

## Legítima dispersión de semillas *Ugni molinae* Turcz. (Myrtaceae), por monito del monte, *Dromiciops gliroides*

### Legitimate seed dispersal *Ugni molinae* Turcz. (Myrtaceae), by monito del monte, *Dromiciops gliroides*

JUAN PABLO MORA<sup>1,2</sup> & MAURICIO SOTO-GAMBOA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Geociencias, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile.

<sup>2</sup>Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB), Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Casilla 653, Santiago, Chile.

<sup>3</sup>Instituto de Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile.

juan.mora@alumnos.uach.cl

#### ABSTRACT

We investigated if the marsupial *Dromiciops gliroides* (Microbiotheriidae) is a legitimate seed disperser of *Ugni molinae* (Myrtaceae). We compared the germination rate of defecated and not-defecated seeds. The results show that defecated seeds are viable and show a high germination rate than no-defecated seeds. We conclude that *D. gliroides* is a legitimate seed disperser of *U. molinae*, and it may affect their reproductive success. These results are the first evidence of a seed disperser for *U. molinae*, and also support the proposal that *D. gliroides* have an important role as a seed disperser in the temperate forest of southern South America.

Vertebrados que consumen frutos carnosos (frugívoros) y que luego defecan (o regurgitan) semillas capaces de germinar, son considerados como legítimos dispersores de semillas (Bustamante *et al.* 1992, Jordano 2000, Soto-Gamboa & Bozinovic 2002), y a menudo otorgan ventajas para la germinación y establecimiento de las plántulas (Howe & Smallwood 1982, Traveset 1998). El paso de las semillas por el tracto digestivo del frugívoro puede afectar el tiempo requerido para que ocurra la germinación y/o la viabilidad de las semillas (Traveset 1998), influenciando la efectividad del animal como dispersor, y por lo tanto, el éxito reproductivo de la planta dispersada (Schupp 1993, Schupp *et al.* 2010). Este tipo de interacción planta-animal forma parte importante de la regeneración de poblaciones y comunidades vegetales, tanto en ambientes naturales como perturbados (Jordano 2000, Wunderle 1997).

En el bosque templado de Sudamérica austral (BTSA) gran parte de la flora produce frutos carnosos, la que depende de una reducida diversidad de vertebrados frugívoros para dispersar sus semillas (Aizen & Ezcurra 1998, Aizen *et al.* 2002, Armesto *et al.* 1987). En este tipo de bosques, las aves han sido consideradas como los principales agentes de dispersión, particularmente *Turdus falcklandi* y *Elaenia albiceps* (Amico & Aizen 2005, Armesto *et al.* 1996, García *et al.* 2010), y recientemente se ha propuesto al marsupial monito del monte (*Dromiciops gliroides*) como uno de los componentes clave en la dispersión de semillas (Amico *et al.* 2009). Sin embargo, para el BTSA aún son escasos los

trabajos donde se evalúe la dispersión legítima por animales frugívoros y particularmente su efecto en la germinación de las semillas (ver Figueroa & Castro 2002, Gho 2010, Willson *et al.* 1996). Para contribuir al conocimiento de las interacciones planta-animal de dispersión de semillas en el BTSA, en este trabajo evaluamos si *D. gliroides* es un legítimo dispersor de semillas de *Ugni molinae* Turcz. (murtilla), y el efecto que tiene en la germinación el paso de las semillas por su tracto digestivo.

