o se controla la partición entre las fuentes de salida de agua (escorrentías, drenaje, evaporación y transpiración). También el suelo actúa como contenedor del agua subterránea (de 20 a 100 m de profundidad) o como fuente de agua disponible para las plantas en aquellos sitios donde la misma aflora mediante surgentes o vegas a sectores más superficiales (1 m de profundidad). Ante este panorama, las densidades de las poblaciones vegetales, el tamaño de los individuos y la producción de flores, frutos y semillas dependerán fuertemente de la cantidad de agua disponible en el ambiente y de los mecanismos que las plantas hayan desarrollado para conservarla (Villagra et al., 2011).

Además de la disponibilidad de agua, otros factores como las enfermedades, la herbivoría y el parasitismo, la atracción de polinizadores, flujo de polen, la habilidad de la planta madre para proveer los recursos necesarios para el desarrollo y las características genéticas de la misma son factores reguladores del desarrollo de las plantas, pudiendo limitar el crecimiento en volumen, la producción de frutos y semillas en tamaño y cantidad, la viabilidad de propágulos, y por lo tanto la regeneración del bosque y la densidad de individuos (Schaal, 1980; Stephenson, 1981; Augspurger, 1981; García et al., 2000; Morandini y de Viana, 2009; Villagra et al. 2011).

Las plantas que habitan ambientes secos, como es el caso de *R. girolae*, presentan caracteres comunes, incluyendo bajas tasas de crecimiento, fotosíntesis y absorción de nutrientes, altas relaciones raíz-vástago, baja tasa de intercambio de tejidos, y altas concentraciones de metabolitos secundarios (Villagra, 2011).

Debido al escaso número de estudios realizados sobre *R. girolae*, resulta importante ampliar el conocimiento existente sobre aspectos poblacionales y fenológicos con el objeto de utilizar este conocimiento para plantar metodologías de conservación efectivas.

Teniendo en cuenta el marco teórico expuesto, los objetivos del presente capítulo son:

- Caracterizar árboles adultos productores de frutos considerando el tamaño del individuo (altura y diámetro de copa), número de frutos, tamaño de los frutos, número de semillas por fruto, volumen de las semillas y proporción de semillas viables.
- Determinar si existen diferencias entre los sitios de estudio en cuanto a densidad de individuos y densidad de frutos producidos.

En relación al segundo objetivo se formuló la siguiente hipótesis y su predicción:

Hipótesis 1:

Las subpoblaciones de *R. girolae* presentan diferencias en cuanto a la densidad de individuos y la densidad de frutos producidos en tres sitios dentro del Parque Provincial Ischigualasto .

Predicción:

Las subpoblaciones que ocupan los sitios pertenecientes a la Provincia Fitogeográfica del Chaco tienen mayor densidad de individuos y mayor producción de frutos.

II.1.2. MATERIALES Y MÉTODOS

Trabajo de campo

Dentro del Parque Provincial Ischigualasto se trabajó en los tres sitios descritos en la Parte I: Mina de cuarzo, Morado y Tramo, ideales para el establecimiento de *R. girolae*.

En cada sitio de estudio se tomaron al azar individuos adultos focales productores de frutos, distanciados por lo menos 100 m con el fin de disminuir la probabilidad de contagio de depredadores y/o parásitos: 5 en la Mina de cuarzo, 6 en el Tramo y 6 en el Morado. Para caracterizar los árboles se tomaron datos del tamaño (altura y diámetro de copa) y se registró el número de frutos. La altura se estimó a partir del número de veces que una medida conocida coincide con la totalidad del árbol observándose a una distancia de 5 m; el diámetro de copa se midió caminando de un extremo al otro mediante GPS; y el número de frutos se estimó a través del conteo de los mismos en un área determinada de aproximadamente 1/8 de la superficie de la copa, extrapolándose, luego, dicho valor a la totalidad de la copa. De cada individuo se extrajeron de forma aleatoria 10 frutos procedentes de la copa del árbol los cuales fueron guardados en bolsas individuales y se llevaron a laboratorio.

Para comparar entre sitios las densidades de individuos y frutos producidos se cuantificó el número de árboles coespecíficos situados dentro de un radio de 20 m del individuo focal seleccionado, a los cuales se les contó el número de frutos producidos. Se seleccionó dicha distancia, ya que permite tener en cuenta el efecto contagio que los frutos contenidos en los árboles cercanos generan sobre el individuo focal.

Análisis de laboratorio

En laboratorio, los frutos colectados en el campo se colocaron en frascos individuales, identificando número de fruto, árbol, sitio y fecha de colección. Se midió la longitud de cada fruto usando un calibre digital (Fig. II.1.1).



Figura II.1.1: Fruto de *R. girolae* (a). Fruto abierto, mostrando cuatro semillas en su interior (b).

La apertura de los frutos se realizó de forma manual mediante el uso de pinzas, luego se registró el número de semillas y se tomaron las medidas del ancho, largo y espesor de cada una usando calibre digital (Fig. II.1.2.a). Las semillas se colocaron en tubos de plástico individuales rotulados, identificando el número de semilla, el fruto, árbol y sitio de procedencia (Fig. II.1.2.b).



Figura II.1.2: Semilla de *R. girolae* (a). Semilla colocada en su frasco individual con rotulación adecuada (b).

Finalmente se efectuaron pruebas de viabilidad de las semillas utilizando la técnica del trifeníltetrazolio (TFTZ de aquí en adelante). El TFTZ reacciona con reductasas (enzimas respiratorias) y precipita como polvo fino rosado que tiñe a los embriones vivos (International Seed Testing Association, 1985). Para realizar la prueba fue necesario remover la cubierta seminal (Fig. II.1.3.a) y separar ambos cotiledones dejando la radícula visible (Fig. II.1.3.b). Uno de ellos se colocó en agua destilada, cumpliendo la función de testigo del experimento. El otro fue sumergido en solución de TFTZ al 0,5% (Fig. II.1.4). Se llevaron a estufa a 30°C durante 48 hs. Pasado ese tiempo se registró la tinción de los embriones.

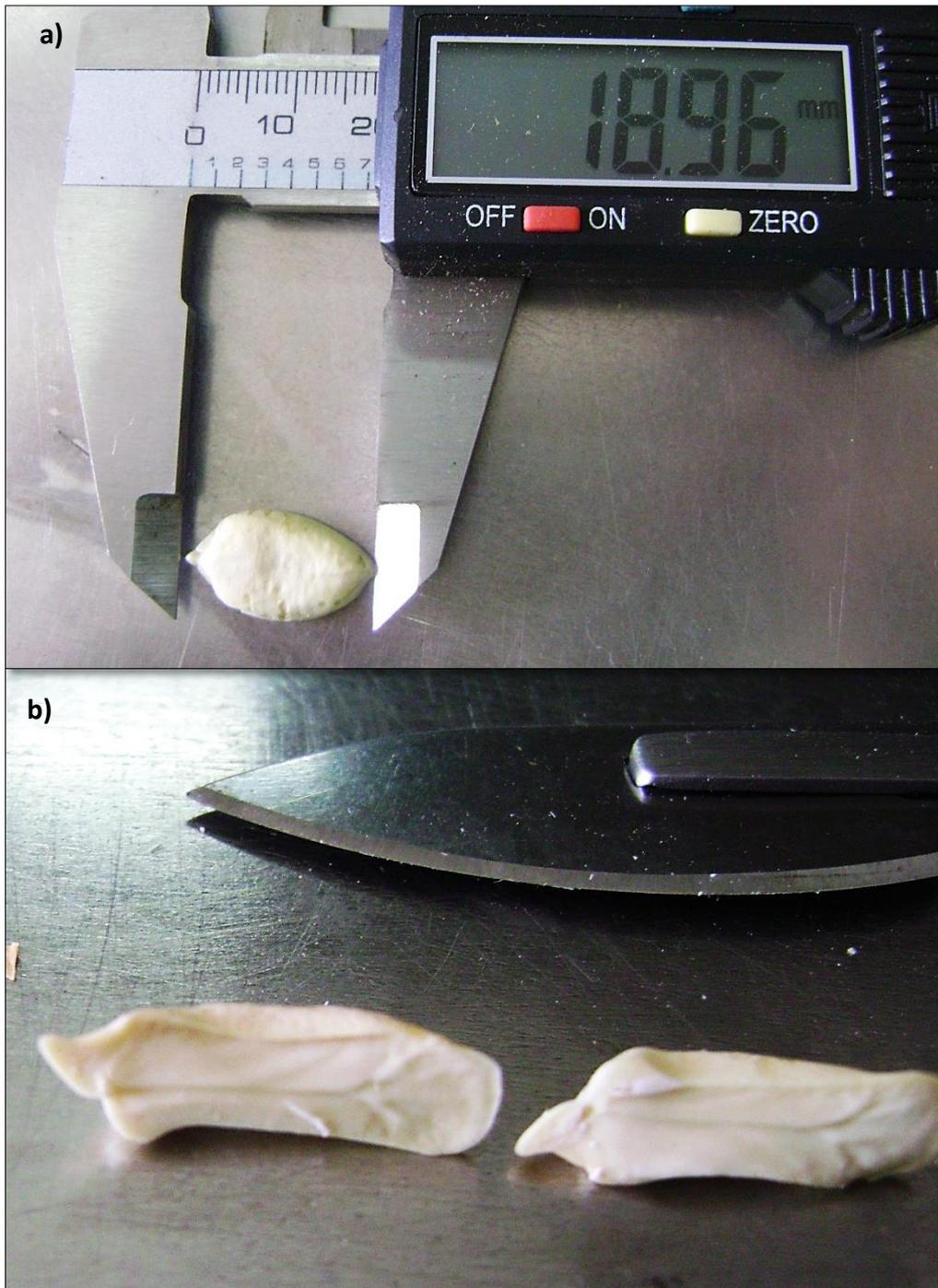


Figura II.1.3: Semilla sin cubierta seminal (a); Cotiledones separados (b).

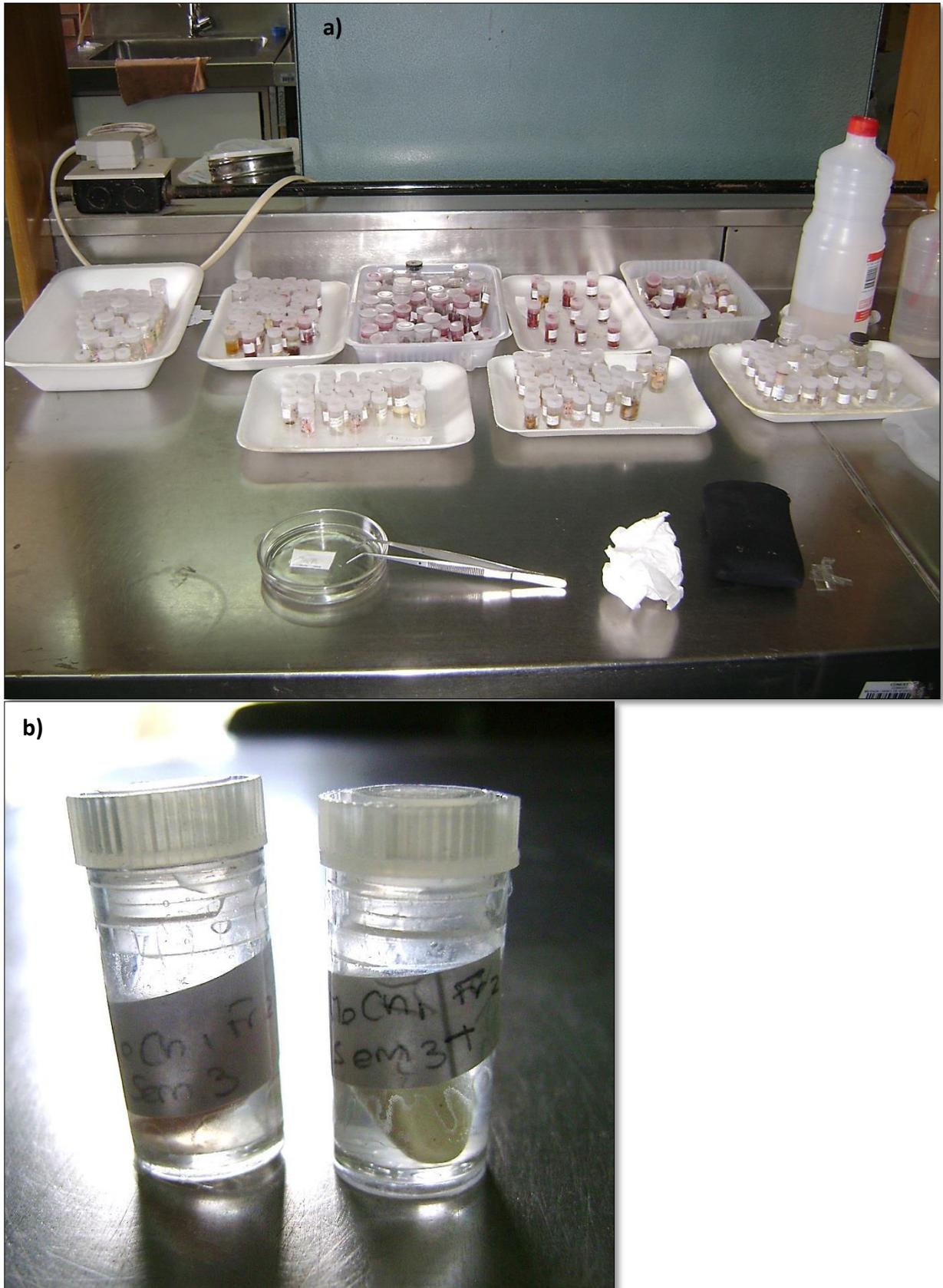


Figura II.1.4: Totalidad de las semillas sobre las cuales se realizó la prueba de TFTZ (a); Semilla separada en sus dos cotiledones, una colocada con TFTZ (iz.) y otra testigo (der.) (b).

Análisis estadísticos

Se caracterizó la totalidad de los individuos muestreados en cuanto a: densidad de individuos, tamaño de los árboles, densidad de frutos, tamaño de fotos, número de semillas por fruto, volumen de semillas por fruto y proporción de semillas viables.

Para calcular la densidad de árboles se tuvo en cuenta la totalidad de individuos coespecíficos en la superficie de estudio, calculada como la superficie de un círculo de 20 m de radio alrededor del individuo muestreado:

$$\text{Superficie de estudio (m}^2\text{)} = \pi * 20 \text{ m}^2 = 1256,64 \text{ m}^2 \approx 1300 \text{ m}^2$$

Para analizar el tamaño de los árboles se utilizó la superficie de copa a partir del dato de circunferencia de copa tomado a campo:

$$\text{Tamaño del árbol (m}^2\text{)} = \text{Superficie de copa (m}^2\text{)} = \text{circunferencia (m)}^2 / (4 * \pi)$$

Para calcular el tamaño de las semillas se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Tamaño de la semilla (mm}^3\text{)} = \text{volumen de semilla (mm}^3\text{)} = \text{largo (mm)} * \text{ancho (mm)} * \text{espesor (mm)}$$

Con el fin de evaluar el efecto de los sitios (variable explicativa) sobre la densidad de individuos y el número de frutos por individuo (variables respuestas) se ajustaron dos GLM asumiendo una distribución del error binomial negativa (GLM bn.). Éstos fueron cotejados en todos los casos con sus respectivos modelos nulos a través de ANOVA. Los análisis fueron realizados utilizando R (versión 3.0.2).

