

Artículo



¿AFECTA EL ZORRO (*Lycalopex gymnocercus*) LA GERMINACIÓN DE PIRACANTA (*Pyracantha atalantoides*) ROSACEAE?

Claudia M. Dellafiore

Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, Argentina [Correspondencia: <cde laflor7@hotmail.com>]

RESUMEN. La endozoocoria es un proceso clave para muchas especies exóticas ya que suele ser el principal mecanismo de invasión y naturalización debido a que les permite llegar a lugares abiertos a la colonización y, en algunos casos, puede tener un papel fundamental en la germinación y establecimiento de las plántulas. En las sierras de Córdoba, Argentina, el zorro (*Lycalopex gymnocercus*) dispersa grandes cantidades de semillas de *Pyracantha atalantoides*, una especie exótica originaria de China, Asia Menor y Europa. Sin embargo, el hecho de que los zorros consuman dichos frutos no implica necesariamente que sus semillas sean dispersadas sanas o viables debido a que el paso a través del tracto digestivo puede afectar negativamente a las semillas, ya sea en forma mecánica o afectando su viabilidad. El presente trabajo tuvo por objetivo conocer si las semillas de *P. atalantoides* sufren daño al pasar a través del tracto digestivo de los zorros y si dicho paso afecta la viabilidad, el poder y velocidad germinativa y el inicio y tasa de germinación. Para ello se llevaron a cabo dos experimentos independientes, uno a campo y otro con animales en cautiverio. En ambos casos se comparó la germinación de las semillas provenientes de los frutos con las semillas provenientes de las fecas del zorro. De acuerdo con los resultados obtenidos, los zorros realizarían una dispersión legítima de las semillas de *P. atalantoides*, las cuales conservan el efecto positivo del paso a través del tracto digestivo de los animales durante largos períodos de tiempo.

ABSTRACT. Does the Pampas fox (*Lycalopex gymnocercus*) affect firethorn (*Pyracantha atalantoides*) germination? Endozoochory is a key process for many exotic plant species, given that it can be the main mechanism of invasion and naturalization. Endozoochory allows exotics to reach places open to colonization and, in some cases, may play a fundamental role in the germination and establishment of seedlings. In the hills of Córdoba, Argentina, Pampas foxes disperse large quantities of firethorn seeds. This exotic species is native of China, Asia Minor and Europe and has attractive fruits for foxes. However, fruit consumption by foxes does not necessarily imply that viable seeds are dispersed (legitimate dispersion) because the passage through the digestive tract may adversely affect the seeds, either mechanically or affecting their viability. The aim of this study was to know if the seeds of *P. atalantoides* suffer damage when passing through the foxes' digestive tract and if this passage affects the germinative power, germination speed, germination timing and rate. Two independent studies were carried out, one based on samples obtained from a wild population of foxes and the other from captive animals. In both cases, the germination of the seeds obtained from fruits was compared with the germination of seeds from fox feces. According to the results, the foxes act as legitimate dispersers of the seeds of *P. atalantoides*, which retain for long periods the positive effect of passage through the digestive tract.

Palabras claves: Dispersión de semillas. *Lycalopex gymnocercus*. *Pyracantha atalantoides*. Viabilidad. Zorro pampa.

Key words: *Lycalopex gymnocercus*. Pampas fox. *Pyracantha atalantoides*. Seed dispersal. Viability.