*Dromiciops gliroides* (Microbiotheriidae) y *U. molinae* (Myrtaceae) son especies endémicas del BTSA de Chile y Argentina (Landrum 1988, Martin 2010). *Dromiciops gliroides* es un pequeño marsupial de origen gondwánico, considerado un fósil viviente debido a que es el único representante vivo del orden Microbiotheria y a sus particulares rasgos fisiológicos (Cortés *et al.* 2009, Nilsson *et al.* 2004). Habita bosques maduros de *Nothofagus*, bosques secundarios y fragmentos en los cuales presenta hábitos escansoriales (Fontúrbel *et al.* 2010). Su dieta es omnívora, basada principalmente en insectos, incrementando su frugivoría durante verano y otoño, cuando incrementa la disponibilidad de frutos y disminuye la oferta de insectos (Quijano 2008). Este marsupial participa de una interacción mutualista altamente especializada, dispersando las semillas de la planta parásita *Tristerix corymbosus* (L.) Kuijt (Amico & Aizen 2000, García *et al.* 2009). También es legítimo dispersor de semillas *Aristotelia chilensis* (Molina) Stuntz y de *Azara microphylla* Hook.f., incrementando su velocidad

de germinación (Amico *et al.* 2009). Además puede alimentarse de los frutos carnosos de más de 20 especies presentes en su hábitat (Amico *et al.* 2009, Quijano 2008).

*Ugni molinae* es un arbusto que crece principalmente en bordes de bosques y sitios degradados, pero puede ser un importante componente del sotobosque en bosques de coihues (*Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst.) y ulmo (*Eucryphia cordifolia* Cav.), particularmente cuando han sido perturbados (Ramírez *et al.* 1980). Fructifica entre febrero-mayo y sus frutos son bayas rojas aromáticas de 1 cm de diámetro que maduran antes del invierno (Ramírez *et al.* 1980, Smith-Ramírez & Armesto 1994). Sus frutos pueden contener de 7 a 45 semillas de entre 1,2 a 2 mm de diámetro (Landrum 1988). Los animales involucrados en la dispersión de *U. molinae* no han sido descritos. Sin embargo, en registros previos se ha observado en forma recurrente la presencia de semillas de *U. molinae* en fecas de *D. gliroides* (Mora J.P., datos no publicados).

Seis individuos de *D. gliroides* fueron capturados en fragmentos de bosque nativo aledaños a la ciudad de Valdivia, Chile. En estos mismos sitios se colectó un total de 100 frutos de *U. molinae*, provenientes de 10 individuos (10 frutos por planta) separadas por un mínimo de 10 m. Los animales capturados permanecieron agrupados en laboratorio y alimentados con una mezcla de frutos (manzana y plátano), insectos y carne. Durante 7 noches desde las 20:00 h los animales fueron individualizados en jaulas y cuatro horas después se les ofreció un fruto de *U. molinae*. Después que el fruto fue consumido se les ofreció alimento *ad libitum*. La presencia de fecas con semillas fue inspeccionada regularmente en el piso de las jaulas para ser colectadas y refrigeradas hasta el momento de la siembra. Luego de 6 h a partir del ofrecimiento del fruto, o cuando las fecas ya no presentaban semillas, los animales eran reagrupados. El número de frutos consumido por cada individuo varió entre 3 y 7 frutos. De un total de 30 frutos consumidos, sólo 20 fueron utilizados para obtener las semillas defecadas. Lo anterior fue debido a que la cantidad de semillas defecadas obtenidas de los restantes frutos fue insuficiente (menos de 20 semillas). Veinte frutos intactos fueron seleccionados para obtener semillas no defecadas (extracción manual de la pulpa) para ser utilizadas como grupo control.

Tanto las semillas defecadas como las no defecadas fueron sembradas en placas de petri sobre papel filtro húmedo, con 10 réplicas para cada tratamiento y 20 semillas en cada réplica. Las semillas defecadas y no defecadas fueron distribuidas dentro de las placas por fruto consumido. Esto quiere decir que no se colocó 2 semillas provenientes del mismo fruto en una misma placa. Las placas fueron instaladas en cámara de germinación a 20/5° C, fotoperíodo de 18/6 h de luz/oscuridad y registradas durante 43 días. El tiempo de germinación fue estimado como el tiempo promedio de los días transcurridos desde la siembra hasta la aparición del hipocótilo de cada semilla por placa. Las

diferencias en el tiempo de germinación y el porcentaje de germinación entre tratamientos fueron puestas a prueba por medio de un ANOVA, utilizando cada placa como réplica para cumplir los supuestos del análisis. Los resultados son expresados como el promedio  $\pm$  1 error estándar.