II.1.3. RESULTADOS

Caracterización de los individuos de *R. girolae* estudiados

Variable	Sitio (media ± ee)			Media ± ee
	Mina de cuarzo	Morado	Tramo	
Densidad (ind/ha)	28,65 ± 7,38	26,53 ± 5,305	27,85 ± 9,80	27,675 ± 0,62
Superficie de copa (m ²)	511,28 ± 128,96	358,47 ± 161,365	216,86 ± 53,27	362,205 ± 85,01
Nº de frutos por árbol	407,22 ± 183,38	107,00 ± 31,20	54,00 ± 22,83	189,41 ± 109,98
Longitud del fruto (cm)	49,975 ± 3,61	37,81 ± 1,41	44,80 ± 3,155	44,20 ± 3,52
Nº semillas por fruto	2,92 ± 0,235	2,65 ± 0,21	2,78 ± 0,24	2,78 ± 0,08
Porcentaje de semillas viables por fruto	51,48 ± 12,125	27,63 ± 9,66	39,50 ± 12,37	39,54 ± 6,88
Volumen de las semillas viables (mm ³)	686,66 ± 45,43	739,25 ± 94,05	749,44 ± 117,59	725,12 ± 19,45

Tabla I.1.1: Valores medio y su error estándar de las diferentes variables medidas sobre *R. girolae*, en los tres sitios dentro del Parque y su media y error estándar general.

Se registraron 59 árboles, en 17 parcelas de 1300m² dentro de los tres sitios estudiados dentro del Parque Provincial Ischigualasto. Se determinó una densidad promedio de $27,675 \pm 0,62$ ind/ha (Fig. II.1.5 a). A partir de estos árboles se obtuvo que en promedio *R. girolae* produjo $189,41 \pm 109,98$ frutos por individuo, variando con mayor frecuencia entre 0 y 500 frutos, siendo raros los casos de 1000 y 3000 frutos (Fig. II.1.5 c).

A partir de los 17 individuos adultos focales que produjeron al menos 10 frutos medidos en los tres sitios del Parque, se determinó una altura promedio de $4,88 \pm 0,595$ m, siendo las más frecuentes aquellas entre los 2 y 4 m. Por otro lado, el diámetro promedio de copa fue de $19,25 \pm 2,23$ m con una superficie de copa $362,205 \pm 85,01$ m².

El tamaño de los frutos, expresado a través de la longitud de los mismos, comprendió valores que van desde los 15 hasta los 75 cm, siendo los más frecuentes entre 35 y 65 cm (Fig. II.1.5 d). En promedio el tamaño fue de $44,20 \pm 3,52$ cm.

El número de semillas por fruto varió entre 0 y 5 semillas, siendo la cantidad más frecuente entre 2 y 4 semillas por frutos, con un promedio de $2,78 \pm 0,08$ (Fig. II.1.5 e). Se registraron semillas con un volumen de 1600 mm³, aunque el promedio fue de $725,12 \pm 19,45$ mm³, siendo los valores más frecuente entre 500 y 800 mm³ (Fig. II.1.5 f). Finalmente se obtuvo que el porcentaje de semillas viables fue de $39,54 \pm 6,88\%$ (n=470 de 17 árboles) (Fig. II.1.6).

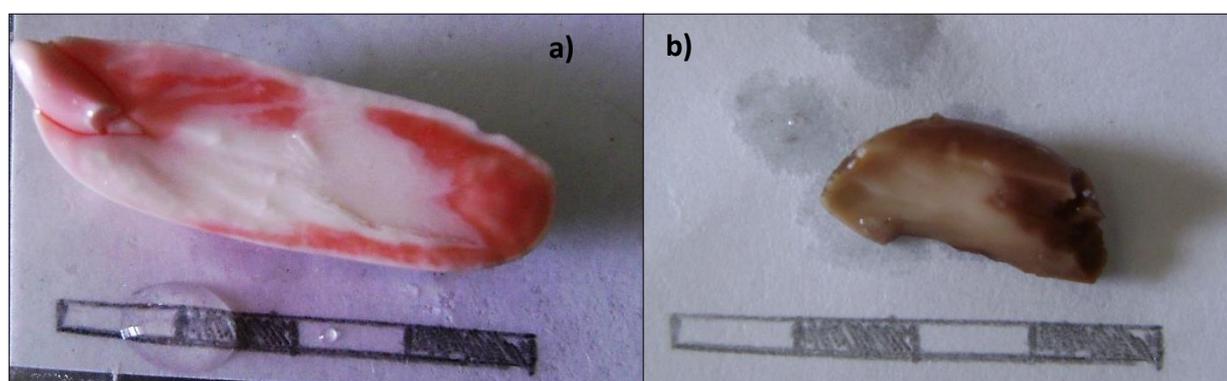


Figura II.1.6: Semillas de *R. girolae*: Viable (a), se observa tinción con TTZ en la radícula; No viable (b), no se observa tinción.

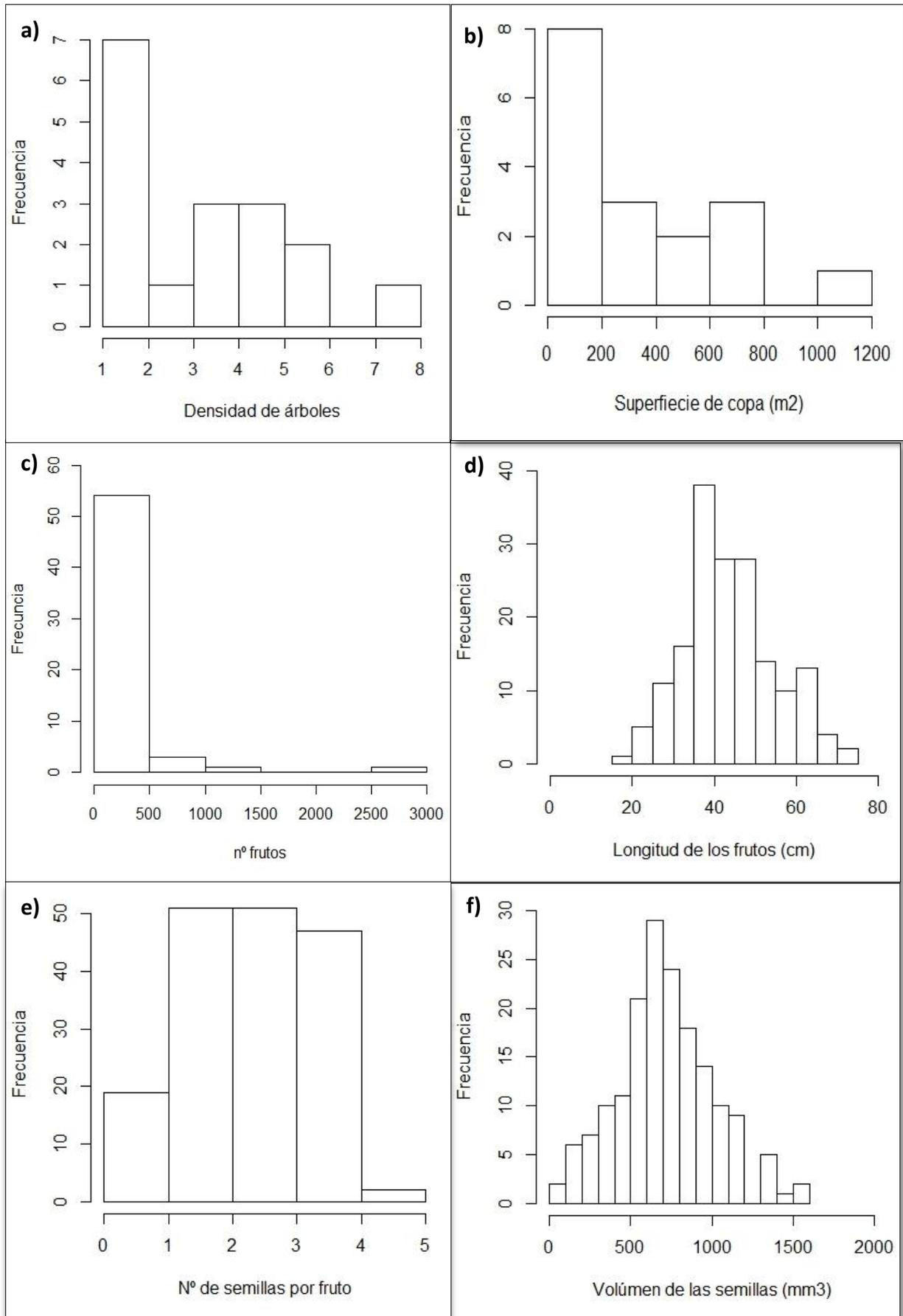


Figura II.2.5: Distribución de las frecuencias de las densidades ($n=59$ árboles en 17 parcelas de 1300m^2) **(a)**; Distribución de frecuencias de la superficie de copa ($n=17$ árboles) **(b)**; Distribución de frecuencias del número de frutos por árbol de *R. girolae* ($n=59$ árboles) **(c)**; Distribución de frecuencias del tamaño de los frutos ($n=170$ frutos) **(d)**; Distribución de frecuencias del número de semillas por fruto de *R. girolae* ($n=170$ frutos) **(e)**; Distribución de las frecuencias del volumen de las semillas de *R. girolae* ($n= 470$) **(f)**.

Comparación entre sitios

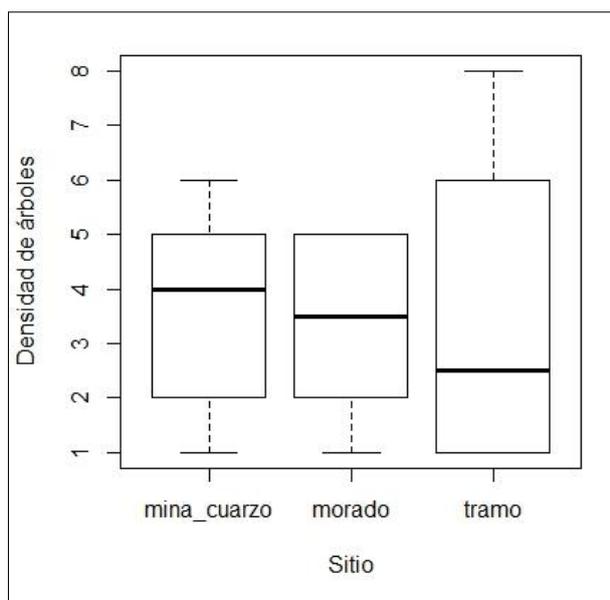


Figura II.1.7: Densidad de árboles de *R. girolae* en los sitios estudiados. Diagrama de caja: el rectángulo representa el rango intercuartílico donde se acumula el 50% de los datos, dividido por una línea que simboliza la mediana, separando el primer cuartil (superior) del tercer (inferior). Las líneas verticales (bigotes), se extienden hasta al mínimo y el máximo del conjunto de datos, siempre que estos valores no difieren de la media de más de una vez y media el rango intercuartílico. Los valores, indicados por puntos, se consideran atípicos.

No existe correlación entre el número de frutos por árbol y la superficie de copa del mismo ($p = 0.1637$).

El GLM bn. muestra que las densidades de árboles no varían entre los sitios (ANOVA con modelo nulo; $p=0,98$) (Fig. II.1.7) (ver anexo 1).

El número de frutos por árbol presentó diferencias significativas entre los sitios ($p=0,05$). En la Mina de cuarzo se encontró un mayor número de frutos por árbol, con una media de $407,22 \pm 183,38$, en comparación con el Morado y el Tramo, cuyas medias son $107 \pm 31,20$ y $54 \pm 22,83$, respectivamente (Fig. II.1.8) (ver anexo 1).

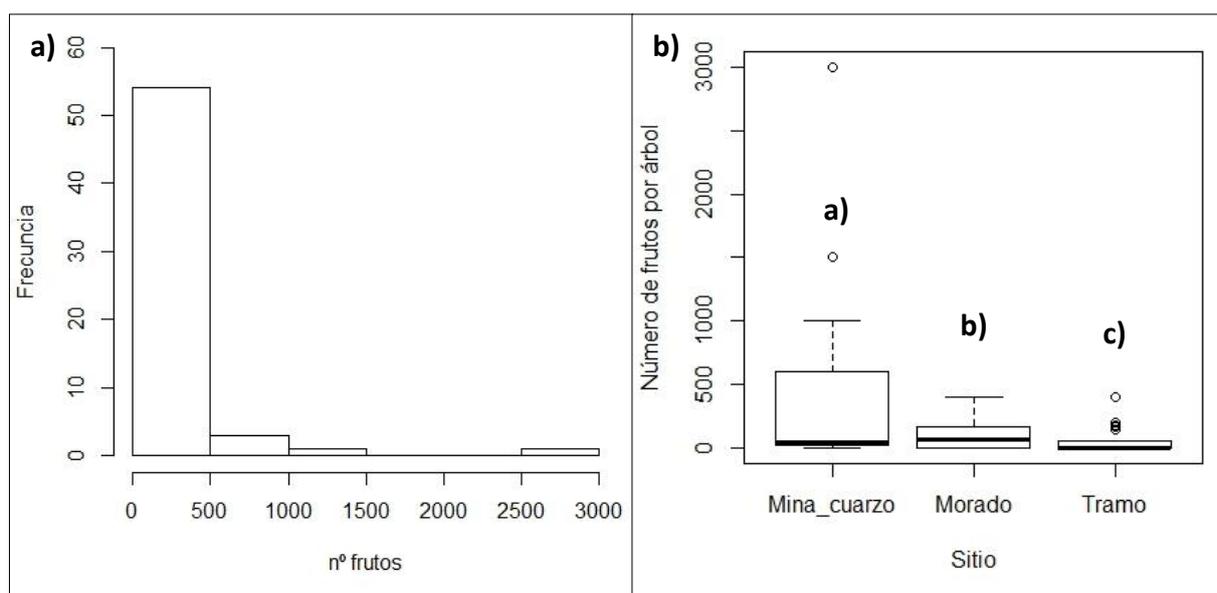


Figura II.1.8: Distribución de frecuencias del número de frutos por árbol de *R. girolae* ($n=17$ árboles) (a). Número de frutos por árbol en los sitios estudiados (b).

II.1.4. DISCUSIÓN

La densidad de *R. girolae* en la Mina de cuarzo fue de $28,65 \pm 7,38$, en el Morado de $26,53 \pm 5,31$ y mientras que el Tramo fue de $27,85 \pm 9,80$ ind/ha; y con un promedio de $27,68 \pm 0,62$ ind/ha, sin observarse diferencias entre los sitios. Ésta fue similar a la densidad de $33,85$ ind/a que se encontró para todo el Parque según el mapa de distribución de *R. girolae* (Campos et al., datos no publicados; Fig. 1.3). En un trabajo previo realizado en Sierra de Pie de Palo (San Juan) la densidad de árboles resultó ser de $117,5$ árboles/ha (Hadad et al., 2014). Si bien se esperaba que la densidad de árboles fuese más alta en el sitio perteneciente a la Provincia Fitogeográfica del Chaco (Mina de cuarzo), la misma no presentó diferencias entre los sitios. Por otro lado, la posición topográfica del terreno (cima de quebrada; ladera de quebrada y periferia de cauces secos) sí influye sobre la distribución de esta especie, presentando mayores densidades en laderas (Hadad et al., 2014).

