



## **EFFECTO DEL ZORZAL (*Turdus serranus*) Y REINA MORA (*Cyanocompsa brissonii*) SOBRE LA GERMINACIÓN DEL TALA (*Celtis ehrebergiana*), ARGENTINA**

Effect of zorzal (*Turdus serranus*) and reina mora (*Cyanocompsa brissonii*) on tala  
germination (*Celtis ehrebergiana*), Argentina

*Claudia M Dellafiore*<sup>1</sup> & *María José Rosa*<sup>1</sup>

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

\*Autor correspondiente/corresponding author: Correo electrónico/E-mail: [cdellafiore@exa.unrc.edu.ar](mailto:cdellafiore@exa.unrc.edu.ar)

### **RESUMEN**

Las aves han sido mencionadas como responsables de la dispersión y cambios en los patrones de germinación de numerosas especies vegetales y se ha observado que para una misma especie vegetal el efecto de la endozoocoria puede diferir según el frugívoro con el cual interacciona. En este trabajo se estudió la respuesta de germinación de las semillas de *Celtis ehrebergiana* al paso por el tracto digestivo de *Cyanocompsa brissonii* y *Turdus serranus*. Las variables estudiadas fueron el inicio de la germinación, tasa de germinación, poder germinativo y tiempo medio de germinación. Para ello se emplearon ejemplares en cautiverio de *C. brissonii* y *T. serranus* los cuales fueron alimentados con los frutos de *C. ehrebergiana*. Posteriormente se comparó la germinación entre las semillas de los frutos y las provenientes de las fecas de las aves. De acuerdo con nuestros resultados *T. serranus* y *C. brissonii* realizarían una dispersión legítima y efectiva de las semillas de *C. ehrebergiana* ya que las semillas no sufren daño y conservan su poder germinativo luego de pasar por el tracto digestivo de las aves. El efecto de la endozoocoria sobre las semillas de *C. ehrebergiana* sería diferente de acuerdo a si son consumidas por *T. serranus* o por *C. brissonii*.

Palabras clave: *Celtis ehrebergiana*, *Cyanocompsa brissonii*, *Turdus serranus*, dispersión de semillas, germinación

### **ABSTRACT**

Birds have been mentioned as responsible for dispersal and changes in germination patterns of numerous plant species and it has been observed that for the same species plant the effect of endozoocory may differ depending on the frugivore with which it interacts. In this study we study the germination response

of *Celtis ehrebergiana* seeds to the digestive tract of *Cyanocompsa brissonii* and *Turdus serranus*. For this, captive specimens of *C. brissonii* and *T. serranus* were fed with fruits of *C. ehrebergiana*. Later, the germination was compared between fruit and feces seeds. Variables analyzed were germination start, germination rate, germination power and average germination time. According to our results *T. serranus* and *C. brissonii* would perform a legitimate and effective dispersion of *C. ehrebergiana* seeds because its do not suffer damage and preserve their germinative power after passing through the digestive tract of birds. The effect of endozoochory on seeds of *C. ehrebergiana* would be different according to whether they are consumed by *T. serranus* or *C. brissonii*.

Key word: *Celtis ehrebergiana*, *Cyanocompsa brissonii*, *Turdus serranus*, seed dispersion, germination.

## INTRODUCCIÓN

El efecto que tiene la ingestión de frutos por vertebrados frugívoros en la germinación de las semillas ha recibido considerable atención en los últimos tiempos. Muchos estudios demuestran que la germinación de semillas es más exitosa después de pasar a través del tracto digestivo de los frugívoros (Figueiredo & Perin 1995, Dellafiore & Rosa 2015). Sin embargo, en otros casos se ha observado que esta mejora no es universal y que existe una gran variación en la respuesta de germinación dependiendo del dispersor, de la especie diseminada y de las condiciones en las que se realizan las pruebas de germinación (Bustamante et al. 1992, 1993, Figueiredo & Perin 1995, Yagihashi et al. 1998, Traveset et al. 2001, Dellafiore & Rosa 2015, Dellafiore et al. 2015, Dellafiore 2016).

