

PRODUCCION DE MANTILLO EN UNA COMUNIDAD NATURAL Y UNA DE  
CIPRES EN EL BOSQUE DE MONTANO BAJO MUY HUMEDO.  
RIO DE LA HOJA, HEREDIA, COSTA RICA<sup>1</sup>

M. DEL R. LOPEZ V.\*  
O. ROCHA N.\*  
L. A. FOURNIER O.\*

Abstract

*Litter production was studied during one year in a natural forest and a cypress plantation (Cupressus lusitanica Mill) at Rio de La Hoja, Heredia, Costa Rica. The site is located at 1 700 masl and belongs to the Lower Montane Wet Forest. Litter production was very similar in both communities (over 14 ton/ha), but monthly differences were observed. A correlation analysis showed that litter production in the cypress plantation depends mainly on temperature variations and to a lesser degree on relative humidity. But in the native forest the water balance, expressed by rainfall and evaporation explains better variations in litter production.*

Introducción

**L**a producción de mantillo en comunidades forestales presenta marcadas fluctuaciones durante el año y de un año a otro (6, 8). Estas fluctuaciones están condicionadas principalmente por cambios en la temperatura, luz y humedad aunque también pueden estar determinadas, en parte por ritmos internos de las plantas (6). Una alta temperatura estimula, dentro de ciertos límites, un incremento en la respiración celular, pero su efecto sobre la fotosíntesis es más limitado. Por otra parte, la precipitación tiene una estrecha relación con la producción como condicionante del balance hídrico tanto a nivel de una especie como de una comunidad vegetal. No existen muchos estudios que demuestren en forma fehaciente la acción de las fluctuaciones en la luminosidad sobre las comunidades forestales tropicales. Sin embargo, se sabe que la utilización de la energía radiante es mayor donde la actividad fotosintética se extiende más alto sobre el nivel del suelo (9). Se ha observado que la utilización de la energía varía mucho según el estado sucesional y la composición florística de la comunidad (10).

Conforme aumenta la altura sobre el nivel del mar, los bosques de latifoliadas disminuyen la producción pero este efecto es menor en los bosques de coníferas (12).

En este trabajo se compara la producción del mantillo en dos comunidades forestales, una de bosque natural y una plantación de ciprés en una región del montano bajo muy húmedo. Los datos de productividad se relacionan con algunos factores y elementos climáticos.

Materiales y métodos

Este estudio se llevó a cabo en un bosque de la Municipalidad del Cantón Central de la Provincia de Heredia, Costa Rica. Este se localiza a una altura de 1 700 msnm en suelos de origen volcánico, clasificados por Pérez, Alvarado y Ramírez (11) dentro de la asociación 16, con predominio de Typic Dystrandept, con buen drenaje. El sitio tiene una precipitación promedio de 2 500 mm, una temperatura promedio de 17.6°C (1) y se localiza según Holdridge (4) en la zona de vida del bosque muy húmedo de montano bajo (5). Para el estudio se utilizaron dos comunidades forestales: un bosque de regeneración natural con una edad aproximada de 30 años de haberse establecido el proceso de sucesión y con un número aproximado de 70 especies arborescentes (7) y un lote cultivado de ciprés *Cupressus lusitanica* Mill. Este último con una

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 30 de abril de 1983.  
Agradecemos la colaboración del señor Juan Bautista Chavarría, por su colaboración en el análisis estadístico.

\* Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica.

distancia de siembra promedio de 4 m y una edad aproximada de 60 años y unas pocas especies de latifoliadas en el sotobosque, sobretodo rubiáceas y solanáceas.

En ambas comunidades se seleccionó una zona de muestreo de 10 x 10 m y en ambas se colocaron al azar y a nivel del suelo ocho marcos de cedazo fino, cuatro de 14.5 x 14.5 cm y 3.8 cm de alto y cuatro de 17.6 x 17.6 y 3.8 cm de alto. El estudio se inició en el mes de mayo de 1980 y finalizó en abril de 1981, recogiendo el producto fenológico cada quince días. El peso seco del material recogido se determinó luego de secar la muestra en estufa a 70°C.