INTRODUCCIÓN

La relación mutualista más frecuente entre plantas y vertebrados es la dispersión de frutos y semillas, la cual involucra una gran variedad de mecanismos y de relaciones funcionales, ecológicas y evolutivas (Bascompte & Jordano 2007). Ente los vertebrados, los mamíferos juegan un rol fundamental en muchos ecosistemas ya que, a través de mecanismos como la endozoocoria, pueden dispersar una gran variedad de frutos y semillas (por ejemplo, Dellafiore et al. 2006, 2007; Fedriani & Delibes 2009; Campos & Velez 2015; González-Varo et al. 2015) y tener un papel fundamental en la germinación y establecimiento de numerosas especies vegetales (Dellafiore et al. 2006, 2010; Gallego-Fernández et al. 2010). Además, la endozoocoria es un proceso clave para muchas especies exóticas ya que suele ser el principal mecanismo de invasión y naturalización dado que les permite llegar a lugares alejados de la planta madre. Al menos dos tercios de las plantas invasoras del mundo poseen frutos carnosos sumamente atractivos para los mamíferos por lo que rápidamente suelen ser incorporados en la dieta de los animales más generalistas (Traveset & Richardson 2014).

Recientemente se ha observado en las sierras de Córdoba, Argentina, que un gran número de semillas están siendo dispersadas en las fecas del zorro (*Lycalopex gymnocercus*) y, entre dichas semillas, se encuentran las de piranta (*Pyracantha atalantoides*) (Dellafiore, obs. per). Esta especie pertenece a la familia Rosaceae, que comprende alrededor de diez especies de arbustos espinosos nativos del sur de China, Asia Menor y Europa (USDA 2010). Numerosas especies de este género han sido introducidas en distintos países con fines ornamentales y en la mayoría de ellos se han naturalizado e incluso convertido en malezas invasoras. Esta especie, junto con *P. angustifolia*, invade zonas arbustivas y comparte dominancia con los arbustos nativos de frutos carnosos de los bosques abiertos y matorrales de las sierras de Córdoba (Tecco et al. 2006; Giorgis et al. 2011). Sin embargo, el hecho de que los zorros consuman dichos frutos no implica necesariamente que sus semillas sean dispersadas sanas

o viables (dispersión legítima) (Fleming & Sosa 1994) debido a que el paso a través del tracto digestivo puede afectar negativamente a las semillas ya sea en forma mecánica o afectando su viabilidad. El presente estudio tuvo por objetivo conocer si las semillas de *P. atalantoides* sufren daño al pasar a través del tracto digestivo de los zorros y si dicho paso afecta la viabilidad, el poder germinativo, la velocidad o energía germinativa y el inicio y tasa de germinación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio comprende una superficie de 1225 ha ubicadas en el Campo Experimental "Las Guindas" (32° 35' 16.8" S y 64° 43' 45.42" O) perteneciente a la Universidad Nacional de Río Cuarto, ubicado 14 km al norte de la localidad de Alpa Corral, departamento Calamuchita, provincia de Córdoba. La temperatura media anual es de 14.7 °C y la precipitación media anual es de 1007 mm. La vegetación corresponde a la región fitogeográfica del Chaco - distrito serrano (Cabrera 1976).

Pyracantha atalantoides florece y fructifica durante el verano y el otoño y durante el invierno los frutos suelen permanecer adheridos a sus ramas. Esta especie produce gran cantidad de frutos y cada uno de ellos posee cinco semillas en su interior. Las semillas son alargadas, de color negro oscuro y brillante y poseen una longitud de 1.31 ± 0.11 mm (media \pm SE, n=100) y un ancho de 0.87 ± 0.09 mm (media \pm SE, n=100).

Para estudiar el efecto del paso de las semillas a través del tracto digestivo del zorro se comparó la germinación entre las semillas recolectadas directamente de los frutos y las obtenidas de las fecas del zorro. Para ello se llevaron a cabo dos experimentos diferentes, uno a campo y otro en condiciones de cautiverio, para lo cual se trabajó con dos zorros residentes en el Parque Ecológico Urbano de la ciudad de Río Cuarto, Córdoba.

