

Análisis y Comentario

IMPORTANCIA DE LA REFORESTACION EN COSTA RICA¹

Luis A. Fournier *

ABSTRACT

Importance of natural reforestation in Costa Rica. This review gives a general idea of the multiple benefits of tropical forests and of the necessity of their management under sustained yield. It is also mentioned the pros and cons of forest plantations, as well as some Costa Rican experiences on forest recovery by mean of natural regeneration. These experiences have shown that after 20 years, the successional forest reaches a relative high degree of floristic, structural and physiognomic complexity. Substantial changes on soil characteristics and microclimate were also observed. Among the tree species regenerated in these forests there are several of commercial value; therefore it is suggested tha successional forests must be considered not only important for environmental protection, but as well as for its potential for timber production.

INTRODUCCION

En la última década se ha suscitado gran interés en Costa Rica por la reforestación, en buena parte debido a ciertas medidas de estímulo del estado, así como por la acción de programas de educación y campañas informativas promovidas por entes nacionales. Sin embargo, estos esfuerzos de reforestación no responden a una política nacional con metas bien definidas, por lo que muchas veces se pierde tiempo y dinero en programas de poco éxito.

Como indica Fournier (1985), Costa Rica es un país que por sus características climáticas, edáficas y topográficas presenta condiciones muy propicias para el desarrollo del bosque y la industria forestal. Los estudios de uso potencial de la tierra indican que cerca del 65% del territorio nacional es de vocación forestal y que, por lo tanto, esta área debe permanecer bajo cobertura de bosque (pro-

ducción y protección) para evitar un deterioro de las condiciones edáficas y microclimáticas del ambiente y para un mejor aprovechamiento del suelo (Fournier, 1986).

Así pues, la situación actual sugiere que si el país pretende aprovechar racionalmente su gran potencial forestal es necesario encauzar adecuadamente los programas de reforestación para utilizar al máximo los recursos humanos y financieros, en beneficio de todos los costarricenses. Por tal razón, se hace necesario definir con claridad los métodos más apropiados de reforestación, acordes con los objetivos que se persiguen en cada caso particular.

Sin embargo, es interesante mencionar que existen algunos ejemplos en el país en que una reforestación adecuadamente planeada ha tenido éxito, como es el caso de la Finca Las Esmeraldas, de la familia Steinvörth, en San José de la Montaña, provincia de Heredia, en donde una combinación de pastos con ciprés (*Cupressus lusitanica*) ha dado lugar a una industria que suministra gran parte de la madera de esta valiosa especie que se consume en el país, (González *et al.*, 1979).

1/ Recibido para publicación el 9 de octubre de 1989.

* Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

Por otra parte, es bastante alentador que en el Programa Nacional de Ciencia y Tecnología, que recientemente presentó al gobierno de la república el Ministerio de Ciencia y Tecnología (Costa Rica, 1987), se menciona, como aspecto importante en este campo, el desarrollo forestal.

Es de esperar entonces que en un plazo relativamente corto el país defina los lineamientos de una adecuada política forestal que tome en cuenta, tanto la conservación del ambiente como el futuro desarrollo de Costa Rica.

En este trabajo se pretende analizar algunos aspectos de la reforestación en Costa Rica como un aporte a este campo tan importante para el futuro desarrollo del país. Se pretende presentar un cuadro general sobre las diversas posibilidades de reforestación, con cierto hincapié en la reforestación natural, como una alternativa viable para la recuperación del bosque.

Importancia del bosque

El Artículo 1 de la Primera Ley Forestal de Costa Rica dice lo siguiente: "La presente ley establece como función esencial del Estado velar por la protección, aprovechamiento, conservación y fomento de los recursos forestales del país, de acuerdo con el principio de uso múltiple de los recursos naturales renovables" (Costa Rica, 1969). Este es un artículo muy importante de la ley, ya que enuncia un principio básico, el de uso múltiple del bosque, o sea, que el bosque por ser un sistema complejo se compone de varios recursos, por lo que su utilidad es múltiple, diversa. Fournier (1969) define el uso múltiple como el aprovechamiento de los recursos naturales renovables en forma integral, de tal suerte que satisfagan las diversas necesidades humanas.