Los valores obtenidos de peso seco permitieron llevar a cabo un análisis de correlación múltiple con los valores de temperatura mínima, promedio y máxima; evaporación promedio; humedad relativa; precipitación de los quince días antes del periodo estudiado y quince primeros días del periodo. Los datos corresponden a la estación meteorológica de San Josecito de San Isidro de Heredia, que es la estación más cercana a una distancia de 8 km y a una altura de 1 450 msnm. El modelo de correlación fue construido con base en un análisis discriminante (Backward), y con los datos para bosque de ciprés se realizó además un análisis aditivo (Stepwise), ya que el análisis discriminante brindaba un modelo final con tres temperaturas variables muy correlacionadas entre sí. El uso del modelo aditivo permitió eliminar dos medidas de temperatura

y agregó una nueva variable. Es necesario aclarar que para el análisis de regresión se usaron once meses ya que los datos correspondientes a los factores climáticos de abril de 1981 no estaban disponibles en el momento del análisis.

### Resultados

El Cuadro 1 presenta la producción anual en cada uno de los bosques y permite comparar los valores obtenidos con cada tamaño de cuadrícula empleado. El Cuadro 2 presenta la producción por hectárea por día de acuerdo al mes, los factores climáticos que afectan cada período se presentan en el Cuadro 3.

Los Cuadros 5 y 6 muestran las ecuaciones de regresión iniciales y finales para cada bosque, lo mismo que la información contenida (explicada) por cada una de ellas y su nivel de significancia. La matriz de correlación entre las variables de cada comunidad se muestran en el Cuadro 4. La Figura 1 muestra la distribución de la caída de mantillo durante cada uno de los meses del año de estudio.

### Discusión

El Cuadro 1, muestra que a pesar de la mayor diversidad de especies y el número de estratos del bosque nativo la producción de mantillo de ambas comunidades es bastante semejante, cerca de 14 ton/ha año. Esto se explica porque las coníferas no parecen

Cuadro 1. Productividad anual de mantillo (t/ha) en el bosque nativo y bosque de ciprés.

Bosque	Productividad (t/ha) ± E.S.		
	Cuadrícula de 210 cm <sup>2</sup>	Cuadrícula de 310 cm <sup>2</sup>	Promedio
Nativo	13.53 ± 1.2	16.13 ± 0.77	14.83 ± 0.70
Ciprés	14.62 ± 2.2	14.34 ± 2.21	14.48 ± 1.13

Cuadro 2. Productividad en kilogramos por hectárea por día en los meses de estudio en el bosque nativo y bosque de ciprés.

Bosques/mes	may.	jun.	jul.	agos.	set.	oct.	nov.	díc.	en.	febr.	mar.	abr.
Bosque nativo	33.08	25.90	29.48	19.2	26.51	39.75	49.53	40.90	33.52	84.00	82.18	25.48
Bosque ciprés	45.39	42.36	20.04	50.08	14.88	10.40	46.37	58.73	65.56	88.15	87.64	48.82

Cuadro 3. Variación de los factores ambientales entre los meses de mayo de 1980 y marzo de 1981.

Factor/mes	may.	jun.	jul.	agost.	set.	oct.	nov.	díc.	en.	feb.	mar.
Humedad relativa %	82	83	82	86	93	94	92	91	90	87	85
Precipitación quince días antes del periodo mm.	73.4	232.9	181.3	188.7	196.0	220.4	62.6	118.8	157.3	99.7	82.1
Precipitación primeros quince días del periodo mm.	153.9	189.8	34.2	152.9	105.1	166.9	86.0	187.6	108.1	42.5	19.0
Temperatura máxima °C	24.3	23.4	23.2	23.6	24.0	24.0	22.8	19.7	19.7	20.8	22.6
Temperatura promedio °C	18.2	18.7	18.7	18.8	18.0	18.9	17.9	16.4	15.8	16.6	17.6
Temperatura mínima °C	15.9	16.2	16.1	15.7	15.7	15.9	15.7	14.9	13.8	14.6	14.7
Evaporación mm.	1.3	1.2	1.4	1.3	1.3	1.2	1.0	1.3	1.2	1.9	1.6

Cuadro 4. Matriz de correlación de la productividad de mantillo y las variables ambientales en el bosque nativo (a) y el bosque de ciprés (b).