Experimento a campo: se recolectaron 1000 frutos de *P. atalantoides* de 20 plantas diferentes (50 frutos por planta) durante noviembre de 2013. A dichos frutos se les extrajeron las semillas y se seleccionaron al azar nueve muestras de 100 semillas cada una. Cada muestra fue sembrada en placas germinadoras individuales (ver detalle debajo). Las fecas frescas de zorro fueron recolectadas a lo largo de siete transectas de 400-1000 m de largo y 10 m de ancho durante noviembre de 2013. En total se recolectaron 47 fecas de zorro las cuales se desarmaron suavemente a mano. Posteriormente se observaron bajo

lupa estereoscópica y las semillas de *P. atalantoides* fueron separadas. Se obtuvieron 5321 semillas y se tomaron al azar 17 muestras de 50 semillas cada una. Dichas semillas fueron analizadas en detalle para registrar posibles daños físicos (por ejemplo, semillas partida, tegumento sano o roto, exposición del embrión, deshidratación) y posteriormente las semillas sin daño aparente fueron sembradas en 17 placas germinadoras.

Experimento Parque Ecológico Urbano (PEU): se recolectaron 1000 frutos de *P. atalantoides* de dos plantas diferentes presentes en dicho parque. A 500 de ellos se les extrajeron las semillas y se seleccionaron al azar nueve muestras de 50 semillas cada una. Cada muestra fue sembrada en placas germinadoras individuales (ver detalle debajo). El resto de los frutos se utilizaron para alimentar a dos zorros mantenidos en cautiverio. Al día siguiente se recolectaron 10 fecas frescas las cuales fueron suavemente desarmadas a mano y observadas bajo lupa estereoscópica y las semillas fueron separadas. Se obtuvieron 500 semillas de *P. atalantoides* las cuales fueron sembradas en 10 placas germinadoras de 50 semillas cada una. Previo a la siembra dichas semillas fueron analizadas de igual forma que la mencionada en el experimento anterior.

El tiempo transcurrido entre la recolección de las muestras y la siembra fue de tres años en el caso de las fecas de zorro del Campo Experimental Las Guindas y de tres horas en el caso de las fecas provenientes del PEU. Durante este período las muestras fueron conservadas en sobres de papel a temperatura ambiente.

Las semillas recolectadas se colocaron a germinar en placas de plástico con papel secante. Las placas se regaron diariamente y se mantuvieron a temperatura constante de 20-25 °C. El criterio de germinación fue la emergencia de la radícula. Se revisaron las semillas cada dos días en búsqueda de evidencias de germinación durante 60 días.

El inicio de la germinación (GS) y la tasa de germinación (GR) fueron evaluadas siguiendo el método de Izhaki & Neëman (1997). De acuerdo con estos autores el inicio de la germinación se define como el intervalo (días) entre la siembra y la germinación y se calculó como:

$$GS = 1/6 * P$$

donde P es el porcentaje final de germinación.

La tasa de germinación se calculó como:

$$GR = (5/6 * P) / (T_2 - T_1)$$

donde T1 es el intervalo de tiempo (días) entre la siembra y la germinación de 1/6 * P de las semillas,

y T2 es el intervalo de tiempo (días) entre la siembra y la emergencia de 5/6 * P de plántulas.

El tiempo medio de germinación (TMG) fue calculado como:

$$\frac{(N_1 * T_1 + N_2 * T_2 + \dots + N_n * T_n)}{N}$$

donde Tn = número de días transcurridos desde el inicio de la germinación hasta el día n, Nn = número de semillas germinadas en el día n, y N = número total de semillas germinadas.

El poder germinativo (PG) representa el porcentaje final de semillas que germinan (Sg) con relación al número total de semillas sembradas (Ss).

$$PG = (Sg/Ss) \times 100\%$$

Se calculó el porcentaje acumulado de germinación de las semillas de los frutos y las fecas a lo largo del tiempo y se usó la prueba de *t* para muestras independientes para detectar diferencias significativas entre los tratamientos.