Los individuos que se alimentaron del fruto de *U. molinae* consumieron por completo la pulpa junto con las semillas, descartando sólo el exocarpio. Las semillas defecadas por *D. gliroides* presentaron un tiempo de germinación promedio menor que las semillas sin defecar, con una diferencia aproximada de 3 días ( $24 \pm 0,89$  y  $26,7 \pm 0,84$  días, respectivamente;  $F_{(1,18)}=4,887$ ,  $P=0,04$ ; Fig. 1). Sin embargo, al término del experimento no encontramos diferencias significativas en los porcentajes de germinación entre las semillas defecadas ( $54 \pm 5,81$  %) y no defecadas ( $44 \pm 5,31$  %) ( $F_{(1,18)}=1,613$ ,  $P=0,22$ ).

Nuestros resultados muestran que *D. gliroides* es un legítimo dispersor de las semillas de *U. molinae*, debido a que las semillas fueron capaces de germinar luego de ser defecadas. Este es el primer registro de un legítimo dispersor de *U. molinae* y también aporta evidencia que soporta la propuesta del potencial rol clave de *D. gliroides* en la dispersión de semillas en el BTSA (Amico *et al.* 2009). A pesar de que observamos la germinación por un período limitado de tiempo y no conocemos los porcentajes finales de germinación, existen potenciales ventajas en las semillas de *U. molinae* al ser dispersadas por *D. gliroides*.

El efecto abrasivo (escarificación) y/o la alteración química sobre la cubierta de las semillas en el tracto digestivo suele debilitarla y hacerla más permeable al agua y a los gases, lo que facilita la extensión del embrión y reduce el tiempo requerido para que ocurra la germinación (Traveset 1998). Esto entrega ventajas competitivas a las plántulas, debido a que al facilitar la germinación se puede destinar energía adicional al crecimiento (Paulsen & Hogstedt 2002) y, por otro lado, la germinación anticipada favorecería un mayor acceso a la luz y un desarrollo mayor en comparación con plántulas emergidas con posterioridad (Paulsen & Hogstedt 2002, Rathcke & Lacey 1985, Traveset 1998). De esta manera, las semillas de *U. molinae* dispersadas por *D. gliroides* podrían incrementar su probabilidad de establecimiento y sobrevivencia, incluso si tras la defecación la viabilidad se redujera. Por el contrario, permanecer dentro del fruto tendría un efecto negativo, debido a que podría retrasar o incluso impedir la germinación, como consecuencia del efecto inhibidor de la pulpa (Samuels & Levey 2005, Yagihashi *et al.* 1998, 2000), como ocurre con otras mirtáceas dentro del BTSA (Figueroa & Castro 2002). Sin embargo, el efecto del paso de las semillas por el tracto digestivo animal es sólo uno de los componentes de la efectividad del dispersor (Schupp *et al.* 2010), por lo que futuros estudios deberán considerar, por ejemplo, la importancia de los frutos en la dieta y el destino de las semillas defecadas para conocer el aporte de *D. gliroides* al éxito reproductivo de *U. molinae*.