El bosque se ha considerado en Costa Rica, tradicionalmente, como un productor de madera, leña y carbón y desde luego estos tres productos son en la actualidad todavía de gran importancia para el país. Se calcula que para este año el consumo de madera anda muy cerca de los 1.000.000 m³ y según un artículo realizado para el "Balance Energético Nacional" (Costa Rica, 1979) en 1973 aproximadamente un 50% de los costarricenses hacían uso de leña y carbón para cocinar sus alimentos. A esto hay que adicionarle un alto consumo de leña en la industria nacional, en especial la agroindustria, que no fue considerada en el estudio citado anteriormente.

Sin embargo, además de su función de producción, el bosque actúa también como un sistema de protección de gran significado económico para el

país. Esta función de protección influye sobre: el suelo, las cuencas hidrográficas, la fauna nativa, las especies menores de plantas (epífitas, hierbas, arbustos, bejucos), las bellezas escénicas, el microclima y obras de ingeniería (represas, carreteras, aeropuertos, ciudades) (Fournier, 1983). Es tal el valor de protección que tiene el bosque, que no es aventurado afirmar que en un futuro éste tendrá mayor significado para la economía del país que la misma protección de la madera. Es bien conocido el gran potencial hidroeléctrico del país que se fundamenta en una alta precipitación y en una topografía accidentada, y ya en la actualidad las cuencas hidrográficas de Costa Rica tienen una producción de 620.000 Kw. Otro aspecto muy importante de nuestros bosques y que sin duda tendrá mayor significado cada día, es su valor científico, cultural y turístico.

Lo anteriormente expuesto, hace patente la necesidad de hacer un uso racional de nuestras cuencas hidrográficas y nuestras bellezas escénicas, así como la necesidad de recuperar para bosques de protección, muchas tierras que han sido degradadas por uso inapropiado (Fournier y Herrera, 1977; Chaverri, 1979). En este último aspecto de la recuperación de bosques en tierras degradadas, juega un papel muy importante la reforestación natural, como se podrá apreciar en este trabajo.

Reforestación natural

Por lo general el costarricense cuando escucha la palabra reforestación se imagina de inmediato la plantación de árboles, en especial pinos, cipreses y eucaliptos, que han sido las especies más empleadas en el país en los planes de reforestación artificial (Ureña, 1972). Este tipo de reforestación es importante y en el caso de los bosques de producción, es en muchos casos la única alternativa técnica y económica que se puede aconsejar. Estos bosques, o mejor plantaciones forestales, se componen por lo general de una sola especie y de individuos de una misma edad y plantados a igual distancia. Estas características son importantes para la producción de madera, ya que facilitan las labores culturales, fitosanitarias y de extracción de producto. Sin embargo, desde el punto de vista de la protección, las plantaciones presentan una serie de inconvenientes. Como ésta es una masa forestal uniforme en su composición florística y además de una misma edad, es bastante susceptible al ataque de plagas y enfermedades, así como a fuegos y cambios bruscos en las condiciones del clima. Su uniformidad florística le

imparte una fisonomía un tanto monótona, lo que hace que el entorno tenga un menor atractivo, que el del bosque natural con su gran diversidad de formas, arreglos, tamaños y matices de colores.

Una plantación forestal es biológicamente poco diversa y no ofrece muchas posibilidades para el desarrollo de redes complejas de alimentación; de ahí que la fauna natural sea también poco diversa en este tipo de bosque. Además, esta baja diversidad y la falta de estratificación hacen que tampoco sea un ambiente muy propicio para el desarrollo de epífitas y de otras plantas, que son muy abundantes en los bosques naturales de los trópicos. Pero todavía hay algo más, y es que algunas especies que se usan en la reforestación artificial, como el ciprés (*Cupressus lusitanica* Mill.) tienen un efecto alelopático (Lines y Fournier, 1979). Este efecto consiste en la inhibición de la germinación o el retraso en el crecimiento de otras especies de plantas, por la acción de ciertas sustancias que secretan las especies alelopáticas. La alelopatía produce en la plantaciones en que se manifiesta un sotobosque pobre, que en terrenos de alta pendiente facilita la erosión. Por lo tanto con algunas de estas especies es necesario escoger bien los sitios donde se plantan.

