

## Efecto de la dieta carnívora del zorro pampeano (*Lycalopex gymnocercus*) sobre la germinación del tala (*Celtis ehrenbergiana*)

## Effect of carnivorous diet by the Pampas grey fox (*Lycalopex gymnocercus*) on spiny hackberry (*Celtis ehrenbergiana*) germination

Candela Duarte-Baschini<sup>1\*</sup>, Claudia M. Dellafoire<sup>1</sup>

### Resumen

El zorro pampeano (*Lycalopex gymnocercus*) presenta una dieta omnívora generalista consumiendo numerosas especies de frutos entre los que se encuentran los de *Celtis ehrenbergiana* (NV: tala). Sin embargo, la dieta de estos animales puede variar dependiendo del ambiente en que se encuentran y se desconoce el efecto que una dieta exclusivamente carnívora, puede tener sobre las semillas. **Objetivos:** a) conocer si las semillas de *C. ehrenbergiana* sufren daño físico al pasar a través del tracto digestivo de los zorros alimentados exclusivamente a base de carne; b) conocer si la dieta carnívora afecta la viabilidad, el poder germinativo, el inicio y la tasa de germinación de las semillas. **Metodología:** Se comparó la germinación entre las semillas recolectadas directamente de los frutos y las obtenidas de fecas de zorros en cautiverio luego de adicionar los frutos a su dieta exclusivamente carnívora. Cada tratamiento contó con 300 semillas (10 placas de 30 semillas cada una) que se colocaron en un germinador a humedad y temperatura constante de 25°C durante 234 días. **Resultados:** Las semillas de *C. ehrenbergiana* no sufrieron daños físicos al pasar a través del tracto digestivo del zorro pampeano y el poder germinativo de las mismas fue 2,4 veces superior a las obtenidas directamente de los frutos ( $t = -0,19$ ;  $p = 1*10-6$ ). **Conclusión:** El efecto del paso de las semillas a través del tracto digestivo del zorro pampeano sería beneficioso para *C. ehrenbergiana* cuando los animales mantienen dietas carnívoras.

**Palabras clave:** *Celtis ehrenbergiana*, Dieta carnívora, Endozoocoria, Germinación, Zorro pampeano.

### Abstract

Pampas fox (*Lycalopex gymnocercus*) has a generalist omnivorous diet consuming numerous species of fruits, among which are the *Celtis ehrenbergiana* fruit (locally called "tala"). However, the diet of these animals can vary depending on the environment. The effect that an exclusively meat diet can have on these fruits is unknown. **Objectives:** a) to know if the seeds of *C. ehrenbergiana* suffer physical damage when passing through the digestive tract of Pampas foxes when they are fed exclusively on meat; b) to explore whether a carnivorous diet affects seed viability, beginning of germination, power and germination rate. **Methodologic:** Germination was compared between seeds collected directly from the fruits and those obtained from feces of foxes in captivity fed exclusively on meat. Each treatment had 300 seeds (10 plates of 30 seeds each) that were placed in a germinator at a constant humidity and temperature of 25°C for 234 days. **Results:** Seeds of *C. ehrenbergiana* were not physically damaged when passing through the digestive tract of the Pampas fox and their germination power was 2.4 times higher than the seed of the fruits ( $t = -0.19$ ;  $p = 1*10-6$ ). **Conclusion:** The effect of the passage of the seeds through the digestive tract of the Pampean fox would be beneficial for *C. ehrenbergiana* when the animals maintain carnivorous diets.

**Keywords:** Carnivorous diet, *Celtis ehrenbergiana*, Endozoochory, Germination, Pampas fox.

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Río Cuarto, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Departamento de Ciencias Naturales, Río Cuarto, Córdoba, Argentina.

\* Autor para correspondencia: e-mail: [c.dellafoire@exa.unrc.edu.ar](mailto:c.dellafoire@exa.unrc.edu.ar)  
Fecha recepción: Octubre 15, 2018 Fecha aprobación: Junio 18, 2019 Editora Asociada: Torres-Torres M.

## Introducción

El zorro pampeano (*Lycalopex gymnocercus*) es un carnívoro sudamericano que posee una dieta omnívora generalista que incluye: aves, mamíferos, insectos, carroña y frutos (Nuñez y Bozzolo 2006, Varela *et al.* 2008, Dellafiore 2018). La dieta de estos animales puede variar geográficamente aún a escala muy pequeña (Farias y Kittlein 2008). Estos cambios en la dieta indican un comportamiento oportunista donde el zorro consume dependiendo de su disponibilidad en el medio (Medel y Jacksic 1988, Farias y Kittlein 2008).