Variable <sup>1</sup>	X <sub>1,a</sub>	X <sub>1,b</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>
X <sub>2</sub>	0.012	-0.013						
X <sub>3</sub>	-0.618	-0.425	0.090					
X <sub>4</sub>	-0.639	-0.019	0.174	0.419				
X <sub>5</sub>	-0.347	-0.703	-0.216	0.283	0.106			
X <sub>6</sub>	-0.504	-0.595	-0.233	0.372	0.323	0.841		
X <sub>7</sub>	-0.450	-0.748	-0.171	0.482	0.170	0.948	0.910	
X <sub>8</sub>	0.700	0.336	0.328	0.245	-0.566	-0.244	-0.370	-0.280

1 Variables:

X<sub>1,a</sub> productividad del bosque nativo; X<sub>1,b</sub> productividad del bosque de coníferas;X<sub>2</sub> humedad relativa promedio; X<sub>3</sub> precipitación quince días del periodo;X<sub>4</sub> precipitación quince primeros días del periodo; X<sub>5</sub> temperatura máxima; X<sub>6</sub> temperatura mínima; X<sub>7</sub> temperatura promedio; X<sub>8</sub> evaporación promedio

Cuadro 5. Ecuaciones de regresión entre la producción de mantillo de un bosque natural y algunas variables climáticas.

Variable climática	Ecuación	Valor F	Inf. contenida
Precipitación, evaporación*	$Y = -4.755 - 0.168(X_2) + 53.60(X_3)$	7.81	10.5%
Humedad relativa, precipitación, evaporación, temperatura media, máxima y mínima	$Y = -106.1596 + (1.274)X_2 + (0.16)X_3 + (-0.057)X_4 + (-1.003)X_5 + (-1.948)X_6 + (2.698)X_7 + (53.082)X_8$	1.604	78.92%

\* 15 días antes de la observación.

Cuadro 6. Ecuaciones de regresión entre la producción de mantillo de una plantación de ciprés y algunas variables climáticas.

Variable climática	Ecuación	Valor F	Inf. contenida
Humedad relativa, precipitación, evaporación, temperatura media	$Y = 286.56 + (-0.831)X_2 + (0.055)X_3 + (0.114)X_4 + (-1.736)X_5 + (7.804)X_6 + (-16.516)X_7 + (28.58)X_8$	1.025	70.5%
Humedad relativa Temperatura promedio	(Stepwise) $Y = 452.86 + (-1.297)X_2 + (-16.601)X_7$	6.49	61.0

disminuir marcadamente su producción con cambios en la altitud del sitio, fenómeno común en angiospermas (10, 12). También sugiere un límite a la producción de mantillo, impuesto por factores ambientales, el cual no ha sido superado por ninguna de las dos comunidades.

La producción anual del bosque nativo es similar a la determinada por Kunkel Westphal y Kunkel (5) en un bosque de Guatemala y a la determinación en Filipinas por Cuevas y Sajisse (2).

Los análisis de regresión indican que la producción en cada comunidad se ve afectada en forma diferente por los factores ambientales (Cuadros 5 y 6). En el bosque de ciprés un aumento en la caída de mantillo responde a un descenso de la temperatura promedio y a una disminución de la humedad relativa. La temperatura promedio, por sí sola explica en un 58 85% la

dispersión de los datos (Cuadro 6). La mayor producción del año se dio entre los meses de diciembre a marzo (Fig. 1) época en que la temperatura mínima alcanza sus valores más bajos.