Entre los vertebrados frugívoros las aves han sido mencionadas como responsables de la dispersión y cambios en los patrones de germinación de numerosas especies vegetales (e.g., Traveset et al. 2001, Dellafiore & Rosa 2015, Dellafiore et al. 2015, Dellafiore, 2016) y se ha observado que el efecto de la endozoochoria puede ser diferente de acuerdo a las especies que intervengan en la relación mutualista. Es decir, que para una misma especie vegetal el efecto de la endozoochoria puede diferir según el frugívoro con el cual interacciona (Traveset et al. 2001)

En este trabajo se estudió la respuesta de germinación de las semillas de tala (*Celtis ehrebergiana*) al paso por el tracto digestivo de *Cyanocompsa brissonii* (nv: reina mora) y *Turdus serranus* (nv: zorzal). Estas especies son autóctonas del bosque y matorral serrano de la provincia de Córdoba, Argentina y si bien se ha observado que *C. ehrebergiana* es dispersadas por las aves en dichos ambientes (Dellafiore 2016) se desconoce los efectos que esta relación mutualista tiene sobre la germinación de las semillas.

El primer objetivo de este trabajo fue conocer si los frugívoros (*Cyanocompsa brissonii* y *Turdus serranus*) modifican el inicio de la germinación, tasa de germinación, poder germinativo y tiempo medio de germinación de las semillas de tala (*Celtis ehrebergiana*). El segundo objetivo fue conocer si el efecto sobre la germinación es diferente dependiendo de la especie que dispersa dichas semillas. Este estudio se llevó a cabo bajo la hipótesis general de que los frugívoros no afectan la germinación de *Celtis ehrebergiana*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

*Celtis ehrebergiana* (nv: tala) es una especie nativa de Argentina que florece en primavera y fructifica durante enero, febrero y marzo y se reproduce exclusivamente por semillas por lo cual produce una gran cantidad de frutos.

El fruto es una drupa de forma ovoide color verde cuando inmadura virando hacia el naranja al madurar. Los frutos pueden alcanzar un tamaño de 6 x 4 mm y poseen una sola semilla. Las semillas son rugosas, blanquecina y su tamaño promedio es de 2,5 mm.

Las semillas de tala aparecen frecuentemente en las fecas de aves del bosque y matorral serrano de la provincia de Córdoba, Argentina (Dellafiore 2016). Sin embargo, es difícil conocer a que especie de ave pertenecen dichas fecas y/o conseguir muestras lo suficientemente grandes para realizar estudios experimentales en el laboratorio. Debido a ello, el presente estudio se llevó a cabo con dos ejemplares en cautiverio de *Turdus serranus* y *Cyanocompsa brissonii*. Estas especies, del orden de las paseriformes, son frugívoras, se alimenta de una gran diversidad de frutos y son muy comunes y abundantes en los ambientes de bosque y matorral serrano. Las aves empleadas pertenecen al Parque Ecológico de la ciudad de Río Cuarto y fueron capturadas en ambientes serranos.

Para estudiar el efecto del paso de las semillas a través del tracto digestivo de las aves, se recolectaron al azar 150 frutos de *Celtis ehrebergiana* de cuatro ejemplares diferentes (n=600). Todos los frutos se recogieron durante 2012 el mismo día y en el mismo sitio para evitar diferencias en la edad de las semillas. Posteriormente se seleccionaron en forma aleatoria 10 muestras de 50 semillas cada una las cuales fueron sembradas en placas germinadoras individuales (ver detalle debajo).

Por otro lado, se recolectaron 400 frutos de las mismas plantas los cuales fueron empleados para alimentar a los ejemplares de *T. serranus* y *C. brissonii*. Las aves se mantuvieron en ayuno durante 12 h y posteriormente se les ofrecieron 100 frutos a cada ejemplar. Durante las seis h siguientes se recolectaron las fecas a las cuales se les extrajeron las se-

millas obteniendo dos muestras de 50 semillas por cada ejemplar. Dichas semillas fueron analizadas bajo lupa estereoscópica para registrar posibles daños físicos (quiebres y/o exposición del embrión) y posteriormente fueron sembradas para su germinación.

Tanto las semillas provenientes de los frutos como de las fecas se dispusieron a germinar en placas de plástico con algodón y 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. La germinación de las semillas se registró diariamente durante un período de 385 días.

El inicio de la germinación (GS) y la tasa de germinación (GR) fueron evaluadas siguiendo el método de Izhaki & Ne`eman (1997). Dicho método define el inicio de la germinación como el intervalo de tiempo (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 al número total de semillas sembradas (Ss).

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

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

$$((N_1 * T_1 + N_2 * T_2 + \dots + N_n * T_n)) / N$$

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

El test de Fisher para proporciones y el test de la T para pruebas independientes fueron empleados para detectar diferencias significativas entre los tratamientos y variables analizadas.

Por último, se aplicó la prueba de tetrazolio a las semillas que no germinaron al finalizar el experimento (385 días) 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 24 horas a una temperatura constante de 25°C. Posteriormente, el embrión se observó bajo lupa estereoscópica; cuando se tiñen de rojo, indica que el embrión es viable mientras que los no coloreados serían embriones inviables (Bradbeer 1998).

