

1^{er} CONGRESO INTERNACIONAL

ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA SOSTENIBLE EN LA AMAZONÍA ECUATORIANA

Promoviendo una agricultura climáticamente inteligente en la Amazonía

21-23 DE NOVIEMBRE, 2018
ORELLANA-ECUADOR



Estación Experimental
Central de la Amazonía



Solutions for environment and development
Soluciones para el ambiente y desarrollo



ARTÍCULOS

**Primer Congreso Internacional Alternativas
Tecnológicas para la Producción Agropecuaria
Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana**

*“Promoviendo una Agricultura Climáticamente Inteligente en la
Amazonía”*

Orellana, Ecuador

Noviembre 21-23 de 2018

Primer Congreso Internacional Alternativas Tecnológicas para la Producción Agropecuaria Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana

“Promoviendo una Agricultura Climáticamente Inteligente en la Amazonía”

ARTÍCULOS DEL EVENTO

Primer Congreso Internacional Alternativas Tecnológicas para la Producción Agropecuaria Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana

Primera edición, 2018

400 ejemplares

Caicedo, Carlos., Buitrón, Lucía., Díaz, Alejandra., Velástegui, Francisco., Yáñez, Carlos., Cuasapaz, Patricio., (Eds). 2018. Artículos del Primer Congreso Internacional Alternativas Tecnológicas para la Producción Agropecuaria Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana. 21 - 23 de noviembre de 2018. La Joya de los Sachas, Ecuador. Pp 215.

Prólogo: Carlos Caicedo, MBA. Director de la Estación Central de la Amazonía INIAP

Impreso en IDEAZ

Quito, noviembre 2018

ISBN: 987-9942-35—604-8

ISBN: 978-9942-35-604-8



“Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales”

PRÓLOGO

Actualmente están priorizados los Objetivos Mundiales que son los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), los mismos que son un llamado universal a la reflexión y acción con medidas para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad, en cuyo contexto se enmarca la producción agroecológica de alimentos para la seguridad y soberanía alimentaria.

La Amazonía ecuatoriana es un ecosistema especial por su diversidad de culturas, alta biodiversidad y agrobiodiversidad. A pesar de su fragilidad, tiene al menos 108.000 Unidades de Producción Agropecuaria (UPAs) que abarcan el 18% de la superficie total en donde se realizan diversos tipos de agricultura: industrial, agroecológica y orgánica.

El INIAP a través de la Estación Experimental Central de la Amazonía organizó el 1er Congreso Internacional de Alternativas Tecnológicas para la Producción Agropecuaria Sostenible en la Amazonía ecuatoriana: V Foro Agroforestal, Feria Tecnológica y Emprendimientos el mismo que fue un espacio de presentación, socialización e intercambio de experiencias de los avances y/o resultados de investigaciones.

Esta publicación contiene la información del Congreso Científico, en donde se presentaron 11 conferencias magistrales, 21 presentaciones orales y 25 presentaciones en posters, distribuidos en las siguientes áreas temáticas: Agroecología y Agroforestería; Recursos Fitogenéticos y Mejoramiento Genético; Manejo Integrado de Cultivos; Nutrición Humana, Animal y Valor Agregado; Cambio Climático y Ganadería Sostenible. Entre los rubros presentados se destacan cacao, café, pastos, frutales, forestales, yuca, maíz, palma aceitera, pitahaya, arroz, camarón, tomate de árbol, banano, ganadería, ovejas y, otros como microorganismos benéficos, nemátodos, chakras, endoparásitos, agrobiodiversidad.

Esta información corresponde a 4 instituciones a nivel internacional: CATIE de Costa Rica; Universidad de Córdoba, España; SUPPLANT, Israel; CEFA-GIZ, Unión Europea, IICA; 15 Instituciones a nivel nacional: INIAP-EECA, INIAP-EESC, INIAP-LS, UEA, UCE, ESPOL, ESPOCH-ENA, ESPOCH, IKIAM, ESPOL, USFQ, UTC, ESPE-Santo Domingo; EPN, GADP-Morona Santiago y 3 organizaciones privadas: Fundación Heifer, Palmar del Río; Hatun Runa.

Carlos Estuardo Caicedo Vargas

DIRECTOR DE ESTACIÓN

Determinación de la Sombra en Sistemas Agroforestales de Café *Coffea canephora* Pierre ex A.Froehner Establecidos en la Joya de los Sachas, Provincia de Orellana

Kevin Piato¹, Cristian R Subía², François Lefort¹, Darío Calderón², Jimmy T Pico²,
Fabián M Fernández²

¹Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture d'Genève (HEPIA-Suiza),

²Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Central de la Amazonía, La Joya de los Sachas, Ecuador