En promedio, en los sitios estudiados del Parque, los adultos de *R. girolae* que produjeron al menos 10 frutos, tienen una altura de $4,88 \pm 0,595$ m, siendo las alturas más frecuentes aquellas entre los 2 y 4 m. Resultados similares fueron encontrados en sierra de Pie de Palo, donde la mayor frecuencia también se encontró en árboles de entre 2 y 4 m, con una altura promedio de $4,05 \pm 1,47$ m y una reducida cantidad de individuos inferiores a 1 m. Sin embargo en el presente trabajo algunos individuos superaron los 7 m, dato similar al encontrado por Márquez y colaboradores (2005), de 6 m dentro del Parque Provincial Ischigualasto. Por lo tanto, si bien, en promedio las alturas fueron similares tanto en sierra de Pie de Palo como en Ischigualasto, en este último las máximas llegan a valores superiores. Según Hadad y coautores (2014) las diferencias en la altura de los árboles pueden estar dadas por las condiciones ambientales de las diferentes localidades, como sugieren Villagra y coautores (2005) para los bosques de *Prosopis flexuosa* a lo largo de un gradiente latitudinal.

Por otro lado, el diámetro promedio de copa de los árboles adultos medidos en los tres sitios del Parque fue de $19,25 \pm 2,23$ m con una superficie de copa $362,20 \pm 85,01$ m². La media obtenida para la Mina de cuarzo fue de $511,28 \pm 128,96$, para el Morado de $358,47 \pm 161,37$ y para el Tramo de $216,86 \pm 53,27$ m². Campos et al. (2013) observaron que esta gran extensión y densidad de la copa puede crear un microambiente que facilita el establecimiento y crecimiento de diferentes especies de plantas en los bosques de *R. girolae* en Ischigualasto, por lo que se la podría considerar una especie importante en el rol del ecosistema árido.

Mientras que los datos conocidos para Ischigualasto y Pie de Palo fueron de 7 y 8,33 m respectivamente, con superficies que superan los 200 m². Probablemente los altos valores de la

superficie de la copa obtenidos en el presente trabajo sea debido a que las mediciones se tomaron únicamente en árboles adultos. A medida que *R. girolae* crece, adquiere una forma de semidecumbencia ocasionada por el incremento en la cantidad y tamaño de las ramas cuya elevada densidad de madera y su consecuente mayor peso, tira las ramas hacia abajo (Hadad et al., 2014).

En promedio *R. girolae* produce $189,41 \pm 109,98$ frutos por individuo. Los árboles de la Mina de cuarzo producen un mayor número de frutos y algunos pueden llegar a tener hasta 3000 (ocasionado posiblemente por pertenecer a la Provincia Fitogeográfica (P.F.) del Chaco). En el Tramo, el sitio perteneciente a la P.F. del Monte, la producción de frutos es baja, llegando en algunos casos a ser menor de 50. Por otro lado, se sabe que *R. girolae* no posee una floración constante, habiendo años en los cuales resulta ser explosiva y otras es mínima hasta inexistente en algunos casos. Este proceso es común en especies de ambientes xéricos, como es el caso de *Prosopis* sp. que presenta una producción de flores y frutos variable entre años y dependiente de las precipitaciones (Villagra, 2000).

Los frutos generalmente presentan tamaños que rondan los 40 y 65 mm de largo, y un promedio de $44,20 \pm 3,52$ cm. En la Mina de cuarzo (P.F. Chaco), los árboles producen las mayores cantidades de frutos y de mayor tamaño. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Morandini y de Viana (2009), a partir de experimentos realizados sobre *Enterolobium contortisiliquum* (Fabaceae) a lo largo de un gradiente hídrico entre Salta y Jujuy, donde se observó que el peso de los frutos es mayor en zonas de más humedad.

El número de semillas por fruto varía entre 2 y 4 unidades con una media de $2,78 \pm 0,08$. Se ha encontrado que la producción de semillas total por árbol puede variar espacial y temporalmente, pudiendo estar limitada por la cantidad de óvulos producidos, la cantidad y calidad del polen transferido, la cantidad de nutrientes y fotosintatos disponibles para los frutos y semillas, enfermedades y las condiciones ambientales (Silvertown y Lovett Doust, 1993; de Viana, 1995). Sin embargo el valor se mantiene constante a lo largo de los sitios de estudio.

En cuanto al volumen de las semillas, la mayor proporción de valores que se encuentran entre los 500 y 1000 mm³, con un promedio de $725,12 \pm 19,45$ mm³. Estudios han mostrado que las semillas pueden variar en tamaño y viabilidad dentro de un mismo fruto, de la misma planta y/o de la misma población (Morandini y de Viana, 2009). Otros estudios mostraron que variaciones en el tamaño generalmente son producidas por algún factor determinante en el momento de la floración. Por ejemplo, en algunas leguminosas, las semillas varían de peso dependiendo de la posición que tienen dentro del fruto, siendo significativa-

mente más livianas aquellas más próximas al pedúnculo. Estos efectos de posición pueden ser el resultado de diferencias en el consumo de nutrientes y de la competencia entre óvulos o semillas. También puede ocurrir que la variación en el tamaño esté determinado genéticamente y además se relacione con reguladores ambientales tales como temperatura, altitud (de Viana, 1999) o humedad del suelo (Schaal, 1980 y referencias).

A su vez no se observaron grandes variaciones entre los sitios, sin embargo la Mina de cuarzo presentó las semillas con volúmenes más bajos, mientras que el tamaño de fruto promedio fue mayor, al igual que el número de frutos por árbol. Esto estaría indicando que una mayor producción de frutos y un tamaño mayor de los mismos generan un gasto de recursos mayor, por lo tanto la planta no podría sustentar semillas grandes con alto contenido de recursos.

Finalmente se encontró que la proporción de semillas viables por fruto fue de $39,54\% \pm 6,88\%$, a partir de la totalidad de las semillas muestreadas, siendo causas de inviabilidad la depredación, la aborción, o cierto efecto intrínseco de la misma que la haya ocasionado.

CAPÍTULO 2

Interacción planta-depredador

II.2.1 INTRODUCCIÓN

La supervivencia de las semillas se ve afectada por la depredación de artrópodos, la cual presenta consecuencias negativas para la abundancia, distribución y evolución de plantas (Zhang et al., 1997 y referencias; Hernandez-Jaramillo et al., 2012). Este proceso es considerado una fuerza selectiva importante ya que puede disminuir el éxito reproductivo de las plantas y afectar su reclutamiento y demografía, influyendo directa e indirectamente en el tamaño, la cantidad y el tiempo de producción de frutos y semillas (Morandini y de Viana, 2009), y en consecuencia influir de manera directa en la ecología de las poblaciones vegetales con consecuencias en la abundancia y distribución de las plantas (Hernandez-Jaramillo et al., 2012).

Sin embargo esta interacción que influye en las poblaciones vegetales, también altera las poblaciones depredadoras. En ciertos casos los artrópodos que depredan semillas pueden ser considerados parásitos, cuando oviponen en los frutos y las larvas consumen las semillas durante su desarrollo. En estos casos las plantas generalmente se encuentran asociadas a una única especie depredadora (Zhang et al, 1997 y referencias), en cuyo caso se podría estar en presencia de un proceso de coevolución entre un parásito y su huésped (Hernandez-Jaramillo et al., 2012).

Esta interacción dada entre un artrópodo y una planta puede clasificarse como depredación pre y postdispersiva. La depredación predispersiva ocurre durante el periodo en que las semillas aún se encuentran en la planta madre, por lo tanto, la muerte se produce antes de su dispersión por agentes activos, afectando en forma directa el número de semillas que serán dispersadas. La depredación posdispersiva implica la ingesta y destrucción de las semillas luego de su etapa de dispersión y previo a la germinación, afectando el establecimiento de las plántulas (Chambers y MacMahon, 1994). Mientras que la depredación predispersiva es llevada a cabo principalmente por coleópteros, dípteros, lepidópteros e himenópteros, en la depredación posdispersiva intervienen, además de los insectos (principalmente hormigas), organismos de mayor tamaño, como los pequeños mamíferos, aves y hormigas (Zhang et al., 1997 y referencias ; Morandini y de Viana, 2009).

La intensidad de depredación sobre las semillas puede ser afectada por las condiciones ambientales, actividad del depredador en el sitio y su densidad poblacional, el tamaño y número de frutos y semillas, la densidad poblacional de la planta, los mecanismos de defensa de la planta, niveles de susceptibilidad genética o fisiológica (Morandini y de Viana, 2009).

En cuanto a las condiciones ambientales, para los ambientes desérticos en años de alta productividad primaria (años lluviosos), los consumidores tenderían a aumentar junto con el aumento del recurso alimentario; y en los frecuentes años secos que determinan baja productividad, los consumidores se verían negativamente afectados (Squeo et al., 2006). Caso contrario a los resultados obtenidos por Morandini y de Viana (2009) en la Provincia de Jujuy, donde *Enterolobium contortisiliquum* (Fabaceae) presentó una menor proporción de semillas depredadas en sitios de mayor humedad debido a una menor actividad de los insectos, mientras que en sitios de mayor sequedad los niveles de depredación resultaron mayores.

De igual forma, el tamaño de frutos y semillas puede afectar la preferencia de las semillas por parte de los depredadores. Generalmente frutos de mayor tamaño implican semillas más grandes, más apetecidas debido a la mayor cantidad de energía que pueden ofrecer (Mack, 1998; Dalling, 2002; Hernandez-Jaramillo et al., 2012), ya sea para alimento propio o para su descendencia (Mack, 1998; Leiva y Fernández-Alés, 2000; Dalling, 2002; Morandini y de Viana, 2009; Hernandez-Jaramillo et al., 2012).

Así como el tamaño de frutos y semillas, el número de frutos y propágulos producidos en una estación de fructificación también puede afectar la intensidad de la depredación sobre las semillas. Esta densidad de frutos abarca no solo a aquellos producidos por un individuo, sino también a aquellos proporcionados por individuos cercanos al mismo con el fin de considerar el efecto contagio. Cuando ambas variables (producción y depredación) están relacionados, la depredación se denomina densodependiente, pudiendo identificarse dos escenarios: un incremento del riesgo de depredación por individuo al aumentar la densidad de frutos e individuos dentro de una población dada (Steinhaus 1958, 1963; Anderson y May 1981); o caso contrario, un incremento de la depredación ante una disminución en la producción. Teóricamente, la depredación predispersiva huésped-específica (obligada o facultativa) tiene un alto potencial de operar de manera densodependiente (Augspurger, 1981).

Las plantas presentan ciertas estrategias espaciales y temporales para disminuir la depredación valiéndose de esta densodependencia “positiva”. La producción de frutos y semillas muestran amplias variaciones tanto entre poblaciones de la misma especie como entre individuos de la misma población y aún en un mismo individuo (Morandini y de Viana, 2009). Esta variación genera una depredación diferencial entre los diferentes individuos dentro de la población y entre poblaciones, disminuyendo riesgos de contagio, etc. Por otro lado, a nivel temporal, la ocurrencia de fructificaciones masivas seguidas de períodos sin producción

de frutos (masting) afecta la depredación de semillas debido a la reducción de las densidades de las poblaciones de insectos (Fagundes et al., 2013).

Además, las plantas presentan otros mecanismos de defensa que les permiten disminuir la intensidad de depredación, como la aborción de frutos y semillas. Este proceso puede ser estudiado desde tres puntos de vista: como respuesta a una infección, ambiental y evolutivo.

El primer caso ocurre cuando el daño generado por en las semillas o el peripacrpo de frutos muy jóvenes por artrópodos promueve la aborción del fruto y/o semillas (aborto selectivo) (Ostergard et al. 2007; Stephenson 1981; Marshall et al, 1985; Schaal, 1980). Este proceso puede ser visto como un mecanismo que presentan las plantas para interrumpir una inversión innecesaria de recursos sobre aquellos frutos que, de manera improbable contribuyan a la generación de embriones viables (Stephenson, 1981). Además de permitir una compensación a través de un mayor crecimiento de las frutas remantes, o una mayor producción floral (Janzen, 1971).

El aborto ambiental ocurre como consecuencia de una alta producción de flores que conlleva una alta producción de frutos y semillas que la planta, ante la falta de recursos, no puede mantener viables. Esto ocasiona la absción de frutos antes de su desarrollo reduciendo así la pérdida de fotoasimilados.

Finalmente el aborto evolutivo ocurre de manera aleatoria sobre ciertas semillas de la planta fijo en el código genético. Esta estrategia implica confundir al depredador para que ovipongan sobre frutos sanos exteriormente, pero que poseen en su interior semillas abortadas sin compuestos nutricionales. Este mecanismo puede ser contrarrestado si los depredadores son capaces de oviponer de manera selectiva en frutos con una mayor probabilidad de ser retenidos por la planta (Östergard et al., 2007). A su vez, Santos y colaboradores (1997) encontraron que las semillas mal formadas no presentan daños causados por insectos, lo cual indicaría que las semillas están sufriendo una selección cualitativa.

Como consecuencia de la teoría expuesta anteriormente se puede afirmar que el daño causado por los insectos tiene consecuencias negativas sobre la viabilidad de las semillas y por lo tanto en la germinación. Sin embargo, el nivel del daño depende del tejido que se vea afectado y en qué proporción. Si el daño ocurre en el embrión ocasiona la muerte de la semilla. Pero si el daño es ocasionado sobre el tejido de reserva (cotiledón) y si las partes vitales se encuentran intactas, la semilla mantendrá su viabilidad y se encontrará en condiciones de germinar (Fukumoto et al., 2000; Velez, 2013). Especies de sistemas áridos como *Acacia*

greggii y *Parkinsonia florida* presentan tolerancia al daño realizado por el brúquido generalista *Stator limbatus* (Velez, 2013). Asimismo, según los resultados obtenidos por Velez (2013) las semillas de *Prosopis flexuosa* bajo distintos grados de depredación parcial causada por larvas de *Scutobruchus ceratioborus*, también continuaron viables y pueden germinar.

En relación al marco teórico expuesto anteriormente, los objetivos del presente capítulo son:

(a) analizar la proporción de semillas dañadas por depredación de artrópodos en relación a los siguientes factores: diferencias entre los sitios de estudio, efecto del número de frutos por árbol, del número de frutos por árbol considerando además los vecinos coespecíficos, el tamaño de los frutos y número de semillas por fruto, la presencia de semillas abortadas en el fruto y el número de depredadores por fruto; (b) determinar la viabilidad de las semillas dañadas por depredación de artrópodos.

Hipótesis 1:

La depredación de semillas por artrópodos se ve afectada por: los sitios donde habita, la producción de frutos, el tamaño de los frutos y la aborción de semillas.

Predicciones:

a) La depredación de semillas dependerá de los sitios en los cuales *R. girolae* se desarrolle. Los árboles que habiten sitios pertenecientes a la Provincia Fitogeográfica del Chaco, presentará menos semillas dañadas (por fruto) por depredación de artrópodos.

b) El daño causado por depredación sobre las semillas es densodependiente: a medida que aumenta la cantidad de frutos producidos (tanto en el árbol estudiado como en los individuos cercanos al mismo) aumenta la proporción de semillas dañadas.

c) El daño por depredación de semillas será menor a medida que aumenta el tamaño del fruto y el número de semillas por fruto.

d) Un aumento en las semillas abortadas por fruto disuadirá a las hembras a no depositar sus huevos sobre los frutos de esa planta.