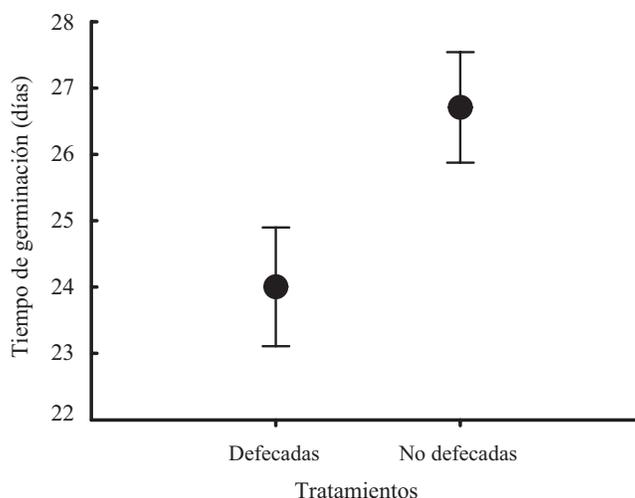


FIGURA 1. Tiempo de germinación en semillas de *Ugni molinae* defecadas por *Dromiciops gliroides* y no defecadas (extracción manual de la pulpa). Se presentan los valores promedio  $\pm$  1 error estándar.

FIGURE 1. Germination time of *Ugni molinae* seed defecated by *Dromiciops gliroides* and undefecated (mechanical pulp removal). Data are presented as mean  $\pm$  1 standar error

La dieta de *D. gliroides* es más frugívora durante los meses de verano-otoño, cuando la disponibilidad de insectos disminuye y la de frutos es alta (Quijano 2008, Smith-Ramírez & Armesto 1994). Los frutos de *U. molinae* maduran antes de iniciarse el invierno, cuando la abundancia de *D. gliroides* aumenta debido a la presencia de los juveniles (Muñoz-Pedrerros *et al.* 2005, Quijano 2008, Franco *et al.* 2011), pero también se reduce la diversidad de frutos disponibles (Smith-Ramírez & Armesto 1994). Quijano (2008) observó que la cantidad de especies con frutos carnosos a nivel de microhábitat está relacionada positivamente con la presencia de *D. gliroides* durante otoño, por lo que *U. molinae* podría ser una fuente importante de energía previo a la entrada del sopor invernal de este marsupial (Muñoz-Pedrerros *et al.* 2005), y por lo tanto, ser activamente dispersada por él.

*Dromiciops gliroides* consume frutos carnosos de plantas de todas las formas de vida, variados colores, formas y tamaños, incluyendo frutos de diámetro más grande que los que pueden consumir algunas aves frugívoras (Amico *et al.* 2009). Lo anterior, sumado a la alta densidad poblacional de este marsupial registrada en Chile y Argentina (Fontúrbel & Jiménez 2009, Franco *et al.* 2011, Rodríguez-Cabal *et al.* 2007, 2008), lo potencian como un agente importante de dispersión de semillas y un elemento clave en la regeneración del BTSA. Sin embargo, la fragmentación y degradación de su hábitat ponen en riesgo su sobrevivencia y los procesos de dispersión en los cuales está involucrado (Rodríguez-Cabal *et al.* 2007).

## AGRADECIMIENTOS

A Alejandra Zúñiga por la ayuda con los ensayos de germinación. A la Beca de Magíster del Proyecto ICM código P05-002 por su financiamiento durante la elaboración de este manuscrito. A la familia Arcos Contreras y Andrea Quijano por su apoyo logístico en terreno. También agradecemos a Guillermo Amico, Marcela Franco, Solange Béreaud y dos revisores anónimos por sus valiosas sugerencias a versiones previas de este manuscrito.

## BIBLIOGRAFÍA

- AIZEN, A. & C. EZCURRA. 1998. High incidence of plant-animal mutualism in the woody flora of the temperate forest of southern South America: biogeographical origin and present ecological significance. *Ecología Austral* 8: 217-236.
- AIZEN, M.A., D.P. VÁSQUEZ & C. SMITH-RAMÍREZ. 2002. Historia natural y conservación de los mutualismos planta-animal del bosque templado de Sudamérica austral. *Revista Chilena de Historia Natural* 75: 79-97.
- AMICO, G. & M.A. AIZEN. 2000. Mistletoe seed dispersal by a marsupial. *Nature* 408: 929-930.
- AMICO, G.C. & M.A. AIZEN. 2005. Dispersión de semillas por aves en un bosque templado de Sudamérica austral: ¿quién dispersa a quién? *Ecología Austral* 15: 89-100.
- AMICO, G.C., M.A. RODRÍGUEZ-CABAL & M.A. AIZEN. 2009. The potential key seed-dispersing role of the arboreal marsupial *Dromiciops gliroides*. *Acta Oecologica* 35: 8-13.
- ARMESTO, J.J., C. SMITH-RAMÍREZ & C. SABAG. 1996 The importance

