

Norma Esther Vera ¹

SUMMARY

The objectives of this work were oriented to offer information on the time and spatial variation of the microclimate caused by different silvicultural treatments applied in a rainforest of the Atlantic watershed of Costa Rica. A micrologger was used to measure different microclimatic variables. The measurements were done during two seasons with different rainfall levels and also in road and under canopy in two plots with different levels of canopy opening.

The most important variations in all the factors affecting microclimate were observed between the two seasons. Light measured as flux density of photosynthetic photons was the variable that showed the most important differences not only between seasons -decreasing during the rain season- but also between plots.

Key Words: Costa Rica, rainforest, microclimate, seasonal variation, spatial variation.

RESUMEN

Los objetivos de este estudio estuvieron orientados a brindar información sobre la variación temporal y espacial del microclima de un bosque lluvioso de la Vertiente Atlántica de Costa Rica y sobre los efectos que en el mismo tuvieron los tratamientos silviculturales anteriormente aplicados en las parcelas de estudio. Para ello, empleando un microprocesador (micrologger), se realizaron mediciones de diferentes variables microclimáticas durante dos estaciones diferenciadas por la cantidad de lluvias y en el camino y en el sotobosque de dos parcelas con diferentes grados de apertura del dosel resultantes de la aplicación de diferentes tratamientos silviculturales.

Las variaciones más importantes en todos los factores del microclima se dieron entre estaciones; la luz -medida como densidad de flujo de fotones fotosintéticos fue la variable que marcó las diferencias más importantes no solo entre las estaciones- disminuyendo sensiblemente en la época lluviosa- sino también entre parcelas; así, la parcela que

había sido liberada resultó con niveles generales de iluminación más elevados que la parcela no liberada.

Palabras claves: Costa Rica, bosque lluvioso tropical, microclima, variación estacional, variación espacial.

INTRODUCCION

En los bosques húmedos tropicales, de las variables microclimáticas más conocidas, la luz - en especial la radiación fotosintéticamente activa (400-700 nm)- constituye la limitante más importante para la regeneración y el crecimiento exitoso de muchas especies (Chazdon . Finegan , 1993). Esta y otras razones conocidas, como su efecto directo sobre muchas otras variables del microclima, ha sido la razón del énfasis especial que se dió al factor luz en este estudio. El cambio estacional en los niveles de radiación y en el de las demás variables microclimáticas es altamente sospechado dadas las mermas en el funcionamiento fisiológico de las plantas pero muy pocas veces cuantificado; por otra parte los efectos que los tratamientos silviculturales - en este caso específico la liberación- tienen sobre el microclima del bosque y en definitiva sobre la actividad fisiológica tampoco ha sido frecuentemente evaluado.

Los objetivos de este trabajo fueron : evaluar las variaciones estacionales en los principales factores

¹ Ing. Ftal. Docente de Silvicultura. Facultad de Ciencias Forestales

Este trabajo es parte de la tesis de maestría : Variación del microclima y su efecto sobre las características fotosintéticas y de morfología foliar de diez especies de un bosque lluvioso de la vertiente atlántica de Costa Rica.

microclimáticos y las variaciones espaciales de los mismos dentro y entre parcelas, sometidas a diferentes tratamientos silviculturales.

MATERIALES Y METODOS

Sitio y períodos de estudio

El estudio se desarrolló en un bosque primario intervenido ubicado en el Cantón de Sarapiquí, Provincia de Heredia, Costa Rica. La zona pertenece a la formación vegetal bosque muy húmedo premontano transición a basal (bmh-P) (Holdridge, 1982); y las coordenadas geográficas del lugar son 10° 24' latitud norte y 84° 06' longitud oeste. La altura sobre el nivel del mar está comprendida entre 180 y 200 m. (Quiros y Finegan, 1994).

Según los registros de la Estación Biológica La Selva (100 msnm) la temperatura media anual es de 23,5° C, con máximas y mínimas anuales de 30,3° C y 20,2° C respectivamente. La precipitación media anual alcanza valores de 3721 mm (1959-1982) y 3833 (período 1982-1986) respectivamente. Se presenta típicamente una época menos lluviosa que comprende los meses de enero, febrero, marzo y abril.

Se seleccionaron dos parcelas de 3,4 ha cada una, que ya habían sido instaladas para una experiencia de tratamientos silviculturales del grupo de silvicultura de CATIE; dichas parcelas fueron aprovechadas en 1991 y se extrajo un 42 % del volumen comercial existente (10.1 m³/ha); posteriormente, se aplicó en una de ellas un tratamiento de liberación y refinamiento parcial que dieron como resultado las aparentes diferencias en el grado de apertura del dosel en el momento del estudio. En este trabajo se hace referencia a ambas parcelas como la parcela liberada (equivalente a la parcela 5 del estudio de tratamientos) la que fue aprovechada y posteriormente liberada y parcela sin tratamiento (parcela 8) a la que fue aprovechada bajo los mismos criterios pero sin la aplicación de ningún tratamiento silvicultural posterior al aprovechamiento.

El estudio se desarrolló en dos períodos o estaciones; el primero en el mes de abril (abarcando la finalización de la época «seca») y el segundo de mayo a julio (parte de la época «lluviosa»).

Mediciones de los principales factores del microclima

En un punto fijo de cada parcela -seleccionado de manera de tener en una pequeña distancia situaciones contrastantes de camino y sotobosque-

se ubicó un micrologger (Campbell 21 x) de Campbell Scientific Ltd, Longhborough, Reino Unido; en cada parcela, se distribuyeron los sensores de temperatura y humedad del aire, los de temperatura de hoja, y los de temperatura del suelo en un camino secundario de aprovechamiento y en el sotobosque; además se contó con seis sensores de luz que fueron distribuidos uno, en el camino y los cinco restantes, en diferentes posiciones del sotobosque de cada parcela.

Durante ambos períodos o estaciones se hicieron mediciones con este equipo durante 7-10 días en cada parcela y durante 7-8 horas durante el día; los sensores se mantuvieron siempre en la misma ubicación (dentro de las parcelas y en ambos períodos).

La temperatura de hoja fue medida en *Miconia sp* (Melastomataceae); todos los sensores, excepto el de temperatura foliar y el de temperatura del suelo, fueron colocados sobre postes de madera a 1,30 metros sobre el suelo.

Análisis de los datos

La asimetría de la distribución de las variables, propiciaron la utilización de pruebas estadísticas no paramétricas para el análisis de los datos; como medidas de tendencia central se utilizaron medianas, máximos y mínimos de las diferentes variables.

Los procedimientos estadísticos fueron ejecutados con el Sistema computacional estadístico SAS. Cuando fue necesario realizar comparaciones de pares se utilizó la prueba de Mann-Whitney; en algunos casos, se utilizó un procedimiento para la asignación de rangos a los datos y posteriormente se aplicó una prueba de comparaciones múltiples como Tukey o Duncan (Conover e Iman, 1981).

Cuando fue necesario estudiar el grado de asociación entre variables se empleó el procedimiento de análisis de correlación de spearman.

RESULTADOS Y DISCUSION

Todas las variables microclimáticas mostraron diferencias significativas entre períodos para cada una de las parcelas (Mann-Whitney, $P \leq 0,05$); en el segundo período o estación lluviosa, se produjeron importantes aumentos en los niveles de humedad relativa del aire y disminuciones en temperatura del aire, temperatura del suelo y temperatura foliar (Cuadro 1). La disminución de la densidad de flujo de fotones fotosintéticos en la época lluviosa fue importante en todas las posiciones donde se midió y en ambas parcelas (cuadro 2).

La densidad de flujo de fotones fotosintéticos fué la variable que no sólo mostró la mayor variación entre estaciones, parcelas y posiciones - camino y sotobosque - sino también dentro de cada parcela (cuadro 2).

Así, la parcela liberada fué en ambos períodos o estaciones la más iluminada y contrariamente a lo que se esperaría el camino no fué el sitio más iluminado de dicha parcela. El sensor 3 ubicado a 13 metros del camino, aunque casualmente en un sitio abierto (claro pequeño) recibió las mayores densidades de flujo de fotones en ambos períodos. Los totales diarios de densidad de flujo de fotones

fotosintéticos para las diferentes posiciones en esta parcela durante el primer período oscilaron entre 3,84 y 1,04 Mol m⁻² d⁻¹.

La parcela sin tratamiento, coincidentemente con su apariencia de dosel más cerrado, recibió en ambos períodos menores densidades de flujo de fotones fotosintéticos y en este caso, el camino resultó el sitio más iluminado de la misma (cuadro 2). Los totales diarios en el primer período para esta parcela estuvieron entre 3,32 y 0,80 Mol m⁻² d⁻¹.

La disminución en la mediana de densidad de flujo de fotones fotosintéticos (Cuadro 2) durante

Cuadro 1. Medianas de Humedad y temperatura del aire, temperatura del suelo y temperatura foliar en ambas parcelas y períodos.

	Humedad aire (%)	temperatura aire °C	Temperatura foliar °C	Temperatura suelo °C
Parcela liberada:				
Camino	75,0 ^a	26,2 ^a	26,9 ^a	24,7 ^a
	91,3 ^b	24,7 ^b	25,1 ^b	24,4 ^b
Sotobosque	76,1 ^a	25,9 ^a	26,2 ^a	24,7 ^a
	93,3 ^b	24,8 ^b	25,3 ^b	24,3 ^b
Parcela sin tratamiento:				
Camino	73,3 ^a	27,4 ^a	27,1 ^a	24,6 ^a
	88,2 ^b	25,1 ^b	25,3 ^b	24,3 ^b
Sotobosque	73,9 ^a	27,0 ^a	27,4 ^a	25,3 ^a
	88,3 ^b	25,4 ^b	25,7 ^b	24,6 ^b

a: primer período de estudio; b:segundo período de estudio.

