



El tamaño de las agallas no es influenciado por la proximidad al nervio central en hojas de *Dalbergia ecastophyllum* (Fabaceae)

Catalina Sánchez Quirós

RESUMEN: Las agallas constituyen un refugio y un recurso alimenticio importante para el individuo fitófago que las habita. Estudios demuestran que los insectos inductores de agallas en *Dalbergia ecastophyllum* se ubican preferencialmente en lugares próximos al nervio central de las hojas, por ser el área donde ocurre el mayor flujo de savia. Testé la hipótesis de que agallas con mayor tamaño se ubicarían próximas al nervio central de las hojas. Recolecté hojas de *D. ecastophyllum*, calculé el volumen de las agallas y la distancia a la que se encontraban desde el nervio central. Contrario a lo esperado, agallas de varios tamaños fueron encontradas cerca al nervio central. Agallas adensadas, aunque próximas al nervio central, podrían estar compitiendo por recursos alimentares y, por lo tanto, su crecimiento sería limitado. También es posible que agallas situadas sobre venas secundarias obtuvieran recursos suficientes para su crecimiento, aunque estuvieran distantes del nervio central.

PALABRAS CLAVE: agallador, fitófago, flujo de savia, insectos inductores

INTRODUCCIÓN

Las agallas son el resultado del crecimiento atípico y desproporcional de diversos órganos de las plantas, producto de la interacción entre los tejidos de planta y el organismo fitófago que lo habita, conocido como agente inductor (Formiga *et al.*, 2009). Existe una gran variedad de agentes inductores de agallas, siendo los insectos el grupo con mayor cantidad de representantes conocidos. Insectos agalladores pueden pertenecer a los ordenes Hemiptera, Homoptera, Coleoptera, Hymenoptera, Diptera y Lepidoptera (Daly *et al.*, 1978; Begon *et al.*, 2007).

En el caso de los insectos, la inducción del desarrollo de la agalla, genera cambios en los tejidos de la planta. El desarrollo de la agalla puede deberse a procesos de oviposición (ej. dípteros) o de alimentación del primer estadio larval (ej. áfidos) (Larson & Whitham, 1997; Formiga *et al.*, 2009). Los tejidos vegetales crecen y encapsulan al agente inductor. La protección ofrecida por la estructura física e la elevada concentración de sustancias nutritivas dentro de la agalla, crean un ambiente propicio para el desarrollo y crecimiento del organismo que vive dentro de ésta (Price *et al.*, 1986). De este modo, la forma, el tamaño y la estructura de la agalla se encuentran correlacionados con el crecimiento del agente inductor (Shorthouse & Rohfritsch, 1992).

Las agallas proporcionan refugio y recurso alimenticio para el agente inductor (Price *et al.*, 1986). Como la distribución de recursos no es homogénea,

inclusive en hojas de una misma planta, seleccionar un lugar donde los recursos alimenticios son más abundantes, deviene en una ventaja para el desarrollo de la larva, en contra oposición de aquellas que se desarrollaron donde los recursos fueron más escasos (Whitham, 1980; Crawley, 1986; Larson & Whitham, 1997).

Cassano *et al.* (2009), demostraron que existe una distribución desigual de agallas sobre las hojas de *Dalbergia ecastophyllum* (Fabaceae), con una mayor cantidad de agallas próximas al nervio central. Ellos sugirieron que ese patrón de distribución está relacionado con el lugar de mayor flujo de savia en la hoja. Dado que agallas ubicadas en lugares de mayor flujo de savia, podrían obtener mayor cantidad de nutrientes para desarrollarse, testé la hipótesis de que las agallas con mayor tamaño se ubicarían próximas al nervio central de las hojas de *D. ecastophyllum*. Consecuentemente, preveo que cuanto mayor la proximidad al nervio central, las agallas tendrán mayor volumen.

MATERIALES & METODOS

Colecta de datos

Realicé el muestreo en la playa del Guarauzinho (24°38'S - 47°01'O), que constituye el límite norte de la Estación Ecológica Juréia-Itatins (E.E.J.I.), situada en el litoral sur del estado de São Paulo. Las playas de la E.E.J.I. se caracterizan por poseer vegetación de dunas y áreas de restinga, donde *D.*

ecastophyllum es muy abundante.

Sorteé 22 plantas de *D. ecastophyllum* a lo largo de toda la playa. De los ramos recolecté al azar un total de 48 hojas que tuvieran al menos una agalla y presentaran un máximo de herbivoría del 10% siguiendo los criterios de Dirzo & Domínguez (1995). Seguidamente, en la cara adaxial de la hoja busqué, con un estereoscopio, los orificios realizados por el insecto inductor al salir de la agalla como indicador de que había completado su desarrollo. Para el análisis, solamente tomé en cuenta las agallas con orificio de salida. Para las agallas que cumplieron los criterios de selección, medí el largo, ancho y altura con un paquímetro digital y calculé el volumen usando la fórmula correspondiente a un cuerpo elipsoidal:

$$V = 4/3\pi \times DM \times dm \times h$$

en la cual DM representa el diámetro mayor, dm corresponde al diámetro menor y h representa la altura. Después, medí la distancia a la que se encontraba cada agalla desde el nervio central de la hoja.

Análisis de datos

Para testar si existe una relación entre el volumen de las agallas con respecto a la distancia desde el nervio central de la hoja, realicé una regresión lineal entre el volumen de las agallas y la distancia desde el nervio central de la hoja. Utilicé como estadística de interés la inclinación de la recta de esa relación.