Otro aspecto que se debe considerar en las plantaciones forestales es el del suelo, tanto en sus condiciones físicas, químicas como biológicas. A este respecto, Lamprecht (1962) narra un caso que ocurrió en Sajonia, Alemania. En 1812, la autoridad forestal de la región decidió sustituir los bosques naturales que ahí existían por plantaciones de *Picea abies*, una conífera de rápido crecimiento. La sustitución, que abarcó una área de 180.000 ha, se completó en 1880, 68 años después que se tomara la decisión de iniciar este programa. De 1824 a 1884 las plantaciones mostraron un aumento de 4,10 m³/ha/año a 6,1 m³, pero después de 1884 el rendimiento comenzó a descender hasta llegar en 1929 a un promedio de 2,50 m³/ha/año. Y a pesar de los ingentes esfuerzos de los técnicos forestales de la región, no fue posible aumentar la productividad de las plantaciones de *Picea abies*, aún después de combatir con gran esfuerzo plagas, enfermedades, deterioro del suelo y otras calamidades. Como una solución, se volvió atrás y se comenzó a transformar la plantación pura a bosques mixtos, mejor equilibrados edáfica y biológicamente.

En los trópicos húmedos como Costa Rica, el nitrógeno del suelo es casi siempre un elemento limitante de la producción debido a su gran movilidad condicionada por la alta precipitación y temperatura dominantes (Fassbender, 1974). No obstante

esto, en los bosques naturales se ha llegado a desarrollar un sistema de circulación y absorción de nutrientes minerales tan eficaz, que los árboles no muestran deficiencia de nitrógeno. Esto se debe a que en buena parte en estos bosques existe una buena cantidad de especies de árboles, principalmente leguminosas, que fijan nitrógeno atmosférico con la ayuda de bacterias que ocurren en sus nódulos radicuales (Fournier, 1983). Cuando se elimina el bosque natural y se establece una plantación forestal, este sistema se altera notablemente.

Esta breve discusión deja entrever, que a pesar que las plantaciones forestales son importantes desde el punto de vista de la producción de madera, es necesario escoger bien los sitios, las especies y los métodos de manejo que se van a utilizar, con el fin de producir el menor grado de alteración del ambiente. Además, es evidente, que la otra alternativa de reforestación, la natural, es mucho más recomendable en aquellos casos en que el interés primordial de plantar árboles es la protección de las condiciones naturales del sitio.

La reforestación natural aprovecha un proceso ecológico de amplia distribución en la naturaleza, la sucesión, que es una fuerza natural que tiende al restablecimiento en cada sitio de las condiciones naturales que ahí existían antes de que fueran alteradas. En Costa Rica, debido a las condiciones climáticas predominantes, la sucesión tiende en la mayoría de los casos a desarrollar un bosque, de ahí que se hable de sucesión forestal. En las primeras etapas de la sucesión forestal los cambios en la composición florística, la fisonomía y la estructura de la vegetación ocurren con cierta rapidez, pero después de cierto número de años el bosque alcanza cierto grado de estabilidad, que se manifiesta en un menor cambio en las características. El tiempo que tarda la sucesión para lograr esa estabilidad depende en mucho del grado de alteración que haya sufrido el suelo, de las condiciones climáticas, de la disponibilidad de los árboles semilleros y de los medios y agentes de dispersión de la localidad.

Entre los cambios que sufre la sucesión forestal son de citar, las variaciones en las condiciones del suelo y del microclima. Conforme avanza la sucesión se mejora la permeabilidad del suelo, la circulación de gases, el contenido de materia orgánica y de nutrientes minerales, la capacidad de intercambio así como las características cualitativas y cuantitativas de la biota (Fournier y Herrera, 1977; Herrera y Fournier, 1978). En cuanto al microclima, el bosque altera la velocidad y movimiento del viento, la calidad y cantidad de luz que penetra al

sistema y esto, a su vez, repercute en la temperatura y la humedad relativa. Esta serie de alteraciones ambientales son en buena parte las responsables de los cambios que ocurren en la vegetación y al aumentar la diversidad florística y estructural de ésta, se producen también cambios en la fauna por la mayor disponibilidad de recursos. Todos estos cambios en la biota y en el ambiente físico redundan en una mayor estabilidad y resistencia del bosque en desarrollo; todo lo contrario de lo que ocurre en una plantación forestal.

Algunos ejemplos de reforestación natural en Costa Rica

El estudio de la sucesión forestal se inició en Costa Rica con los trabajos de Budowski (1963; 1965) en la región del Atlántico. Ese autor reconoció cuatro estados principales en el proceso de sucesión forestal: pionero, secundario joven, secundario avanzado y climax. Estas se fundamentan en un numeroso conjunto de características fisonómicas, florísticas, ecológicas, dendrológicas y fisiológicas. También observó ese autor, que una determinada especie ocupa diferentes posiciones a lo largo del proceso de sucesión, dependiendo de las condiciones climáticas de la región. Por ejemplo, algunas especies de la etapa del secundario avanzado de las regiones húmedas son del climax en las regiones más secas.