Hipótesis 2:

El daño por depredación, según sea parcial o total produce diferentes efectos sobre la supervivencia de las semillas.

Predicciones:

- a) Los daños parciales no ocasionarán la muerte del embrión dejando la semilla viable.
- b) El daño total, que implica la ingesta absoluta de la semilla, provoca la muerte de la misma.

II.2.2. MATERIALES Y MÉTODOS

Trabajo de campo

Ver Materiales y Métodos en Capítulo I.

Análisis de laboratorio

Luego de la toma de datos del fruto y la emergencia de los artrópodos adulto (Ver Metodología Cap. I y III), se procedió a tomar los datos concernientes a la evaluación del estado de los frutos y las semillas, con el fin de determinar el daño causado por los depredadores durante la etapa predispersiva.

Se describió la condición de cada fruto, clasificándolo en sano o dañado por artrópodos, considerando la presencia de orificios pequeños, medianos o grandes de entrada y salida de insectos y la corteza comida por artrópodos (Fig.II.2.1). Se abrió cada fruto (ver Metodología Cap. I) con el fin de determinar el estado de la semilla, clasificándolas como abortadas, sanas y dañadas por artrópodos. Las semillas abortadas se caracterizaron por presentar tamaño diminuto (no más de 0,5 cm), malformaciones, sin endosperma desarrollado y de tegumento oscuro (Fig. II.2.2.c). Por otro lado, se consideraron como semillas sanas a aquellas que no presentaron signos externos de ataque de depredadores, de tamaño grande, forma redondeada, con endosperma desarrollado y cubiertas seminales de color marrón claro (Fig. II.2.2.a). Finalmente, las semillas dañadas parcial o totalmente por depredadores fueron aquellas que presentaron signos característicos de la depredación, como secreciones de los artrópodos, restos de semillas consumidas, etc. (Fig. II.2.2.b).

Se tomaron las medidas del largo, ancho y espesor, para así calcular el volumen de las semillas sanas, abortadas y parcialmente dañadas. Finalmente, se evaluó la viabilidad de todas las semillas mediante la técnica de TFTZ (Parte II, Capítulo 1).

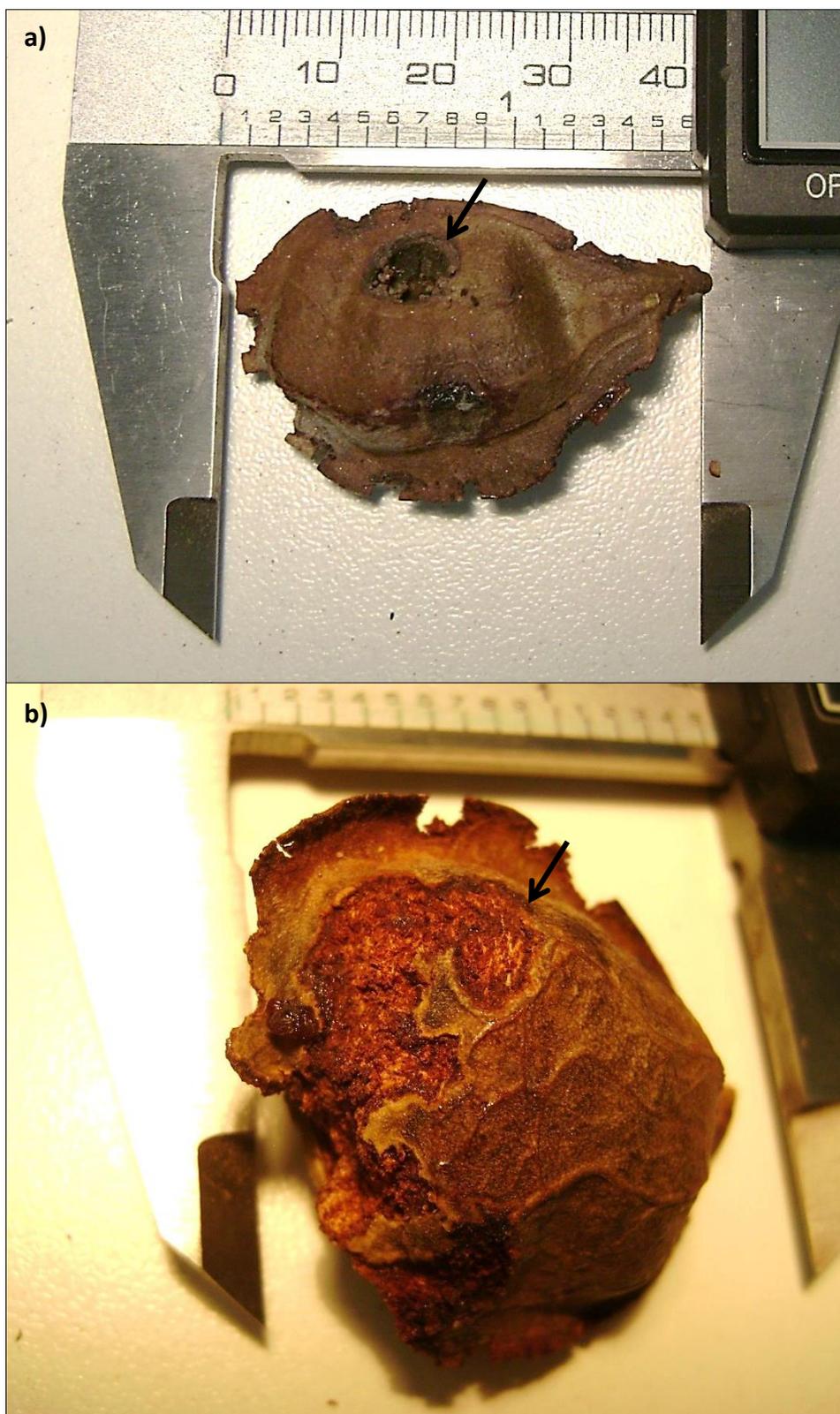


Figura II.2.3: Daños ocasionados por depredación sobre frutos de *R. girolae*: emergencia de lepidóptero (a); daño exterior visible causado por depredación de hormigas (b).



Figura II.2.2: Estados de la semilla de *R. girolae*: Semilla sana (a); restos dejados por artrópodos depredadores luego de alimentarse a partir de la semilla, en este caso la semilla fue consumida totalmente (b); semilla abortada (c).

Análisis estadísticos

Con el objeto de establecer si la proporción de semillas dañadas por depredadores depende del sitio, de la densidad de frutos (del árbol y del árbol junto con los vecinos coespecíficos), del tamaño de los frutos, del número de semillas por fruto, de la presencia de semillas abortadas y del número de depredadores por fruto, se ajustó un modelo lineal generalizado mixto (GLMM), el cual fue comparado con su respectivo modelo nulo a través de análisis de varianza (ANOVA), utilizando RStudio (versión 3.0.2).

La proporción de semillas dañadas se calculó en base al número de semillas del fruto. Las semillas abortadas no fueron consideradas porque se asume que los insectos no las utilizarán para alimentarse debido al escaso tamaño que alcanzan. Como variable explicativa se tuvo en cuenta la presencia o ausencia de semillas abortadas en los frutos.

II.2.3 RESULTADOS

Variable	Sitio (media \pm ee)			Media \pm ee
	Mina de cuarzo	Morado	Tramo	
Nº semillas por fruto	2,92 \pm 0,235	2,65 \pm 0,21	2,78 \pm 0,24	2,78 \pm 0,08
Nº semillas sanas por fruto	1,48 \pm 0,39	0,50 \pm 0,16	1,08 \pm 0,44	1,02 \pm 0,285
Nº semillas dañadas por fruto	1,10 \pm 0,31	2,07 \pm 0,365	1,60 \pm 0,43	1,59 \pm 0,28
Nº semillas abortadas por fruto	0,34 \pm 0,20	0,07 \pm 0,03	0,08 \pm 0,065	0,16 \pm 0,09
Nº Lepidopteros por fruto	0,36 \pm 0,09	0,70 \pm 0,12	0,72 \pm 0,265	0,59 \pm 0,12

Tabla I.2.1: Valores medio y su error estándar de las diferentes variables medidas sobre los frutos de *R. girolae*, en los tres sitios dentro del Parque y su media y error estándar general.

Semillas depredadas

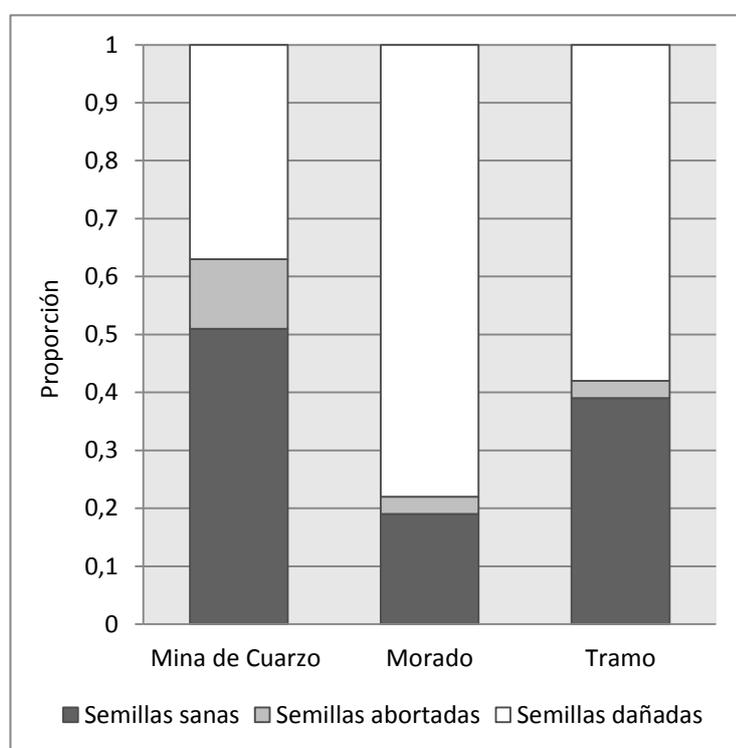


Figura II.2.3: Proporciones de los estados de las semillas (sanas, abortadas o dañadas por artrópodos) teniendo en cuenta la totalidad de las semillas muestreadas en los tres sitios de estudio.

Para *R. girolae*, el 36,38% de las semillas resultaron sanas, de las cuales el 91% fueron viables. Por otro lado, las semillas dañadas durante la etapa predispersiva representaron en promedio el 57,87% del total de las semillas muestreadas y de las cuales el 19,64% conservó su viabilidad. Y las abortadas representaron un 5,75% del total de las semillas muestreadas.

En la figura II.2.3 se presentan las proporciones de las semillas en los diferentes estados para los tres sitios estudiados.

El tamaño de los frutos y el número de semillas por fruto, afectaron la proporción de semillas dañadas por artrópodos por fruto ($p < 0,0001$; $\text{Chisq} = 51,657$) (ver anexo 2). A medida que aumenta el número de semillas por fruto aumenta la proporción de semillas dañadas, mientras que a medida que aumenta el tamaño de los frutos la proporción de semillas dañadas es menor.

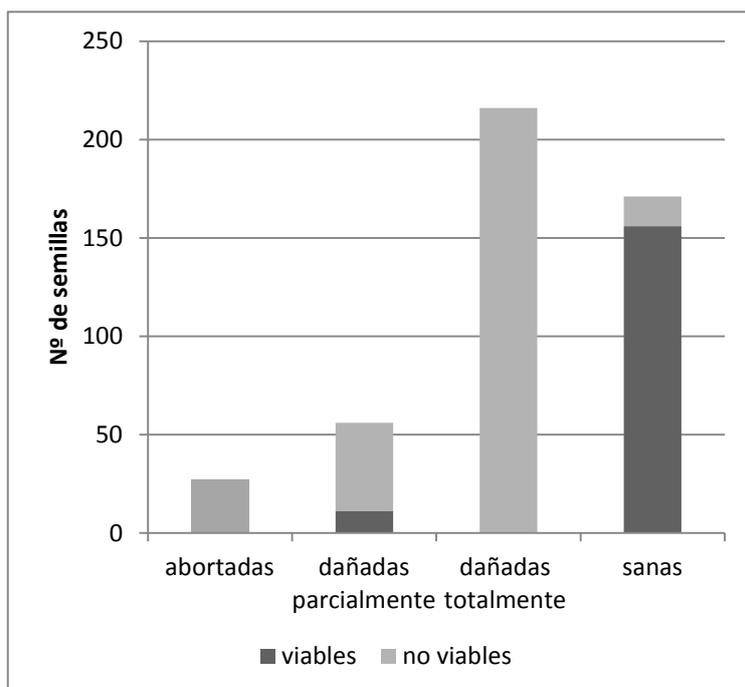


Figura II.2.5: Número de semillas viables y no viables que presentaron tanto aquellas abortadas, dañadas parcialmente, dañadas totalmente, como sanas en la totalidad del muestreo (n=470).

Si hay correlación entre el número de semillas por fruto y el tamaño del fruto ($p=0.02096$), a medida que aumenta el número de semillas por fruto aumenta el tamaño del fruto.

Proporción de semillas dañadas aumenta a medida que aumenta el número de semillas por fruto y disminuye el tamaño de los frutos.

Casi la totalidad de semillas sanas resultaron viables (Fig. II.2.5). Un pequeño número

de semillas parcialmente dañadas por artrópodos y semillas abortadas también fueron viables.

Se encontró que el 61,77% de los frutos presentaron al menos una semilla dañada, el 50% de los frutos observados mostraron presencia positiva para la larva de lepidóptero, siendo el 100% de los frutos que tienen al menos una larva mostraron índices de daño sobre al menos una semilla.

II.2.4 DISCUSIÓN

Para *R. girolae*, el 58% de las semillas resultaron dañadas durante la etapa predispersiva de las cuales el 20% conservaron su viabilidad. En el Parque Ischigualasto, un estudio previo sobre la depredación predispersiva de semillas de *Prosopis chilensis* encontró que el daño total causado por artrópodos alcanzó el 21% (Velez, 2013). Sin embargo, suele ser común que las plantas pierdan por depredación entre el 90 y 100% de una producción dada (Crawley, 1992). En base a esta afirmación *R. girolae* puede llegar a presentar entre un 32 y un 42% de las semillas dañadas durante la depredación posdispersiva, mientras que para *P. chilensis* este valor oscila entre el 79 y el 89%. Esta diferencia puede encontrar explicación en la dureza del fruto de *R. girolae*, dificultando la depredación posdispersión. Se sabe que *Octomys mimax* es probablemente la única especie capaz de romper los frutos y consumir

las semillas (Campos, 2012) actuando como depredador posdispersivo. En las especies de *Prosopis*, en cambio, al no presentar esta defensa, la pérdida de semillas será más alta en las etapas posdispersivas.

Resultados obtenidos por Ortiz (2014) muestran que la diversidad genética de la subpoblación ubicada en Mina de cuarzo es alta, por lo tanto hay un importante aporte de variabilidad genética producto de la reproducción sexual. En consecuencia este alto porcentaje de depredación sobre las semillas remarca la importancia de la conservación del banco de semillas para la futura regeneración de las poblaciones.

