

ANÁLISIS DE LA DISPERSIÓN DE SEMILLAS DE *Cedrela fissilis* EN EL BOSQUE NATIVO DE MISIONES.

Julio M. Alcántara ¹

Norma Vera ²

Lilian Szczipanski ²

Beatriz Eibl ²

Roman Ríos ²

SUMMARY

This work studies the seed dispersion process of *Cedrella fissilis* Vellozo (Meliaceae). The dispersion occurs either by the fall of the seeds inside the fruit on to the ground or by the action of the wind. In either way, most of the seeds do not go further than the distance covered by the tree crown. This fact makes the spatial distribution of the seeds fit a negative exponential curve.

The levels of fungii attack (predation) depended on the seed density more than on seed distance from the tree. Insect attack (predation) was probably originated while the seeds were still in the tree, therefore its effects is independent from the result of seed dispersion.

The probabilities of seeds germination greatly depend on the attacks they suffer while they are still in the tree. Furthermore those probabilities improve by being dispersed individually and also by getting further away from the parent tree.

Key words: Seeds, dispersion, *Cedrella fissilis*, predation, native forest, Misiones.

RESUMEN

Se estudia el proceso de dispersión de las semillas en *Cedrela fissilis* Vellozo (Meliaceae). La dispersión se produce bien por la caída de las semillas al suelo dentro del fruto o por la acción dispersante del viento. De cualquiera de estas dos formas, la mayor parte de las semillas no sobrepasa la distancia que cubre la copa del árbol. Esto hace que la distribución espacial de las semillas ajuste a una curva exponencial negativa.

Los niveles de predación por hongos dependieron de la densidad de semillas más que de la distancia recorrida por estas. La predación por insectos se originó posiblemente mientras las semillas estaban aún en el árbol, por lo que su efecto es independiente del resultado de la dispersión.

Las probabilidades de germinación de las

semillas pasan por escapar a la predación mientras están aún en el árbol. Además mejoran al ser dispersadas en solitario y finalmente por alejarse del árbol productor.

Palabras clave. Semillas, dispersión, *Cedrella fissilis*, predación, bosque nativo, Misiones.

INTRODUCCIÓN

La fase de dispersión de las semillas supone el primer paso en el proceso que determina la distribución espacial de los individuos de una población vegetal (Howe y Smallwood 1982). Este proceso involucra a distintos agentes bióticos (dispersantes de semillas, predadores de semillas o de plántulas) y abióticos (condiciones de humedad, temperatura o iluminación) que, mediante su actividad, establecerán el patrón de distribución espacial (p. ej.: distancia entre individuos o microhábitats en que se sitúan) y temporal (distribución de edades) de los individuos de la población. Conocer cómo se desarrolla todo este proceso es fundamental para poder diseñar un modelo de utilización no

² Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Misiones. C/Bertoní 124. C.P. 3382. Eldorado, Misiones.

¹ Depto. de Biología Animal, Vegetal y Ecología. Area de Ecología. Universidad de Jaén. Paraje las Lagunillas s/n. C.P.: 23071. Jaén (España).

destruccion de poblaciones vegetales. Solo en los últimos años han aparecido trabajos que abarquen todo el proceso de regeneración (ver por ej. Alvarez-Buylla y García-Barrios 1991, Herrera et al 1994, Debussche e Isenmann 1994), desde la dispersión de las semillas, pasando por su germinación y el establecimiento de las plántulas, hasta la supervivencia de los renovales en sus primeros años.

En el presente trabajo se pretenden analizar aspectos básicos sobre la fase de dispersión de semillas de una especie arbórea de interés comercial. Este tipo de enfoques es necesario como material de partida en estudios más en profundidad de la dinámica de regeneración de una especie.

Los principales objetivos del estudio son: (1) describir la distribución espacial de las semillas en torno al árbol productor y (2) analizar los niveles de predación de semillas y su posible relación con las variaciones en distancia de dispersión y/o densidad.

METODOLOGÍA

El Cedro Misionero (*Cedrela fissilis* Vellozo, Meliaceae) se distribuye en general por zonas subtropicales de Sudamérica (Biloni 1990). Es muy frecuente en la Selva Paranaense (Cabrera y Willink 1980). El fruto es una cápsula piriforme dehiscente que contiene una media de 45 semillas (Eibl et al. 1995) distribuidas en 5 lóculos. Las semillas presentan una extensión a modo de ala que las hacen semejantes a una sámara. El fruto se abre durante los meses de Junio y Julio (Eibl et al. en prensa) dejando caer las semillas que son dispersadas por el viento. Gran parte de los frutos abiertos permanecen en el árbol hasta la temporada siguiente.