- of plant-bird mutualisms in the temperate rainforest of southern South America. En: High latitude rain forest and associated ecosystem of the west coast of the American. (Eds, R.G. Lawford, P.B. Alaback & E. Fuentes), pp. 248-265. Springer-Verlag, New York, USA.
- ARMESTO, J.J., R. ROZZI, P. MIRANDA & C. SABAG. 1987. Plant/frugivore interactions in South American temperated forest. *Revista Chilena de Historia Natural* 60: 321-336.
- BUSTAMANTE, R.O., J.A. SIMONETTI & J.E. MELLA. 1992. Are foxes legitimate and efficient seed dispersers? A field test. *Acta Oecologica* 13: 203-208.
- CORTÉS, P., A. QUIJANO & F. NESPOLO. 2009. Bioenergetics and inter-individual variation in physiological capacities in a relict mammal – the Monito del Monte (*Dromiciops gliroides*). *The Journal of Experimental Biology* 212: 297-304.
- FIGUEROA, J.A. & S.A. CASTRO. 2002. Effects of bird ingestion on seed germination of four woody species of the temperate rainforest of Chiloé island, Chile. *Plant Ecology* 160: 17-23.
- FONTÚRBEL, F.E. & E.J. JIMÉNEZ. 2009. Underestimation of abundances of the monito del monte (*Dromiciops gliroides*) due to a sampling artifact. *Journal of Mammalogy* 90: 1357-1362.
- FONTÚRBEL, F.E., E.A. SILVA-RODRÍGUEZ, N.H. CÁRDENAS & J.E. JIMÉNEZ. 2010. Spatial ecology of monito del monte (*Dromiciops gliroides*) in a fragmented landscape of southern Chile. *Mammalian Biology* 75: 1-9.
- FRANCO M., A. QUIJANO & SOTO-GAMBOA M. 2011. Communal nesting, activity patterns and population characteristics in the near threatened monito del monte, *Dromiciops gliroides*. *Journal of Mammalogy* (en prensa).
- GARCÍA, D., M.A. RODRÍGUEZ-CABAL & G.C. AMICO. 2009. Seed dispersal by a frugivorous marsupial shapes the spatial scale of a mistletoe population. *Journal of Ecology* 97: 217-229.
- GARCÍA, D., R. ZAMORA & G.C. AMICO. 2010. Birds as suppliers of seed dispersal in temperate ecosystems: conservation guidelines from real-world landscapes *Conservation Biology* 24: 1070-1079.
- GHO, D. 2010. Consumo de frutos de *Persea lingue* (Lauraceae) en el valle central del sur de Chile. Tesis de Licenciatura. Universidad Austral de Chile, Chile. 48 pp.
- HOWE, H.F. & J. SMALLWOOD. 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics* 13: 201-228.
- JORDANO, P. 2000. Fruits and frugivory. En: *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*, 2ª edición. (Ed. M. Fenner), pp. 125-166. CABI, Wallingford, UK.
- LANDRUM, L.R. 1988. The Myrtle family (Myrtaceae) in Chile. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 45: 277-317.
- MARTIN, G.M. 2010. Geographic distribution and historical occurrence of *Dromiciops gliroides* Thomas (Metatheria: Microbiotheria). *Journal of Mammalogy* 91: 1025-1035.
- MUÑOZ-PEDREROS, A., B.K. LANG, M. BRETOS & P.L. MESERVE. 2005. Reproduction and development of *Dromiciops gliroides* (Marsupialia: Microbiotheriidae) in temperate rainforests of southern Chile. *Gayana* 69: 225-233.