Por último, se aplicó la prueba de tetrazolio a las semillas que no germinaron al finalizar el experimento para conocer su viabilidad (Cottrell 1947; MacKay 1972). Para ello las semillas fueron cortadas por la mitad y se sumergieron en una solución acuosa al 1% de cloruro de 2, 3, 5-trifenil-tetrazolio, pH 7, en la oscuridad durante 72 horas a una temperatura constante de 25 °C. Finalmente, el embrión se observó bajo lupa estereoscópica; los teñidos de rojo eran viables y los no coloreados eran inviables (Bradbeer 1998).

RESULTADOS

Las semillas de *P. atalantoides* recolectadas de las 47 fecas de zorro obtenidas en el Campo Experimental Las Guindas estuvieron presentes en el 59.6% de las muestras analizadas, lo que representó el 91.7% del total de semillas contadas. Ninguna de las 850 semillas examinadas de *P. atalantoides* mostró signos de daño físico o de deshidratación.

El inicio de la germinación (GS) de las semillas de los frutos fue de 5 ± 1 días y continuaron germinando hasta el día 18. Al cabo de este período el 50% de las semillas sembradas habían germinado (**Fig. 1**). El inicio de la germinación (GS) de las semillas provenientes de las fecas fue de 4 ± 1 días; al día 8 el 56% de las semillas sembradas habían germinado y continuaron haciéndolo

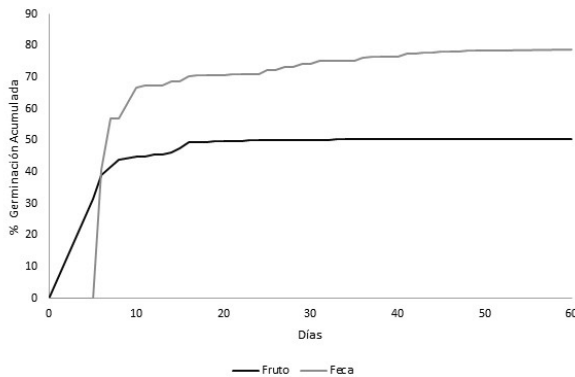


Fig. 1. Porcentaje de germinación acumulado (%) a lo largo del tiempo (días) de las semillas de *Pyracantha atalantoides* recolectadas de los frutos (línea negra) y de las fecas de zorro (línea gris) en el Campo Experimental Las Guindas.

hasta el día 45 cuando se alcanzó el 78% de germinación (**Fig. 1**).

El poder germinativo (PG) fue significativamente mayor para las semillas provenientes de las fecas de zorro (78.7%) que para las semillas provenientes de los frutos (50.4%) ($t_{(25)} = 3.5$ $p = 0.0007$) y se observaron diferencias significativas entre el porcentaje de germinación acumulada de las semillas de las fecas y de los frutos a lo largo del tiempo ($t_{(25)} = 8.41$ $p = 0.0001$) (**Fig. 1**).

La tasa de germinación fue mayor para las semillas provenientes de las fecas ($GR = 32.8 \pm 7.6$) que para semillas de los frutos ($GR = 21.0 \pm 4.3$). Mientras que el tiempo medio de germinación fue menor para las semillas provenientes de los frutos ($TMG = 6.04 \pm 0.5$) que para las semillas provenientes de las fecas ($TMG = 10.07 \pm 2.6$).

La prueba de viabilidad de tetrazolio mostró que el 99.9% y el 49% de las semillas de los frutos y de las fecas, respectivamente, eran inviables al cabo de 60 días.

