

Recepción: 25 de agosto de 2020

Aceptación: 15 de marzo de 2021

ESTRUCTURA Y SOMBRA DEL CAFETAL EN DOS LOTES DE LA FINCA LERIDA, ALTO QUIEL, BOQUETE

Felícita González*, Daniela E. Gutierrez¹

¹Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Suelos y Aguas. Chiriquí, Panamá

*felicita.gonzalez@up.ac.pa <https://orcid.org/0000-0003-1594-3899>, danielaester05@hotmail.com

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la estructura de la sombra del cafetal en los lotes cuatro y cinco de la Finca Lérica, Alto Quiel, Boquete, Provincia de Chiriquí, se establecieron dos parcelas de muestreo con una superficie de 10000 y 5800 metros cuadrados respectivamente; considerando variables como: estructura de la vegetación arbórea, diversidad de especies de árboles con rangos de 15 a 40 cm de diámetro y radiación fotosintéticamente activa (RFA). A las especies arbóreas se les evaluó: altura total, área basal y diámetro de copas. El porcentaje de sombra se obtuvo mediante el método de Werner (2009), utilizando el densiómetro cóncavo; la radiación fotosintéticamente activa (RFA) se obtuvo con un sensor cuántico, cuya función es la de medir la calidad de la luz que estimula el crecimiento de la planta. Los resultados indicaron que en el lote cuatro se contabilizaron 25 individuos de *Inga vera* Willd (guabo), con altura total entre 11.0 a 24.5 m, área basal con valores de 0.02 a 0.11 m² ha⁻¹, el diámetro de copa de 6.25 a 12.80 m; además de cuatro especies arbóreas de *Citharexylum recurvatum* Greenm (palomo), con altura total de 12 a 19 m, área basal de 0.02 a 0.05 m² ha⁻¹, el diámetro de copa de 4.2 a 8.8 m. En el lote cinco se registraron 30 individuos de *Inga vera* Willd; con altura total en rangos de 6.5 a 20.0 m, área basal de 0.02 a 0.10 m² ha⁻¹ y diámetro de copa de 6.8 a 12.60 m. La radiación fotosintéticamente activa (RFA), registrada en el lote cuatro fue de 992.50 nanómetros correspondiendo a un 28.9 por ciento de sombra. En el lote cinco fue de 865 nanómetros con un 68.9 por ciento de sombra.

PALABRAS CLAVES: agroforestería, café con sombra, estructura del cafetal, RFA.

STRUCTURE AND SHADOW OF THE COFFEE TREE IN TWO LOTS OF THE LERIDA
FINCA, ALTO QUIEL, BOQUETE

ABSTRACT

In order to evaluate the shade structure of the coffee plantation in lots four and five of Finca Lerida, Alto Quiel, Boquete, Province of Chiriqui, two sampling plots were established with an area of 10000 and 5800 square meters respectively; considering variables such as: tree vegetation structure, diversity of tree species ranging from 15 to 40 cm in diameter and photosynthetically active radiation (PAR). Tree species were evaluated: total height, basal area and crown diameter. The percentage of shade was obtained by the method of Werner (2009) using the concave densiometer, photosynthetically active radiation (PAR) was obtained with a quantum sensor, whose function is to measure the quality of light that stimulates growth of the plant. The results indicated that in lot four, 25 individuals of *Inga vera Willd* (guabo) were counted, with total height between 11.0 to 24.5 m, basal area with values of 0.02 to 0.11 m² ha⁻¹, the crown diameter of 6.25 to 12.80 m; in addition to four tree species of *Citharexylum recurvatum* Greenm (palomo), with a total height of 12 to 19 m, basal area of 0.02 to 0.05 m² ha⁻¹, the crown diameter of 4.2 to 8.8 m. In lot five, 30 *Inga vera Willd* individuals were registered; with total height in ranges from 6.5 to 20.0 m, basal area from 0.02 to 0.10 m² ha⁻¹ and crown diameter of 6.8 to 12.60 m. The photosynthetically active radiation (PAR), recorded in batch four, was 992.50 nanometers, corresponding to 28.9 percent shade. In batch five it was 865 nanometers with 68.9 percent shading.

KEYWORDS: agroforestry, shade coffee, coffee plantation structure, PAR.