Para el presente estudio seleccionamos tres árboles situados uno en el predio de Guaraní y dos en Eldorado. El trabajo de campo se realizó entre los meses de Agosto y Septiembre de 1995. La selección de estos árboles se realizó de manera que la distancia mínima a otros individuos productores de fruto de la misma especie fuese superior a 60 m, para evitar en lo posible la superposición de la lluvia de semillas entre árboles.

En cada individuo se muestrearon 4 transectos de 1 x 20 m. El primero de ellos se orientó al azar y los restantes se distribuyeron cada 90°, anotándose su orientación determinada mediante una brújula. Cada transecto fue dividido en 20 parcelas de 1 x 1 m de las que se retiraron todas las semillas presentes, tanto semillas sueltas como agrupadas o dentro del fruto. Las semillas obtenidas de cada parcela fueron clasificadas en el laboratorio en función de su estado: sanas, germinadas, vanas, predadas por insectos, predadas por hongos. Estas

mismas categorías fueron empleadas en el caso de semillas recolectadas dentro del fruto.

RESULTADOS.

Rasgos generales del proceso de dispersión

En el árbol 1, el 85% de las semillas llegaron al suelo dentro del fruto o adheridas a partes de este, mientras, que solamente el 2 y 38 % de las semillas lo hicieron de esta forma en los árboles 2 y 3 respectivamente (ver tabla 1).. Considerando la totalidad de semillas recolectadas, la proporción dispersada en el fruto fue significativamente mayor que la movilizada en solitario para el árbol 1, mientras ocurrió lo contrario en los otros dos árboles (Tests de comparación de dos proporciones: $P < 0.01$ en los tres casos).

Distribución espacial de las semillas: lluvia de semillas

Las mayores densidades de semillas (de 6 a 9 semillas/m²) se encontraron entre los 1 y 7 m, distancia coincidente con la abarcada por la copa. El número medio de semillas por cuadrado de muestreo fue de 3.75 semillas. Además, el 91 % (árbol 1), 34 % (árbol 2) y 74 % (árbol 3) de las semillas se concentraban bajo la proyección de la copa. Una vez sobrepasada la copa se producía un descenso gradual en densidad que se estabilizaba en 1 semilla/m² hacia los 14 m del tronco.

La forma de la curva de distribución de semillas fue muy variable en los transectos realizados para cada individuo (Fig. 1). Este sesgo supone que, por término medio, los dos transectos con mayor cantidad de semillas acapararon el 84.02% (rango 63.11-95.33%) de las mismas.

La cola de la curva de distribución de las semillas (porción de la curva a la derecha del punto de mayor densidad de semillas) para cada árbol, considerando el número medio de semillas a cada distancia, se ajusta al modelo exponencial negativo (Fig. 2) con muy altos porcentajes de varianza explicados en los árboles 1 y 3 (91 y 94% respectivamente), mientras para el árbol 2 solamente explica el 35%. Considerando el promedio de semillas de los tres árboles, la cola de distribución se ajusta muy bien al modelo exponencial negativo (Fig. 2), explicando un 90% de la varianza.

Niveles de infección de las semillas

Para el conjunto de semillas recolectadas en los tres árboles, las pérdidas por insectos fueron significativamente mayores que las debidas a hongos (Test de proporciones: $P < 0.001$)

Los porcentajes individuales de infección

de semillas por hongos oscilaron entre el 0 y el 30 %, promediando un 13 %. Estos porcentajes fueron significativamente mayores para las semillas contenidas en los frutos (33 %) que para las sueltas (1 %) (Test de proporciones: $P < 0.001$). El porcentaje medio de semillas infectadas por hongos estaba negativamente asociado con la distancia al árbol ($r = -0.55$, $P < 0.05$, $n = 20$) y positivamente con la densidad total de semillas ($r = 0.57$, $P < 0.01$, $n = 20$). Para esclarecer cual de estas dos variables tiene mayor efecto en la infección se realizó un análisis de regresión múltiple (Tabla 2). Los niveles de infección por hongos vienen determinados más por la densidad de semillas que por la distancia al árbol, aún cuando la densidad se relaciona estrechamente con la distancia.