En el caso de las muestras obtenidas en el PEU, ninguna semilla de *P. atalantoides* obtenida de las fecas de zorro mostró signos de daño físico. Se observó que el inicio de la germinación (GS) de las semillas de los frutos fue de 3 ± 1 días y continuaron germinando hasta el día

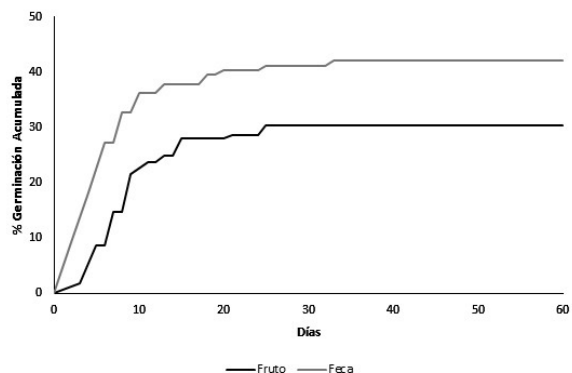
28. Al cabo de este período el 25% de las semillas sembradas habían germinado (**Fig. 2**). El inicio de la germinación (GS) de las semillas provenientes de las fecas fue de 1 día y al día 8 el 33% de las semillas sembradas habían germinado y continuaron haciéndolo hasta el día 33, cuando se alcanzó el 42% de germinación (**Fig. 2**).

El poder germinativo (PG) fue significativamente mayor para las semillas provenientes de las fecas de zorro (42.2%) que para las semillas provenientes de los frutos (30.4%) ($t_{(17)} = 4.02$ $p = 0.0009$) y se observaron diferencias significativas entre el porcentaje de germinación acumulada de las semillas de las fecas y de los frutos a través del tiempo ($t_{(17)} = 7.12$ $p = 0.0001$) (**Fig. 2**).

La tasa de germinación fue similar para las semillas provenientes de las fecas ($GR = 4.4 \pm 1$) que para semillas de los frutos ($GR = 3.2 \pm 2.4$) ($t_{17gl} = -0.40$ $p = 0.695$) y no se encontraron diferencias significativas en el tiempo medio de germinación, el cual fue $TMG = 7.4 \pm 1.2$ para las semillas provenientes de los frutos y $TMG = 9.6 \pm 3.2$ para las semillas provenientes de los frutos ($t_{(17)} = 2.02$ $p = 0.071$).

La prueba de viabilidad de tetrazolio mostró que el 99.9% y el 90% de las semillas de los frutos y de las fecas, respectivamente, eran inviables al cabo de 60 días.

Fig. 2. Porcentaje de germinación acumulado (%) a lo largo del tiempo (días) de las semillas de *Pyracantha atalantoides* recolectadas de los frutos (línea negra) y de las fecas de zorro (línea gris) mantenidos en cautiverio en el PEU.



DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos, *P. atalantoides* está siendo legítimamente dispersada por el zorro en el área de estudio ya que las semillas estuvieron presentes en un alto porcentaje de las muestras de fecas y no sufrieron daños físicos al pasar por el tracto digestivo de los animales. Además, las semillas conservaron su viabilidad y poder germinativo, el cual fue mayor para las semillas proveniente de las fecas del zorro que para las provenientes de los frutos. Este mayor poder germinativo se mantuvo a pesar de que las semillas de las fecas obtenidas a campo permanecieron estacionadas durante tres años. Esto podría deberse a que el paso de las semillas a través del tracto digestivo estaría afectando principalmente a la dormancia funcional (ruptura de la latencia en las capas externas de la semilla) pero no a la dormancia fisiológica (dormancia del embrión) (Traveset 1998). Debido a ello, e independientemente de la época en la que las semillas son dispersadas, la germinación solo tendría lugar cuando dichas semillas encuentren las condiciones adecuadas de luz, humedad, horas de frío y otros factores clave.

El inicio de la germinación se vio retrasado en tres días en el caso de las semillas provenientes de las fecas a campo en relación a las semillas proveniente de las fecas de zorros en cautiverio. Esta diferencia podría deberse a una mayor deshidratación por parte de las primeras ya que permanecieron durante un largo período estacionadas en sobres de papel. Este retraso en el inicio de la germinación de las semillas provenientes de las fecas a campo se vio rápidamente compensado por el número de semillas germinadas al día 4 (56%). Estas diferencias se vieron reflejadas en la tasa de germinación, la cual fue mayor para las semillas de las fecas de campo que para las semillas de las fecas de cautiverio.