Se esperaba encontrar que en el sitio pertenecete a la Provincia Fitogeográfica del Chaco (Mina de cuarzo) se presentaran menos semillas dañadas. Morandini y de Viana (2009), trabajando en localidades situadas a lo largo de un gradiente hídrico, encontraron una menor proporción de semillas depredadas en el sitio de mayor humedad debido a una menor actividad de los insectos. En el presente trabajo, no se encontraron diferencias entre los sitios con respecto a la densidad de semillas dañadas.

A medida que aumenta la cantidad de frutos, se esperaba que aumentara el número de semillas dañadas. Sin embargo, los resultados mostraron que el número de semillas dañadas en los árboles muestreados no depende de la densidad de frutos, tanto los producidos por el mismo árbol como en la totalidad de frutos considerando los árboles vecinos. Son numerosos los trabajos realizados sobre la densodependencia con respecto a la depredación, presentándose hipótesis y resultados variados y contrapuestos. En algunos casos se predice que los organismos van a incrementar su inversión en mecanismos de resistencia a enfermedades al aumentar la densidad poblacional, lo que resulta en una relación positiva entre densidad de población y resistencia a parásitos per cápita (Wilson y Reeson 1998). Mientras, otros asumen que el hacinamiento provoca estrés y lleva a un incremento en la sensibilidad hacia los parásitos (Steinhaus 1958, 1963). Probablemente, en el caso de *R. girolae*, otras variables del ambiente o intrínsecas de la planta están influyendo en la depredación de las semillas. Como por ejemplo, diferentes condiciones de humedad, o ciertos mecanismos de defensa de la planta, siendo un posible tema de estudio para investigaciones futuras.

Según la predicción del trabajo habría un efecto del tamaño del fruto y del número de semillas por fruto sobre la proporción de semillas dañadas, considerando que en general los artrópodos utilizan los propágulos que les ofrece más recursos (Dalling, 2002). Morandini y de Viana (2009) encontraron que los brúquidos prefieren depredar las semillas de *Enterolobium contortisiliquum* contenidas en frutos medianos en aquellos casos donde la competencia no

resulta de importancia porque son bajos los porcentajes de semillas depredadas (14%). Pero cuando aumenta el nivel de depredación (35%), la preferencia por una determinada clase de tamaño de fruto se desdibuja debido a la mayor competencia. Los resultados del presente trabajo mostraron que en frutos de menor tamaño hubo una mayor cantidad de semillas dañadas.

Los resultados del trabajo mostraron que a medida que aumenta el número de semillas por fruto es mayor el número de semillas dañadas. Estos resultados difieren con los encontrados por Ramírez y Arroyo (1987), quienes mostraron que a medida que aumenta la densidad de semillas disminuye el número de semillas dañadas debido al efecto de saciedad de los insectos. Sin embargo es importante destacar que en el caso de *R. girolae* los resultados corresponden a análisis a nivel de fruto (no de árbol) y las larvas generalmente se alimentaron de la totalidad de las semillas contenidas dentro del fruto.

Se había predicho que la cantidad de semillas dañadas disminuiría en frutos que presenten semillas abortadas como una posible estrategia para disminuir la depredación por artrópodos, como es el caso de los resultados propuestos por Östergard y colaboradores (2007). No obstante, los resultados no mostraron este efecto. A su vez, el aborto puede presentar otras causas como limitación de polinizadores, escasez de recursos, baja producción de óvulos, etc. (Augspurger, 1981; Casper y Wiens, 1981; Bawa y Webb, 1984; Marshall y Ellstrand, 1988; García et al., 2000). Una importante pregunta que queda abierta luego de los resultados de este trabajo es determinar las posibles causas que se relacionan con la aborción de propágulos en *R. girolae*.

El número de semillas dañadas se encuentra afectado por el número de lepidópteros encontrados por fruto, lo cual confirma que el daño observado en las semillas es causado por estos depredadores.

Finalmente se encontró que el 36% de las semillas resultaron sanas, de las cuales el 91% fueron viables, mostrando el alto nivel de viabilidad que la especie posee.

Esta tesis muestra los primeros resultados realizados sobre la depredación predispersiva sobre *R. girolae*.

CAPÍTULO 3

Identificación de depredadores predispersivos

II.3.1 INTRODUCCIÓN

Las semillas de *R. girolae* se encuentran protegidas por un fruto leñoso que se endurece a medida que va madurando (Meglioli et al., 2012) y dificulta el consumo de las semillas por parte de los animales. Sin embargo, algunas especies pueden llegar a depredar las semillas, como es el caso de la rata cola de pincel *Octomys mimax* (Rodentia: Octodontidae) durante su etapa posdispersiva y una especie de la familia Phycitinae (Lepidópera: Pyradidae) en su etapa predispersiva (Zapata y Zapata, 2009). Mientras la primera extrae y consume las semillas horadando uno o más locus del fruto (Campos, 2012), la larva de la segunda se alimenta en el interior consumiendo hasta tres semillas en su desarrollo (Zapata y Zapata, 2009).

Debido a la falta de información presente acerca de los artrópodos que depredan las semillas de *R. girolae* durante su etapa predispersiva, resulta esencial reconocer en primera instancia las especies presentes durante esta interacción. Es de esperar que al ser una Fabácea, varios depredadores se encuentren asociados a ella, debido a la extenso número de especies que se alimentan de diferentes Fabáceas a lo largo del planeta. En su mayoría los insectos que más comúnmente se alimentan de las semillas de varias especies vegetales durante la etapa predispersiva son Coleóptera y Lepidóptera, dípteros e himenópteros. En particular, para el caso de las Fabáceas los coleópteros de la familia Bruchidae se han especializado en la depredación de semillas de Fabaceae. Por ejemplo en *Prosopis flexuosa* (Fabaceae) las larvas de *Scutobruchus ceratioborus* (Coleoptera: Bruchidae) se alimentan de sus semillas (Velez, 2013). Sin embargo especies de lepidópteros también se han encontrado depredando varias especies de fabáceas, como es el caso de *Tomares ballus* (Lepidopeta: Lycaenidae) que consume flores y semillas de *Astragalus lusitanicus* (Fabaceae) en el sur de España (Jordano et al., 1990). *Trichilogaster acaciaelongifoliae* Froggatt (Hymenoptera: Pteromalidae), ha sido utilizada en control biológico de *Acacia longifolia* (Andr.) Willd. (Fabaceae) en África y Australia, y *Melanterius* spp. (Curculionidae) que se alimenta de semillas de *A. longifolia*, *Acacia melanoxylon* R. Br. y *Paraserianthes lophantha* (Willd.) Nielsen (Dennill y Donnelly, 1991). Individuos de *Sennius amazonicus*, *Sennius* sp. y *Amblycerus* sp. (Coleoptera: Bruchidae) se han encontrado en semillas de *Sclerolobium* sp. (Fabaceae) en Brasil. (Santos et al., 1997).

En esta instancia resulta pertinente destacar que los insectos que atacan las semillas en muchos casos pueden ser considerados parásitos, cuando oviponen en los frutos y las larvas consumen las semillas durante su desarrollo (Fukumoto y Kijimura, 2000).

En contexto del precedente marco teórico, el objetivo del presente capítulo es identificar las especies de artrópodos que dañan las semillas en la etapa predispersiva. A partir del mismo se planteó la siguiente hipótesis: diversas especies de artrópodos se encontrarán asociadas a los frutos de *R. girolae*, y algunas especies serán depredadoras de las semillas en su etapa predispersiva.

II.3.2 MATERIALES Y MÉTODOS

Trabajo de campo

Ver Materiales y Métodos en Capítulo I.

Análisis de laboratorio



Figura II.3.1: Establecimiento de cada fruto en frascos individuales en laboratorio.



Figura II.3.2: Trabajo en laboratorio y elementos.

En laboratorio, los frutos se colocaron en frascos individuales, identificando número de fruto, fecha de colección y sitio de muestreo. Los frascos se taparon con tela, a fin de eliminar la humedad y el riesgo de proliferación de hongos, y se esperó 6 meses la emergencia de los artrópodos adultos para su identificación sistemática (Fig. II.3.1).

Los adultos emergentes se conservaron en tubos Eppendorf. En caso de encontrar larvas vivas dentro del fruto se esperó hasta que emergiera el adulto (Fig. II.3.3). Mientras que otras se llevaron a freezer, para su posterior montado y fotografiado. Se colectaron además las pupas.



Figura II.3.3: Fruto abierto con una larva en su interior.

Los especímenes, exceptuando los lepidópteros, fueron preservados en tubos saturados con alcohol etílico al 70% a -12°C . En el caso de los lepidópteros adultos, una vez emergidos fueron frizados y montados con alfileres entomológicos de manera directa. Esta es la técnica de preservación más conocida y utilizada en lepidópteros. Para obtener las fotografías se utilizó una cámara Nikon acoplada a Microscopio binocular Olympus CX31 con aumento 10X.

II.3.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se consideraron tanto los artrópodos encontrados alimentándose de las semillas como los asociados al fruto durante su etapa predispersiva, es decir, aquellos que se encontraron presentes al momento de la colecta.

Orden	Suborden	Familia	Subfamilia	Género	Especie	MC	Mo	Tr
Arachnida	Araneae	Araneomorpha	Salticidae	-	-	-	18	1
			Gnaphosidae	-	-	-	2	-
Insecta	Hymenoptera	Apocrita	Bethylidae	Bethylidae	<i>Goniozus</i>	-	30	21
			Formicidae	-	<i>Camponotus punctulatus</i>	-	8	3
Coleoptera	-	-	Bruchidae	-	-	-	1	-
			Cucujidae	-	<i>Oryzaephilus mercator</i>	-	-	-
Lepidoptera	Glossata	Pyralidae	Phycitinae	<i>Anypsiopyla</i>	<i>univitella</i>	18	42	43
Diptera	-	-	Asilidae	-	-	-	1	1
			Culicidae	-	<i>Culex</i>	-	2	-
Total						62	85	47

Tabla II.3.1: Artrópodos asociados al fruto de *R. girolae*, mostrando el número de individuos encontrados en los frutos de las distintas procedencias (Mina de cuarzo (MC) n=50 frutos; Morado (Mo) n=60; Tramo (Tr) n=60).

Existen varias especies de artrópodos asociadas a *R. girolae*, debido a los beneficios que esta especie brinda. Las arañas utilizan las cavidades del fruto dejadas por las larvas de

lepidóptero como refugios para poder colocar sus huevos, mientras que hormigas del género *Camponotus* se alimentan de restos de semillas o frutos. Por otro lado, varios individuos de la familia Psocóptera (en algunos casos más de 50), habitan sobre la hojarasca y frutos una vez caídos de la planta, estos individuos pueden llegar a medir unos 0,5 mm de largo y se los conoce como piojo de los libros o piojo de las cortezas. La única especie que se encontró consumiendo las semillas es *Anypsiopyla univitella* (Lepidóptera), y asociada a esta especie apareció *Goniozus* sp. (Hymenoptera). Esta tesis implica el primer estudio realizado donde se ha identificado y registrado actividad de estas dos especies sobre *R. girolae*. A continuación se describirán con más detalle las características de ambas especies.

***Anypsiopyla univitella* Dyar.** (Phycitinae, Pyralidae, Lepidóptera)

La superfamilia Pyraloidea es la tercer superfamilia más grande del Orden Lepidóptera, e incluye unas 16.000 especies alrededor del mundo, en su mayoría plagas de cultivos (tallos, raíces) y de productos almacenados como las semillas y granos (Solis, 2007). Esta superfamilia está compuesta por dos familias: Pyralidae y Crambidae. La especie estudiada pertenece a Pyralidae (polillas con hocico), la cual es la menor de las dos familias, con 5.921 especies dentro de 1.055 géneros, distribuidas a nivel mundial, aunque la mayor abundancia se encuentra en los trópicos (Padmaja et al., 2012).

Las larvas de Pyraloidea, transportadas a través del mundo por las actividades humanas (Padmaja et al., 2012), tienen el cuerpo cilíndrico, ojos simples, piezas bucales masticadoras, tres pares de patas verdaderas en el tórax y cinco pares de falsas patas abdominales, y en el mesotórax presentan un anillo esclerosado alrededor de la base. Poseen glándulas de seda y mudan la piel con periodicidad hasta multiplicar varias veces su tamaño original. Generalmente son minadores de hojas y barrenadores de tallos y otras estructuras vegetales. Otras infestan vegetales secos almacenados como granos y nueces representando un problema económicamente significativo (Solis, 2007). Suelen vivir recubiertas de seda, en refugios que ellas mismas construyen, algunas se alimentan de hojas las cuales enrollan y atan juntas para formar un refugio. Otras son barrenadoras de tallos, raíces, brotes, capullos y frutos de mono y dicotiledóneas. Otras viven en los nidos de hormigas, abejas o avispas. Algunos grupos se han adaptado a ambientes acuáticos donde en su mayoría se alimentan de plantas, y unas pocas son predadoras o carroñeras. Otras se alimentan de productos almacenados o de materia fecal de perezosos y murciélagos. La larva se puede distinguir por tener un par de setas pre-espíraculares en el protórax, tres subventrales en los segmentos 3 a 6 y un círculo completo de ganchillos (Solis, 2007).

La familia Pyralidae incluye 5 subfamilias, de las cuales Phycitinae es la más diversa, con más de 600 géneros y más de 4000 especies descritas hasta el presente, acumulando las tres cuartas partes de diversidad de la familia. En general, las Phycitinae son polillas de cuerpo más bien pequeño y delgado, con la probóscide bien desarrollada, con palpos labiales alargados y rectos. Son de colores discretos, las alas anteriores presentan manchas con patrones crípticos en colores grises y marrones. Algunas se alimentan de semillas o son depredadoras, utilizando un amplio rango de hábitats (Solis, 2007).

Anypsipyla univitella fue descrita por primera vez por Dyar en 1914 en Panamá (Neunzig, 2003). Desde entonces se ha reportado para varios de países de América Central y Sur, llegando hasta la Argentina. En todos los casos se la ha observado alimentándose de frutos de Fabáceas y en particular en varias especies de *Prosopis* (Neunzig, 2003; Mc Kay y Gandolfo, 2007).

A continuación se provee una diagnosis de los diferentes estados.

Adulto



Figura II.3.4: Ejemplar adulto de la especie *Anypsipyla univitella*. Fotografía realizada con cámara acoplada a microscopio, aumento 10X.

Esta especie presenta una envergadura de alas anteriores de 21 mm. La cabeza, cuerpo y patas se caracterizan por poseer un color castaño grisáceo, con patrón de manchas marro-

nes, bage y rojo apagado. El área anal y apical es gris fusca, rojiza con puntos marrón oscuro difuminados a partir del centro. Se observan venas de color castaño oscuro, y alas posteriores blancas a translucidas con márgenes oscuros (Fig. II.3.4).

Larva

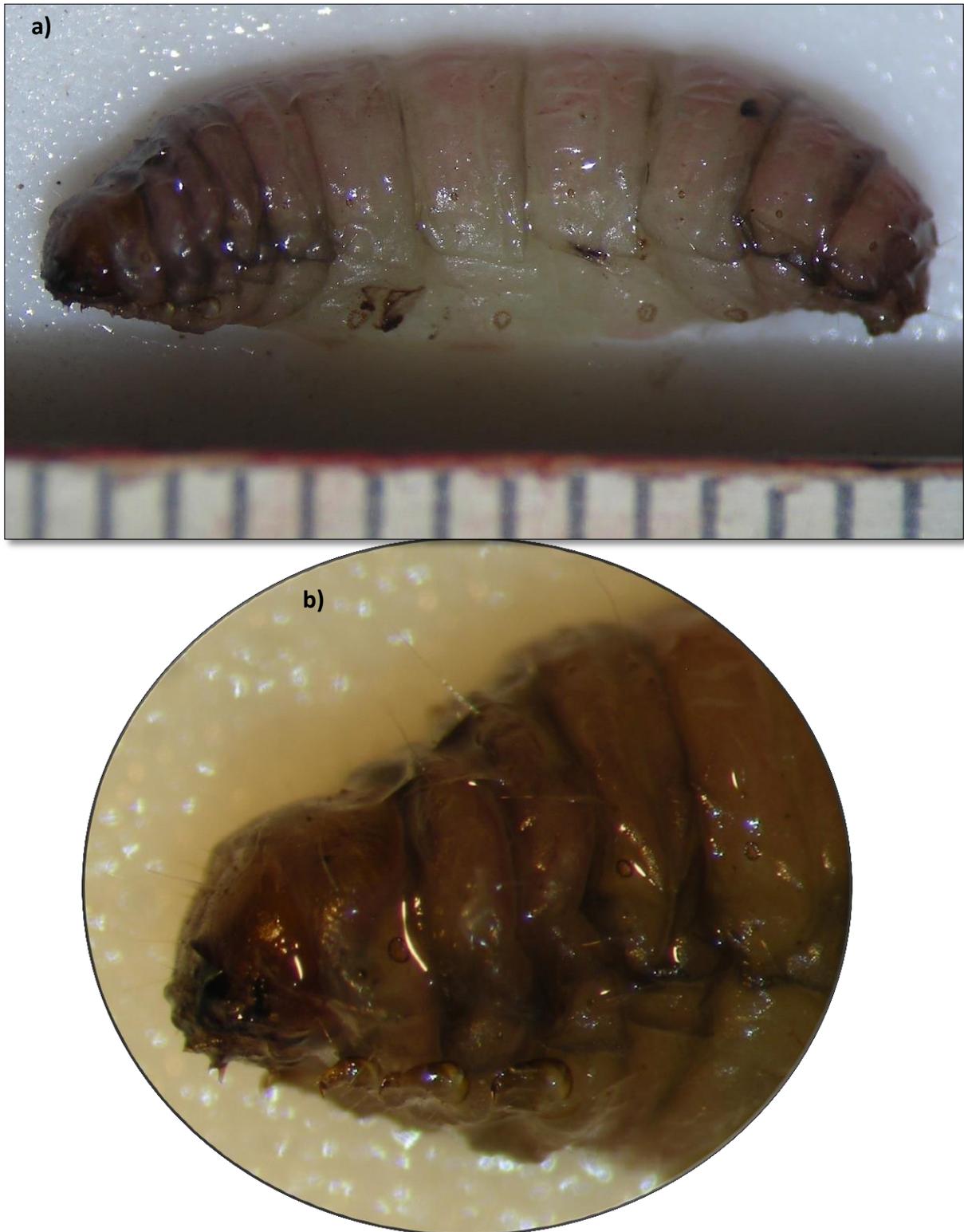


Figura II.3.5: Ejemplar de la larva de *Anypsipyla univitella* (a). detalle del aparato bucal (b). Fotografía realizada con cámara acoplada a microscopio, aumento 10X.

El cuerpo de la larva de los estadios jóvenes es de un color celeste turquesa (al igual que lo descrito por Mc Kay y Gandolfo, 2007) en los instares más avanzados, con la cápsula de la cabeza marrón. Pueden llegar a alcanzar aproximadamente los 20 o 25 mm de largo (Fig. II.3.5).

Pupa



Figura II.3.6: Estado de pupa de *Anypsipyla univitella*. Fotografía realizada con cámara acoplada a microscopio, aumento 10X.

Marrón negruzco, envuelta en un cocón de seda blanca (Fig. II.3.6).

Comportamiento

La hembra puede colocar entre 1-2 huevos sobre la superficie del fruto (de acuerdo al número de larvas encontrado en su interior) cuando ha llegado a su mayor tamaño aunque en estados primarios de maduración cuando todavía presenta cierta ductilidad. Las larvas emergen de los huevos y comienzan a taladrar la corteza del fruto hacia el interior del mismo. Se alimentan del mesocarpo del fruto y de las semillas valiéndose de su alto contenido energético y proteico. Datos similares fueron descritos por Janzen (1982), para *Pithecellobium saman* y Mc Kay y Gandolfo, (2007) en varias especies de *Prosopis*. Asimismo no se observó evidencia de competencia entre larvas dentro del mismo fruto.

Una sola larva puede llegar a alimentarse de las cuatro semillas presentes en el fruto, atravesando las cavidades lignificadas que separan cada una, dejando en su lugar una masa de excremento de color marrón rojizo entrelazado con hilos de seda blanca (Fig. II.3.7). Es difícil determinar si un fruto se encuentra infectado en su fase inicial, únicamente se puede observar un orificio de ≈ 1 mm por el cual la larva ingresó al fruto. En la mayoría de los integrantes de esta subfamilia la duración total del desarrollo es de uno a dos meses, dependiendo de las condiciones ambientales y se puede extender si el insecto pasa por diapausa. Janzen (1982) descubrió que si el fruto cae al suelo, la larva eventualmente consume la mayoría del tejido del fruto y la totalidad de las semillas, permitiéndole sobrevivir durante varios meses hasta completar su ciclo. Es probable que este proceso se haya simulado en laboratorio, donde el adulto de la mayoría de los individuos emergió luego de 6 meses, o incluso 1 año, a partir de la colecta de los frutos. Como los frutos fueron recolectados en enero y ya contenían larvas en su interior, es de esperarse que la hembra coloque los huevos en los meses de verano cuando los frutos están desarrollados, como ocurre en varias especies de esta familia (Roovers 1971, Bauer 1987). Se encontraron ejemplares adultos vivos luego de aproximadamente 19 meses de la colecta de los frutos, sin disponibilidad de alimento necesario para esta fase de su desarrollo, mostrando su capacidad de supervivencia ante la escasez de alimento.

Por otro lado, se advirtió, aunque no fue cuantificada, la presencia de hongos en frutos que presentaban larvas en su interior, al igual que lo observado por Mc Kay y Gandolfo (2007) en especies de *Prosopis*.

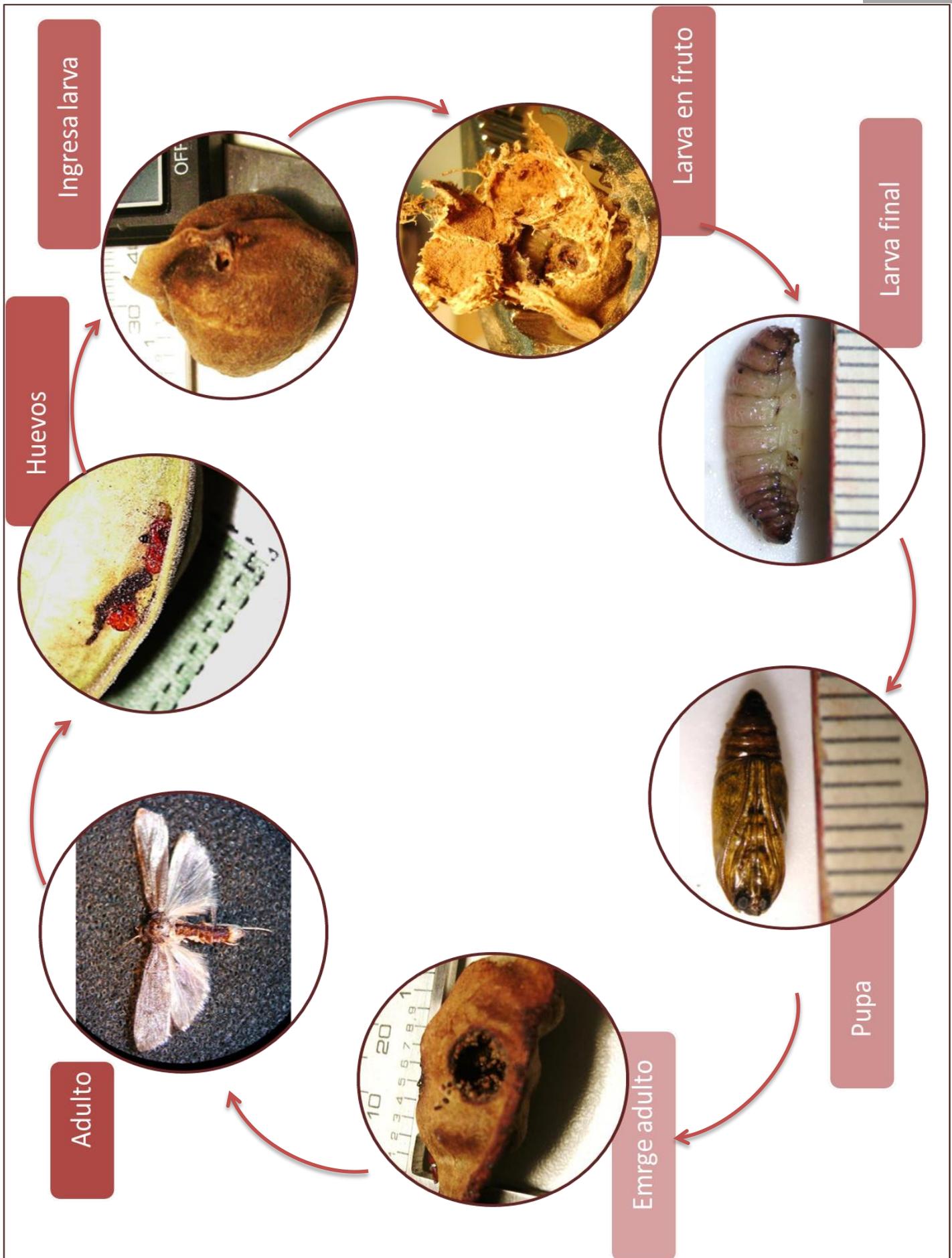


Figura II.3.7: Esquema general del ciclo de vida de *Anypsipyla univitella*. Los huevos son colocados sobre la superficie del fruto, ingresa al fruto y se alimenta de 1 o 4 semillas pasando a través de las cavidades esclerosadas que separan cada una, forma la pupa y el adulto sale mediante un orificio. Fotografías realizadas con cámara acoplada a microscopio, aumento 10X.

***Goniozus* sp.**

Figura II.3.8: Ejemplares adultos de *Goniozus* sp. Fotografía realizada con cámara acoplada a microscopio, aumento 10X.

En la semilla de *R. girolae* se encontraron microhimenópteros pertenecientes género *Goniozus* (Bethyidae, Chrysidoidea, Himenóptera). Esta familia de avispas está ampliamente distribuida a nivel mundial, desde los trópicos hasta las regiones subárticas (Zaviezo et al., 2007). Comprende al menos tres subfamilias Bethylinae, Epyrinae y Pristocerinae, con unas 2000 especies descritas, parasitoides exclusivas de coleópteros y lepidópteros (Witethom y Gorth, 1994).

Dentro de la subfamilia Bethylinae se encuentra el género *Goniozus*, formado por avispas parasitoides, que atacan casi exclusivamente los estados inmaduros de coleópteros y lepidópteros, incluyendo plagas de varios cultivos, siendo utilizado en programas de biocontrol a lo largo del planeta (Stokkebo y Hardy, 2000; Humphries et al., 2006; Goubault et al., 2008; Bentley et al., 2009; Lizé et al., 2012).

El género *Goniozus* comprende unas 150 especies de distribución cosmopolita, 80 de las cuales se encuentran descritas para América, pero pocas para Sudamérica. Son ectoparasitoides, prefiriendo como hospedadores larvas de lepidópteros, especialmente los minadores y enrolladores de hojas; aunque son poco específicos. De acuerdo a sus hábitos y características biológicas las especies de *Goniozus* son candidatas potenciales para el control de larvas de lepidópteros plaga de la agricultura, principalmente de las familias Gelechiidae y Pyralidae (Witethom y Gorth, 1994; Laumann et al., 2000; Zaviezo et al., 2007).

Presentan un relativo corto tiempo de desarrollo especialmente durante la incubación. La longevidad varía entre las especies y entre los sexos, abarcando un rango que va desde los 5 a 100 días. El periodo de pre-oviposición varía entre 1 a 9 días, siendo más común de 2 a 5. El número de huevos depositados también varía entre los 16 y 233 según la especie y las condiciones ambientales e intrínsecas, y el número de huéspedes atacados por hembra va desde 1 a 16 (Witethom y Gorth, 1994).

En cuanto al comportamiento reproductivo se puede decir que las hembras logran tener acceso al hospedador mediante la realización de un túnel a través de los tejidos del fruto. Permanecen custodiando al hospedador entre el momento de la picadura y el depósito de huevos, periodo conocido como “custodio del huésped” (Goubault et al., 2008; Lizé et al., 2012). *Goniozus* generalmente deposita sus huevos en suturas entre los segmentos sobre la superficie dorsolateral de la larva (Witethom y Gorth, 1994; Kishitani, 1961). Algunas especies ocasionan una parálisis temporal sobre la víctima, entre ellos se pueden mencionar por ejemplo, *G. japonica*, *G. marasmi*, *G. rugosus*, *G. sensorius*; mientras que otras las paralizan permanentemente (Witethom y Gorth, 1994). Las larvas se sujetan al hospedero con su aparato bucal. Una vez completado su desarrollo, se despegan y alejan de los restos de la larva hospedera, se envuelven en un capullo y comienza el periodo de pupa (Zaviezo et al., 2007). Durante todo este tiempo las hembras permanecen con la descendencia hasta la emergencia del adulto, periodo conocido como “guarda de crías”.

Tal comportamiento de custodia realza la probabilidad de encuentros y subsecuentes contiendas entre hembras adultas. Los resultados de las contiendas se ven influenciados por diferencias en el tamaño de las contendientes (las hembras más grandes tienden a ganar debido a una mayor habilidad de pelea), sus propiedades (edad, estado fisiológico), estado de dominio (dueño anterior) y tamaño del huésped (grado de explotación ocasionada por el primer grupo de crías) (Goubault et al., 2008; Lizé et al., 2012). Estos procesos han sido corroborados en especies como *G. nephantidis*, un ectoparásito gregario de la larva de *Opisina arenosella* (Lepidoptera: Oecophoridae) (Stokkebo y Hardy, 2000; Humphries et al.,

2006), *G. legneri*, un ectoparásito de larvas de lepidópteros y coleópteros (Bentley et al., 2009; Goubault et al., 2008; Zaviezo et al., 2007; Laumann et al., 2000), *G. japonicus* que parasita las especies arbóreas *Adoxophyes orana* y *Caloptilia theivora* (Kishitani, 1961).

Los adultos de las especies *G. legneri* y *G. nephantidis* emiten un compuesto volátil durante interacciones agresivas y solo por el perdedor de una contienda entre hembras. El compuesto aparenta funcionar tanto como señal de sumisión o como arma de defensa, y es liberado por la cabeza, a través de glándulas situadas en las mandíbulas (Goubault et al., 2008).