E-mail: cristian.subia@iniap.gob.ec

Palabras clave: *Coffea canephora*, intensidad de sombra, radiación solar

INTRODUCCIÓN

La sombra es definida como la cantidad de radiación solar que la cobertura forestal impide llegar sobre el cultivo, a pesar de que la sombra puede definirse también como la parte de la Radiación Fotosintéticamente Activa (PAR) transmitida a 1m de suelo (Bellow & Nair, 2003) o la cantidad de PAR que no está transmitida (Long et al., 2015). El efecto de la sombra en los sistemas agroforestales es un tema ambiguo porque su influencia es variable dependiendo del tipo de cultivo, de las plagas y enfermedades, del microclima generado dentro del sistema, en particular cuando son asociados con especies perennes (p.e. café, cacao). En el caso de café robusta (*Coffea canephora* Pierre ex A.Froehner) son pocas las investigaciones orientadas a la determinación de la sombra y su efecto en el cultivo bajo sistemas agroforestales y la mayoría de ellas se han orientado principalmente a la relación de las especies asociadas con la presencia de plagas y enfermedades (Nesper et al., 2017; Bukomeco et al., 2017). Es común asumir que los Sistemas Agroforestales proveen mejor regulación de las plagas respecto de los monocultivos (Jonsson et al., 2015) porque pueden albergar mayor biodiversidad (Vandermeer, Perfecto & Philpott, 2010) e incrementar el número de enemigos naturales (Pumariño et al., 2015). Sin embargo, estos resultados no son universales (Jonsson et al., 2015) y requieren de investigación específica por cultivo y zona de producción. El piranómetro es un equipo que mide la cantidad de radiación solar que puede tener impacto sobre la fisiología de la planta incluyendo la radiación infrarroja que no registra un PAR-Sensor, así como la radiación que influye sobre los microorganismos que existen dentro de un sistema agroforestal (Jennings, Brown, & Sheil, 1999), es decir, permite de tener una idea general del impacto de la sombra sobre la actividad biológica y microbiana del medio ambiente (Fernandes et al., 2007). El objetivo de la presente investigación fue determinar los porcentajes de sombra existentes en diferentes sistemas agroforestales establecidos en la Estación Experimental Central de la Amazonía de INIAP en la provincia de Orellana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el presente estudio se compararon cinco tipos de sombra en diferentes arreglos agroforestales: pleno sol, bálsamo (*Myroxylon balsamun* (L.) Harms) como especie forestal, guaba (*Inga edulis* Mart.) como especie frutal, erythrina (*Erythrina* spp.) como especie de servicio y la combinación de las especies forestal y servicio. El momento de la evaluación el ensayo tenía aproximadamente tres años de haber sido establecido y a excepción de pleno sol en los restantes tratamientos se dispuso de plátano (*Musa* spp.) como sombra temporal. Para el registro de la radiación solar se utilizó el piranómetro Apogee MP-200 con sensor separado y plato de nivel que presenta valores en vatios por metro cuadrado (W/m^2) en el rango espectral entre 360 y 1 200 nm. Los puntos de

muestreo se ubicaron en la parcela neta correspondiente a las 36 plantas centrales de café de la unidad experimental. Excepto para pleno sol donde se tomaron dos muestras al azar y debido a la heterogeneidad de sombra que se presentó dentro de la parcela neta en cada sistema agroforestal, fue necesaria la identificación de zonas de muestreo de acuerdo a la cantidad de sombra proyectada. Para la determinación de las plantas de café como puntos de muestreo de las zonas identificadas en cada sistema, se consideró la distancia respecto de las especies asociadas. Para evitar la interferencia de la sombra de las plantas de café (Long et al., 2015) y asegurar que las mediciones reflejen sólo la sombra de los árboles asociados, todos los registros se realizaron en la parte alta del follaje a una altura de 2 m del suelo y en el extremo de las ramas. En cada planta de café seleccionada por zona de muestreo se tomaron cinco registros: al norte, sur, este, oeste y en el centro de la planta, el mismo que fue relacionado con el valor de radiación en pleno sol y así se obtuvo el porcentaje de sombra por zona. Las medidas de sombra se realizaron en días que las nubes no cubran la luz directa del sol y en tres horarios diferentes: de 9H00 a 10H30, de 11H30 – 13H00 y de 14H00 a 15H30 y el valor de sombra para cada sistema correspondió al promedio ponderado de las zonas identificadas en las diferentes horas del día. Considerando todos los arreglos agroforestales, se establecieron 18 zonas de muestreo de acuerdo a la distribución de la sombra dentro de las parcelas netas, sombra dada por las distancias de las plantas de café respecto de las especies componentes del sistema, así: una zona en libre exposición, dos zonas en erythrina, cuatro zonas tanto para bálsamo como para guaba y siete zonas en la combinación de bálsamo con erythrina. El análisis estadístico se realizó con el software Minitab®18 utilizando modelos lineales y mixtos para bloques completos al azar con cuatro repeticiones y cinco tratamientos considerando los tipos de sombra como efectos fijos y los bloques como efecto aleatorio. Se verificó la normalidad usando cuantiles (Q-Q plots), se determinó la homogeneidad de varianzas con la representación gráfica de residuales vs esperados y para la prueba de significación de medias se aplicó Tukey al 5%. Para la comparación de los porcentajes de sombra en los horarios evaluados se incorporó ésta variable como factor bajo el mismo diseño propuesto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvo el mayor porcentaje de sombra promedio en el sistema con erythrina (29,5%) mientras que la combinación de bálsamo y erythrina presentó el menor valor (9,2%) sin considerar a pleno sol. En la combinación del tipo de sombra con las horas de evaluación se obtuvieron los mayores valores de sombra en erythrina entre las 9:00 y 10:30 (36,8%) y guaba entre las 14H00 y 15H30 con 31%. El análisis de varianza determinó diferencias altamente significativas para tipos de sombra contrastando claramente libre exposición de los tratamientos con algún tipo de sombra y entre ellos se diferencian únicamente de la combinación bálsamo con erythrina. Claramente por la edad del ensayo y por el desarrollo lento de los árboles maderables se observa que no aportaron al momento de la evaluación una sombra sustancial por lo que el porcentaje obtenido responde exclusivamente a la presencia de la sombra temporal, similar comportamiento se puede observar para la combinación de bálsamo con erythrina. En los sistemas con guaba y erythrina, debido principalmente a su velocidad y tipo de crecimiento, así como la baja cantidad de plantas de plátano se puede observar que disminuye considerablemente el efecto de ésta especie sobre la cantidad de sombra registrada sin que se determinen diferencias significativas entre éstos sistemas. Es importante indicar que los promedios de sombra en los sistemas de guaba (26,8%) y erythrina (29,5%) son similares, sin embargo, de que la densidad de siembra de guaba es