El efecto del zorro sería favorable para la germinación de las semillas de *P. atalantoides*, a diferencia del efecto producido por las aves. Estudios realizados en la misma área de estudio mostraron que las semillas de *P. atalantoides* consumidas por las aves sufren un retraso en el inicio de la germinación y una disminución en

la velocidad y tasa de germinación (Dellafore et al. 2014). Esto ejemplifica los diferentes efectos que pueden tener dos especies animales que dispersan la misma especie vegetal. Asimismo, el efecto del paso de las semillas a través del tracto digestivo de los zorros es variable de acuerdo a la especie consumida. Resultados similares a los de este estudio fueron observados sobre semillas de *Schinus molle* y *Cryptocarya alba*, las cuales también incrementan su porcentaje de germinación al pasar por el tracto digestivo de los zorros (Bustamante et al. 1992; Castro et al. 1994). Sin embargo, otras especies como *Lithraea caustica* ven disminuida dicha tasa de germinación al ser consumidas por este carnívoro (León-Lobos & Kalin-Arroyo 1994).

Mayores estudios son necesarios para evaluar si la dispersión de *P. atalantoides* por parte del zorro es eficiente, es decir, si favorece el número de adultos nuevos luego de la actividad de dispersión (Schupp et al. 2010). Sin embargo, el hecho de que esta especie haya invadido y se encuentre invadiendo numerosas y extensas áreas en las serranías de Córdoba nos lleva a pensar que muy probablemente *P. atalantoides* posea una alta supervivencia luego de ser dispersada a nuevas áreas.

CONCLUSION

El zorro realiza una dispersión legítima de las semillas de *P. atalantoides*, las cuales están en condiciones de germinar inmediatamente luego de ser defecadas o permanecer en las fecas viables durante largos períodos de tiempo sin perder el efecto positivo que les provoca el haber pasado por el tracto digestivo de los animales. Además, teniendo en cuenta la alta movilidad de los zorros, esta interacción mutualista resultaría beneficiosa para *P. atalantoides*, que puede ser dispersada a zonas alejadas de la planta madre alcanzando nuevas áreas abiertas para colonizar.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Río Cuarto por el apoyo financiero. Al Sr. Marco Bonzano por su colaboración con los zorros en cautiverio y a familiares y amigos que ayudaron con las tareas de campo.