- NILSSON, M.A., U. ARNASON, P.B.S. SPENCER & A. JANKE. 2004. Marsupial relationships and a timeline for marsupial radiation in South Gondwana. *Gene* 340: 189-196.
- PAULSEN, T.R. & G. HOGSTEDT. 2002. Passage through bird guts increases germination rate and seedling growth in *Sorbus aucuparia*. *Functional Ecology* 16:608-616.
- QUIJANO, A. 2008. Uso y seleccion de hábitat del monito del monte, *Dromiciops gliroides*, Thomas, 1984, en el bosque experimental San Martín, centro-sur de Chile. Tesis Doctoral, Universidad Austral de Chile, Chile. 129 pp.
- RAMÍREZ, C., M. ROMERO & O. HENRÍQUEZ. 1980. Estudios de germinacion en semillas de mirtáceas chilenas. *Bosque* 3: 106-113.
- RATHCKE, B. & E.P. LACEY. 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. *Annual Review of Ecology and Systematics* 16: 179-214.
- RODRÍGUEZ-CABAL, M.A., M.A. AIZEN & A.J. NOVARO. 2007. Habitat fragmentation disrupts a plant-disperser mutualism in the temperate forest of South America. *Biological Conservation* 139: 195-202.
- RODRÍGUEZ-CABAL, M.A., G.C. AMICO, A.J. NOVARO & M.A. AIZEN. 2008. Population characteristics of *Dromiciops gliroides* (Philippi, 1893), an endemic marsupial of the temperate forest of Patagonia. *Mammalian Biology* 73: 74-76.
- SAMUELS, I.A. & D.J. LEVEY. 2005. Effects of gut passage on seed germination: do experiments answer the questions they ask? *Functional Ecology* 19: 365-368.
- SCHUPP, E.W. 1993. Quantity, quality and the effectiveness of seed dispersal by animals. *Vegetatio* 108: 15-29.
- SCHUPP, E.W., P. JORDANO & J.M. GÓMEZ. 2010. Seed dispersal effectiveness revisited: a conceptual review. *New Phytologist* 188: 333-353.
- SMITH-RAMÍREZ, C. & J.J. ARMESTO. 1994. Flowering and fruiting patterns in the temperate rainforest of Chiloé, Chile - ecologies and climatic constraints. *The Journal of Ecology* 82: 353-365.
- SOTO-GAMBOA M. & F. BOZINOVIC. 2002. Fruit-disperser interaction in a mistletoe-bird system: a comparison of two mechanisms of fruits processing on seed germination. *Plant Ecology* 159: 171-174.
- TRAVESSET, A. 1998. Effect of seed passage through vertebrate frugivores' guts on germination: a review. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 1/2: 151-190.
- WILLSON, M.F., C. SABAG, J. FIGUEROA, J.J. ARMESTO & M. CAVIEDES. 1996. Seed dispersal by lizards in Chilean rainforest. *Revista Chilena de Historia Natural* 69: 339-342.
- WUNDERLE, J.M. 1997. The role of animal seed dispersal in accelerating native forest regeneration on degraded tropical lands. *Forest Ecology and Management* 99: 223-235.
- YAGIHASHI, T., M. HAYASHIDA & T. MIYAMOTO. 1998. Effects of birds ingestion on seed germination of *Sorbus commixta*. *Oecologia* 114: 209-212.
- YAGIHASHI, T., M. HAYASHIDA & T. MIYAMOTO. 2000. Inhibition by pulp juice and enhancement by ingestion on germination of bird-dispersed *Prunus* seeds. *Journal of Forest Research* 5: 213-215.

Recibido: 11.03.11  
Aceptado: 15.04.11