Presencia de los artrópodos asociados al fruto en los tres sitios de estudio

		Mina de Cuarzo	Morado	Tramo
<i>A. univitella</i>	Nº de individuos total por sitio	18	42	43
	Media y error estándar del número de larvas por fruto	0,36±0,074	0,7±0,08	0,717±0,101
	% de frutos con presencia de al menos 1 individuo	34	63	52
<i>Goniozus</i> sp.	Nº de individuos total por sitio	30	21	0
	Media y error estándar del número de individuos por fruto	0,6±0,348	0,35±0,317	0
	% de frutos con presencia de al menos 1 individuo	8	5	0
Interacción	Nº de ocurrencias en que y <i>A. univitella</i> y <i>Goniozus</i> sp. se encuentran en el mismo fruto	3	2	0
	% de ocurrencia en que <i>A. univitella</i> y <i>Goniozus</i> sp. se encuentran en el mismo fruto	75	67	0

Tabla II.3.2: Presencia de *Goniozus* sp. y *A. univitella* en frutos de distinta procedencia (MC n=50 frutos; Mo n=60; Tr n=60).

Goniozus sp. se encuentra ausente en el Tramo, el sitio perteneciente a la Provincia Fitogeográfica del Monte y cuya diversidad y cobertura vegetal son menores, podría implicar un hábitat poco adecuado para la especie (Tabla II.3.2). El número de frutos que efectivamente tuvieron la presencia de *Goniozus* sp. fue de 4 para la Mina de cuarzo y 3 para el Morado, llegando hasta 19 individuos presentes en un solo fruto, en algunos casos.

Entre el 67 y el 75% de las ocasiones en que se presentó al menos un individuo *Goniozus* sp. también se encontró la larva de *A. univitella*, lo que podría estar indicando una relación de parasitismo sobre estas larvas. En algunos casos hasta 19 ejemplares de parásitos fueron encontrados en un solo fruto, que, probablemente resulten ser crías provenientes de huevos depositados sobre una larva de *A. univitella*, la cual valió de alimento hasta que alcanzasen

su forma adulta. En aquellos casos donde un único individuo de *Goniozus* sp. y una o dos larvas de Phycitinae se encontraron presentes, permite suponer que se trata de un progenitor que realizaba la búsqueda de un hospedador al cual depositar sus huevos al momento de la captura del fruto.

Dieciocho individuos de *A. univitella* se encontraron en la Mina de cuarzo, un número relativamente bajo con respecto a los otros dos sitios, los cuales presentaron entre 42 y 43 individuos para el cerro Morado y el Tramo de la ruta en construcción, respectivamente. El bajo número de larvas en la Mina de cuarzo podría estar indicando que este sector no es adecuado para su supervivencia. O, por otro lado, puede deberse a que la mayor humedad presente en esta zona genere árboles más sanos capaces de repeler con más eficiencia los ataques de estos insectos, ya sea por un mayor vigor, mayor número de frutos producidos (mayor saciedad), mayor dureza de los mismos, etc.

En conclusión, los resultados del estudio mostraron que varios artrópodos se encuentran asociados al fruto, aunque sólo una especie se ha identificado como depredadora predispersiva: *A. univitella*. Los daños causados por especies de la subfamilia Phycitinae sobre cultivos y semillas en almacenaje son bien conocidos (Solis, 2007; Padmaja et al., 2012), sin embargo, son escasos los estudios realizados sobre sus efectos en plantas nativas que no se consideran de importancia económica. Los resultados obtenidos indican que esta especie en su estado larval se alimenta, en la mayoría de los casos, de la totalidad de las semillas del fruto.

Por otro lado se ha logrado determinar la presencia de individuos pertenecientes al género *Goniozus*, avispas parasitoides que atacan casi exclusivamente los estados inmaduros de coleópteros y lepidópteros, siendo un potencial control biológico de varias plagas en cultivos (Goubault et al., 2008; Lizé et al., 2012; Stokkebo y Hardy, 2000; Humphries et al., 2006; Bentley et al., 2009; Witethom y Gorth, 1994; Laumann et al., 2000; Zaviezo et al., 2007). La presencia de las avispas estuvo asociada en más del 65% de los casos a la presencia del lepidóptero.

Este capítulo genera una línea de base descriptiva para posteriores investigaciones sobre estas especies asociadas a *R. girolae*. La identificación de las especies, su ecología, morfología y fisiología, resultan tres líneas de investigación necesarias, tanto para incrementar los conocimientos acerca de estos insectos, como de *R. girolae*.

CAPÍTULO 4

Conclusiones generales

Los principales aportes que este trabajo ha realizado implican:

- En los tres sitios estudiados del Parque Provincial Ischigualasto, *Ramorinoa girolae* mantiene una densidad promedio de 28 ind/ha. La altura de los árboles alcanza en promedio 5 m, con un diámetro de copa de 19 m. La producción promedio de frutos por individuo es de 440 frutos, con un tamaño aproximado de 4 cm, conteniendo de 2 a 4 semillas con un volumen promedio de 700 mm³.

- Los resultados mostraron que la cantidad de frutos por árbol presentó diferencias entre los sitios. En la Mina de cuarzo, el sitio perteneciente a la Provincia Fitogeográfica del Chaco, los árboles produjeron más frutos (hasta 3000).

En los sitios pertenecientes a la Provincia Fitogeográfica del Monte, en cambio, la producción fue baja (hasta 0 frutos), siendo mucho menor en el Tramo, probablemente debido al estrés hídrico que las plantas soportan.

- Las diferentes condiciones ambientales de los sitios pueden haber afectado la producción de frutos.

- Durante la etapa predispersiva, el 58% de las semillas fueron dañadas por artrópodos. De estas semillas dañadas, el 20% conservó su viabilidad. El daño de las semillas fue mayor en frutos de menor tamaño, en frutos con mayor número de semillas y cuando se hallaban presentes mayor número de lepidópteros.

A esta pérdida predispersiva de semillas hay que agregarle el consumo posdispersivo por parte de *Octomys mimax*. Ese efecto no ha sido cuantificado en este trabajo y es una pregunta que queda por responderse.

- Aproximadamente el 6% de las semillas analizadas estaban abortadas. En este estudio sólo se analizó la proporción de semillas abortadas contenidas en los frutos maduros. Sin embargo, la aborción de frutos y semillas antes de terminar el desarrollo debería ser cuantificada específicamente ya que se observaron numerosos frutos abortados pequeños caídos en el suelo y aún verdes.

- Varios artrópodos se encuentran asociados al fruto, aunque sólo una especie es depredadora predispersiva: *Anypsiopyla univitella* Dyar. (Lepidoptera, Pyralidae, Phycitinae). Entre 1 y 2 larvas se alimentan, en la mayoría de los casos, de la totalidad de las semillas dentro del fruto. Luego de 2 a 6 meses emerge el adulto.

- Asociado, en más de 65% de los casos, al lepidóptero depredador de semillas se encuentra *Goniozus* sp. (Bethylidae, Chrysidoidea, Himenóptera), una avispa parasitoide que ataca casi exclusivamente los estados inmaduros de coleópteros y lepidópteros.

Resulta muy importante continuar con los estudios acerca de *R. girolae* porque se trata de una especie endémica que brinda numerosos beneficios ecosistémicos y que además es utilizada por los pobladores locales. Tanto las perturbaciones antrópicas que provocan fragmentación y pérdida de hábitat, como los efectos del cambio climático pueden estar afectando el mantenimiento y regeneración de las poblaciones, con consecuencias aún desconocidas.

ANEXOS

ANEXO 1

Densidad de árboles

Modelo lineal generalizado binomial negativa

Call:

```
glm.nb(formula = n_vecinos ~ sitio, data = datos, init.theta = 1.741930977,
       link = log)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.7838	-1.7208	0.1511	0.6121	1.3311

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	0.95551	0.43788	2.182	0.0291 *
sitiomorado	-0.10821	0.59904	-0.181	0.8566
sitiotramo	-0.03922	0.59505	-0.066	0.9474

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(1.7419) family taken to be 1)

Null deviance: 20.768 on 16 degrees of freedom
 Residual deviance: 20.734 on 14 degrees of freedom
 AIC: 78.174

Number of Fisher Scoring iterations: 1

Theta: 1.74
 Std. Err.: 1.29

2 x log-likelihood: -70.174

Cambio de intercepto

Call:

```
glm.nb(formula = n_vecinos ~ sitio, data = datos, init.theta = 1.741930977,
       link = log)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.7838	-1.7208	0.1511	0.6121	1.3311

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	0.91629	0.40292	2.274	0.023 *
sitiomina_cuarzo	0.03922	0.59505	0.066	0.947
sitiomorado	-0.06899	0.57398	-0.120	0.904

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(1.7419) family taken to be 1)

Null deviance: 20.768 on 16 degrees of freedom
 Residual deviance: 20.734 on 14 degrees of freedom
 AIC: 78.174

Number of Fisher Scoring iterations: 1

Theta: 1.74

```

Std. Err.: 1.29

2 x log-likelihood: -70.174

Modelo nulo

Call:
glm.nb(formula = n_vecinos ~ 1, data = datos, init.theta = 1.732516884,
link = log)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-1.7524  -1.7524   0.2051   0.5447   1.3451

Coefficients:
            Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)  0.9045     0.2403   3.763 0.000168 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(1.7325) family taken to be 1)

Null deviance: 20.722  on 16  degrees of freedom
Residual deviance: 20.722  on 16  degrees of freedom
AIC: 74.208

Number of Fisher Scoring iterations: 1

            Theta: 1.73
            Std. Err.: 1.28

2 x log-likelihood: -70.208

```

ANOVA

Likelihood ratio tests of Negative Binomial Models

```

Response: n_vecinos
  Model   theta Resid. df    2 x log-lik.  Test    df  LR stat.   Pr(Chi)
1     1 1.732517    16    -70.20835
2 sitio 1.741931    14    -70.17440 1 vs 2    2 0.03394268 0.9831719

```

Número de frutos por árbol

Modelo lienal generalizado binomial negativa

```

Call:
glm.nb(formula = n_frutos ~ sitio, data = datos, init.theta = 0.1485248911,
link = log)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-1.5335  -1.3237  -0.7821   0.1340   1.1429

Coefficients:
            Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)  6.0094     0.6117   9.824 <2e-16 ***
sitioMorado  -1.3365     0.8434  -1.585  0.1130
sitioTramo   -2.0204     0.8341  -2.422  0.0154 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(0.1485) family taken to be 1)

```

Null deviance: 65.720 on 58 degrees of freedom
 Residual deviance: 59.517 on 56 degrees of freedom
 AIC: 537.4

Number of Fisher Scoring iterations: 1

Theta: 0.1485
 Std. Err.: 0.0290

2 x log-likelihood: -529.4020
 > Mlnull<-glm.nb(n_frutos~1,datos)

ANOVA

Likelihood ratio tests of Negative Binomial Models

Response: n_frutos

Model	theta	Resid.	df	2 x log-lik.	Test	df	LR stat.	Pr(Chi)
1	1 0.1330246		58	-535.2675				
2	sitio 0.1485249		56	-529.4018	1 vs 2	2	5.865765	0.05324334

Media (n_frutos)= 179.7288
 Error estándar= 59.82774

Medias:

Mina_cuarzo	Morado	Tramo
407.2222	107.0000	54.0000

Error estandar=

Mina_cuarzo	Morado	Tramo
183.38289	31.19632	22.82824

ANEXO 2

Semillas dañadas por depredadores/parásitos

Modelo lineal generalizado mixto

```
glmer(p_sana_pred~sitio+bin_abortada+n_frutos_arbol+n_frutos_total+n_sem_fr+tamano_fruto+(1|sitio/arbol/fruto),data=datos,family="binomial")
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: p_sana_pred ~ n_artropodos_.total + n_sem_fr + tamano_fruto + (1 | Sitio/arbol/fruto)

Data: datos

AIC	BIC	logLik	deviance
247.1361	269.0867	-116.5681	233.1361

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.
fruto:(arbol:Sitio)	(Intercept)	2.391e+01	4.889e+00
arbol:Sitio	(Intercept)	2.105e+00	1.451e+00
Sitio	(Intercept)	1.595e-10	1.263e-05

Number of obs: 170, groups: fruto:(arbol:Sitio), 170; arbol:Sitio, 17; Sitio, 3

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	12.06547	3.26626	3.694	0.000221 ***
n_artropodos_.total	4.30400	0.85072	5.059	4.21e-07 ***
n_sem_fr	2.27897	0.71509	3.187	0.001438 **
tamano_fruto	-0.46472	0.09594	-4.844	1.27e-06 ***

 Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Correlation of Fixed Effects:
      (Intr) n_rt_ n_sm_f
n_rtrpds_.t  0.342
n_sem_fr     0.109  0.106
tamano_frut -0.842 -0.471 -0.577

```

Modelo nulo

```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood ['glmerMod']
Family: binomial ( logit )
Formula: p_sana_pred ~ 1 + (1 | Sitio/arb/ol/fruto)
Data: datos

```

AIC	BIC	logLik	deviance
331.9974	344.5406	-161.9987	323.9974

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.
fruto:(arb/ol:Sitio)	(Intercept)	12.4197	3.5242
arb/ol:Sitio	(Intercept)	12.1967	3.4924
Sitio	(Intercept)	0.4174	0.6461

Number of obs: 170, groups: fruto:(arb/ol:Sitio), 170; arb/ol:Sitio, 17; Sitio, 3

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	1.0423	0.9939	1.049	0.294

ANOVA (M5,M05)

Models:

M05: p_sana_pred ~ 1 + (1 | Sitio/arb/ol/fruto)

M5: p_sana_pred ~ Sitio + bin_abortada + n_artropodos_.total + n_frutos_arbol +

M5: n_frutos_total + n_sem_fr + tamano_fruto + (1 | Sitio/arb/ol/fruto)

	Df	AIC	BIC	logLik	deviance	Chisq	Chi	Df	Pr(>Chisq)
M05	4	332.00	344.54	-162.00	324.00				
M5	12	255.51	293.14	-115.76	231.51	92.485		8	< 2.2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

BIBLIOGRAFÍA

- Abraham M. E., Rodríguez Martínez F.** (2000): Argentina, Recursos y problemas ambientales de la zona árida. Primera parte: Provincia de Mendoza, San Juan y la Rioja. Argentina. Junta de Gobierno de Andalucía. Universidades y centros de investigación de la Región Andina Argentina. Tomo I.
- Acebes P., Traba J., Peco B., Reus M.L., Giannoni S.M., Malo J.E.** (2010): Abiotic gradients drive floristic composition and structure of plant communities in the Monte Desert. *Revista Chilena de Historia Natural*. 83: 395-407.
- Anderson R. M. y May R. M.** (1981): The population dynamics of microparasites and their invertebrate hosts. *Transactions of the Royal Society of London*. B 291: 451-524.
- Augspurger C. K.** (1981): Reproductive synchrony of a tropical shrub: Experimental studies on effects of pollinators and Seed Predators on *Hybanthus prunifolius* (Violaceae). *Ecology* 62(3): 775-788
- Balabusic A. M.,** elaboradores y colaboradores (2001): Plan de Manejo del Parque Nacional Talampaya. Fase II. Administración de Parques Nacionales.
- Baskin C. C. y Baskin J. M.** (2001): *Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. Academic Press. Pag. 217.
- Bauer G.P.** (1987): *Swietenia macrophylla* and *Swietenia macrophylla* X *S.mahagoni* development and growth: the nursery phase and the establishment phase in line planting in the Caribbean National Forest, Puerto Rico. M.S. Thesis. State University of New York, College of Environmental Science and Forestry, Syracuse, N.Y.
- Bawa K. S. y Webb C. J.** (1984): Flower, fruit and seed abortion in tropical forest trees: Implications for the evolution of paternal and maternal reproductive patterns. *American Journal of Botany* 71(5): 736-751.
- Bentley T., Hull T. T., Hardy I. C. W. y Goubault M** (2009): The elusive paradox: owner–intruder roles, strategies, and outcomes in parasitoid contests. *Behavioral Ecology*.
- Cabrera, A. L.** (1994). *Enciclopedia Argentina de agricultura y jardinería*. II(1): Regiones fitogeográficas Argentinas. *ACME*, Buenos Aires.
- Campos V.E.** (2012): *Biología de Octomys mimax* (Rodentia: Octodontidae): selección de hábitat y conservación en el Monte árido de San Juan. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.
- Casper B. B. y Wiens D.** (1981): Fixed rates of random ovule abortion in *Cryptantha flava* (Boraginaceae) and its possible relation to seed dispersal. *Ecology* 62(3): 866-869.
- Chambers J. C. y MacMahon J. A.** (1994): A day in the life of a seed: movements and fates of seeds and their implications for natural and managed systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 263-292.
- Cortez E., Giannoni S. M., Borghi C. A.,** elaboradores y colaboradores (2005-2010): Plan de Manejo del Parque Provincial Ischigualasto. Fase I. Instituciones Varias.
- Crawley M.J.** (1992): Seed predators and plant population dynamics. In: Fenner, M. (Ed). *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*. CAB International, Wallingfor, Oxfordshire, Inglaterra.