En el bosque nativo los elementos climáticos relacionados con el balance hídrico son los más importantes. La caída de follaje responde a una disminución en la precipitación en los quince días previos al período de estudio y un aumento en la evaporación promedio mensual. Estas variables explican un 70% la producción de mantillo. Si se analiza el efecto de los factores determinados como más importantes, se observa que la influencia de ellos en la producción de mantillo es explicable y se relacionan con la disponibilidad de agua en el suelo, lo mismo con la velocidad de las pérdidas por evapotranspiración. Por lo que un período con poca precipitación y una atmósfera desecante provocará una severa tensión hídrica, situación ante

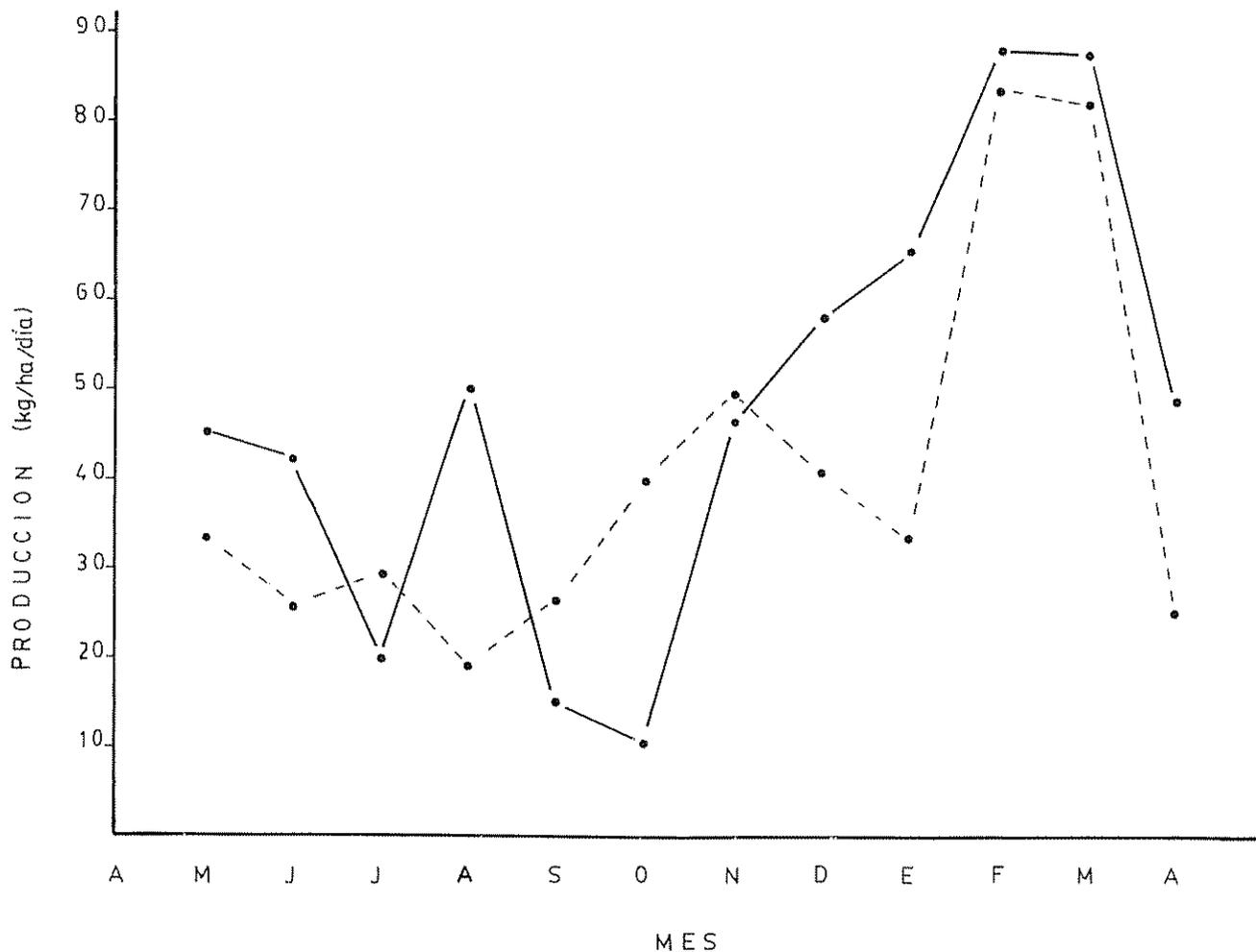


Fig. 1 Producción de mantillo en kilogramos por hectárea por día, de mayo de 1980 a abril de 1981; el trazo continuo representa al bosque de ciprés y el trazo discontinuo al bosque nativo

la cual las plantas pierden su follaje. Condición que ocurrió en los meses de febrero y marzo (Fig. 1) cuando en el bosque natural la producción de mantillo alcanzó un máximo, 33% de la producción total del año.