Cuadro 2. Medianas de densidad de flujo de fotones (mmol m⁻² s⁻¹) en el camino y diferentes posiciones del sotobosque en ambas parcelas y períodos.

	Parc. liberada	Parc. sin tratamiento
Camino	86,9 ^a	92,2 ^a
	78,5 ^b	47,9 ^b
Sotobosque 1	30,7 ^a	24,8 ^a
	22,2 ^b	15,6 ^b
Sotobosque 2	29,0 ^a	27,0 ^a
	25,7 ^b	17,1 ^b
Sotobosque 3	106,6 ^a	22,6 ^a
	81,2 ^b	13,8 ^b
Sotobosque 4	57,4 ^a	22,2 ^a
	37,2 ^b	15,5
Sotobosque 5	44,4 ^a	70,0 ^a
	35,4 ^b	36,4 ^b

a: primer período de estudio; b:segundo período de estudio.

el segundo período (época lluviosa) fué igualmente importante para ambas parcelas; también los totales diarios disminuyeron de manera considerable; así, los totales diarios durante el segundo período para la parcela cinco, estuvieron entre 2,92 y 0,79 Mol m⁻² d⁻¹ y para la parcela ocho entre 1,72 y 0,56 Mol m⁻² d⁻¹.

DISCUSION

Las evaluaciones de microclima, demostraron la existencia en las dos parcelas de puntos dentro de las mismas recibiendo una baja densidad de fotones aprovechables en la fotosíntesis. En ambas parcelas el camino siempre fue uno de los sitios mejor iluminados y las densidades de flujo de fotones en las posiciones de sotobosque mas bien bajos (excepto en la posición tres de la parcela liberada).

El tratamiento de liberación que se aplicó en la parcela cinco, aumentó considerablemente los niveles de densidad de flujo de fotones en dicha parcela, lo que se tradujo en mayores valores de medianas de flujos de fotones fotosintéticos en las diferentes posiciones de la parcela en ambos períodos de mediciones y coherentemente con esto los totales diarios de densidad de flujo de fotones fue mayor que en la parcela sin tratamiento.

El efecto de las estaciones sobre todas las variables microclimáticas y especialmente sobre la densidad de flujo de fotones fué muy importante para ambas parcelas y tuvo efectos notables en el funcionamiento fisiológico de las plantas - y en definitiva sobre el ritmo de crecimiento- tal como se comprobó en otra parte de este estudio donde se registraron disminuciones en el ritmo fotosintético durante la época lluviosa para todas las especies estudiadas (Vera, 1994).

CONCLUSIONES

En el bosque la frecuencia de lugares o puntos en al mismo recibiendo baja iluminación es mayor que la frecuencia de sitios bien iluminados. El tratamiento de liberación mejoró notablemente las condiciones de iluminación de la parcela tratada. En otra parte de este estudio los rendimientos fotosintéticos de especies de diferentes grupos ecológicos medidos en ambas parcelas siempre fueron superiores en la parcela liberada lo que de alguna manera explica los efectos que los tratamientos silviculturales pueden llegar a tener sobre la regeneración y el crecimiento de las plantas.

BIBLIOGRAFIA

- CLARK, D.A.; CLARK, D.B. 1992. Life history diversity of canopy and emergent trees in a neotropical rain forest. *Ecological Monographs* (EE.UU.) 62 (3) : 315-344.
- CHAZDON, R. s.f. Aspectos importantes para el estudio de los regímenes de luz en bosques tropicales. *Revista de Biología Tropical* (C.R.) : 191-196.
- EVANS, G.C. 1956. An area survey method of investigating the distribution of light intensity in woodlands, with particular reference to sunflecks. *Journal of Ecology* (G.B.) 44(2): 391-428.
- FINEGAN, B. 1993. Bases ecológicas para la producción sostenida. Curso de Maestría CATIE. C.R.
- FINEGAN, B. 1993. Bases ecológicas para la silvicultura. Curso de Maestría CATIE. C.R.
- HOLDRIDGE, I.R. 1987. *Ecología basada en zonas de vida*. Trad. por H. Jiménez S. San José, C.R., IICA. 216 p.
- JONES, M.B. 1985. Plant microclimate. In *Techniques in bioproductivity and photosynthesis*. Ed. by J. Comms; D.O. Hall; S.P. Long; J.M.O. Murlock. s.l., UNEP. p.26-40.
- RAIN FOREST regeneration and management. 1991. Ed. by A. Gómez-Pompa; T.C. Whitmore; M. Hadley. UNESCO. *Man and Biosphere Series* n°. 6. 457
- QUIROS, D. ; FINEGAN, B. 1994. Manejo sustentable de un bosque natural tropical en Costa Rica. Colección de Silvicultura y Manejo de bosques naturales. No 9. CATIE-COSUDE. C.R.
- VERA, N. 1994. Variación del microclima y su efecto sobre las características fotosintéticas y de morfología foliar de diez especies de un bosque lluvioso de la vertiente atlántica de Costa Rica. Tesis de Maestría. CATIE. C. R.