cuatro veces menor que la de erythrina, lo que influirá probablemente en el costo de mano de obra empleado para el manejo de la sombra.

CONCLUSIONES

El uso del piranómetro permite determinar objetivamente la cantidad de sombra existente dentro de los sistemas agroforestales, por lo que se presenta como una herramienta de precisión, capaz de determinar la densidad necesaria de las especies asociadas dentro de un sistema, como un factor más para obtener el óptimo desarrollo y producción de los individuos. Al encontrar cantidades de sombra similares entre varios de los diferentes arreglos agroforestales evaluados, permite, en determinados casos, discriminar esta variable como un factor influyente y orientar los estudios al comportamiento y relaciones específicas que suceden entre las especies dentro de los sistemas agroforestales. En los porcentajes de sombra promedio debe considerarse que en las parcelas existe plátano como sombra temporal, por lo que al cumplir su ciclo recomendado debe ser eliminada esta especie de los ensayos lo que sin duda influirá en el porcentaje de sombra real.

BIBLIOGRAFÍA

- Bellow, J. G., & Nair, P. K. R. (2003). Comparing common methods for assessing understory light availability in shaded-perennial agroforestry systems. *Agricultural and forest meteorology*, 114(3-4), 197–211.
- Fernandes, É. K. K., Rangel, D. E. N., Moraes, Á. M. L., Bittencourt, V. R. E. P., & Roberts, D. W. (2007). Variability in tolerance to UV-B radiation among *Beauveria* spp. isolates. *Journal of Invertebrate Pathology*, 96(3), 237-243. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2007.05.007>
- Jennings, S. B., Brown, N. D., & Sheil, D. (1999). Assessing forest canopies and understorey illumination: canopy closure, canopy cover and other measures. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 72(1), 59-74. <https://doi.org/10.1093/forestry/72.1.59>
- Jonsson, M., Raphael, I.A., Ekbom, B., Kyamanywa, S., and Karungi, J. (2015). Contrasting effects of shade level and altitude on two important coffee pests. *J. Pest Sci.* 88, 281–287.
- Long, N. V., Ngoc, N. Q., Dung, N. N., Kristiansen, P., Yunusa, I., & Fyfe, C. (2015). The Effects of Shade Tree Types on Light Variation and Robusta Coffee Production in Vietnam. *Engineering*, 07, 742. <https://doi.org/10.4236/eng.2015.711065>
- Nesper, M., Kueffer, C., Krishnan, S., Kushalappa, C.G., and Ghazoul, J. (2017). Shade tree diversity enhances coffee production and quality in agroforestry systems in the Western Ghats. *Agric. Ecosyst. Environ.* 247, 172–181.
- Pumariño, L., Sileshi, G.W., Gripenberg, S., Kaartinen, R., Barrios, E., Muchane, M.N., Midega, C., and Jonsson, M. (2015). Effects of agroforestry on pest, disease and weed control: A meta-analysis. *Basic Appl. Ecol.* 16, 573–582.
- Vandermeer, J., Perfecto, I., and Philpott, S. (2010). Ecological Complexity and Pest Control in Organic Coffee Production: Uncovering an Autonomous Ecosystem Service. *BioScience* 60, 527–537.

1^{er} CONGRESO INTERNACIONAL ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA SOSTENIBLE EN LA AMAZONÍA ECUATORIANA

Promoviendo una agricultura climáticamente inteligente en la Amazonía

Con el apoyo de:



Con el auspicio de:

