

Morfometría foliar y clorofila de *Piper reticulatum* (Piperaceae) en luz y sombra en la Estación Biológica La Selva, Costa Rica

Sergio A. Villegas-Retana & María Chavarría-Soto

Universidad Nacional de Costa Rica, Escuela de de Ciencias Biológicas, Heredia Costa Rica; sergio.eco102@gmail.com, mariita1015@yahoo.com.mx

Recibido 15-V-2016 • Corregido 30-VI-2016 • Aceptado 25-VII-2016

ABSTRACT: Leaf morphology and chlorophyll in *Piper reticulatum* (Piperaceae) under conditions of light and shadow at La Selva Biological Station, Costa Rica. Tropical plants have a diverse morphology and physiology adapted to capture light within the forest. *Piper reticulatum* is a small tree that grows in illuminated and low light environments. We randomly collected 25 mature leaves from each condition (from several plants), and determined the specific leaf area (SLA), leaf thickness and shape; and amount of chlorophyll. Plants from both light classes differed in SLA, thickness, shape and chlorophyll content of the leaves. Those exposed to light had higher values for shape and thickness while low light plants had leaves with more SLA and chlorophyll content values. *P. reticulatum* presents great plasticity for leaf shape which increases its performance and allows it to compete with advantage against other plant species.

Key words: *Piper reticulatum*, Piperaceae, specific leaf area, blade thickness, leaf shape, amount of chlorophyll, wet tropical forest.

RESUMEN: Las plantas tropicales presentan gran variedad en su morfología y fisiología para captar luz dentro del bosque. *Piper reticulatum* es un pequeño árbol con la capacidad de vivir en condiciones de luz y sombra. En este trabajo se comparó algunos parámetros foliares en condiciones de luz y sombra en *P. reticulatum*. Se tomaron 50 hojas maduras al azar de diferentes individuos, 25 por cada tipo de hábitat, a cada una se le determinó el área foliar específica, grosor, forma de la hoja y cantidad de clorofila. Se determinó que existe diferencia significativa entre las plantas a la luz y a la sombra en el área foliar específica, grosor, forma y cantidad de clorofila de la hoja. Las plantas a la luz presentaron valores más altos en la forma de la hoja y grosor y las plantas a la sombra presentaron valores más altos de área foliar específica y clorofila. Los resultados indican que *P. reticulatum* presenta una gran plasticidad en cuanto a la forma de las hojas lo cual mejora su rendimiento y le permite competir mejor con otras especies.

Palabras clave: *Piper reticulatum*, Piperaceae, área foliar específica, grosor de la hoja, forma de la hoja, cantidad de clorofila, bosque tropical húmedo.

La luz es uno de los factores determinantes en el establecimiento, crecimiento y supervivencia de los bosques tropicales. Las plantas tropicales presentan una gran variedad en cuanto a su morfología y fisiología para captar la luz disponible dentro del bosque. Una característica evidente en la vegetación del sotobosque tropical es la gran diversificación en la morfología de las hojas de las diferentes especies e incluso dentro de una misma especie (Valladares, Skillman & Pearcy, 2002).

Dentro de la gran variedad de especies de plantas tropicales se encuentran la Familia Piperaceae que comprende hierbas, arbustos, subarbustos, pequeños árboles y algunas trepadoras. Son de madera débil y viven generalmente en áreas húmedas, algunas especies

prefieren hábitats perturbados y muchas otras son epífitas (Laboratorio de sistemática de plantas vasculares, 2011). *Piper reticulatum* es un pequeño árbol de sotobosque, con tallos usualmente inclinados cerca de la tierra; se compone de hojas grandes, gruesas y en forma de corazón. Generalmente habita zonas húmedas donde vive bajo la sombra en bosques maduros, secundarios y a veces en los bordes del bosque (Condit, Pérez & Daguerre, 2011). A pesar de ello tiene la capacidad de crecer en condiciones de luz (Gamon et al., 2005).

Existe una gran cantidad de aspectos que separan a una planta adaptada a la luz de una adaptada a la sombra (Puértolas et al., 2008). La cantidad de luz para el crecimiento de un organismo vegetal, puede considerarse

decisivo para la sostenibilidad de un ecosistema. Se necesitan realizar numerosas pruebas si se desea estudiar una planta adaptada a dos tipos de hábitats (luz y la sombra), ya que no todas las plantas presentan una misma respuesta a la luz (Puértolas et al., 2008), a pesar de ello estudios demuestran que las plantas tropicales presentan una plasticidad fenotípica evidente, que tiene como función compensar la eficiencia de la captura de la luz (Valladares et al., 2002). De ahí nace la necesidad de estudiar a *P. reticulatum* una especie que puede vivir en condiciones de luz y sombra y que por consiguiente puede presentar gran variedad en cuanto a la morfología foliar que le permita captar flujos similares de la radiación solar en ambos tipos de hábitat (Valladares et al., 2002).

Algunos de los parámetros que se pueden medir para determinar la adaptabilidad de una planta en dos tipos de hábitats, luz y sombra, son el área foliar específica, el grosor, la forma de la hoja y la cantidad de clorofila (McClendon, 1962; Franks & Britton, 2000; Piña & Arboleda, 2010).

El objetivo del presente trabajo fue comparar algunos parámetros foliares en condiciones de luz y sombra en *P. reticulatum* dentro de la Estación Biológica la Selva, Costa Rica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio: el estudio lo realizamos en la Estación Biológica La Selva (OET) durante el mes de octubre del 2012, ubicada en el cantón Sarapiquí, Heredia. Dicha estación comprende unas 1,600 hectáreas de bosque tropical húmedo y tierras alteradas (aproximadamente con un 73% de su territorio con bosque primario), con una precipitación anual promedio de 4000mm y una temperatura promedio anual que oscila entre los 19 y 31°C. La Reserva cuenta con cuatro zonas de vida principales y abarca más de 5.000 especies de plantas vasculares (Organization for Tropical Studies, 2014).

Muestreo: Se trabajó con *P. reticulatum* por la capacidad que tiene de crecer en hábitats de luz y sombra (Gamon et al., 2005), la misma fue identificada previamente por un experto de la Estación Biológica La Selva. El muestreo se llevó a cabo en el Sendero Estación-Río, donde se tomaron 50 hojas maduras al azar de diferentes individuos de *P. reticulatum*, 25 por cada tipo de hábitat.

Las hojas fueron colectadas en horas de la mañana e inmediatamente fueron depositadas en bolsas negras y llevadas al laboratorio para comenzar a medir los parámetros. A cada hoja se le determinó el área foliar específica

(razón entre el área de la hoja y su peso seco), el área foliar se determinó por un lado de la hoja con Medidor de Área Foliar LI3100C, LI-COR, Lincoln Nebraska, USA y el peso seco de las mismas con una balanza analítica, para ello las plantas fueron secadas durante una semana en un Horno de Secado (Pierce, Running & Walker, 1994). También se midió el grosor de cada hoja con un Micrómetro Mitotuyo, el procedimiento se llevó a apretando el micrómetro en la hoja hasta que se detectará la resistencia al deslizamiento de la hoja a través del micrómetro, además se evitó llevar a cabo las mediciones en las venas principales (Mott & Michaelson, 1991). La forma de la hoja se determinó como la relación largo/ancho de cada una de las estas, para ello se utilizó una cinta métrica graduada (Shaw, 1987). Por último se determinó la cantidad de clorofila con un Spad 502 Minolta, este procedimiento se llevó a cabo inmediatamente se llegó al laboratorio (Girma, Kofoid & Reese, 1998). Para la toma de datos se utilizaron tablas de datos.

Análisis estadístico: Se llevó a cabo una prueba estadística ANOVA, con el programa estadístico Statgraphics Centurion XV, para ver si existía diferencia significativa entre el área foliar específica, grosor de la hoja, forma de la hoja y la cantidad de clorofila entre las plantas de luz y las de sombra (Valladares et al., 2002).

RESULTADOS

Según la prueba estadística ANOVA se determinó que al 95% de confianza existe diferencia significativa de las plantas a la luz y las plantas a la sombra entre el área foliar específica, grosor, forma y la cantidad de clorofila de la hoja (F-Ratio=5,14; g.l.=49; P=0,028; Kruskal-Wallis = 25,9; g.l.=49; P= 3,4; E-7; F-Ratio= 14,26; g.l.=49; P=0,0004; F-Ratio= 7,36; g.l.=49; P=0,0092, respectivamente), siendo las plantas a la luz las que presentaron los valores más altos respecto al cociente de la forma de la hoja y mayor grosor de la misma, mientras que las plantas a la sombra presentaron mayores valores de área foliar específica y mayor cantidad de clorofila (Fig. 1, 2, 3 y 4).

DISCUSIÓN

Las plantas a la sombra presentaron mayor área foliar específica porque deben tener una mayor capacidad para adquirir luz solar y dióxido de carbono (CO₂), lo cual le permite obtener una mayor ganancia de carbono, a través de la fotosíntesis y determina que este tipo de plantas tengan altas tasas de crecimiento y mayor

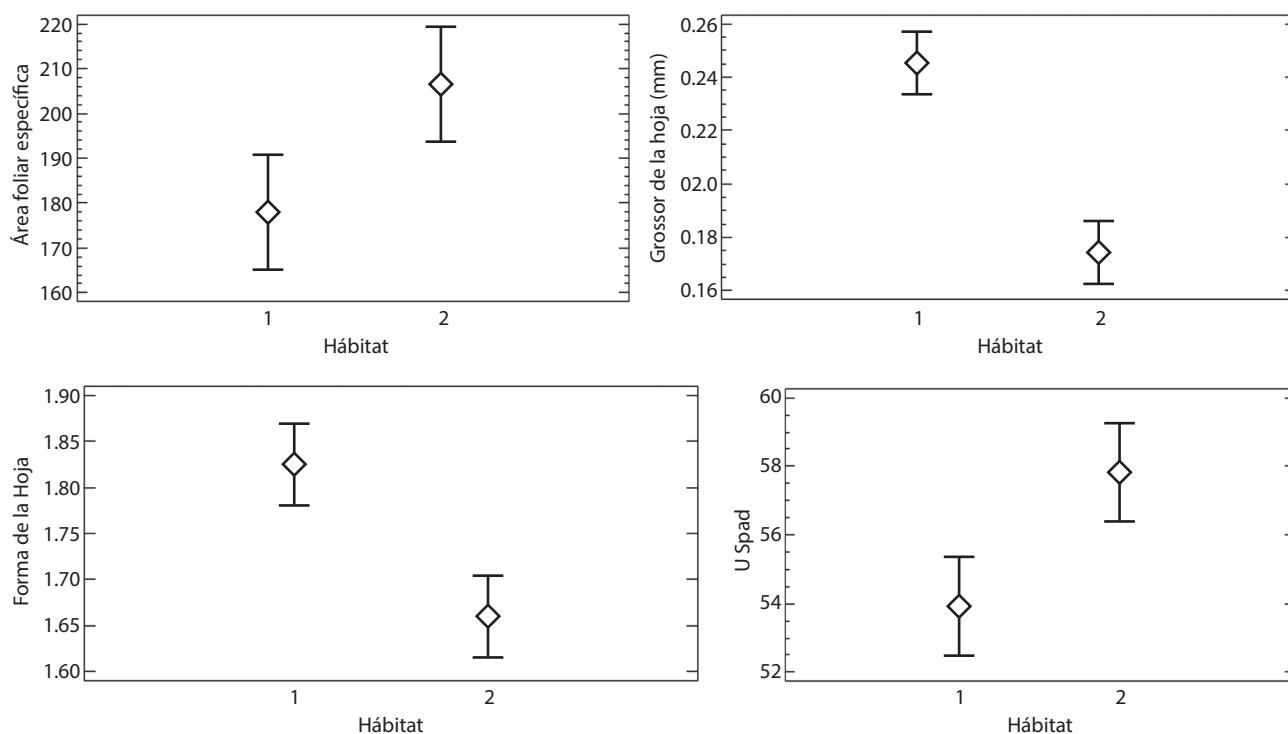


Fig. 1. Área foliar específica en condiciones de luz (1) y sombra (2). **Fig. 2.** Grosor de la hoja en condiciones de luz (1) y sombra (2). **Fig. 3.** Forma de la hoja en condiciones de luz (1) y sombra (2). **Fig. 4.** Cantidad de clorofila de la hoja (Unidades Spad) en condiciones de luz (1) y sombra (2).

capacidad competitiva (Valladares, 2004). Además el área foliar específica aumenta en la sombra ya que las plantas tienen la capacidad de ajustarse a un ambiente de menor irradiación aumentando su área foliar, por consiguiente las hojas son más delgadas (Páez, Paz & López, 2000). Esto explica porque las hojas de plantas a la luz tuvieron un mayor grosor que las de sombra unido al hecho de que bajo estas condiciones hay a un mayor desarrollo del parénquima empalizada (Raven, Evert & Eichhorn, 1992), que se resume en un aumento del tejido del mesófilo que trae como consecuencia un disminución de la densidad de cloroplastos en la hoja (Chazdon & Kaufmann, 1993).

En relación a la forma, las plantas a la luz presentan cocientes más bajos lo cual indica que las hojas de las plantas a la sombra son más anchas ya que asignan una mayor proporción de su crecimiento en componentes aéreos (especialmente en hojas), de tal manera que puedan compensar la reducción de luz y aumentar su capacidad para captarla, mientras que las de sol lo hacen más proporcionalmente entre raíces y partes aéreas (Letourneau, Schlichter & Andenmatten, s.f.).

La cantidad de clorofila de la hoja fue mayor en la sombra, esto porque en condiciones de alta luminosidad

las moléculas de clorofila están más expuestas a procesos fotooxidativos, además el incremento en la concentración en clorofila puede deberse a un mayor desarrollo del tejido fotosintético en general, es decir un aumento de granas y un mayor gasto energético en la síntesis de pigmentos que participan en la fotosíntesis (Chazdon & Kaufmann, 1993; Piña & Arboleda, 2010).

Desde el punto de vista de un ecosistema las plantas de sotobosque están sometidas a cambios de la disponibilidad de luz durante toda su vida, es por eso que este tipo de plantas presentan una gran plasticidad en cuanto a la forma de las hojas (Markesteyn, Poorter & Bongers, 2007). En *P. reticulatum* representa una ventaja ya que mejora el rendimiento de la planta y le permite competir mejor ante otras especies que se desarrollan en los bosques tropicales húmedos (Markesteyn et al., 2007).

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de Costa Rica por toda la ayuda en cuanto al equipo y logística. A la Organización de Estudio Tropicales (Estación Biológica la Selva) por su invaluable ayuda en cuanto al equipamiento,

instalaciones y uso del bosque para desarrollar este trabajo. A Alejandro Durán Apuy por sus recomendaciones y aportes para este trabajo. Y a Verónica Alpizar, William Villegas y Sonia Retana por su valiosa ayuda en la preparación de esta investigación.

REFERENCIAS

- Chazdon, R.L. & Kaufmann, S. (1993). Plasticity of Leaf Anatomy of Two Rain Forest Shrubs in Relation to Photosynthetic Light Acclimation. *Functional Ecology*, 7 (4), 385-394.
- Condit, R., Pérez, R. & Daguerre, N. (2011). *Trees of Panamá and Costa Rica*. New York: Princeton Field Guides.
- Franks, N.R. & Britton, N.F. (2000). The Possible Role of Reaction-Diffusion in Leaf Shape. *Biological Sciences*, 267 (1450), 1295-1300.
- Gamon, J.A., Kitajima, K., Mulkey, S.S., Serrano, L. & Wright, S.J. (2005). Diverse Optical and Photosynthetic Properties in a Neotropical Dry Forest during the Dry Season: Implications for Remote Estimation of Photosynthesis. *Biotropica*, 37 (4), 547-560.
- Girma, M., Kofoid, K.D. & Reese, J.C. (1998). Sorghum Germplasm Tolerant to Greenbug (Homoptera: Aphididae) Feeding Damage as Measured by Reduced Chlorophyll Loss. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 71 (2), 108-115.
- Laboratorio de sistemática de plantas vasculares. (2011). *Sistemática de plantas vasculares*. Uruguay: Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales.
- Letourneau, F., Schlichter, T. & Andenmatten, E. (Sin fecha). Manejo Silvícola de Renovales de Ciprés de la Cordillera. *Idia XXI*, 78-81.
- Markestijn, L., L., Poorter & F., Bongers. 2007. Light-Dependent Leaf Trait Variation in 43 Tropical Dry Forest Tree Species. *American Journal of Botany*, 94 (4), 515-525.
- McClendon, J.H. (1962). The Relationship Between the Thickness of Deciduous Leaves and their Maximum Photosynthetic Rate. *American Journal of Botany*, 49 (4), 320-322.
- Mott, K.A. & Michaelson, O. (1991). Amphistomy as an Adaptation to High Light Intensity in *Ambrosia cordifolia* (Compositae). *American Journal of Botany*, 78 (1), 76-79.
- Organization for Tropical Studies. (2014). *La Selva Biological Station*. Sarapiquí, Costa Rica. Recuperado de http://www.ots.ac.cr/index.php?option=com_content&task=view&id=162&Itemid=348
- Páez, A., Paz, V. & López, J. C. (2000). Growth and physiological responses of tomato plants cv. Río Grande during may to july season. Effect of shading. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*, 17, 173-184.
- Pierce, L.L, Running, S.W. & Walker, J. (1994). Regional-Scale Relationships of Leaf Area Index to Specific Leaf Area and Leaf Nitrogen Content. *Ecological Applications*, 4 (2), 313-321.
- Piña, M. & Arboleda, M.E. (2010). Efecto de dos ambientes lumínicos en el crecimiento inicial y la cantidad de plantas de *Crescentia cujete*. *Bioagro 22* (1), 61-66.
- Puertólas-Simón, J., Benito-Matías, L.F. & Peñuelas-Rubira, J.L. (2008). Efecto del sombre en el vivero sobre la calidad de planta y el comportamiento en campo de *Quercus ilex* y *Pinus halepensis*. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias*, 189-194.
- Raven, P.H., Evert, R.F. & Eichhorn, S.E. (1992). *Biología de las plantas*. 4^{ta} edición. Ed. REVERTÉ. New York.
- Shaw, J. (1987). Experimental Taxonomy of *Weissia controversa* and *W. sharpii* (Musci: Pottiaceae). *Silstematic Botany*, 12 (3), 381-389.
- Valladares, F. (2004). *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*. Ministerio de Medio Ambiente, EGRAF, S. A., Madrid. Pp. 191-227.
- Valladares, F., Skillman, J.B. & Percy, R.W. (2002). Convergence in Light Capture Efficiencies among Tropical Forest Understory Plants with Contrasting Crown Architectures: A Case of Morphological Compensation. *American Journal of Botany*, 89 (8), 1275-1284.