En el caso de la baja temperatura resulta más difícil encontrar una relación clara que explique un aumento en la producción de mantillo en el bosque de ciprés. Sin embargo, una baja temperatura reduce la capacidad fotosintética de las plantas por lo que la caída de hojas puede ser justificada (6). Por otro lado, las temperaturas bajas son limitadas en el tiempo; las plantas pueden soportar estos períodos desprendiendo las partes sensibles siempre que las yemas no se afecten. A esto se podría deber una mayor caída de mantillo en el bosque de ciprés cuando las temperaturas mínimas son más bajas. Estas observaciones coinciden con los resultados obtenidos por Egunjobi y Onweluzo (3) en un bosque de *Pinus* en Nigeria, quienes encontraron que la mayor caída de mantillo coincidía con baja humedad relativa y gran fluctuación en la temperatura diurna.

Es de destacar también que los factores hídricos no parecen ser tan importantes en la caída del follaje de ciprés, lo cual es lógico debido a las modificaciones morfológicas características de las coníferas, tendientes a reducir las pérdidas de agua, como hojas escamosas, cutículas gruesas, reducción del número de estomas, estomas hundidos, etc. (6)

Debe mencionarse que hubo un aumento notorio en la caída de follaje de ciprés en los períodos en que la intensidad de los vientos fue mayor, observación que ha sido mencionada por Cuevas y Sajisse (2). Desafortunadamente se carece de información sobre el viento en la región, lo que sería de mucha importancia en el modelo de regresión.

### Resumen

Se estudió la producción de mantillo en un bosque natural y una plantación de ciprés (*Cupressus lusitana* Mill.) en la región del Río La Hoja, Heredia, Costa Rica. Esta zona se encuentra a una altura de 1 700 m sobre el nivel del mar y pertenece a la zona de vida del bosque muy húmedo de montano bajo. Durante el año de observaciones, la producción de mantillo en ambas comunidades fue muy parecida (poco más de 14 toneladas por hectárea) pero se observó diferencias en cuanto a la caída mensual. El análisis de correlación entre la producción del mantillo y algunas variables climáticas mostró que en el bosque de ciprés la caída del mantillo se correlaciona con la temperatura y también en cierto grado con la humedad relativa, pero en el bosque natural, compuesto aproxima-

damente de 70 especies de árboles y arbustos, esta caída está fuertemente correlacionada con el balance hídrico (precipitación y evaporación).

### Literatura citada

1. COSTA RICA, Servicio Meteorológico de Costa Rica, Ministerio de Agricultura y Ganadería. Datos climatológicos de la Estación Meteorológica de San Josecito de San Isidro de Heredia, Costa Rica. Archivos. s n t.
2. CUEVAS, V. C. y SAJISSE, P. E. Litterfall and litterfall decomposition in a Phillipine secondary forest. *Kalikasan* 7(2):99-109. 1978.
3. EGUNJOBI, J. K. y ONWELUZO, B. S. Litter fall, mineral turnover and litter accumulation in *Pinus caribaea* L. stands at Ibadan, Nigeria. *Biotropica* 11(4):251-255. 1979.
4. HOLDRIDGE, L. R. Ecología: basada en las zonas de vida. Traducido del inglés por H. Jiménez Saa. Costa Rica, IICA. 1978. 216 p.
5. KUNKEL-WESTPHAL, L. y KUNKEL, P. Litter fall in a Guatemalan Primary forest, with details of leaf-shedding by some common tree species. *Journal of Ecology* 67:665-686. 1979.
6. LARCHER, W. *Ecofisiología Vegetal*. Traducido del alemán por J. Labucat. Barcelona, Omega, 1977. pp 257-279.
7. LOPEZ, R. y ROCHA, O. Composición de la flora arborescente del bosque protector municipal "Río de la Hoja", Heredia. Cátedra de Botánica Forestal, Universidad de Costa Rica, 1970. 80 p. (Mecanografiado).
8. MEDWECKA-KORNAS, A. Litter production. In: Phillipson, J. ed. *Methodes d'étude de l'ecologie du sol*. Paris, Unesco, 1970. pp. 139-143.
9. OVINGTON, J. D., HEITKAMP, D. y LAWRENCE, D. R. Plant biomass and productivity of prairie savanna oakwood and maize field ecosystem in Central Minnesota. *Ecology* 44(1):52-63. 1963.

10. POOLE, R. W. An introduction to quantitative ecology. U.S.A., Mac Graw-Hill Inc., 1974. pp. 493-496.
11. PEREZ, S., ALVARADO, A. y RAMIREZ, E. Asociación de subgrupos de suelos de Costa Rica. Mapa preliminar. Oficina de Planificación Nacional, Sectorial Agropecuario. San José, Costa Rica, Instituto Geográfico Nacional, 1978. Escala 1:200.000.
12. WHITTAKER, R. H. Communities and Ecosystems. New York, McMillan Co. 1970.

## Reseña de libros

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Ecological aspects of development in the humid tropics. Washington. National Academy Press. 1982. 250 p más anexos

Este libro constituye uno de los mejores producidos por la National Academy of Sciences (NAS) de EE.UU. Es el resultado del trabajo compilado de científicos notables en diferentes disciplinas de los Recursos Naturales Renovables. Consta de ocho capítulos, tres apéndices y nueve tablas. Los capítulos son en su orden: Desarrollo de los trópicos húmedos; ecosistemas tropicales húmedos; evaluación de los recursos naturales renovables; germoplasma y conservación de recursos genéticos, agricultura en los trópicos húmedos; consideraciones ecológicas y de manejo para las tierras reforestadas; consideraciones sobre manejo de suelos; recursos hídricos superficiales en el trópico húmedo

Todos los capítulos destacan en un recuadro, el concepto ecológico del tema tratado a manera de síntesis. Traen además un buen número de referencias y lecturas sugeridas para quien desee ahondar en el tema

El primer capítulo trata dos interrogantes esenciales:

- a) Cómo y en qué medida los ecosistemas tropicales húmedos —que han existido por milenios— pueden absorber las demandas actuales sin sufrir una degradación inaceptable?
- b) En qué medida puede nuestro conocimiento de los ecosistemas tropicales húmedos, esbozar formas de utilización, identificar vacíos y proponer políticas que minimicen el "stress" ambiental y provean a la vez más alimento, energía, fibras y forraje?

Los siguientes aspectos relevantes se tratan en este capítulo:

- la necesidad de información ecológicamente fundamentada sobre las limitaciones del desarrollo;
- el reconocimiento de que el conocimiento ecológico actual es limitado y tiene que ser aplicado con precaución;
- la necesidad de ampliar la investigación sobre ecología tropical como base para la planeación del desarrollo a largo plazo;
- la apreciación de que la diversidad del uso agrícola reflejado primeramente en sistemas de agricultura migratoria, si es reemplazado, debe serlo por sistemas compatibles también con el clima y los suelos;
- el reconocimiento de que el manejo forestal es localizado y de que su éxito depende de una infraestructura humana con un fuerte componente de investigación;
- la necesidad de ampliar el conocimiento sobre los suelos tropicales y su potencial de uso.

El segundo capítulo define el ámbito de los trópicos húmedos (bioclima, vegetación, suelos) y su distribución. Hace una breve caracterización de los suelos tropicales. Ilustra la organización del ecosistema y su funcionamiento y define conceptos fundamentales como producción primaria, ciclos biogeoquímicos, diversidad, biomasa, productividad, producción secundaria, niveles tróficos y estabilidad.

El tercer capítulo es el más corto del libro y puede considerarse una continuación del segundo; hace énfasis en la necesidad y relevancia de los levantamientos ecológicos. Incluye una lista de actividades útiles al planificador de recursos, para hacer inventarios de ecosistemas.