## RESULTADOS

Las semillas extraídas de las fecas de las aves no presentaron daños físicos visibles por lo que el paso a través del tracto digestivo de las aves no afectaría físicamente a dichas semillas.

El inicio de la germinación (GS) fue diferente entre los tratamientos estudiados. El menor período de germinación fue de 106 días para las semillas provenientes de las fecas de *C. brissonii*, seguida por las semillas proveniente de los frutos (GS= 110 días) siendo el período mas largo para las semillas provenientes de las fecas de *T. serranus* (GS=188 días)

El poder germinativo fue significativa-

mente mayor para las semillas provenientes de las fecas de *T. serranus* (PG=57) que para las provenientes de los frutos (PG= 22) (F=-0,456 p=0,00001) y los provenientes de las fecas de *C. brissonii* (PG=30) (F= -0,27 p=0,000125). No se encontraron diferencias significativas en el poder germinativo de las semillas de los frutos y los de *C. brissonii* (Fig. 1).

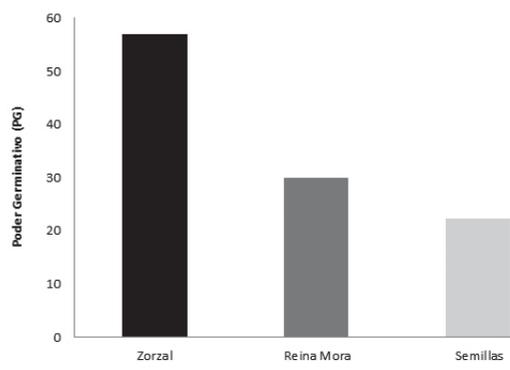


FIGURA 1. PODER GERMINATIVO (PG) DE LAS SEMILLAS PROVENIENTES DE LOS FRUTOS DE *CELTIS EHREBERGIANA* Y DE LAS FECAS DE *TURDUS SERRANUS* Y *CYANOCOMPSA BRISSONII*.

Germination (PG) of *Celtis ehrebergiana* seeds and feces of *Turdus serranus* and *Cyanocompsa brissonii*.

La tasa de germinación (GR) fue significativamente diferente entre las semilla de los frutos (GR= 0,12) y las provenientes de *T. serranus* (GR=1,10) (T=3,91 p=0,0002\*) y entre las provenientes de *T. serranus* y *C. brissonii* (GR=0,19) (T=-3,05 p=0,0031\*). No se encontraron diferencias significativas entre las semillas de los frutos y los de *C. brissonii*. Estas diferencias se deberían a variaciones en el inicio y en el porcentaje de germinación ya que las semillas provenientes

de *T. serranus* mostraron un retraso en la germinación pero un mayor porcentaje de semillas germinadas (Fig. 2).

La prueba de tetrazolio mostró que el 90% de las semillas que no germinaron bajo los diferentes tratamientos eran inviables.

## DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados *T. serranus* y *C. brissonii* realizarían una dispersión legítima y efectiva de las semillas de *C. ehrenbergiana* ya que las semillas no sufren daño y conser-