La predación por insectos resulto elevada, afectando entre el 21 y 41%, con un promedio del 31 %. La cantidad de semillas predadas por insecto se relacionó negativamente con la distancia al árbol ($r_s = -0.93$, $p < 0.0001$, $n = 19$), mostrando la distribución de semillas predadas en torno al árbol un aspecto de curva exponencial negativa.

DISCUSIÓN

La dispersión primaria de las semillas, su llegada hasta el suelo, se produce de dos maneras: (1) al desprenderse la semilla del fruto cuando está aún en el árbol; o (2) al caer el fruto maduro al suelo cuando aún no se ha abierto completamente. La incidencia de estos dos mecanismos fue muy variable entre individuos. La cantidad total de semillas dispersadas en el fruto fue mayor que la dispersada en solitario. Este hecho parece ser bastante frecuente ya que no es rara la presencia de frutos cerrados bajo cualquier cedro. La acción del viento como agente dispersante (semillas dispersadas sueltas) fue más frecuente a nivel de árboles individuales que si consideramos la totalidad de las semillas recolectadas, lo que sugiere que este es el principal mecanismo de dispersión a nivel poblacional.

La distancia que pueden viajar las semillas dentro del fruto se reduce a la que abarca la copa del árbol. De igual forma, la acción dispersante del viento tiende a concentrar la mayor parte de las semillas bajo la copa del árbol, esto hace que se produzca una distribución de las semillas en forma de curva exponencial negativa, con lo que muy pocas se desplacen más de 20 m. Por otro lado, la distribución de las semillas en torno a los árboles se produce de forma sesgada según la dirección del viento dominante. El resultado es que el árbol queda descentrado respecto a la distribución espacial de la lluvia de semillas. Esta

es una característica común en los tres árboles, y esperable en plantas con dispersión anemocora como la estudiada (ver por ejemplo Augspurger y Kitajima 1992, Portnoy y Willson 1993). En definitiva, la mayor parte de las semillas caen bajo la copa, independientemente de si caen dentro del fruto o sueltas.

Los niveles de infección de semillas por hongos fueron mayores en el caso de semillas contenidas en fruto que en las semillas que se dispersaron sueltas. Esto es esperable ya que las condiciones en que las semillas se encuentran dentro del fruto (oscuridad y alta densidad) favorecen la acción de los hongos. Por otra parte, aunque los niveles de infección por insectos parecen depender de la distancia y densidad de semillas, es posible que estos efectos sean consecuencia de que la predación que detectamos se había producido estando aún los frutos en el árbol. En consecuencia, al dispersarse las semillas predadas, su distribución sería muy similar a la de las semillas sanas.

En definitiva, las posibilidades de germinar de las semillas pasan por no ser predadas mientras están en el árbol, posteriormente serán mucho mayores si son dispersadas en solitario que si lo son dentro del fruto y finalmente serán mayores cuanto mayor sea la distancia que se desplacen, aunque esto último se debe a la disminución de la densidad de semillas a medida que aumenta la distancia al árbol.

AGRADECIMIENTOS

La elaboración del presente trabajo fue posibilitada por el Programa Intercampus de la Agencia Española de Cooperación Internacional (Instituto de Cooperación Iberoamericana). Carlos Fernández López y Pedro Rey colaboraron en diversos aspectos del trabajo previo y posterior a la toma de datos. Cristobal Thews colaboró en el trabajo de campo. Federico Robledo y Domingo Maiocco facilitaron la estadía en el Predio de Guaraní. Oscar Gauto proporcionó algunos de los medios informáticos utilizados en este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA.

- ALVAREZ-BUYLLA, E. R. and García-Barrios, R. 1991. Seed and forest dynamics: a theoretical framework and an example from the neotropics. *American Naturalist* 137: 133-154.
- AUGSPURGER, C. K. and Kitajima, K. 1992. Experimental studies of seedling recruitment from contrasting seed distributions. *Ecology* 73: 1270-1284.

BILONI, J. S. 1990. Árboles autóctonos Argentinos. Ed. Tipográfica Editora Argentina.

DEBUSSCHE, M. and Isenmann, P. 1994. Bird dispersed seed rain and seedling establishment in patchy Mediterranean vegetation. *Oikos* 69: 414-426.