El capítulo cuarto trata sobre el germoplasma y la conservación de los recursos genéticos, un aspecto de vital importancia en las regiones tropicales húmedas, el cual, afortunadamente, es objeto de programas especiales (p.e. el de IICA-TROPICOS). Sugiere soluciones prácticas para la conservación de los recursos genéticos, entre las cuales destaca: a) Opciones de manejo y b) esfuerzos para apoyar los programas en marcha por parte de instituciones como el "Board of Plant Genetic Resources" (IBPGR). Trae un listado de prioridades de investigación.

La agricultura en los trópicos húmedos viene tratada en 27 páginas en el capítulo quinto. Este tema es uno de los más controvertidos e importantes en el manejo de recursos y ha merecido la ocupación de autoridades como Nye y Greenland (en su ya clásico libro: "The soil under shifting cultivation") Bartholomew, Meyer, Laudelout y otros más. Este tema es tratado aquí en forma sorprendentemente didáctica y comprensible como lo dejan ver los conceptos de capacidad de carga y crecimiento poblacional y la Figura 5.3. Algo para destacar es que trae más de 130 referencias importantes para el estudioso de estos temas.

El capítulo sexto hace referencia a las tierras boscosas y su manejo ecológico. En este contexto se tratan: el uso del bosque natural para madera y pulpa; las plantaciones forestales, la agrosilvicultura y la rehabilitación de la tierra degradada (reforestación). El capítulo aporta también consideraciones para los planificadores sobre las fases de un proyecto forestal: tamaño del proyecto; uso de la tierra; limitaciones socioculturales, abióticas, bióticas y capacidades institucionales.

Tal vez el mayor mérito del capítulo radica en destacar las limitaciones y las ventajas del aprovechamiento de las tierras boscosas sin tomar posiciones extremas. Para los monocultivos forestales plantea cuatro puntos (aún no bien estudiados): 1. Descenso en la fertilidad del suelo (este tema es controvertido y hay datos recientes que contradicen esta afirmación); 2. desarrollo de plagas y enfermedades; 3. mejoramiento genético y germoplasma y 4. exóticas vs. nativas. El texto viene enriquecido con más de 150 referencias útiles.

El capítulo séptimo es un miniresumen de un libro que está volviéndose clásico en su género: "Suelos del trópico; características y manejo" del Profesor P. A. Sánchez. Los tópicos principales tratados son: 1. inventario de recursos del suelo; 2. escogencia del método de aclareo; 3. manejo del suelo para producción continua de cultivos anuales; 4. manejo del suelo para producción de leguminosas, gramíneas y ganado y 5. manejo del suelo para producción de cultivos perennes. En esta reseña no cabe ahondar sobre este capítulo que constituye uno de los más interesantes del libro. Diremos para resumir, que deja el siguiente mensaje para todos los estudiosos del suelo: En el trópico húmedo, la utilización agropecuaria del suelo es posible utilizando adecuados métodos de manejo.

El último capítulo aborda uno de los temas más importantes y críticos del trópico húmedo: dos recursos hídricos (en este caso superficiales). Trata someramente desde la respuesta de los cuerpos de agua tropicales a los factores de disturbio ("stressors"), pasando por la agricultura, sedimentación y pérdida de capacidad de reservorios, su fertilidad, eutroficación, peces, enfermedades y sus vectores, hasta el turismo. Describe, apoyado con datos, las características de los ríos tropicales y su respuesta a los disturbios. Ilustra finalmente, las características funcionales de los ecosistemas de bosques pantanosos tomando como ejemplo los manglares. Trae también numerosas referencias.

Los apéndices son muy útiles y naturalmente complementan el texto del libro. Hay entre otras cosas, una larga lista de plantas útiles al hombre, de múltiples usos, así como los factores limitantes para el uso del suelo amazónico bajo vegetación natural. Aunque hay conceptos que no fueron suficientemente definidos y se prestan a confusión en su uso (p.e. Ecología, Ecosistema), el libro, aún a los ojos más críticos, puede calificarse de excelente.

GONZALO DE LAS SALAS  
ECOLOGO FORESTAL  
APARTADO AEREO 12803  
BOGOTA, COLOMBIA