En los ambientes de bosque y matorral serrano de Argentina, el zorro pampeano mantiene una dieta omnívora generalista (Dellafiore *et al.* 2012, Dellafiore y Brignone 2019) con un elevado consumo de frutos entre los que se encuentran los de *Celtis ehrenbergiana* (Klotzsch) Liebm (Dellafiore *et al.* 2012, Duarte 2019). Esta especie pertenece a la familia Cannabaceae, es nativa de América y se distribuye desde América del Norte hasta el centro-sur de Sudamérica (Biloni 1990). Esta especie, cuyo nombre vulgar es “tala”, florece en los meses de octubre-noviembre y fructifica de diciembre a marzo (Romanczuk y Del Pero 1978). El fruto es una drupa poco carnosa, color amarillo-anaranjado en la madurez y en su interior posee una sola semilla dura, rugosa, de forma esférica de unos 4 o 5 mm (obs pers).

El zorro pampeano dispersa las semillas de *C. ehrenbergiana* sin daño mecánico y el paso a través del tracto digestivo no afecta su poder germinativo (Duarte 2019). Sin embargo, no se conoce si el efecto sobre las semillas puede variar dependiendo de la dieta que mantengan los animales, en especial si la dieta es exclusivamente carnívora. Con el objetivo de conocer si las semillas de *C. ehrenbergiana* sufren daño físico al pasar a través del tracto digestivo del zorro pampeano y si la dieta carnívora afecta la viabilidad, el poder germinativo, el inicio y la tasa de germinación de estas semillas, se realizó un estudio experimental en cautiverio con animales alimentados exclusivamente a base de carne.

## Materiales y métodos

Para estudiar el efecto del paso de las semillas a través del tracto digestivo del zorro pampeano, se comparó la germinación entre las semillas recolectadas directamente de los frutos y las obtenidas de las fecas de zorros en cautiverio alimentados exclusivamente a base de carne (pollo, res o ambos).

La recolección de frutos se llevó a cabo a orillas del río Chocancharava (-33° 07' 17,4'' latitud Sur y -64° 18' 34,4'' longitud Oeste) en la zona noreste de la ciudad de Río Cuarto, provincia de Córdoba, Argentina. El área de estudio posee una superficie de 12 hectáreas y la vegetación presente corresponde a la región fitogeográfica Pampeana-Distrito Occidental (Cabrera 1976). La temperatura media anual es de 18°C, con una precipitación media anual de 800 mm. En esta área de estudio se recolectaron 5.000 frutos de *C. ehrenbergiana* de 10 plantas diferentes. A estos frutos se les extrajeron las semillas, las cuales fueron analizadas bajo lupa estereoscópica para detectar daños físicos y se seleccionaron al azar diez muestras de 30 semillas sanas cada una. Cada muestra fue sembrada en placas germinadoras individuales (ver detalle debajo). Además, se recolectaron frutos que fueron utilizados para alimentar a dos zorros mantenidos en cautiverio en el Parque Ecológico Urbano de la ciudad de Río Cuarto. Al día siguiente se recolectaron cinco fecas frescas las cuales fueron observadas bajo lupa estereoscópica y suavemente desarmadas a mano para extraer las semillas. Se obtuvieron 427 semillas de *C. ehrenbergiana* de las cuales se seleccionaron al azar 300 semillas que fueron sembradas en 10 placas germinadoras de 30 semillas sanas cada una. Previo a la siembra, las semillas fueron analizadas, de igual forma que la mencionada en el caso anterior, para detectar posibles daños físicos.

En todos los casos las semillas fueron sembradas en placas de Petri con papel secante, se colocaron en germinador a temperatura constante de 25°C y se regaron diariamente. Las placas se revisaron cada dos días en búsqueda de evidencias de germinación, durante 234 días. El criterio de germinación fue la emergencia de la radícula.

El inicio de la germinación (GS) y la tasa de germinación (GR) fueron evaluadas siguiendo el método de Izhaki y Ne'eman (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:

$$GR = (5/6 * P) / (T2 - T1)$$

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

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

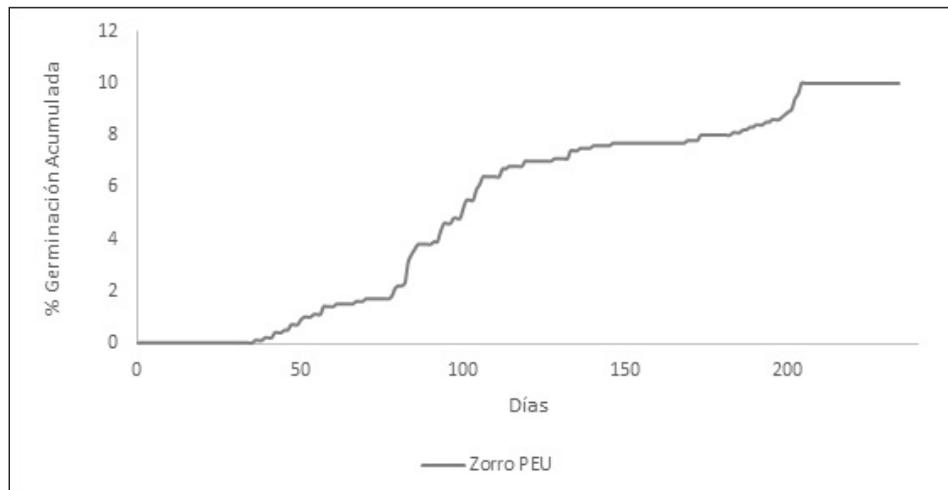
Se calculó el porcentaje acumulado de germinación entre las semillas de los frutos y las fecas a lo largo del tiempo y se usó la prueba de la *t* para muestras independientes para detectar diferencias significativas entre los tratamientos.

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

La totalidad de las semillas recolectadas de los frutos y de las fecas de zorro se encontraron sin daños físicos. El GS de las semillas de los frutos fue  $77 \pm 11$  días y continuaron germinando hasta el día 172. Al cabo de este período 14,3% de las semillas sembradas habían germinado (Figura 1). El GS de las semillas provenientes de las fecas de los zorros en cautiverio fue de  $69 \pm 7$  días y la germinación ocurrió hasta el día 203 cuando 33,3% de las semillas germinaron (Figura 1). No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en el GS ni en la GR la cual fue de  $0,20 \pm 0,43$  para las semillas de los frutos y  $0,23 \pm 0,07$  para las semillas de las fecas de zorro. Se encontraron diferencias en el PG el cual fue significativamente mayor para las semillas provenientes de las fecas del zorro (33,3%) que para las semillas provenientes de los frutos (14%) ( $t = -0,19$ ;  $p = 1 \times 10^{-6}$ ). La prueba de viabilidad de tetrazolio mostró que entre 98% y 90% de las semillas de los frutos y de las fecas respectivamente eran inviables al cabo de 234 días.



**Figura 1.** Porcentaje (%) de germinación acumulado a través del tiempo (días) de las semillas de *Celtis ehrenbergiana* recolectadas de los frutos (línea negra) y de las fecas de zorro (línea gris).

## Discusión

De acuerdo con los resultados del presente estudio, las semillas de *C. ehrenbergiana* no sufrieron daño físico al pasar a través del tracto digestivo de los zorros y el poder germinativo fue 2,4 veces superior al de los frutos. Este resultado contrasta con los estudios realizados a campo, donde las semillas de *C. ehrenbergiana* que atravesaron el tracto digestivo de los zorros con dietas omnívoras, poseen un poder germinativo que no difiere significativamente al de las semillas obtenidas de los frutos (Duarte 2019). Esto apoyaría la hipótesis planteada por algunos autores de que para una misma especie pueden existir efectos diferentes sobre las semillas de acuerdo con la dieta del animal (Traveset 1998). Es probable que los zorros alimentados exclusivamente a base de carne contengan mayores cantidades de ácidos y bacterias en sus estómagos (Traveset 1998, Auger *et al.* 2002, Schaumann y Heinken 2002, Traba *et al.* 2006, Valera y Bucher 2006) provocando una mayor abrasión de las semillas lo cual favorecería a su germinación.

El inicio de la germinación fue similar entre las semillas de los frutos y las provenientes de las fecas de los zorros. Sin embargo, en condiciones de campo, donde los zorros mantienen dietas omnívoras, el inicio de la germinación fue anterior para las semillas de las fecas que para la de los frutos (Candela 2019). Esta diferencia resulta difícil de explicar, pero se podría deber a que en este estudio las semillas fueron puestas a germinar inmediatamente luego de ser defecadas por los animales mientras que en el estudio de campo las semillas permanecieron en el interior de las fecas durante cierto tiempo. Es decir, que hasta que las fecas fueron recolectadas en el campo pudieron verse sometidas a diversas condiciones ambientales (lluvia, calor, frío, etc.) lo que podría provocar que las semillas contenidas en su interior germinen inmediatamente una vez que encuentran las condiciones adecuadas de humedad y temperatura. Son necesarios mayores estudios para evaluar esta hipótesis.

## Conclusión

Los resultados obtenidos permiten concluir que el zorro pampeano dispersa semillas sanas y viables de *C. ehrenbergiana*, incrementando su poder germinativo cuando poseen dietas carnívoras.