CABRERA, A. L. y Willink, A. 1980. Biogeografía de América Latina. Monografía n° 13. Washington DC. OEA. CARE International, The nature conservancy, Wildlife Conservation International: Uso sostenible de los recursos biológicos (Proyecto SUBIR), 1992.

EIBL, B. et al. 1995. Fenología de 31 especies

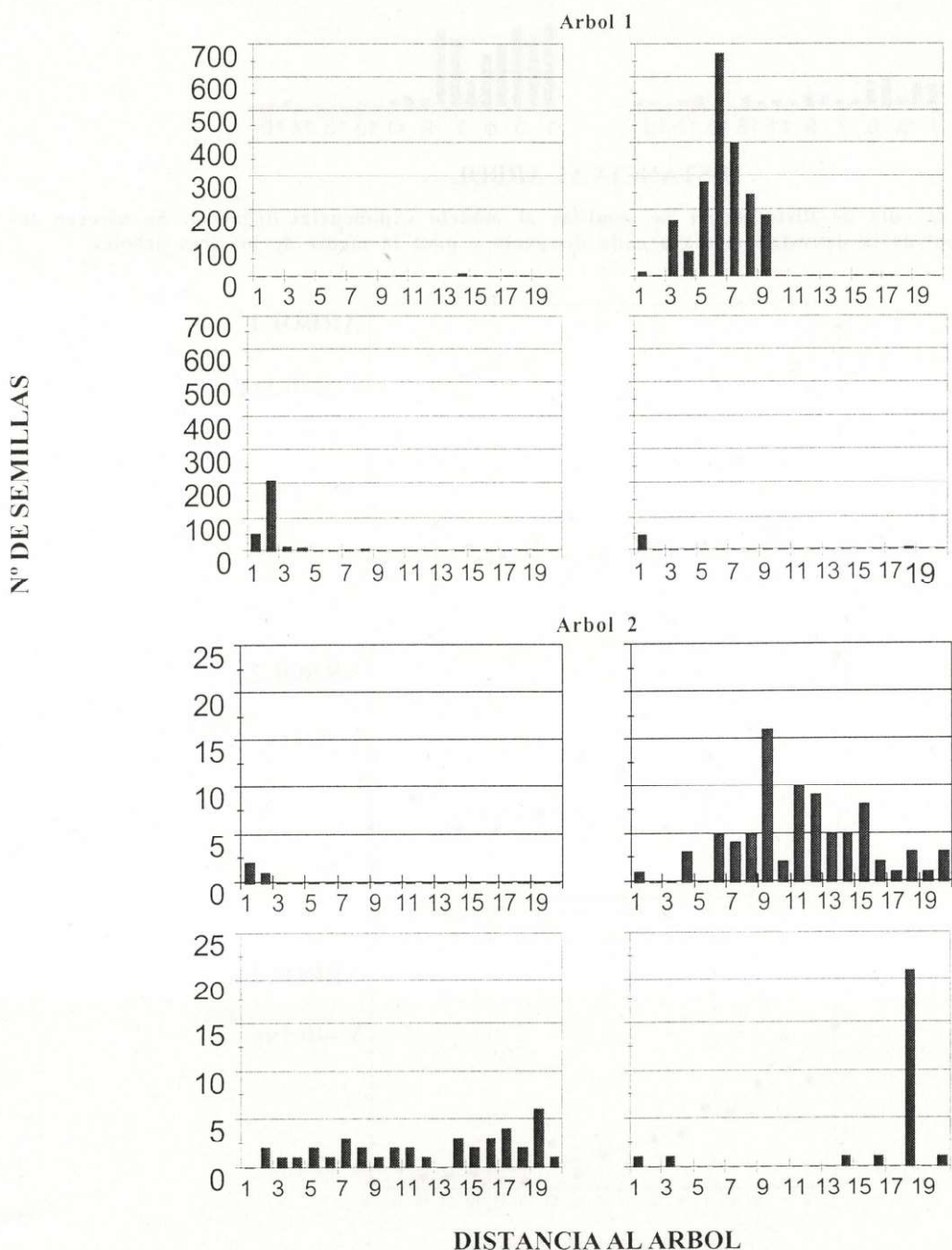
forestales nativas, Misiones, Argentina. *Yvyrareta* 6: (en prensa).

HERRERA, C. M., Jordano, P., López-Soria, L. and Amat, J. 1994. Recruitment of a mast-fruited, bird-dispersed tree: bridging frugivore activity and seedling establishment. *Ecological Monographs* 64: 315-344.