Aguiar Sobrinho (1977) estudió cuatro bosques en diferentes estados de sucesión en la región de San Carlos. En cada uno de estos bosques localizó un área de 3600 m², en la que estudió el número de especies, el número de individuos por especie, el área basal, la altura del rodal y el volumen en pie. Un resumen de este estudio se puede observar en el Cuadro 1.

En un estudio reciente de Fournier y Herrera (1985) se informa sobre la recuperación del bosque

de premontano en el cantón de Mora. En los Cuadros 2, 3 y 4, tomados de este trabajo, se muestra como, en esas condiciones, en un plazo relativamente corto se desarrolla un bosque bastante complejo.

Las cifras de los Cuadros 2 y 3 demuestran que en poco más de 10 años la sucesión forestal desarrolla la primera etapa de un bosque con una flora arborescente superior a las 50 especies. Este número de especies garantiza una diversidad florística, estructural, fisonómica y fenológica capaz de favorecer el desarrollo de una fauna y flora naturales bastantes diversas, además de mejorar las condiciones estéticas del ambiente y de ofrecer una buena protección al suelo.

También el ambiente físico mostró variaciones notables durante el curso de la sucesión en Ciudad Colón, como se puede notar en el Cuadro 4.

Este cuadro muestra claramente que tanto la temperatura del suelo como la de la atmósfera circundante disminuyen conforme la edad del bosque aumenta y lo mismo sucede con la penetración de la luz. En lo referente al suelo, se nota un aumento en el contenido de material orgánico y en contenido promedio de humedad.

Ortiz (1980) al estudiar la variación en el contenido de nutrimentos en el producto fenológico del mantillo y en el horizonte A1 del suelo en algunos de los sitios anotados en el Cuadro 3, observó cambios en estos nutrimentos durante el año, pero no

Cuadro 2. Desarrollo de un bosque por sucesión en Ciudad Colón de Mora.

Edad del lote en años	No. familias de árboles	No. especies de árboles	No. especies de leguminosas
0	8	10	1
2	12	20	5
11	26	54	8
18	33	78	10
20	34	84	10

Cuadro 1. Algunas características de cuatro bosques en diferentes estados de sucesión en la región de San Carlos, Costa Rica (Aguiar Sobrinho, 1977).

Edad del bosque	Área basal m ²	Volumen m ³ /ha	Número de especies	Número de árboles de 5 cm o más de DAP
4 años	5,7	23,26	30	1758
15 años	12,7	73,84	42	2050
23 años	29,9	333,91	36	1682
Bosque primario explotado	26,6	228,78	37	1754

DAP= diámetro del árbol a 1,30 m del suelo.

Cuadro 3. Desarrollo de un bosque sucesional en Tabarcia de Mora.

Edad del lote en años	No. familias de árboles	No. especies de árboles	No. especies de leguminosas
3	13	24	1
7	18	32	5
8	23	42	7
9	26	52	7

notó diferencias entre sitios en una misma época de muestreo. Los patrones de variación de los diferentes nutrimentos minerales durante el año son bastante semejantes en los diferentes bosques estudiados y en un lote de café bajo fertilización, que también se empleó en esta investigación. Estas observaciones son interesantes porque muestran que la sucesión forestal además de recuperar el bosque, permite mantener un nivel de nutrimentos en el sistema, comparable a un cultivo que se mantiene con fertilización química.

La biota del mantillo y del suelo también muestran diferencias en los diferentes estados de sucesión (Fournier y Herrera, 1978; Herrera y Fournier, 1977). El bosque de 30 años presenta una microfauna del mantillo mucho más diversa y estable que la de los otros estados de sucesión, lo que en buena parte se puede deber a una mayor estabilidad del ambiente físico.

En esta región de Ciudad Colón también se han notado cambios en las poblaciones de pájaros y de mamíferos conforme el bosque se ha hecho más complejo. Es digno de mencionar el aumento en la población de ardillas y armadillos y algunos pobladores de la región mencionan que también han observado pizotes y perezosos.