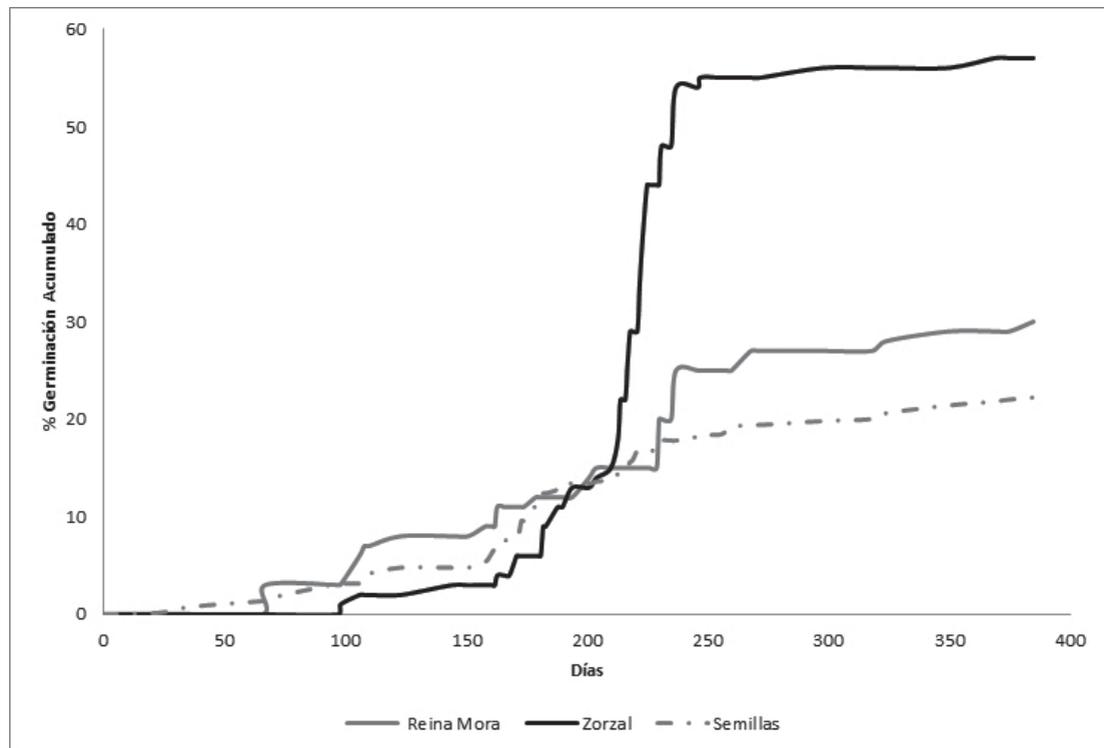


FIGURA 2. PORCENTAJE DE GERMINACIÓN ACUMULADA DE LAS SEMILLAS PROVENIENTES DE LOS FRUTOS DE *CELTIS EHREBERGIANA* Y DE LAS FECAS DE *TURDUS SERRANUS* Y *CYANOCOMPSA BRISSONII* AL CABO DE 385 DÍAS.

Accumulated germination percentage of seeds from *Celtis ehrenbergiana* fruits and feces of *Turdus serranus* and *Cyanocompsa brissonii* after 385 days.

van su poder germinativo luego de pasar por el tracto digestivo de las aves.

El efecto de la endozoocoria sobre las semillas de *C. ehrenbergiana* sería diferente de acuerdo a si son consumidas por *T. serranus* o por *C. brissonii*. Las semillas consumidas por *C. brissonii* no verían afectado ni el inicio, ni

el poder germinativo ni la tasa de germinación la cual sería igual a las semillas proveniente de los frutos. Las semillas consumidas por *T. serranus* presentarían un retraso en el inicio de la germinación pero un mayor poder germinativo y una mayor tasa de germinación (Fig. 1 y 2). Estas diferencias podrían

deberse a desiguales tiempos de exposición a la molienda en la molleja (Traveset et al. 2001) y/o diferentes tiempos de retención en el tubo digestivo (Barnea et al. 1991, Murphy et al. 1993). Algunos autores han mencionado, además, que la composición química de los alimentos ingeridos conjuntamente con las semillas puede modificar las características de la semilla y/o el tiempo de retención en el tubo digestivo (Levey & Karasov 1994, Murray et al. 1994, Witmer 1996, Cipollini & Levey 1997). En este estudio, las aves fueron alimentadas exclusivamente con *C. ehrenbergiana* pero quizás la dieta mantenida por las aves previo a este estudio podría modificar el contenido gástrico y/o tiempos de retención de las semillas en el tracto digestivo.

El retraso en el inicio de la germinación podría implicar una desventaja para *C. ehrenbergiana* ya que una germinación más rápida implica una menor exposición a los depredadores de semillas lo que puede representar un importante factor de mortalidad para algunas especies. Numerosos autores han demostrado las ventajas de una germinación temprana en numerosas especies vegetales y en diferentes ambientes y como un retraso en el inicio de la germinación, aun de unos pocos días, puede afectar negativamente a la supervivencia de las plántulas (Ross & Harper 1972, Halevy 1974, Weaver & Cavers 1979, Zimmerman & Weis 1984, Traveset et al. 2001).

*Celtis ehrenbergiana* se vería beneficiada al ser consumida por *T. serranus* y *C. brissonii* ya que no solo no ve afectada la germinación sino que puede ver incrementado en un 159% el porcentaje de germinación y en más de un 800% la tasa de germinación si son consumidas por *T. serranus*. Esto favorecería la expansión de las poblaciones de tala en los ambientes naturales. Además, las aves dispersarían las semillas a áreas alejadas de la planta madre, favoreciendo su estableci-

miento ya que ello disminuye la competencia intraespecífica (Herrera 2002), y permitiría la llegada de semillas a nuevas áreas abiertas a la colonización.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Río Cuarto por al apoyo financiero. Al Parque Ecológico Urbano de la ciudad de Río Cuarto por su aporte y apoyo en las tareas relacionadas con los estudios en cautiverio. A los familiares y amigos que ayudaron con las tareas laboratorio.