HOWE, H. F. and Smallwood, J. 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics* 13: 201-228.

PORTNOY, S. and Willson, M. F. 1993. Seed dispersal curves: behavior of the tail of the distribution. *Evolutionary Ecology* 7: 25-44.

Figura 1. Distribución de las semillas en los cuatro transectos realizados para cada árbol.



Arbol 3

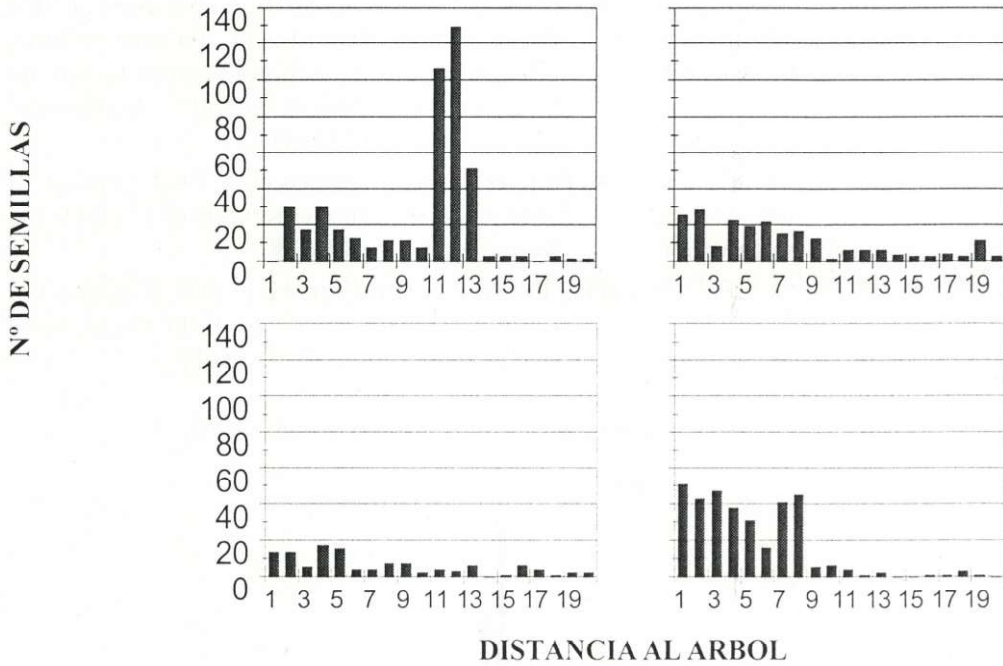
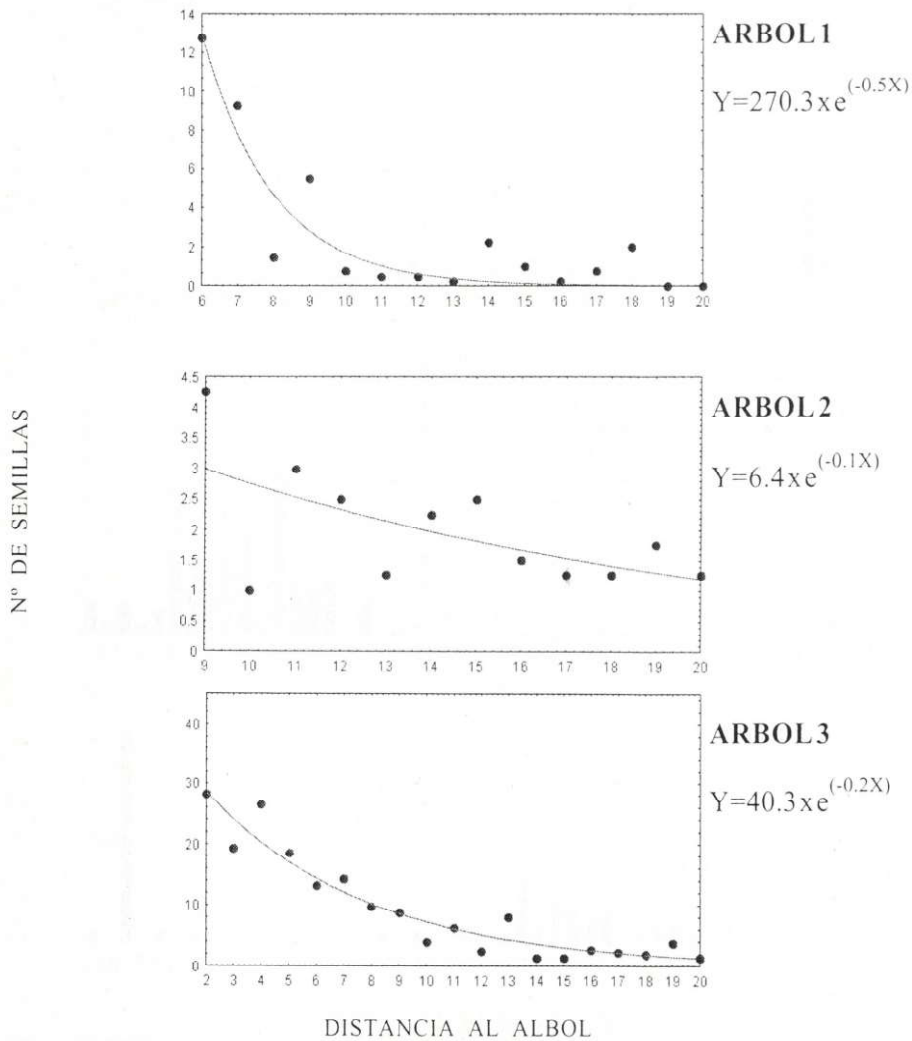