- Dalling, J.W.** (2002): Ecología de semillas. Ecología y conservación de bosques neotropicales 345-375.
- De Fina A. L., Giannetto F. y Sabella L. J.** (1962): Difusión geográfica de cultivos, índices en la provincia de San Juan y sus causas. Publicación N° 80. Instituto de Suelos y Agrotecnia e INTA, Buenos Aires.
- de Viana M.L.** (1999): Seed production and seed bank of *Trichocereus pasacana* (Cactaceae) in northwestern Argentina. *Tropical Ecology*. 40: 79-84.
- Demaio P., Karlin U. O. y Medina M.:** (2002): Árboles nativos del centro de Argentina. L.O.L.A. (Literature of Latin America), Buenos Aires.
- Dennill G. B., y Donnelly D.** (1991): Biological control of *Acacia longifolia* and related weed species (Fabaceae) in South Africa. *Agriculture, ecosystems & environment*. 37(1): 115-135.
- Fagundes M., Maia M. L. B., Queiroz A. C. M., Fernandes G.W. y Costa F. V.** (2013): Seed Predation of *Copaifera langsdorffii* Desf. (Fabaceae: Caesalpinioideae) by *Rhinocheilus brevicollis* Chevrolat (Coleoptera: Curculionidae) in a Brazilian Cerrado Fragment. *Ecología Austral* 23: 218-221.
- Femenía J.H. y Gimenez De Bolzon A. M.** (1991-1992) *Ramorinoa girolae*: una especie leñosa xerofítica. Actas X Congreso Forestal Mundial. Actas I Jornadas de Ciencia y Técnica del NOA (pag. 9).
- Fritz R. S. y Simms E. L.** (1992): Plant resistance to herbivores and pathogens: ecology, evolution, and genetics. The University of Chicago Press. London.
- Fukumoto H., Kajimura H.** (2000): Effects of Insect Predation on Hypocotyl Survival and Germination Success of Mature *Quercus variabilis* Acorns. Laboratory of Forest Protection, School of Agricultural Sciences, Nagoya University, Japón. *Journal of Forest Research*. 5: 31-34.
- García D., Zamora R., Gómez J. M., Jordano P. y Hódar J.** (2000): Geographical variation in seed production, predation and abortion in *Juniperus communis* throughout its range in Europe. *Journal of Ecology* 88(3): 436-446.
- Goubault M., Batchelor T. P., Romani R., Linforth R. S. T., Fritzsche M., Francke W. Y Hardy I. C. W.** (2008): Volatile chemical release by bethylid wasps: identity, phylogeny, anatomy and behaviour. *Biological Journal of the Linnean Society* 94: 837-852.
- Gower S.T., Vogt K.A., Grier C.C.** (1992): Carbon dynamics of Rocky Mountain Douglas-fir: influence of water and nutrient availability. *Ecological Monographs* 62(1): 43-65.
- Hadad M., Almiron M. y Scaglia J.** (2014). Estructura de un bosque de *Ramorinoa girolae* (fabaceae), en la Sierra de Pie de Palo, San Juan (Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 49 (2): 283-292.
- Hernandez-Jaramillo A., Pinzón O. P. y Parrado-Rosselli A.** (2012): Depredación de las semillas de *Sapindus saponaria* L. por *Leptostylus gibbulosus* Bates (Coleoptera: Cerambycidae) y su efecto en la germinación. *Colombia Forestal* 15(2): 247-260.
- Humphries E. L., Hebblethwaite A. J., Batchelor T. P. Y Hardy I. C. W.** (2006): School of Biosciences, University of Nottingham. *Animal Behaviour* 72: 891-898.
- International Seed Testing Association** (1985): Int. Rules for Seed Testing. *Seed Science and Technology* 13:299-355.

- Janzen D. H.** (1982): Cenízero Tree (Leguminosae: *Pithecellobium saman*) delayed fruit development in Costa Rican deciduous forests. *American Journal of Botany* 69(8): 1269-1276.
- Janzen D.H.** (1971): Seed predation by animals. *Annual review of ecology and systematics*. 2: 465-492.
- Janzen D.H.** (1980): Specificity of seed-attacking beetles in a Costa Rican deciduous forest. *Journal of Ecology*. 68: 929-952.
- Jordano D., Haeger J. F., y Rodriguez J.** (1990): The effect of seed predation by *Tomares ballus* (Lepidoptera: Lycaenidae) on *Astragalus lusitanicus* (Fabaceae): determinants of differences among patches. *Oikos*. 57: 250-256.
- Kishitani Y.** (1961). Observations on the egg-laying habit of *Goniozus japonicus* Ashmead (Hymenoptera, Bethyridae). *昆蟲* 29(3): 175-179.
- Kozlowski T. T. y Pallardy, S. G.** (1997). *Physiology of Woody Plants*. Second edition. Academic Press. ISBN 012-4241-62-X. San Diego.
- Kozlowski T.T.** (1982): Water supply and tree growth. I. In *Water deficits*. *Forestry Abst* 43: 57-95.
- Kozlowski T.T.** (2002): Physiological ecology of natural regeneration of harvested and disturbed stands: implications for forest management. *Forest Ecology and Management* 158: 195-221.
- Laumann R. A., Ferrero A. A. Y Stadler T.** (2000): Evaluación en laboratorio de *Goniozus legneri* Gordh (Hymenoptera: Bethyridae) enemigo natural de *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) en cultivos de nogal de la provincia de Catamarca, República Argentina. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas* 26: 537-550.
- Leiva M. J. y Fernández-Alés R.** (2000): Limitaciones a la autorregeneración de la encina en dehesas y montes de Sierra Morena. *Predación de frutos*. Departamento de Biología Vegetal y Ecología. Universidad Sevilla, España.
- Lizé A., Khidr S. K. y Hardy I. C. W.** (2012): Two components of kin recognition influence parasitoid aggression in resource competition. *Animal Behaviour* 83: 793-799.
- Mack, A.** (1998): An advantage of large seed size: tolerating rather than succumbing to seed predators. *Biotropica* 30: 604-608
- Márquez J.** (1999): Las Áreas Protegidas de la Provincia de San Juan. *Multiequina* 8: 1-10.
- Márquez J., Carretero M. E., Dalmasso A., Pastrám G., Ortiz G.** (2005): Las Áreas Protegidas de la Provincia de San Juan II. La vegetación del Parque Provincial Inschigualasto. *Multiequina* 14: 1-27.
- Marshall D. L. y Ellstrand N. C.** (1988): Effective mate choice in wild radish: Evidence for selective seed abortion and its mechanism. *The American Naturalist* 131(5).
- Mc Kay F. y Gandolfo D.:** (2007). Phytophagous insects associated with the reproductive structures of mesquite (*Prosopis* spp.) in Argentina and their potential as biocontrol agents in South Africa. *African Entomology* 15(1): 121-131.
- Meglioli C., Scaglia J. A., Hadad M., Díaz Bisutti G.** (2012): Evaluación del poder germinativo de *Ramorinoa girolae* SPEG. (Fabaceae) bajo diferentes tratamientos pregerminativos. *Análisis de Semillas* 6 (23): 62-65.

- Moles A.T., Warton D.I. y Westoby M.** (2003): Do small-seeded species have higher survival through seed predation than large seeded species? *Ecology* 84: 3148-3161.
- Morandini M., y de Viana M.** (2009): Depredación pre-dispersiva de semillas en tres poblaciones del árbol *Enterolobium contortisiliquum* (Fabaceae). *Revista de Biología Tropical* 57 (3): 781-788.
- Neunzig H. H.** (2003): New Phycitine records for the Dominican Republic and description of a new species of *Nefundella* (Lepidoptera: Pyralidae: Phycitinae). *Tropical Lepidoptera*, 11 (1-2): 7-12.
- Ojeda R. A. y Tabeni S.** (2009): The mammals of the Monte Desert revisited. *Journal of Arid Environments* 73: 173-181.
- Ortiz N. R.** (2014): Estudio de la estructura genética espacial de *Ramorinoa girolae* (chica), una especie endémica de gran vulnerabilidad. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Agrarias. UNCuyo, Mendoza.
- Östergard H., Hambäck P. A. Y Ehlén J.** (2007): Pre-dispersal seed predation: The role of fruit abortion and selective oviposition. *Ecology* 88(12): 2959-2965.
- Padmaja P. G., Aruna C., Patil J. V.** (2012): Evidence of genetic transmission of antibiosis and antixenosis resistance of sorghum to the spotted stemborer, *Chilo partellus* (Lepidoptera: Pyralidae). *Crop Protection* 31: 21-26.
- Perry D.A., Oren R., Hart S.C.** (2008) *Forest Ecosystems*. 2^o edition. The Johns Hopkins University Press.
- Ramirez N. y Arroyo M. K.** (1987): Variación espacial y temporal en la depredación de semillas de *Copaifera pubiflora* Benth. (Leguminosae: Caesalpinioideae) en Venezuela. *Biotropica* 19(1): 32-39.
- Roovers M.** (1971). Observaciones sobre el ciclo de vida de *Hypsipyla grandella* Zeller en Barinitas, Venezuela. *Inst Forest Latinoamer Invest Capacitacion Bol.*
- Santos G. P., Zanuncio T. V., de Assis Junio S. L. y Zanuncio J. C.** (1997): Daños por *Sennius amazonicus*, *Sennius* sp. y *Amblycerus* sp. (Coleoptera: Bruchidae) en semillas de *Scle-rolobium* sp. (Leguminosae). *Rev. Biol. Trop.* 45(2): 883-886.
- Schaal B. A** (1980): Reproductive capacity and seed size in *Lupinus texensis*. *American Journal of Botany* 67(5): 703-709.
- Silvertown J. W. y Doust L. J.** (1993): *Introduction to plant population biology*. UK. Blackwell Science Publishing. Oxford.
- Silvertown J. y Charlesworth D.** (2001): *Plant population biology*. Blackwell Publishing. Malden, USA.
- Solis M. A.** (2007): Phylogenetic studies and modern classification of the Pyraloidea (Lepidoptera). *Revista Colombiana de Entomología* 33 (1): 1-9.
- Squeo F. A., Cepeda J. P., Olivares N. O. Y Arroyo M. T. K.** (2006): Interacciones ecológicas en la alta montaña del Valle del Elqui. *Geología de los Andes desérticos. La Alta Montaña del Valle del Elqui*: 69-103. Ediciones Universidad de La Serena. Chile.
- Steinhaus E. A.** (1958). Stress as a factor in insect disease. In *Pro. Tenth International Conference on Entomology* 4: 725-730.

- Steinhaus E.A.** (1963): *Insect Pathology: an Advanced Treatise*, vol. 1. Academic Press, New York.
- Stephenson A. G.** (1981): Flower and fruit abortion: Proximate causes and ultimate functions. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 12: 253-79. Annual Reviews Inc.
- Stokkebo S. y Hardy I. C. W.** (2000): The importance of being gravid: egg load and contest outcome in a parasitoid wasp. *Animal Behaviour* 59: 1111–1118.
- Suvires G. M.** (2000): Geomorfología de la provincia de San Juan. Argentina: Recursos y Problemas Ambientales de la Zona Árida, Primera Parte: Provincias Mendoza, San Juan y la Rioja, 79-86.
- Velez S.** (2013): Interacciones entre *Prosopis*, insectos y mamíferos: implicancias en la depredación y supervivencia de las semillas. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Córdoba.
- Villagra P. E.** (2000): Aspectos Ecológicos de los Algarrobos Argentinos IANIGLA. CCT. *Multequina* 9 (2): 35-51.
- Villagra P.E., Giordano C., Alvarez J.A., Cavagnaro J.B., Guevara A., Sartor C., Passera C.B. y Greco S.** (2011): Ser planta en el desierto: estrategias de uso de agua y resistencia al estrés hídrico en el Monte Central de Argentina. *Ecología Austral* 21: 29-42.
- Villalba R., Grau H. R., Boninsegna J. A., y Ripalta A.** (1998): Intensificación de la circulación atmosférica meridional en la región subtropical de América del Sur inferida a partir de registros dendroclimatológicos. *Boletín del Instituto Français d'Etudes Andines*, 27(3): 565-579.
- Waller D. M.** (1982): Factors in influencing seed weights in *Impatiens capensis* (Balasaminaceae). *American Journal of Botany* 69: 1470-1475.
- Waring R.H. & Schlesinger W.H.** (1985) *Forest ecosystems. Concepts and management*. Academic Press.
- Wilken D. H.** (1982): The balance between chasmogamy and cleistogamy in *Collomia grandiflora* (Polemoniaceae). *American Journal of Botany* 69: 1326-1333.
- Wilson K., y Reeson A. F.** (1998). Density-dependent prophylaxis: evidence from Lepidoptera–baculovirus interactions?. *Ecological Entomology* 23(1) 100-101.
- Witethom B. y Gorth G.** (1994): Development and life table of *Goniozus thailandensis* Gorth y Witethom (Hymenoptera: Bethyridae), a gregarious ectoparasitoid of a Phycitine fruit borer (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Science Society. Thailand* 20: 101-114.
- Zapata R. M. y Zapata A. I.** (2009): Depredación de Semillas de *Ramorinoa girolae*. XXXII Jornadas Argentinas de Botánica – Flora y Vegetación.
- Zapata R. M., Azagra Malo C. y Lattandi A. M.** (2009): Distribución de las poblaciones naturales de “chica” (*Ramorinoa girolae* Speg., Fabaceae), especie endémica de Argentina. XXXII Jornadas Argentinas de Botánica – Flora y Vegetación.
- Zaviezo T., Romero A., Castro D. y Wagner A.** (2007): Primer registro de *Goniozus legneri* (Hymenoptera: Bethyridae) para Chile. *Ciencia e Investigación Agraria*. 34(1): 57-61.
- Zhang J., Drummond F. A., Liebman M., Hartke A.** (1997): Insect Predation of Seeds and Plant Population Dynamics. Department of Applied Ecology and Environmental Sciences, University of Mine, Orono.