INTRODUCCIÓN

El sector agropecuario es altamente vulnerable al cambio climático, pero también es el segundo emisor de gases de efecto invernadero y podría llegar a ser el primero en las próximas décadas. No obstante, el sector cafetalero tiene diversas ventajas que pueden facilitar estrategias de adaptación a riesgos climáticos, desarrollo sostenible y baja en emisiones de GEI (CEPAL, 2014).

En Panamá, se cultiva la especie *Coffea arabica*, en la costa pacífica y en las tierras altas del país, cuya producción representa más del 90% de la cosecha nacional y en su mayoría es destinada a la exportación (Abrego, 2012). La superficie cultivada con café ocupa 16,630.6 hectáreas a nivel nacional; en la provincia de Panamá Oeste y Colón, la producción de café forma parte de las actividades de conservación y protección de la cuenca hidrográfica del Canal de Panamá, con el establecimiento de la variedad robusta (MIDA, 2020).

El café es uno de los cultivos ideales para la producción agroforestal, tomando en cuenta que para su buen crecimiento, floración y fructificación se requiere de un microclima con sombra y suficiente humedad propiciada por especies forestales. (Fischersworing & Robkamp, 2001).

La incorporación de árboles de sombra en los cafetales se presenta como una buena alternativa de adaptación y sostenibilidad de los sistemas cafetaleros, ya que ayudan a amortiguar los efectos de eventos climáticos extremos, y reducir los riesgos que enfrenta la caficultura del futuro; permiten a la vez mejorar los beneficios económicos de las familias y proveer servicios ecosistémicos como aprovisionamiento, mantención de calidad de suelos, regulación hídrica, secuestro de carbono (Vignola *et al.*, 2015).

Este estudio permitió evaluar las características de la estructura del cafetal de los lotes cuatro y cinco de la Finca Lérída, en Alto Quiel, Boquete, Provincia de Chiriquí.

METODOLOGÍA

El estudio se realizó en Finca Lérída, ubicada en la comunidad de Alto Quiel en el distrito de Boquete, localizada en la provincia de Chiriquí, en las coordenadas geográficas 8°48'49.73" Norte y 82°29'2.45" Oeste figura 1; con una altitud de 2082 msnm.

El clima es fresco y agradable, la temperatura promedio es de 20° centígrados todo el año, presentando dos tipos de climas: templado muy húmedo de altura, con lluvias copiosa todo el año superior a los 60 milímetros, y tropical húmedo (Solís, 2013).

La zona de vida del sitio pertenece al Bosque Muy Húmedo Pre-montano (bmh-P) (Tosi, 1971).



Figura 1. Localización del área de estudio. Finca Lérida, Alto Quiel. Boquete.

Se establecieron dos parcelas de muestreo con sombra, en los lotes cuatro y cinco, con una superficie de 10000 y 5800 m² respectivamente. La pendiente del sitio es de 17 %.

Se evaluó los árboles comprendidos con diámetros a la altura del pecho (DAP) en un rango de 15 a 40 centímetros, registrándose con GPS (Sistema de Posicionamiento Global).

Parámetros evaluados en árboles de sombra

- **Diámetro altura del pecho (DAP):** Medida más típica de un árbol, la cual se refiere al diámetro que tiene el fuste del árbol a 1.30 m (Ugalde, 1981).
- **Área basal:** Área de cualquier sección transversal del fuste de un árbol. Se determina mediante la siguiente ecuación:

$$AB = \pi / 4 * d^2$$

Donde:

AB= área basal.

π = 3.1416.

d= diámetro (Ugalde, 1981).

- **Altura total (Ht):** Se mide desde el suelo hasta el ápice de la copa. Esta se estima con la ayuda de un clinómetro, hipsómetro o vara telescópica Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE, 2012).
- **Diámetro de copas:** Este diámetro se mide por medio de dos mediciones cruzadas que traten de representar el menor y el mayor diámetro de copa (CATIE, 2012).
- **Densímetro de Lemmon:** Mide el porcentaje de cobertura del dosel en un punto dado en el piso del bosque (Guariguata & Kattan, 2002).
- **Medidor Quantum Meter:** Mide el flujo RFA (Radiación fotosintéticamente activa) en longitudes de onda que oscila entre 400 y 700 nanómetros y es importante para el control de la fisiología de la planta (Quantum PAR Meter LGBQM Instructions, 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se muestran a continuación se basaron en los parámetros señalados en la metodología con aspectos cuantitativos como cualitativos. En las figuras 2 y 3 se observa la geo-referenciación de los árboles que fueron considerados en ambas parcelas, para la medición de los parámetros dasométricos.