Figura 2 Ajuste de la cola de distribución de semillas al modelo exponencial negativo. Se ofrecen los ajustes para cada árbol de la densidad media a cada distancia y para la media de los tres árboles.



Nº DE SEMILLAS

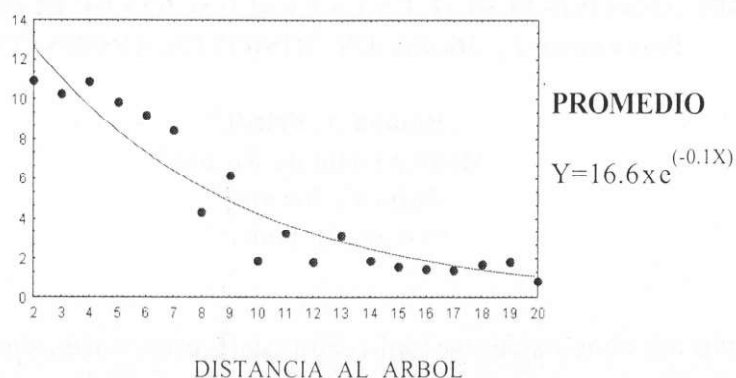


Tabla 1. Resumen de las cantidades y porcentajes de semillas recolectadas en cada árbol y medias para los tres.

		ÁRBOL 1	ÁRBOL 2	ÁRBOL 3	MEDIA *3
Total de semillas del árbol		1424	96	794	771
SEMILLAS	Total de semillas	1210*1 (85%)	2 (2%)	203 (26%)	472 (38%)
CONTENIDAS	%Predado por insectos	20%*2	100%	19%	46%
EN	%Predado por hongos	35%	0%	47%	27%
FRUTO	%Sanas	45%	0%	34%	26%
SEMILLAS	Total de semillas	214 (15%)	94 (98%)	591 (74%)	300 (62%)
DISPERSADAS	%Predado por insectos	21%	39%	46%	35%
EN	%Predado por hongos	4%	0%	1%	2%
SOLITARIO	%Sanas	75%	61%	53%	63%

*1 Las cifras entre paréntesis indican porcentajes respecto al total del árbol.

*2 Porcentajes referidos al total de semillas incluidas en la categoría (dentro del fruto o solitarias).

*3 Las cifras entre paréntesis indican porcentaje medio de los tres árboles, no porcentaje respecto a la media total del árbol.

Tabla 2. Efecto de la distancia al árbol y de la densidad de semillas sobre la proporción de semillas predadas por punto de muestreo. Se ha considerado el valor medio de los tres árboles para cada distancia. $R^2 = 0,37$, $F(2,17) = 4,97$, $P < 0,05$, $n = 20$.

	Beta ± S.E.	B ± S.E.	t	P
Constante		- 0,36 ± 0,32	- 1,16	0,26
Distancia	0,40 ± 0,35	0,02 ± 0,02	1,14	0,27
Densidad	0,90 ± 0,35	0,43 ± 0,17	2,56	0,02