Simulé un escenario nulo en el cual el tamaño de las agallas no está influenciado por su posición con respecto al nervio central. Realicé 5000 aleatorizaciones considerando cada hoja como un bloque para controlar la variación introducida en la hoja. Para obtener la probabilidad de encontrar la inclinación de la recta por azar, dividí el número de valores iguales o mayores al observado, entre el número total de permutaciones. Los análisis fueron realizados utilizando el aplicativo Resampling Stats do Microsoft Office Excel®.

RESULTADOS

De un total de 184 agallas medidas fue obtenido un volumen medio de $120,90 \pm 32,24 \text{ mm}^3$, variando entre $67,46$ y $384,80 \text{ mm}^3$. La distancia media de las agallas con respecto al nervio central de la hoja fue de $8,24 \pm 6,42 \text{ mm}$. La distancia a la cual las agallas se ubican con respecto al nervio central de la hoja no está relacionada con el volumen de éstas ($R^2 = -0,33$; $p = 0,33$) (Figura 1).

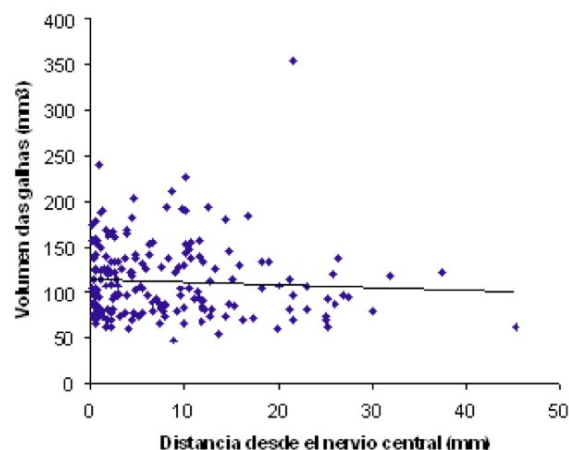


Figura 1. Relación entre el volumen de las agallas y la distancia con respecto al nervio central de la hoja para hojas de *Dalbergia ecastophyllum* ($R^2 = -0,33$; $p = 0,33$).

DISCUSIÓN

El volumen de las agallas presentó una relación débil con respecto a la distancia desde el nervio central de la hoja. Estos resultados sugieren que el tamaño de las agallas no es afectado por la distancia de las mismas en relación al nervio central de las hojas.

El tamaño de la agalla podría estar influenciado por la cantidad de recursos disponibles, en este caso, la savia que la planta distribuye hacia sus hojas (Shorthouse & Rohfritsch, 1992; Larson, 1998). De este modo, es posible que la presencia de otras agallas afecte el crecimiento y tamaño que una agalla pueda alcanzar si no existiese la competencia por el recurso. Asimismo, agallas ubicadas distantes al nervio central de la hoja pero cerca de un nervio secundario y sin otras agallas alrededor, pueden tener un tamaño semejante a aquellas ubicadas cerca del nervio central (Crawley, 1986).

Determinar el área foliar para obtener una medida de la densidad de agallas en las hojas sería una medida adecuada para explicar la variabilidad observada en el volumen de las agallas. Hojas con densidades mayores de agallas proporcionarían menores cantidades de nutrientes a las agallas influenciando negativamente su tamaño. Por ende, como el tamaño de la agalla dependería tanto de la cantidad de agallas en la hoja como de la proximidad al nervio central. En ese sentido, disponer de una medida de densidad permitiría determinar cuánto de la variación en el volumen de las agallas se debe a la proximidad al nervio central y cuánto a la competencia con otras galhas.

Para estudios posteriores se recomienda utilizar como criterio adicional de selección de agallas,

agallas próximas al nervio central de la hoja y distantes a éste, donde la distancia al nervio central no esté interferida por la presencia de otras agallas alrededor. De esa manera, se podría aislar el efecto de competencia por recursos, que pudieran estar afectando el desarrollo y crecimiento de la agalla.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al profesor Paulo Inácio (IB-USP) por la ayuda y comentarios brindados y a Thayná por la solidaridad y ayuda brindada durante las mediciones. Agradezco también a Dito por los paseos en la floresta y a mis compañeros de Curso de Campo 2012 por todo el apoyo, cariño y amabilidad brindado durante los 25 días del curso, en especial a Marina, Renato, Tauna, Maya, Julia, Rafael, Cristiano, Tatiana, Carina y Jessica. Uno muy especial a Solimary por toda la ayuda, atención y dedicación brindada durante el curso.

REFERENCIAS

- Begon, M.; C.R. Townsend & J.L. Harper. 2007. *Ecología: de individuos a ecosistemas*. Artmed, Porto Alegre.
- Cassano, C.; M.T. Cerezin.; R.S. Bovendorp & A.P. Aguilar. 2009. Seleção de locais de oviposição por insetos galhadores em marmeleiro *Dalbergia ecastaphyllum* (Fabaceae). Em: Livro do curso de campo “Ecología da Mata Atlântica” (G. Machado & P. I. Prado, eds.) São Paulo.
- Crawley, M.J. 1986. *Plant ecology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Daly, H.V.; J.T. Doyen & P.R. Ehrlich. 1978. *Introduction to insect biology and diversity*. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Dirzo, R. & C.A. Dominguez. 1995. Plant-herbivore interactions in a mesoamerican: tropical dry forest. Em: “Seasonably Dry Tropical Forest” (S.H. Bullock; A. Mooney & E. Medina, eds.). Cambridge University Press.
- Formiga, A.T.; S.J.M.R. Gonçalves; G.L.G. Soares & R.M.S. Isaias. 2009. Relações entre o teor de fenóis totais e o ciclo das galhas de Cecidomyiidae em *Aspidosperma spruceanum* Müll. Arg.(Apocynaceae). *Acta Botanica Brasileira*, 23:93-99.
- Grimaldi, D. & M.S. Engel. 2005. *Evolution of the insects*. Cambridge University Press, New York.