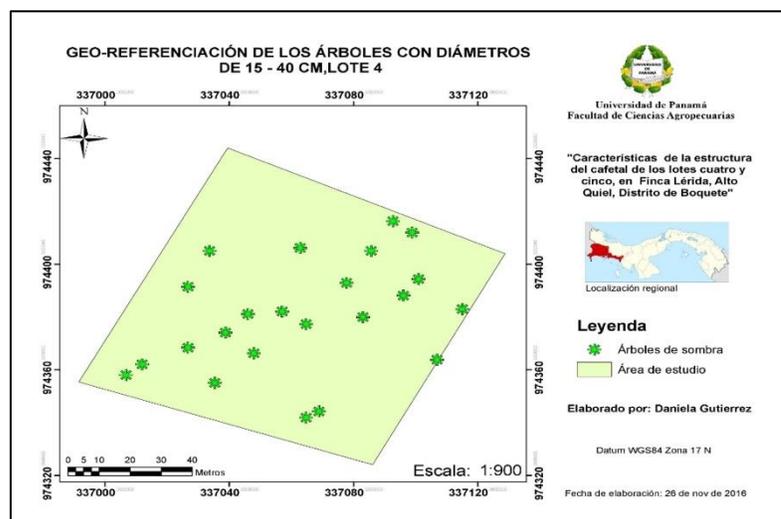


Figura 2. Geo-referenciación de los árboles de sombra con diámetros de 15-40 cm, lote cuatro

La estructura de la vegetación de los cafetales fue variable entre lotes presentando para el lote cuatro especies como *Inga vera* (guabo) y *Citharexylum recurvatum* (palomo), en tanto para el lote cinco se registró la especie *Inga vera*.

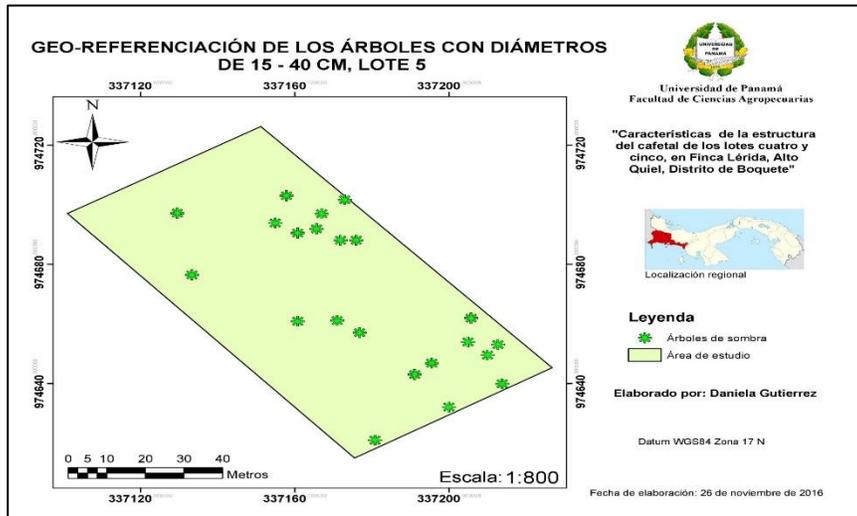


Figura 3. Geo-referenciación de los árboles de sombra con diámetros de 15-40 cm, lote cinco.

El área total muestreada fue de 1.58 hectáreas, de las cuales una hectárea corresponde al lote cuatro y 0.58 hectáreas el lote cinco. Se registraron 59 árboles de dos especies; *Inga vera* (guabo) y *Citharexylum recurvatum* (palomo) de 15 a 40 cm de diámetro a la altura de pecho, las cuales son nativas del Bosque Muy Húmedo Pre-montano (bmh-P) indicando la importancia de la conservación del sitio. Estos árboles utilizados como sombra en el cafetal tienen un importante papel ecológico en el sistema, especialmente por sus frutos y semillas que sirven como recurso alimenticio.

En este mismo sentido Guido *et al.* (2008), indica que el agro-ecosistema cafetalero con sombra es un elemento para mantener una biodiversidad alta por la complejidad florística y estructural de los árboles de sombra; la cual se debe a varios estratos vegetativos en el ecosistema y ofrece diversidad de nidos y sitios para una serie de organismos, el dosel afecta el microclima por la protección del impacto de la lluvia y el viento, además de producir hojarasca. Los hábitats son muy diferentes en cafetales al sol y a la sombra, con mayor diversidad de alimentos para especies animales en las plantaciones sombreadas. Además, los árboles asociados al café afectan su fisiología, los nutrimentos, la flora y fauna dentro y sobre el suelo.

La especie *Inga vera* (guabo) en el lote 4; obtuvo una densidad de 25 individuos por hectárea y la especie *Citharexylum recurvatum* (palomo); obtuvo un resultado de 4 individuos por hectárea, en la parcela situada en el lote 5, la especie *Inga vera* presento 51 individuos por hectárea, Tabla 1.

Tabla 1. *Parámetros evaluados en las especies arbóreas Inga vera y Citharexylum recurvatum. Finca Lérída. Alto Quiel. Boquete.*

	Área de muestreo	Especies	No. de individuos	Densidad Ind ha ⁻¹	Área basal promedio (m ² ha ⁻¹)	Altura total promedio (m)	Diámetro de copa (m)
LOTE 4	1 ha	<i>Inga vera</i>	25	25	0.06	17.06	6.25 - 12.80
		<i>Cytharexylum recurvatum</i>	4	4	0.03	14.75	4.2 - 8.8
LOTE 5	0.58 ha	<i>Inga vera</i>	30	51	0.04	14.13	6.8 - 12.60

El área basal para la especie *Inga vera*, en el lote 4 con 25 árboles registró un promedio de 0.06 m² ha⁻¹; mientras que esta misma especie arbórea encontrada en la parcela del lote cinco; con 30 árboles evaluados su resultado fue de 0.04 m² ha⁻¹; en donde se puede observar claramente una diferencia mínima que indica que, los árboles del lote cuatro presentaron diámetros mayores y por lo tanto el desarrollo y el área basal por especie fue mayor. De igual forma también es atribuido a la diferencia en edades de los árboles en ambos lotes; ya que estas especies son de vegetación natural.

De acuerdo con los parámetros evaluados la especie dominante fue *Inga vera* (guabo), pudiéndose caracterizar como árboles que presentaran un buen crecimiento, reafirmando lo indicado por Farfán citado por Vega Orozco *et al.* (2014), quien menciona que esta especie es de rápido desarrollo vegetativo.

Para la especie *Citharexylum recurvatum* localizada en el lote 4, registro un área basal promedio de 0.03 m² ha⁻¹, coincidiendo con el resultado obtenido por Williams y López (2008), en donde evaluaron las especies arbóreas con diámetros a la altura de pecho de mayores o iguales a 5 cm; en monocultivos bajo sombra presentó un área basal de 0.03 m² ha⁻¹, concluyendo que la selección de especies de árboles se haga no sólo con un criterio económico o utilitario, sino también con un

criterio ecológico, es decir, que se prefieran especies nativas de la vegetación regional, que tengan diámetros grandes (área basal) y que sean especies con frutos comestibles dispersados por animales.

Estos árboles son de vegetación natural y nativos del sitio, permitiendo cultivar variedades de café a la sombra y son el lugar perfecto para observar aves; reafirmando lo manifestado por Sánchez *et al.*, (2007), quien indica que la presencia de especies de árboles nativos tiene un efecto positivo y fuerte en la presencia de fauna típica de bosque o con alta vulnerabilidad de extinción, que resulta ser la de mayor interés para la conservación en paisajes rurales. Con el transcurrir de los años estas especies arbóreas no han sido utilizadas tan solo como sombra en el cafetal, sino que también como pasajes ecológicos para la conservación y protección de diversas aves y la riqueza ecológica del sitio.

En este mismo sentido Gliessman citado por Guido *et al.* (2008), señala que al crear un agroecosistema cafetalero más complejo y diverso aumenta el potencial de obtener interacciones benéficas. La diversificación en especies vegetales conduce a cambios positivos en las condiciones abióticas y atrae a poblaciones de fauna y se desarrollan cualidades que permiten al sistema funcionar, de manera que se mantiene la fertilidad, la productividad y regula las poblaciones de plagas.

Altieri *et al.* (2012) resalta que la biodiversidad y los servicios ecosistémicos derivados de las interacciones ecológicas benéficas entre los cultivos, animales y suelos, se constituyen en uno de los atributos básicos de un agroecosistema sostenible. La regulación de las funciones en un agroecosistema depende del nivel de biodiversidad entre plantas, animales y su ambiente.

Los resultados obtenidos en el estudio reafirman lo expuesto por estos autores, y es por ello que en el año 2019, esta finca obtiene la certificación Rainforest Alliance NY, por el control de calidad, ecosistema.

Para la altura total promedio la especie *Inga vera* en el lote 4, registro un valor mayor de 17.06 m, en el lote 5 obtuvo un valor de 14.13 m. Rodríguez (1990), indicó que esta especie arbórea, es de tamaño mediano, alcanzando de 12 a 18 m de altura. La altura total promedio de la especie *Citharexylum recurvatum* en el lote 4 fue de 14.75 m de altura. Esta planta tiene la capacidad de atraer a gran diversidad de especies de aves, además de ser de rápido crecimiento, alcanzando en

dos a tres años alturas entre los cuatro y cinco metros; estas características hacen que sea un árbol adecuado para llevar a cabo proyectos de restauración ecológica, donde se conformen corredores biológicos para aves que se encuentren en vía de extinción.

En relación con la variable diámetro de copa la especie *Inga vera* tuvo en el lote 4, valores entre 6.25 y 12.8 m, mientras que en el lote 5 varió entre 6.8 a 12.6 m. Según lo observado en campo estos árboles pueden catalogarse como copas extendidas abiertas, en donde su arquitectura y fenología se consideran aceptables y adecuadas para el cafetal; ya que, esta es una especie que posee un follaje ralo; Cordero y Boshier (2003), indican que la especie *Inga Vera* (guabo) proporciona excelente sombra (y otros servicios), a cultivos perennes, debido a la arquitectura de su copa en forma de sombrilla o plana. La utilización de esta especie es preferible cuando se requiere una sombra ligera, proporcionada por su copa extendida y las pequeñas hojas.

De acuerdo con los resultados obtenidos, los árboles utilizados como sombra para los cafetales forman la estructura y el ambiente apropiado para proveer un refugio para la biodiversidad de organismos tanto vegetales como animales. Esto coincide con lo expuesto por Armbrecht y Gallego (2007), que indican que al aumentar las especies arbóreas y al hacerse más compleja la estructura del dosel en el cafetal, se proveen nichos para que coexista un mayor número de especies, incluyendo especies y aves que pueden hacer cierto biocontrol sobre algunas plagas del cafeto.

CONCLUSIONES

En conclusión, la estructura de la sombra del cafetal en los lotes cuatro y cinco de la Finca Lérica, está constituida principalmente por la especie *Inga vera* (guabo) y *Cytherexylum recurvatum* (palomo); siendo la primera la especie predominante.

Los valores dasométricos para *Inga vera* (guabo) fueron, altura total en un rango de 6.5 a 24.5m, el área basal de 0.02 a 0.11 m² ha⁻¹ y el diámetro de copa en un rango de 6.25 a 12.80 m; en este mismo orden la especie *Cytherexylum recurvatum* (palomo), presento una altura total de 12 a 19 m, área basal de 0.02 a 0.05 m² ha⁻¹ y el diámetro de copa en un rango de 4.2 a 8.8 m.

La radiación fotosintéticamente activa (RFA), registrada en el lote cuatro fue de 992.50 nanómetros correspondiendo a un 28.9 por ciento de sombra. En el lote cinco fue de 865 nanómetros con un 68.9 por ciento de sombra.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abrego, C.O. (2012). Manual para la producción orgánica de café robusta. MIDA. Secretaria Técnica. Panamá. 51 p.

Altieri, M.A., Koohafkan, P., & Holt Gimenez, E. (2012). Agricultura verde: Fundamentos agroecológicos para diseñar sistemas agrícolas biodiversos, resilientes y productivos. *Agroecología*, 7(1), 7-18. Recuperado a partir de <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/170961>

Armbrecht, I., & Gallego, M.C. (2007). Testing ant predation on the coffee berry borer in shaded and sun coffee plantations in Colombia. *Entomologia Experimentalis Et Applicata* 124, 261-267.

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). (2012). VIII Curso regional sobre fundamentos de la caficultura moderna. Turrialba, Costa Rica. Recuperado de: https://books.google.com.pa/books?id=9twOAQAIAAJ&pg=PA97&dq=produccion+de+las+plantas+de+cafe+en+granos&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=produccion%20de%20las%20plantas%20de%20cafe%20en%20granos&f=false

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) y CAC/SICA (Consejo Agropecuario Centroamericano del Sistema de la Integración Centroamericano) (2014). Impactos potenciales del cambio climático sobre el café en Centroamérica, LC/MEX/L.1169, México, D.F. 131p.

Cordero, J., & Boshier, D. (2003). Árboles de Centroamérica: Un manual para extensionistas. Turrialba, CR, OFI/CATIE. 1079 p.

Fischersworing, B., & Roskamp, R. (2001). Guía para la caficultura ecológica. 3 ed. Lima Peru. 153p.

Guariguata, M., & Kattan, G. (2002). Ecología y conservación de Bosque Neotropicales. Costa Rica .692p.

Guido, I., Rodríguez, C., & Sancho, J. (2008). Importancia de la diversificación de los árboles de sombra para la conservación de la fauna en los ecosistemas cafetaleros en San Isidro de San Ramón, 2003. Costa Rica. Recuperado de: [http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/pensamiento actual/article/viewFile/4093/3920](http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/pensamiento%20actual/article/viewFile/4093/3920)

- MIDA (Ministerio de Desarrollo Agropecuario). (2020). Dirección de agricultura. Cierre agrícola. Año 2019–2020. Veraguas, Panamá. "s.p"
- Quantum PAR Meter LGBQM Instructions. (2013). Recuperado de: https://www.1000bulbs.com/pdf/active_eye_lgbqm_instructions.pdf
- Rodríguez, C. (1990). Inga vera Willd. Guaba. New Orleans, E.U. Consultado el día 3 de diciembre 2020. Disponible en: = Rodríguez%2C+C.(1990).+Inga+vera+Willd.+Guaba.&oq=Rodríguez%2C+C.(1990).+Inga+vera+Willd.+Guaba.&aqs=chrome..69i57.3513j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8
- Sánchez C., L.M.; Botero E., J.E.; Vélez, J.G. (2007). Estructura, diversidad y potencial para conservación de los sombríos en cafetales de tres localidades de Colombia. *Cenicafé* 58(4), 304-323.
- Solís, C. (2013). Boquete con exuberante vegetación y clima agradable. Panamá. (en línea). Consultado el día 17 de abril 2019. Disponible en: <https://www.excelenciaspanama.com/noticia/boquete-con-exuberante-vegetacion-y-clima-agradable>
- Tosi, J. (Ed.). (1971). Inventariación y demostraciones forestales, Panamá: Zonas de vida, basado en la labor de Roma, IT, FAO. 89 p. (FO: SF/PAN 6, informe técnico 2).
- Ugalde, L. (1981). Conceptos básicos de dasometría. CATIE. Costa Rica. Recuperado de: <http://www.sidalc.net/reprodoc/a5909e/a5909e.pdf>
- Vega Orozco, G., Ordoñez Espinosa, C.M., Suarez Salazar, J.C., & López Pantoja, C.F. (2014). Almacenamiento de carbono en arreglos agroforestales asociados con café (*Coffea arabica*) en el sur de Colombia. Colombia. Consultado el 8 de octubre de 2019. *Revista De Investigación Agraria Y Ambiental*, 5(1), 213-221. <https://doi.org/10.22490/21456453.956>
- Vignola, R., Harvey, C.A., Bautista-Solis, P., Avelino, J., Rapidel, B., Donatti, C., & Martinez, R. (2015). Ecosystem-based adaptation for smallholder farmers: Definitions, opportunities and constraints. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 211, 126-132.
- Werner, L. (2009). Standard Operating Procedure for Determining Canopy Closure using a Concave Spherical Densimeter – Model C for the Extensive Riparian Status and Trends Monitoring Program. Washington State Department of Ecology. USA. 10p.
- Williams, G., & Lopez, A. (2008). Estructura y diversidad de la vegetación leñosa en México. México. Recuperado de: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/542/cap4.pdf>