Aplicación de los estudios de sucesión forestal a los planes de reforestación

Los trabajos que se han analizado anteriormente demuestran que el fenómeno de sucesión

forestal permite restablecer una comunidad forestal de relativa diversidad florística en un período no muy largo de tiempo. También este proceso produce mejoras en las condiciones químicas, físicas y bióticas del suelo, así como en las del microclima. Estos hechos hacen patente que la reforestación natural es, definitivamente, un método bastante aconsejable para la recuperación del bosque de protección en muchas regiones de Costa Rica. Este es un método eficaz y económico, ya que sólo requiere que el sitio que se va a reforestar sea protegido de la acción del hombre, el fuego y el ganado.

La reforestación natural también puede combinarse con la reforestación artificial, especialmente en aquellos sitios en donde el ambiente físico ha sufrido un marcado deterioro. En estas condiciones establecer una plantación forestal es bastante costoso y es más aconsejable dejar que la sucesión forestal mejore con la ayuda de las especies nativas, las condiciones del suelo y del microclima. Posteriormente a los 3-4 años, se puede efectuar una siembra de enriquecimiento del bosque, con especies de mayor importancia económica, que ahora sí tendrán un ambiente más favorable.

Otro aspecto que es pertinente mencionar aquí, es que muchas especies maderables son miembros de los primeros estadios de la sucesión forestal y mediante el uso regulado de este proceso se puede aumentar sus poblaciones. Entre estas especies figuran el laurel, *Cordia alliodora*, la fruta dorada, *Virola* spp. y el jaíl, *Alnus jorullensis*. Este aspecto ha sido considerado por Holdridge (1976) quien dice: "Aunque el período de sucesión completa hasta llegar a una condición como la original comprendería muchas décadas, un manejo forestal práctico recomendaría un corte total o por lo menos uno fuerte después de 20 a 25 años. En este período las especies invasoras de crecimiento rápido como el laurel, *Cordia alliodora*, el gavián, *Schizolobium parahybum*, el gallinazo, *Jacaranda copaia*, el probado, *Didymopanax morototoni* y otras, habrían llegado a una etapa de madurez económicamente propicia para su cosecha".

Cuadro 4. Características del ambiente físico en varias etapas de la sucesión en Ciudad Colón.

Edad del bosque	Temperatura atmosférica	Temperatura del suelo	% Luz	% Materia orgánico del suelo	% Humedad suelo
30 años	24,8	22,3	21	9,76	40
21 años	24,8	23,0	28	9,02	39
11 años	25,6	24,4	59	7,44	39
Potrero	28,5	29,3	79	7,41	32

Además, es bueno mencionar que cada día se utiliza un mayor número de especies forestales que hace pocos años no tenían ningún valor comercial. Esto se debe en buena parte a avances en el conocimiento tecnológico de la madera de estas especies, así como al progreso de su aprovechamiento industrial. Especies como el ceibo, *Ceiba pentandra*, que antes no se utilizaban, las emplea ahora la compañía "Plywood de Costa Rica". Esta situación hace pensar que en un futuro los bosques florísticamente diversos que produce la sucesión forestal tendrán un gran valor económico, no sólo por su función protectora, sino también como fuente de productos forestales.

RESUMEN

En este trabajo se analiza de manera general la importancia del bosque como un sistema de uso múltiple, que debe utilizarse racionalmente mediante un aprovechamiento con rendimiento sostenido. También se mencionan las ventajas y desventajas de las plantaciones forestales; para luego detallar algunas experiencias sobre reforestación natural, realizadas en Costa Rica. En estos estudios de regeneración natural se muestra que en un período de unos 20 años es posible el desarrollo de un bosque secundario bastante complejo, tanto en el aspecto florístico como en el fisiológico y estructural. También se anotan cambios significativos en las condiciones del suelo y del microclima.

Con base en estas experiencias se muestra que el bosque secundario no sólo sirve como un sistema ecológico de protección ambiental, sino que también un buen número de las especies de árboles que crecen en estas masas forestales tienen valor comercial.

Todo esto sugiere que los bosques de regeneración natural, ya sea con fines meramente de protección o con cierto manejo silvicultural, deben ser considerados como una alternativa importante en los planes de desarrollo forestal del país.