LITERATURE CITED

- BASCOMPTE, J., & P. JORDANO. 2007. Plan-animal mutualistic networks: the architecture of biodiversity. *The Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 38:567-593.
- BRADBEER, J. W. 1998. Seed dormancy and germination. Chapman & Hall, New York.
- BUSTAMANTE RO, J. A., SIMONETTI, & J. E. MELLA. 1992. Are foxes legitimate and efficient seed dispersers? A field test. *Acta Oecologica (Oecologia Generalis)* 13:203-208.
- CABRERA, A. L. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. 2 ed. Enciclopedia Argentina Agrícola y Jardinería. ACME, Buenos Aires.
- CASTRO, S., S. SILVA, P. MESERVE, J. GUTIÉRREZ, L. CONTRERAS, & F. JAKSIC. 1994. Frugivoría y dispersión de semillas de pimiento (*Schinus molle*) por el zorro culpeo (*Pseudalopex culpaeus*) en el Parque Nacional Fray Jorge (IV Región, Chile). *Revista Chilena de Historia Natural* 67:169-176.
- CAMPOS, C. M., & S. VELEZ. 2015. Almacenadores y frugívoros oportunistas: el papel de los mamíferos en la dispersión del algarrobo (*Prosopis flexuosa* DC) en el desierto del Monte, Argentina. *Ecosistemas* 24:28-34
- COTTRELL, H. J. 1947. Tetrazolium SALT as a seed germination indicator. *Nature* 159: 748.
- DELLAFIORE, C. M., S. MUÑOZ VALLÉS, & J. B. GALLEGO FERNÁNDEZ. 2006 Rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) as dispersers of *Retama monosperma* (L.) Bois seeds in a Coastal Dune System. *Ecoscience* 13:5-10
- DELLAFIORE, C. M., S. MUÑOZ VALLÉS, & J. B. GALLEGO FERNÁNDEZ. 2007. The contribution of endozoochory to the colonization and vegetation composition of recently formed sand coastal dunes. *Research Letter in Ecology* 1-3.
- DELLAFIORE, C. M., J. B. GALLEGO-FERNÁNDEZ, & S. MUÑOZ VALLÉS. 2010. The rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) as a seed disperser in a coastal dune system. *Plant Ecology* 206:251-261
- DELLAFIORE, C. M., M. J. ROSA & V. SCILINGO. 2014. ¿Afectan las aves la germinación del arbusto *Pyracantha atalantoides* (Rosaceae)? Cuadernos de Investigación UNED 7:295-299.
- FEDRIANI, J. M., & M. DELIBES. 2009. Functional diversity in fruit-frugivore interactions: a field experiment with Mediterranean mammals. *Ecography* 32:983-992
- FLEMING, T. H., & V. J. SOSA. 1994. Effects of nectarivorous and frugivorous mammals on reproductive success of plants. *Journal of Mammalogy*. 75:845-851.
- GALLEGO FERNÁNDEZ, J. B., S. MUÑOZ VALLÉS, & C. DELLAFIORÉ. 2010. Expansión de un arbusto nativo invasivo en dunas costeras: causas y consecuencias ecológicas. *Revista Chagual* 8:41-48
- GEORGIAS, M. A. ET AL. 2011. Factors associated with woody alien species distribution in a newly invaded mountain system of central Argentina. *Biological Invasions* 13:1423-1434.
- GONZÁLEZ-VARÓ, J. P., J. M. FEDRIANI, J. V. LÓPEZ-BAO, J. GUITIÁN, & A. SUÁREZ-ESTEBAN. 2015. Frugivoría y dispersión de semillas por mamíferos carnívoros: rasgos funcionales. *Ecosistemas* 24:43-50
- IZHAKI, I., & G. NE'EMAN. 1997. Hares (*Lepus* spp.) as seed dispersers of *Retama raetam* (Fabaceae) in sandy landscape. *Journal of Arid Environment* 37:343-354.
- LEON-LOBOS, P. M., & M. T. KALIN-ARROYO. 1994. Germinación de semillaje *Lifshrea caustica* (Mol.) H. et A. (Anacardiaceae) dispersadas por *Pseudalopex* sp. (Canidae) en el bosque esclerófilo de Chile central. *Revista Chilena de Historia Natural* 67:59-64
- MACKAY, D. B. 1972. The measurement of viability. Viability of seeds (E. H. Roberts ed.). Chapman and Hall, London.
- SCHUPP, E. W., P. JORDANO, & J. M. GOMÉZ TECCO. 2010. Seed dispersal effectiveness revisited: a conceptual review. *New Phytologist* 188:333-353
- TECCO, P. A., D. E. GURVICH, S. DIAZ, N. PEREZ-HARGUINDEGUY, & M. CABIDO. 2006. Positive interaction between invasive plants: the influence of *Pyracantha angustifolia* on the recruitment of native and exotic woody species. *Austral Ecology* 31:293-300.
- TRAVESET, A. 1998. Effect of seed passage through vertebrate frugivores' guts on germination: a review. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 1:151-190.
- TRAVESET, A., & D. M. RICHARDSON. 2014. Mutualistic Interactions and Biological Invasions. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 45:89-113
- USDA. 2010. Plants profile: *Pyracantha angustifolia* (Franch.) C.K. Schneid. narrowleaf firethorn. <<http://plants.usda.gov/java/profile?symbol=PYAN>>