## LITERATURA CITADA

- BARNEA A, Y YOM-TOV & J FRIEDMAN (1991) Does ingestion by birds affect seed germination?. *Functional Ecology* 5: 394-402.
- BRADBEER JW (1998) *Seed Dormancy and Germination*. Chapman and Hall, New York.
- BUSTAMANTE RO, JA SIMONETTI & JE MELLA (1992) Are foxes legitimate and efficient seed dispersers? A field test. *Acta Oecológica* 13: 203-208.
- BUSTAMANTE RO, A GREZ, JA SIMONETTI, RA VÁSQUEZ & AM WALKOWIAK (1993) Antagonistic effects of frugivores on seeds of *Cryptocarya alba* (Mol.) Looser (Lauraceae): consequences on seedling recruitment. *Acta Oecologica* 14: 739-745.
- CIPOLLINI ML & DJ LEVEY (1997) Secondary metabolites of fleshy vertebrate-dispersed fruits: adaptive hypotheses and implications for seed dispersal. *American Naturalist* 150: 346-372.
- COTTRELL HJ. 1947. Tetrazolium SALT as a seed germination indicator. *Nature* 159: 748.
- DELLAFIORE CM, MJ ROSA & V SCILINGO (2015) ¿Afectan las aves la germinación del arbusto *Pyracantha atalantoides* (Rosaceae)?. *Research Journal of the Costa Rican Distance*

- Education University 7(2): 295-299.
- DELLAFIORE CM & MJ ROSA (2015) Efecto de las aves sobre la germinación de *Cotoneaster franchetti* Bois (Rosaceae). *European Scientific Journal* 11(33): 319-326.
- DELLAFIORE CM (2016) Dispersión legítima de semillas por aves en el bosque y matorral serrano de la Provincia de Córdoba. *European Scientific Journal* 12(18): 56-64.
- FIGUEIREDO RA & PERIN E (1995) Germination ecology of *Ficus luschnathiana* drupelets after bird and bat ingestion. *Acta Oecologica* 16: 71-75.
- HALEVY G (1974) Effects of gazelles and seed beetles (Bruchidae) on germination and establishment of *Acacia* species. *Israel Journal of Botany* 23: 120-126
- HERRERA CM (2002) Seed dispersal by vertebrates. In: CM Herrera & O Pellmyr eds. *Plant-Animal Interactions. An Evolutionary Approach*: 185-208. Blackwell Science, Oxford.
- 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.
- LEVEY DJ & WH KARASOV (1994) Gut passage of insects by European starlings and comparison with other species. *Auk* 111, 478-481.
- MACKAY DB (1972) The measurement of viability. In: EH Roberts (ed), *Viability of seeds*: 172-208. Chapman and Hall, London.
- MURPHY SR, N REID, ZG YAN & WN VENABLES (1993) Differential passage time of mistletoe fruits through the gut of honeyeaters and flowerpeckers. Effect on seedling establishment. *Oecologia* 93: 171-176.
- MURRAY KG, S RUSSELL, CM PICONE, K WINNETT-MURRAY, W SHERWOOD & ML KUHLMANN (1994) Fruit laxatives and seed passage rates in frugivores: consequences for plant reproductive success. *Ecology* 75: 989-994.
- ROSS MA & JL HARPER (1972) Occupation of biological space during seedling establishment. *Journal of Ecology* 60: 77-88.
- TRAVESET A, N RIERA & RE MAS (2001) Passage through bird guts causes interspecific differences in seed germination characteristics. *Functional Ecology* 15: 669-675.
- WEAVER SE & P B CAVERSTHE (1979) effects of date of emergence and emergence order on seedling survival rates in *Rumex crispus* and *R. obtusifolius*. *Canadian Journal of Botany* 57: 730-738
- WITMER MC (1996) Do some bird-dispersed fruits contain natural laxatives? A comment. *Ecology* 77: 1947-1948.
- YAGIHASHI T, M HAYASHIDA & T MIYAMOTO (1998) Effects of bird ingestion on seed germination of *Sorbus commixta*. *Oecologia* 114: 209-212.
- ZIMMERMAN JK. & IM WEIS (1984) Factors affecting survivorship, growth, and fruit production in a beach population of *Xanthium strumarium*. *Canadian Journal of Botany* 62: 2122-2127.

Recibido 12/12/2016; aceptado 20/04/2017