LITERATURA CITADA

- AGUIAR SOBRINHO, J. 1977. Análisis de cuatro fases sucesionales de la masa boscosa en la región de San Carlos, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Programa de Posgrado UCR/CATIE. 124 p.
- BUDOWSKI, G. 1963. Forest successions in Tropical lowlands. *Turrialba* 13:42-44.
- BUDOWSKI, G. 1965. Distribution of tropical American rain forest species in the light of successional process. *Turrialba* 15:40-42.
- COSTA RICA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1969. Dirección General Forestal. *Ley Forestal* No. 4465, 25 de noviembre de 1969. San José, Costa Rica. 31 p.
- COSTA RICA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1979a. Decreto Ejecutivo No. 94-95, Incentivos Fiscales para la Reforestación. *La Gaceta*, 16 de enero de 1979. San José, Costa Rica.
- COSTA RICA. COMISION NACIONAL DE ENERGIA. 1979c. Balance Energético Nacional; resultados parciales preliminares. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PEIC: Programa Energético del Istmo Centroamericano. 114 p.
- COSTA RICA. MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA. 1987. San José, Costa Rica. Litografía e Imprenta Lil, Programa Nacional de Ciencia y Tecnología 1986-1990. 85 p.
- CHAVERRI, A. 1979. Análisis de un sistema de reservas biológicas privadas en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Programa de Posgrado UCR-CATIE. 279 p.
- FASSBERNDER, H.W. 1975. Química de suelos; con énfasis en suelos de América Latina. San José, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 398 p.
- FOURNIER, L.A. 1969. Población y balances naturales en Centro América. *In* El desafío del siglo XX. Ed. por R. Gutiérrez y F. Rath. San José, Universidad de Costa Rica. p. 11-35.
- FOURNIER, L.A. 1983. Recursos naturales. San José, Editorial EUNED. 216 p.
- FOURNIER, L.A. 1986. Uso potencial y actual del suelo de Costa Rica. *In* Suelos y Agricultura. Ed. por E. Góngora. San José, Costa Rica, Editorial EUNED. p. 23-33.
- FOURNIER, L.A. 1985. El sector forestal en Costa Rica: un antecedente y perspectivas. *Agronomía Costarricense* 9:253-260.
- FOURNIER, L.A.; HERRERA, M.E. 1977. La sucesión ecológica como un método eficaz para la recuperación del bosque en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 1:23-29.
- FOURNIER, L.A.; HERRERA, M.A. 1978. Cambios en la microflora del suelo en varias etapas de la sucesión en Ciudad Colón, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 26:103-112.
- FOURNIER, L.A.; HERRERA, M.A. 1979. Importancia científica, económica y cultural de un sistema de pequeñas reservas naturales en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 3:53-55.

- FOURNIER, L.A.; HERRERA, M.A. Recuperación del bosque en el Premontano Húmedo y muy Húmedo del Cantón de Mora, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*. 33(2) en prensa.
- GONZALEZ, M.; MARTINEZ, H.; GEWALD, N. 1979. El uso de prácticas silvopastoriles en las partes altas del Valle Central de Costa Rica; Finca Las Esmeraldas. *In* Taller de Sistemas Agroforestales en América Latina. Ed. por G. De Las Salas. Turrialba, Costa Rica, CATIE y la Universidad de las Naciones Unidas. p. 17-48.
- HERRERA, M.E.; FOURNIER, L.A. 1977. Producción, descomposición e invertebrados del mantillo en varias etapas de la sucesión en Ciudad Colón, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 25:275-288.
- HOLDRIDGE, L.R. 1976. Aprovechamiento del bosque natural en Costa Rica. *In* Congreso Agronómico Nacional (2., San José, 1976). Memorias. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos. v. II, p. 61-64.
- LAMPRECHT, H. 1962. Estudio sobre la arboricultura forestal en los trópicos. *Revista Forestal Venezolana* 5:7-34.
- LINES, N.; FOURNIER, L.A. 1979. Efecto alelopático de *Cupressus lusitanica* Mill. en la germinación de algunas especies de hierbas. *Revista de Biología Tropical* 27:223-230.
- ORTIZ, R. 1980. Determinación de los nutrimentos del producto fenológico, mantillo y horizonte A₁ depositados en diferentes etapas de sucesión en un bosque premontano de Ciudad Colón. Tesis. Mérida, Venezuela, Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Centro de Estudios de Posgrado. 31 p.
- UREÑA, M.E. 1972. Comportamiento de las especies forestales exóticas en el Valle Central de Costa Rica. Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica. 129 p.