## Literatura citada

- Auger J, Meyer SE, Black HL. 2002. Are American black bears (*Ursus americanus*) legitimate seed dispersers for fleshy-fruited shrubs? American Midland Naturalist. 147 (2): 352-67. Disponible en: <https://bit.ly/3hfSrEK>
- Bradbeer JW. 1998. Seed dormancy and germination. Chapman and Hall; 150 pp.
- Biloni JS. 1990. Árboles autóctonos argentinos. Buenos Aires: Tipográfica Editora Argentina; 230 pp.
- Cabrera AL. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. Buenos Aires: 2<sup>a</sup> ed. Enciclopedia Argentina Agrícola y Jardinería; 85 pp.
- Cottrell HJ. 1947. Tetrazolium salt as a seed germination indicator. Nature. 159: 1-748.
- Dellafoire CM, Rosa MJ, Scilingo V, Frandino A, JO Rojas. 2012. Composición de la dieta del zorro gris (*Pseudalopex griseus*) durante el otoño en una zona costera del Río Xanaes-Despeñaderos, Córdoba. II Congreso Latinoamericano de Mastozoología. XXV Jornadas Argentinas de Mastozoología. Expositor (Poster). Buenos Aires, Argentina.
- Dellafoire CM. 2018. ¿Afecta el zorro (*Lycalopex gymnocercus*) la germinación de piracanta (*Pyracantha atlantoides*) (rosaceae)? Mastozool Neotrop. 25 (1): 53-8. Disponible en: <https://bit.ly/33C8IkL>
- Dellafoire CM, Brignone E. 2019. Rol ecológico del zorro como dispersor de semillas en ambientes de agroecosistema y bosques serranos de Argentina. Memorias XII Convención Internacional Sobre Medio Ambiente y Desarrollo.
- Duarte C. 2019. ¿Afecta el zorro (*Lycalopex gymnocercus*) la germinación de *Morus nigra* (Moraceae) y de *Celtis Ehrenbergiana* (Cannabaceae)? Tesis Licenciatura en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Río Cuarto. 64 pp.
- Farias AA, Kittlein MJ. 2008. Small-scale spatial variability in the diet of pampas foxes (*Pseudalopex gymnocercus*) and human-induced changes in prey base. Ecol Res. 23: 543-50. Disponible en: <https://bit.ly/2SzZ1LR>
- Izhaki I, Ne'eman G. 1997. Hares (*Lepus spp.*) as seed dispersers of *Retama raetam* (Fabaceae) in sandy landscape. J Arid Environ. 37: 343-54. Disponible en: <https://bit.ly/3tHyVDu>
- Mackay DB. 1972. The measurement of viability. Viability of seeds. Chapman and Hall; pp. 172-208.
- Medel RG, Jaksic FM. 1988. Ecología de los cánidos sudamericanos: una revisión. Rev Chil Hist Nat. 61: 67-79. Disponible en: <https://bit.ly/3bhlyCk>
- Núñez MB, Bozzolo L. 2006. Descripción de la dieta del zorro gris, *Pseudalopex griseus* (Canidae) (Gray, 1869), en el Parque Nacional de las Quijadas, San Luis, Argentina. Gayana. 70 (2): 163-7. Disponible en: <https://bit.ly/3fextTY>
- Romanczuk MC, Del Pero De Martínez MA. 1978. Las especies del género *Celtis* (Ulmaceae) en la flora argentina. Darwiniana. 21 (2/4): 541-77. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/23215606?seq=1>

- Traba J, Arrieta S, Herranz J, Clamagirand MC. 2006. Red fox (*Vulpes vulpes* L.) favour seed dispersal, germination and seedling survival of Mediterranean Hackberry (*Celtis australis* L.). *Acta Oecol.* 30 (1): 39-45. Disponible en: <https://bit.ly/3hlQIxu>
- Schaumann F, Heinzen T. 2002. Endozoochorous seed dispersal by martens (*Martes foina*, *M. martes*) in two woodland habitats. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants.* 197 (5): 370-8. Disponible en: <https://bit.ly/2RdpGxN>
- Traveset A. 1998. Effect of seed passage through vertebrate frugivores' guts on germination: a review. *Perspect Plant Ecol.* 1 (2): 151-90. Disponible en: <https://bit.ly/3oa2eO0>
- Varela O, Bucher EH. 2006. Passage time, viability, and germination of seeds ingested by foxes. *J Arid Environ.* 67 (4): 566-78. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2006.03.013>
- Varela O, Cormenzana-Méndez A, Kaprovickas L, Bucher EH. 2008. Seasonal diet of the Pampas fox (*Lycalopex gymnocercus*) in the Chaco dry Woodland, northwestern Argentina. *J Mammal.* 89 (4): 1012-9. Disponible en: <https://bit.ly/3eHhVcA>