

Capítulo 3

El Ambiente Físico para la Reforestación

El clima y los suelos de la América Tropical son variados y en el pasado gran parte de esta región estuvo cubierta de bosques. Aún al presente una extensión considerable del área se conserva en bosques, casi toda en el Amazonas. En los lugares donde el bosque ha sido desmontado podría restituirse por medio de reforestación. En este



Ilustración 3.1 Los límites de las áreas libres de heladas o con heladas ocasionales en la América Tropical.

tratado se definen los trópicos de América como el área terrestre, a nivel del mar, entre los límites norte y sur no sujetos a heladas y las tierras altas tropicales no sujetas a heladas.

La presencia de la cordillera andina produce que los climas en la América Tropical sean complejos. La extensión de los trópicos Americanos se presenta en la Ilustración 3.1. La región cubre desde el sur de México, a través de América Central y las islas del Caribe y hacia el sur, a ambos lados de los Andes, a Chile, Bolivia, Paraguay y Brasil. Los climas en esta región incluyen: los desiertos costaneros del norte de Chile, Perú y la costa noroeste de México; los climas estacionales muy secos del norte de la Península de Yucatán; la islas Caribeñas de Sotavento; la Península Guajira de Colombia, Venezuela y el noreste de Brasil; los climas estacionales de lluvias y sequías de la costa del Pacífico de América Central, Venezuela y Ecuador y gran parte del Paraguay y de la costa este del Brasil; los climas lluviosos de la costa oeste colombiana, la costa este de Centro América y gran parte de la cuenca del Amazonas y finalmente los complejos climas de las alturas andinas donde la elevación ejerce tanto control sobre el clima como la latitud. No existe otra región tropical tan diversa en el mundo.

Los elementos climáticos que más afectan el crecimiento de los árboles en los trópicos son: la lluvia, la temperatura, la evaporación y el viento. Este último es de especial importancia en la zona sujeta a huracanes. El clima en las montañas varía drásticamente aún a cortas distancias debido a que los cambios en elevación afectan la cantidad de lluvia y la temperatura.

El clima tropical afectará al voluntario en dos formas principales. La primera es el efecto directo que la temperatura, la lluvia y el viento tendrá en los árboles y los cultivos que se siembren. La otra, quizás más sutil, pero no menos importante, es la forma en que el clima de una localidad afecta los estilos de vida y las condiciones de trabajo. La gente evoluciona y se adapta al clima en formas que le permiten lograr el máximo de trabajo con el mínimo de incomodidad. Resulta sabio el aprender todo cuanto se pueda sobre el clima de la localidad antes de planificar un proyecto de reforestación. Busca y escucha con atención a las personas de la comunidad que tienen un buen conocimiento práctico de las condiciones locales. Aquí solo podemos brindar un resumen de los principales tipos de clima. Existen estaciones climatológicas a través de la América Tropical aunque en muchos lugares será necesario extrapolar de la información disponible para áreas cercanas.

Los visitantes de los trópicos se sorprenden al descubrir que los climas tropicales pueden ser marcadamente estacionales. Por ejemplo, el 49 por ciento de la América Central y el 22 por ciento del Caribe y Sur América Tropical tienen largos períodos de sequía durante los cuales el crecimiento vegetal casi se detiene. Un 36 y 55 por ciento adicional, respectivamente, de estas tierras experimenta estaciones de lluvia-sequía menos marcadas. Sólo el 15 por ciento de América Central (incluyendo el Caribe) y el 22 por ciento de Sur América Tropical tienen climas húmedos a través de todo el año. Esto contradice la visión estereotipada del trópico como un lugar donde prevalece un clima de bosque pluvial. Debido a que los cambios en temperaturas a través de las estaciones no son tan marcados en los trópicos como en las zonas templadas, resulta fácil pero incorrecto, el pasar por alto la estacionalidad de los trópicos. Los árboles en los trópicos pueden estar tan estrechamente sincronizados a las estaciones como los de las zonas templadas. A pesar de que muchas de las especies utilizadas por los dasónomos parecen tener una amplia tolerancia climática, ésta puede deberse a que

existen gran variedad de razas genéticas ecológicamente distintas. Aunque luzcan idénticas cada una puede ser bien específica en sus requerimientos ambientales. Otros factores climáticos también pueden ser importantes. En las zonas de huracán el dasónomo preferirá, naturalmente, utilizar especies resistentes al viento. La selección de las especies a sembrar y el tiempo más adecuado para hacerlo guardará estrecha relación con el clima de la localidad.

Los Elementos del Clima

Radiación solar y temperatura—La temperatura del aire está mayormente determinada por la cantidad de radiación solar que llega a la superficie terrestre. Cerca del Ecuador la cantidad diaria de radiación solar varía muy poco durante el año y por ende las fluctuaciones mensuales son pequeñas. En la mayor parte de los trópicos las variaciones en un mismo día suelen ser mayores que las variaciones entre estaciones. En los húmedos llanos tropicales cerca del Ecuador los cambios en temperatura entre estaciones son casi imperceptibles: Belem, Brasil (1 °S) tiene una variación de temperatura estacional de sólo 0.3 °C (0.5 °F) entre el mes más frío y el más caluroso mientras que el alcance de las variaciones en temperaturas diarias es de 13 °C (23.4 °F). Las temperaturas promedio anuales alcanzan desde 23 °C (73 °F) en los bordes extremos al norte y al sur de las llanuras costaneras no sujetas a heladas hasta 30 °C (86 °F) en algunas áreas de Sur América.

El largo del día no varía mucho en el trópico. En el Ecuador todos los días tienen exactamente 12 horas, 7 minutos. A los 10° de latitud el día más largo es de 12 horas, 40 minutos y el más corto es de 11 horas, 30 minutos. Aún a los 20° de latitud la diferencia entre el día más corto y el más largo es de menos de 2½ horas.

Aún así, muchas plantas tropicales pueden necesitar un fotoperíodo (largo del día) específico para florecer y dar fruto. A los árboles nativos a zonas templadas se les dificulta adaptarse a estas condiciones por lo cual se les hará imposible florecer y dar fruto o disminuir su respiración como estrategia de crecimiento. En ocasiones resulta difícil lograr una buena reproducción de una especie de árbol tropical cuando éste se cambia de latitud, aún cuando todos los demás factores climáticos son iguales. La respuesta parece radicar en que la especie tiene una tolerancia muy baja a cambios en su fotoperíodo.

Tipos de sensores de temperatura

Heladas—Las especies de árboles tropicales, por lo general, no toleran condiciones de heladas. Se encuentra un marcado contraste en la composición de especies en bosques nativos entre áreas donde no hay o hay heladas aunque sea ocasionalmente, ya sea en las márgenes de los trópicos o a mayores alturas en las montañas de los trópicos. La línea de heladas que marca los límites norte y sur del trópico corresponde aproximadamente a la isoterma de 18 °C (65 °F) en temperatura promedio para el mes más frío, pero fluctúa entre años. En las alturas tropicales, la delimitación para la formación de heladas se encuentra entre 1700 y 2400 m (5,576-7,872 pies) de elevación, dependiendo de la latitud. Es posible calcular la elevación promedio aproximada de la línea de heladas para un área al restar 5.5 °C (9.9 °F) de la temperatura promedio a nivel del mar por cada 1000 m (3,280 pies) de diferencia en elevación (lapse rate) hasta llegar a una temperatura promedio de 16 a 18 °C (61 a 64 °F).

Las heladas dañan las especies sensitivas al formar cristales de agua dentro de las células causando daños mecánicos. No hay forma de evitar este tipo de daño, excepto en el caso de especies que son resistentes al frío por cortos períodos de tiempo. Las especies tropicales de la llanura no se pueden usar en lugares propensos, aunque ocasionalmente, a heladas.

Temperaturas bajas constantes—En algunas zonas tropicales del altiplano las temperaturas del aire son persistentemente bajas y en gran parte del año por las noches se llega a niveles de congelación. En estas alturas no se producen bosques y se dice que están sobre el “límite para árboles” de los trópicos. Entre la línea de heladas y el límite para árboles hay una zona de bosques característicos de zonas templadas o boreales con sus especies distintivas. La reforestación en esta zona debe efectuarse con especies adaptadas a esos tipos de temperaturas bajas constantes. Estas áreas con frecuencia exhiben temperaturas bajas durante todo el año tanto de día como de noche y no tienen un verdadero “verano” distinto a zonas similares en las regiones templadas.

Tensión por temperaturas altas—Las temperaturas máximas en los trópicos casi siempre ocurren en la época de sequía. Las plantas normalmente liberan el exceso de calor a través de sus hojas por la evaporación del agua y este proceso se llama transpiración. Cuando un árbol está sujeto a tensión por la sequía, las estomas de sus hojas se cierran y el efecto refrescante de la transpiración se reduce. En un bosque cerrado de las zonas tropicales húmedas la tensión por temperaturas altas no causa problemas. Sin embargo, en áreas desmontadas o en climas secos estacionales, las hojas pueden calentarse a temperaturas mayores que las del aire circundante, cuando éstas están sujetas a tensiones por sequía. La hoja está compuesta casi en su totalidad de tejido proteico y las proteínas se desnaturalizan o destruyen por temperaturas ligeramente sobre 35 °C (95 °F). Las quemaduras causadas por el sol en la vegetación sensitiva se deben a este tipo de tensión por calor y pueden evitarse al proveerles sombra y/o agua adicional. Las plántulas de muchos árboles tropicales se desarrollan a la sombra parcial o total en el ambiente húmedo del bosque y son especialmente susceptibles a la tensión por calor.

Un esquema de clasificación climática de amplio uso en la América Tropical para determinar los límites de crecimiento de las plantas utiliza una medida conocida como biotemperatura para delimitar las zonas climáticas. La biotemperatura se calcula sumando todas las horas con temperaturas sobre 0 °C (32 °F) y bajo 30 °C (86 °F) durante un año y dividiendo por el número total de horas en ese período. En los bordes de los trópicos ecuatoriales, sobre las latitudes 13° N y S y en las zonas áridas, las biotemperaturas tienden a ser más bajas que las temperaturas promedio, ya que todas las medidas sobre 30 °C se omiten. Sin embargo, en los altiplanos tropicales las biotemperaturas tienden a ser más altas que las temperaturas promedio ya que todos los valores bajo 0° (32 °F) se omiten. La biotemperatura, la lluvia y la elevación se utilizan para identificar las zonas de vida en el sistema desarrollado por Holdridge. Los mapas con las zonas de vida están disponibles para la mayor parte de los países tropicales de América (Tabla 3.1). Este es sólo uno de varios sistemas en uso, pero al presente es el más utilizado en la región. Su utilidad para la reforestación radica en que identifica homoclimas, donde las especies de árboles podrían adaptarse bien si son introducidas de otra zona de vida similar en otro lugar.

Lluvia—El agua es indispensable para el crecimiento de los árboles y por lo tanto la cantidad y la distribución de la lluvia son dos de las características más importantes del clima tropical. El patrón de lluvia a través del año determina las estaciones en el

trópico. La cantidad total de lluvia que cae en los trópicos puede variar grandemente, aún sobre distancias muy cortas. Las Ilustraciones 3.2 y 3.3 muestran los promedios anuales de lluvia en mm.

Evaporación—Las plantas deben transpirar para sobrevivir. Por lo tanto, el total de la pérdida de agua en una región forestada es la suma de la evaporación directa del agua en el suelo más la transpiración y se llama evapotranspiración. El potencial del aire para absorber vapor de agua es función de la temperatura y de la cantidad de agua ya presente en éste. Mientras más alta sea la temperatura del aire, mayor será su capacidad para retener vapor de agua y también mayor será la cantidad de humedad del suelo absorbida para la evapotranspiración. Por lo tanto, si todas las otras condiciones fueran iguales, o se mantienen constantes, a mayor temperatura promedio anual en una región, mayor será la evapotranspiración. Esto quiere decir que un promedio de lluvia anual de 1200 mm (48 pulgadas) en la latitud de Nueva York (temperatura promedio anual—12 °C [54 °F]) “vale más” en términos de evapotranspiración que 1200 mm en Managua (temperatura promedio anual de—28.1 °C

Tabla 3.1 Países para los cuales existen mapas de zonas de vida de acuerdo al sistema de Holdridge.

País	Escala de mapa	Referencia ¹
Brasil	1:10,000,000	Tosi (1983)
Colombia	1:1,000,000	Espinal et al. (1963)
Costa Rica	1:750,000	Tosi (1969)
Ecuador	1:1,000,000	Vivanco de la Torre, et al. (n.d.)
El Salvador	1:1,000,000	Holdridge (1959a)
Guatemala	1:1,000,000	Holdridge (1959b)
Haití	1:500,000	OAS (1972)
Honduras	1:1,000,000	Holdridge (1962b)
Jamaica ²	1:500,000	Gray and Symes (1969)
Nicaragua	1:1,000,000	Holdridge (1962c)
Panamá	1:500,000	FAO (1971)
Perú	1:1,000,000	Tosi (1960)
Puerto Rico	1:250,000	Ewel and Whitmore (1973)
República Dominicana	1:250,000	Tasaico (1967)
Venezuela	1:2,000,000	Ewel et al. (1968)

¹Para los países en que existe más de un mapa se hace referencia al más reciente.

²De datos climatológicos y topográficos.

[8.6 °F]). Ambos lugares reciben cerca de 1250 mm (50 pulgadas) de lluvia al año. En Managua, la evapotranspiración es mayor que la lluvia durante seis meses al año, mientras que en Nueva York hay un excedente de agua durante todo el año.

En el sistema de zonas de vida de Holdridge, mencionado con anterioridad, la evapotranspiración (en mm) se asume que sea igual a biotemperatura anual promedio multiplicada por 58.93. Los valores anuales promedio para evaporación en la América Tropical se muestran en las Ilustraciones 3.4 y 3.5.

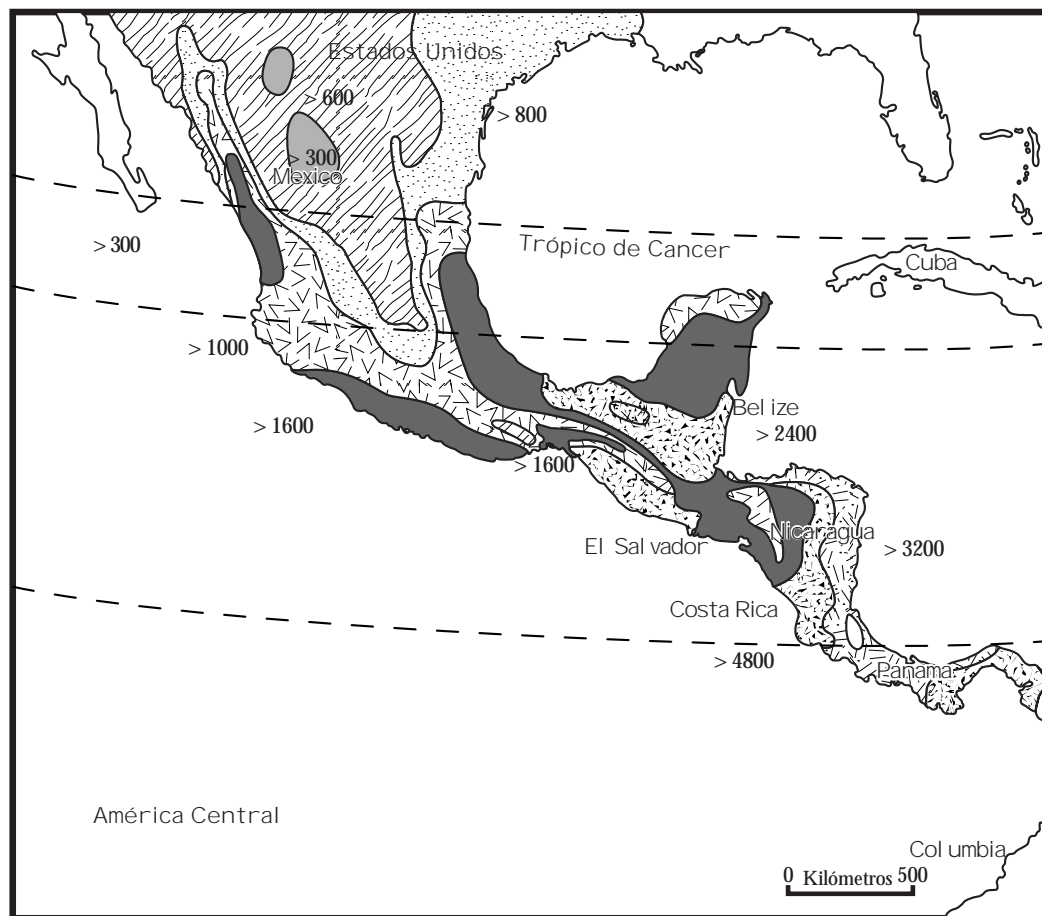


Ilustración 3.2—Precipitación promedio anual en mm para la América Central.

Huracanes

Los vientos tropicales más notorios son los producidos durante los disturbios tropicales tipo ciclón. Estos disturbios son sistemas de baja presión gigantescos que se forman sobre los océanos en algunos lugares de los trópicos. Pueden alcanzar desde 430 a 650 km (267 a 404 mi) en diámetro. Hay dos áreas en latinoamérica donde ocurren ciclones: en la cuenca del Caribe y en las costas este del Pacífico cerca de las costas de Colombia, Panamá y Costa Rica y al norte de la costa oeste de México. Los ciclones del Pacífico no son tan numerosos como los del Caribe ni tan propensos a afectar áreas terrestres. La Ilustración 3.6 muestra las trayectorias conocidas de los huracanes tropicales ocurridos entre 1886 al 1977 en la cuenca del Caribe.

En un ciclón tropical en el hemisferio norte, el aire y las nubes se mueven hacia el centro y hacia arriba en dirección contraria a las manecillas del reloj. A medida que el aire sube y se enfría se produce un alto volumen de lluvia que cae en bandas alrededor del centro u "ojo" de la tormenta. La lluvia no ocurre en forma continuada dentro del disturbio, sino en forma de fuertes aguaceros y vientos que se alternan con períodos de relativa calma según las bandas de nubes pasan sobre el observador. Si el disturbio tiene vientos con intensidades de 119 km/hr (74 mph) o más se le llama huracán. Algunas ráfagas del huracán pueden alcanzar 200 km/hr (120 mi/hr) o más.

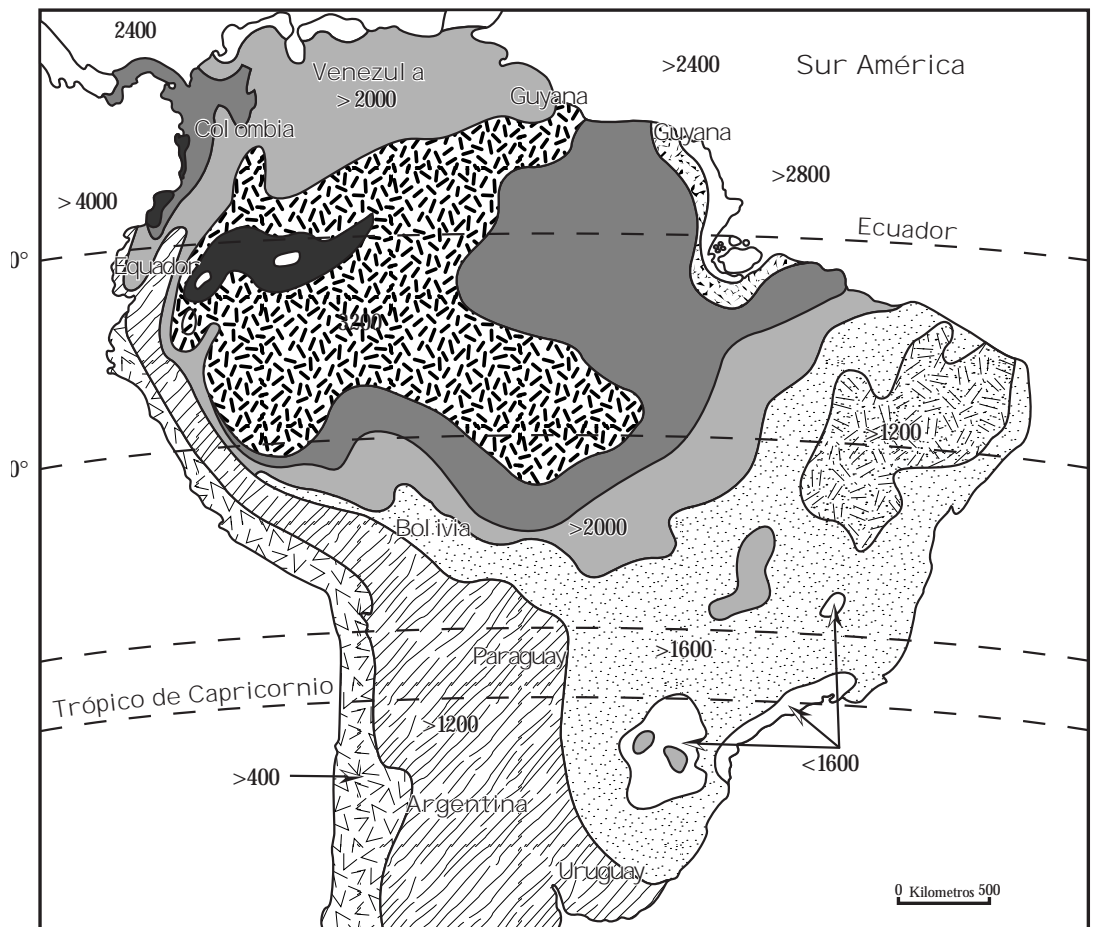


Ilustración 3.3—Precipitación anual en mm para Sur América.

Además, los ciclones fuertes producen tronadas violentas, chorros de agua y hasta pequeños tornados dentro de las bandas centrales de nubes, todos los cuales añaden el daño producido por los vientos.

Los huracanes se forman sobre el mar cuando las temperaturas exceden los 26 °C (79 °F) por lo que son, generalmente, un fenómeno de verano. La temporada de huracanes en las Indias Occidentales va del primero de junio al 15 de octubre aunque ocasionalmente se pueden formar tormentas durante cualquier otro mes del año. Estas tormentas representan un alto potencial de daño para los bosques.

La frecuencia de huracanes en la cuenca del Caribe para cualquier localidad promedia una tormenta fuerte cada 10 a 20 años. Por lo tanto, en estas regiones las plantaciones forestales están expuestas a huracanes durante algún período de su ciclo de vida. Las especies nativas tienden a ser más resistentes a los huracanes que las exóticas y los bosques nativos se recuperan más rápidamente que las plantaciones de sus efectos. Sin embargo, por su crecimiento más lento, los bosques nativos pueden ser afectados por los huracanes en etapas más jóvenes.

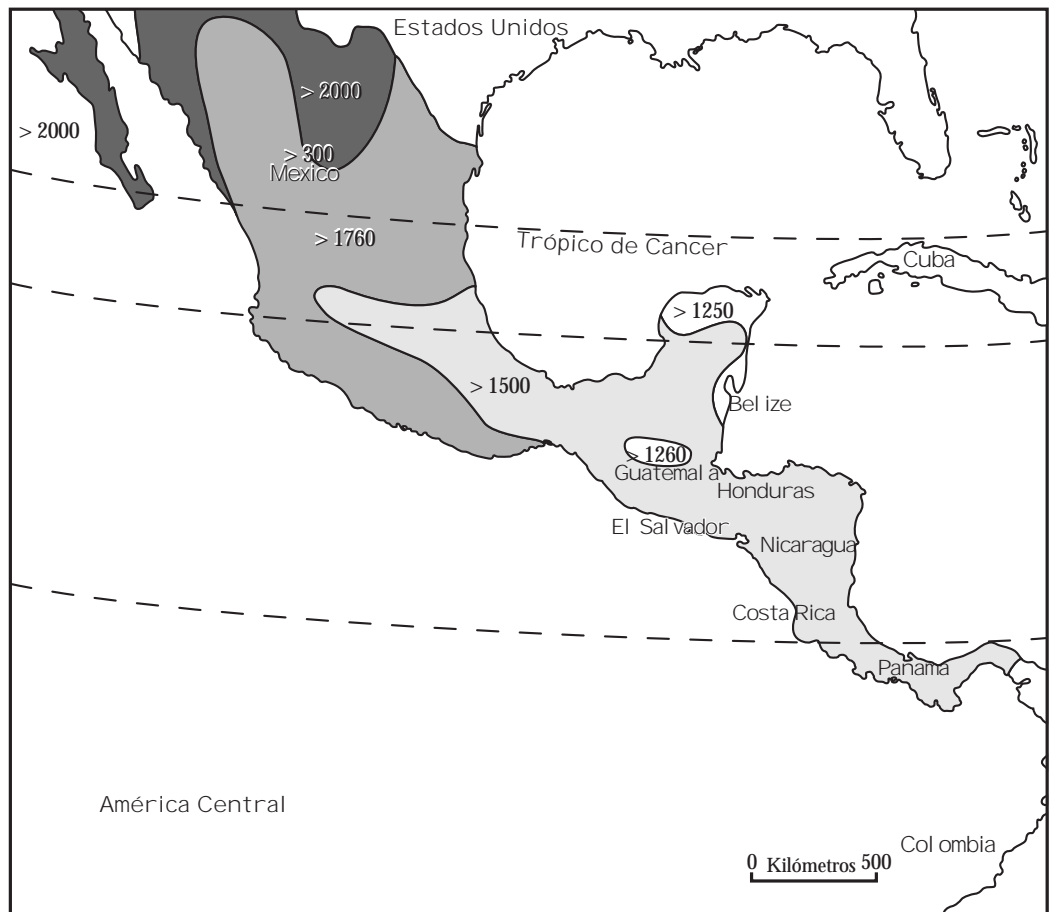


Ilustración 3.4—Cálculo de valores para evaporación anual promedio en mm para la América Central.

Restauración—Luego de una tormenta habrá muchos postes y trozas tanto vivos como muertos. Los huecos del dosel serán invadidos rápidamente por especies secundarias. El daño causado al bosque pronto será invisible ya que las trepadoras y los árboles de las especies secundarias de rápido crecimiento lo cubrirán todo. Sin embargo, luego de sufrir los efectos directos de un gran huracán el bosque carecerá de árboles grandes por largo tiempo. Por lo tanto, el rescate de las maderas valiosas debe comenzar lo antes posible antes que la descomposición degrade la calidad de la madera.

Clima y Suelos

El clima tropical y la erosión de los suelos—Las lluvias tropicales se caracterizan por intensos aguaceros de corta duración en vez de lluvias de poca intensidad pero persistentes. Por lo tanto, las inundaciones son un problema frecuente en las épocas lluviosas así como los deslizamientos de tierra que ocurren con facilidad luego de los grandes aguaceros. El desgastamiento de las rocas es un proceso rápido en los trópicos húmedos debido a las altas temperaturas y fuertes lluvias. Las gruesas gotas de lluvia desprenden con facilidad las partículas que las escorrentías arrastran a las quebradas y ríos.

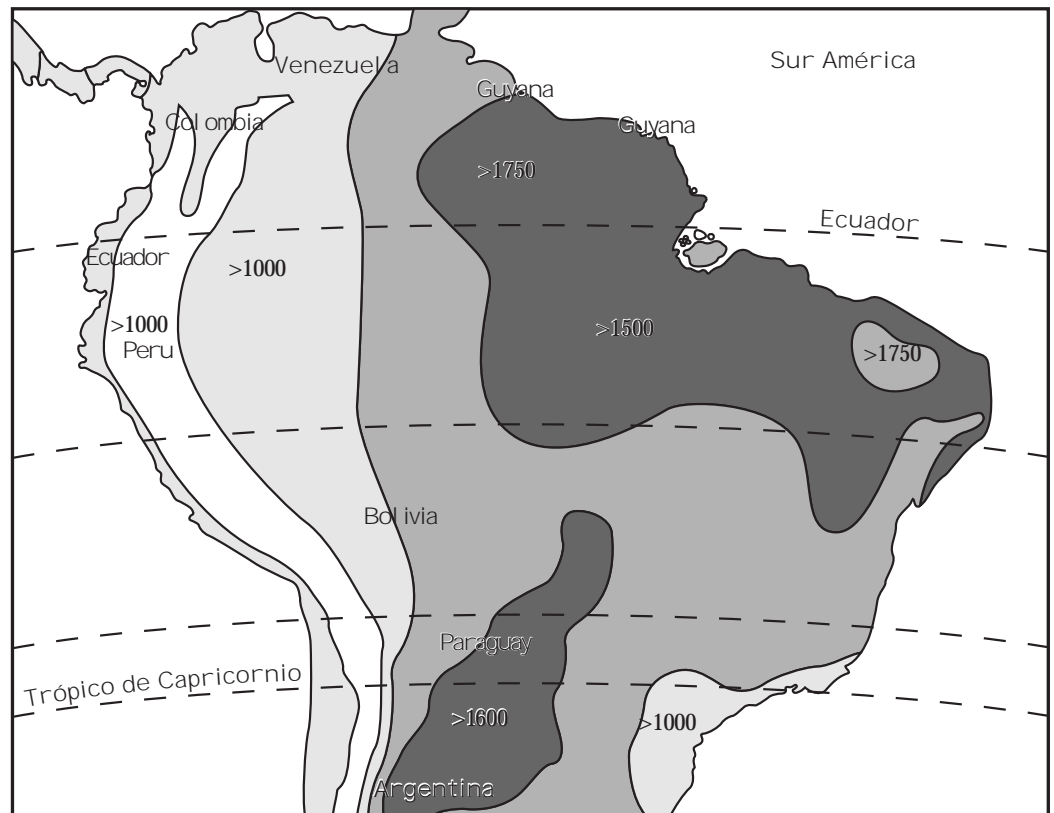


Ilustración 3.5—Cálculo de evaporación anual promedio en mm para la América del Sur Tropical.

Existen muchas formas de controlar la erosión en los viveros y las plantaciones jóvenes hasta que éstas crezcan lo suficiente como para que su dosel y el sotobosque controle la erosión. Si el área de plantación fue limpiada en su totalidad previo a la siembra, es una buena idea el construir diques a lo largo de los contornos y trincheras entre ellos. Las aperturas en las trincheras de una línea se alternarán con los diques de la próxima de modo que la absorción de la lluvia aumente y las escorrentías y la erosión se minimicen. Esta técnica sirve un doble propósito: el aumentar la humedad en el suelo en beneficio a la plantación y reducir la erosión.

Efectos del clima en la fertilidad de los suelos—La fertilidad de los suelos es función del material originario del cual proviene y del clima que lo produce. Los suelos de tierras anegadas son casi siempre ácidos. En los suelos tropicales sujetos a altos niveles de precipitación los nutrientes minerales solubles se lixiviarán rápidamente. Cuando ocurren estaciones alternas de sequía y lluvia, los suelos serán más básicos y un poco más fértiles, pero el agua puede ser un factor limitante. La siembra se debe hacer aprovechando al máximo la época de lluvia.

En las regiones áridas, la lixiviación de los nutrientes no es un problema. Los suelos serán neutrales o ligeramente básicos, pero la acumulación de sal puede ser un problema. El crecimiento arbóreo se verá limitado durante casi todo el año por la escasez de agua.

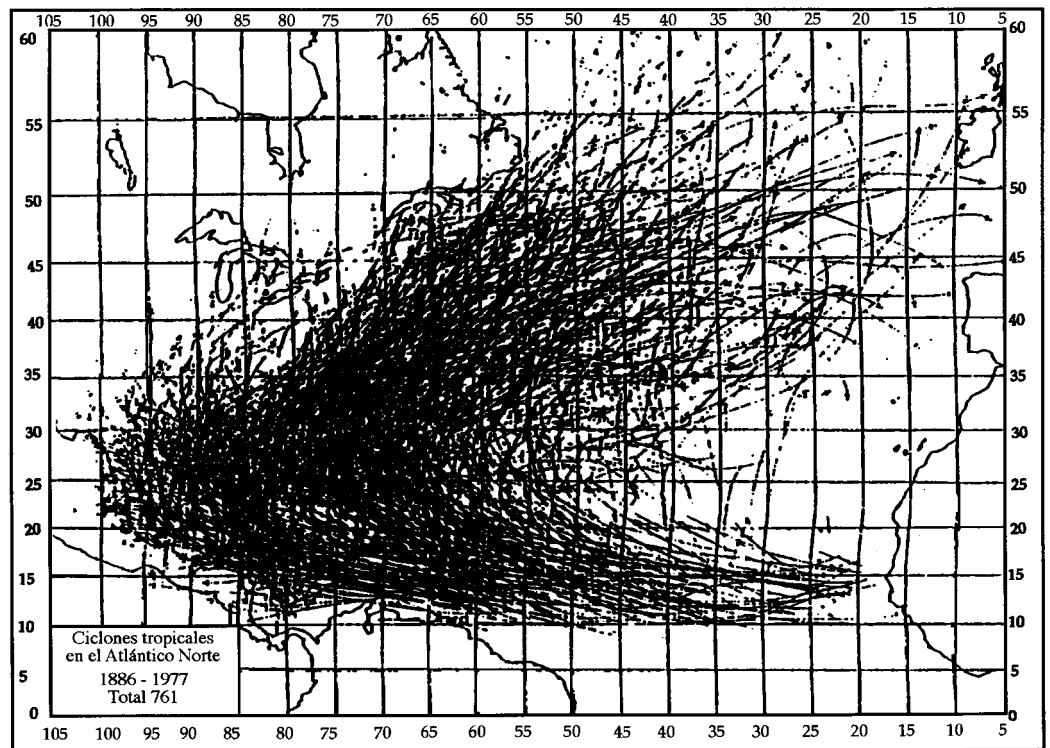


Ilustración 3.6—Gráfica por computador mostrando las trayectorias de 761 ciclones tropicales conocidos en el mar Atlántico y que registraron por los menos intensidades de tormenta tropical en el período de 92 años entre 1886 y 1977.

Los viveros en los climas húmedos pueden tener problemas de infertilidad de suelos (en particular por deficiencias de fósforo y nitrógeno) y por la acidez de éstos. En general, las especies de árboles adaptadas a suelos ácidos no prosperan en suelos neutrales o alcalinos y vice-versa, pero existen algunas especies de amplia tolerancia. En los climas de savanas (con estaciones húmedas y secas), la lluvia estimula la acción de los microorganismos fijadores de nitrógeno del suelo de modo que hay más nitrógeno disponible luego de comenzada la época de lluvia. Por la abundancia de agua, éste es el mejor momento para sembrar.

Aprendiendo a conocer los suelos en un área—Resulta difícil hacer generalizaciones útiles acerca de los tipos de suelos en los trópicos. El clima, el material originario, la topografía, la vegetación y el tiempo interactúan de incontables formas para producir tremendas variedades en los suelos, aún dentro de un área relativamente pequeña. De hecho, las tierras forestales contienen varios tipos de suelos que difieren en color, textura, pendiente, profundidad, drenaje, tempero y pH (una escala utilizada para medir la reacción del suelo de ácido a básico).

Para poder sembrar árboles es preciso conocer antes los suelos del área. La mejor forma es ir al campo a examinarla. Una gran cantidad de información puede obtenerse del uso de una simple pala y equipo sencillo de medir pH. Una pala de tiente es un tubo de metal hueco de 46 a 91 cm (18-36 pulgadas) de largo que permite examinar el

perfil de un suelo al extraer una columna del mismo luego de ser enterrada en éste. Coteja las características que afectan el crecimiento: la textura, tempero, drenaje, profundidad y pH.

Aprende a descifrar situaciones problemáticas. Por ejemplo, puede ser que encuentres que el crecimiento de las raíces se vea entorpecido por una estrata de suelo rocoso o por un nivel freático alto o por un subsuelo muy ácido. El jaspeado o vetado en el subsuelo indica que hubo pobre drenaje en la temporada de lluvias.

En general, las características físicas del suelo son más importantes que las químicas en términos del crecimiento del árbol. Sin embargo, si sospechas que los suelos son demasiado pobres aún para los árboles, toma muestras del suelo y envíalas a un laboratorio para que te analicen la información sobre el estado de los nutrientes, el pH y la capacidad de intercambio (una medida de la habilidad del suelo para retener nutrientes con iones positivamente cargados).

Muchos países latinoamericanos tienen estudios de suelos que cubren diferentes áreas de su territorio. Estos pueden ser muy generales o muy específicos. Consisten principalmente de un mapa de suelos acompañado de un folleto descriptivo de los suelos principales en el área cubierta por el mapa. Los estudios más detallados pueden señalar las series de suelos, que son un grupo de suelos formados de un mismo material originario por procesos de formación de suelos similares y cuyos perfiles tienen horizontes y características parecidas. Los suelos de una misma serie son similares en textura, estructura, profundidad, drenaje, color y pH. A pesar de lo anterior, las prácticas agrícolas pueden haber modificado las características de la capa superior (suelo vertical).

Los estudios más valiosos incluyen recomendaciones para el manejo de los distintos tipos de suelos. Puede que existan además mapas de capacidad de suelos, que agrupan los mismos en clases de acuerdo a su potencial de productividad y a cuán adecuados son para los diferentes tipos de cultivos. Aún los mapas más detallados no mostrarán exactamente cómo interpretar los diferentes suelos de un lugar.

Si es posible, y en particular si parece haber un problema de suelos, trata de conseguir un perito o un dasónomo o agrónomo de experiencia para que te asesore y acompañaño cuando visites el área. Esta persona te podrá ofrecer información sumamente valiosa sobre la adaptación de los árboles, las necesidades de manejo y las características de los suelos donde trabajas.

Los términos referentes a suelos están definidos en el glosario. El apéndice II describe las condiciones favorables de los suelos para el crecimiento específico de algunas especies de árboles. Para más información sobre suelos y muestras refiérase al libro *Soils, Crops and Fertilizer Use* (ICE Reprint 8), en el cual se basa la información aquí ofrecida. Un punto a considerar al usar el texto de referencia es que los árboles necesitan un nivel de fertilidad de suelos mucho menor que el requerido por las cosechas.

Otros Aspectos del Ambiente Físico

Además del clima y los suelos, otro componente del ambiente físico importante a la reforestación es la cantidad de vegetación leñosa disponible de la cual se pueden obtener los varios beneficios forestales. Una indicación general de la extensión de este tipo de vegetación se presenta en los estimados de la FAO para 1980 resumidos en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2 Vegetación leñosa en la América Tropical.¹

País	Bosque cerrado	Bosque abierto	Bosque barbechado (103 ha)	Vegetación de arbustos	Área total	Porcentaje de terrenos
Belise	1354	92	525	46	2071	88
Bolivia	44010	24700	1100	9000	78810	72
Brasil	357480	157000	111720	50100	67300	79
Colombia	46400	5700	8500	5500	66100	58
Costa Rica	1638	160	120	120	2038	40
Cuba	1455	-	700	305	2460	21
Ecuador	14250	550	2350	1050	18200	67
El Salvador	141	-	22	293	456	22
Guatemala	4442	100	360	1505	6407	59
Guyana	18475	25	200	115	18815	88
Guyana Francesa	8900	70	75	7	9052	99
Haití	48	-	43	53	144	5
Honduras	3797	200	680	1220	5897	53
Jamaica	67	-	159	227	453	40
México	46250	2100	26000	59500	133850	68
Nicaragua	4496	-	1370	210	6076	44
Panamá	4165	-	124	-	4289	56
Paraguay	4070	28640	3270	-	35980	88
Perú	69680	1120	5350	3150	79300	62
República Dominicana	629	-	267	54	950	20
Surinam	14830	690	270	200	15900	98
Trinidad y Tobago	308	-	57	6	271	14
Venezuela	31870	3300	10650	2120	47940	53
Totales	678,655	224,447	173,912	134,781	1,211,795	72

¹Fuente: FAO 1980.

Otro punto de especial interés para la reforestación es la tasa actual de tala de tierras en la región, muchas de las cuales no se prestan para otros usos en forma continuada por lo cual resultan áreas potenciales de reforestación. Estimados recientes de la FAO indican que la deforestación de bosques tropicales húmedos mundialmente procede a razón de 7.5 millones de hectáreas por año (18.75 millones cuerdas/año) y puede alcanzar 8.1 millones de hectáreas por año (20.25 millones cuerdas/año) para 1990. Las causas principales de este fenómeno son las prácticas de cultivo por corta y quema, la conversión de terrenos a pastizales, la remoción de madera y la corta de madera para combustible.

Los patrones de las tasas de conversión de bosques a otros usos por región geográfica y grado de perturbación son escasos y aislados. Destrucciones de alcance considerables de los bosques naturales ya han ocurrido en la altura andina, gran parte de Centro América, en particular en el Salvador, muchas áreas del Caribe y alrededor de todos los asentamientos urbanos mayores.

Existen sin embargo algunas áreas donde aún no han ocurrido grandes cambios al presente y probablemente se mantengan intactas hasta el año 2010; entre éstas se encuentran:

Brasil—Los bosques pluviales de las llanuras orientales del Amazonas que, excepto por extracciones de maderas locales y cultivos aislados en los llanos inundables de vareza, están mayormente intocados. El área está distante de centros poblacionales, es inaccesible y muy húmeda.

Guyana—Los bosques pluviales bajos y montanos no están sujetos a presión por corte de madera y las presiones poblacionales son bajas.

Surinam—La densidad poblacional es baja, los bosques pluviales bajos y montanos están siendo explotados en forma limitada.

Guyana Francesa—Los bosques pluviales bajos y montanos están sujetos a presión limitada para la producción de madera y las posibilidades de desarrollo de asentamientos urbanos en un futuro cercano son bajas.

En contraste a los peores escenarios de destrucción forestal, en ciertas regiones que estuvieron anteriormente alteradas se ven señales de recuperación. Para 1945 todos, excepto el 1 por ciento de los bosques naturales de Puerto Rico se habían alterado. Los bosques sobrevivientes se circunscribían a los picos y elevaciones mayores de las montañas centrales, áreas inaccesibles a la agricultura o protegidas por el gobierno. Con el proceso de industrialización se produjo una migración del campo a la ciudad acompañada por el abandono de la agricultura. Al presente, sobre 30 por ciento de la isla está cubierta con bosque secundario dominado principalmente por especies previamente utilizadas en la agricultura. Situaciones similares pueden que se produzcan en los trópicos del nuevo mundo según las áreas metropolitanas crecen y las naciones en vías de desarrollo se modernizan. Estudios recientes indican que a través de Centroamérica, México y el Caribe se encuentran cerca de 31 millones de hectáreas de bosque secundario.

A pesar de que la naturaleza provee el ímpetu para la rehabilitación de la tierra por medio de la regeneración natural, los administradores forestales aún tienen un papel importante que desempeñar para retornar los bosques a las tierras. Muchas de las especies que crecen en el bosque secundario tienen valor comercial marginal y muchos de sus tallos están deformados o enfermos. Los bosques secundarios se

pueden evaluar para determinar su potencial y los métodos silviculturales se pueden emplear para mejorar la composición de especies, las tasas de crecimiento comercial de éstos. Generalmente, las tierras forestales se deben dejar quietas, manejarse para mejorar la regeneración y el crecimiento de especies deseables o cortadas y reforestadas. Donde los bosques ya han comenzado a regenerarse las medidas a tomarse deberán ser sólo para mejorar la composición y el crecimiento de las especies. Donde las tierras han sido deforestadas y no son propicias para cultivo agrícola en forma continuada, la reforestación debe ser la primera alternativa.

Bibliografía Seleccionada

- Birdsey, R.A. y P.L. Weaver. 1982.** The forest resources of Puerto Rico. USDA Forest Service Resource Bulletin SO 85. Southern Forest Experimental Station, New Orleans, LA. 59 p.
- Brown, S. 1980.** Rates of organic matter accumulation and litter production in tropical forest ecosystems. The role of tropical forests in the world carbon cycle. U.S. Department of Energy Pub. CONF 800350. National Technical Information Service, Springfield, VA. p. 65-117.
- Cremer, K.C., B.J. Myers, F. Van der Duys, y I.E. Craig. 1977.** Silvicultural lessons from the 1974 windthrow in radiata pine plantations near Canberra. Australian Forestry 40:274-292.
- Crow, T.R. 1980.** A rainforest chronicle: a 30-year record of change in structure and composition at El Verde, Puerto Rico. Biotropica 12(1):42-55.
- Espinal, L.S. y E. Montenegro (con J.A. Tosi, Jr. y L.R. Holdridge). 1963.** Formaciones vegetales de Colombia; y mapa ecológico de Colombia. Instituto Geográfico Augustin Codazzi, Bogotá. 201 p. + mapa.
- Ewel, J., A. Madriz, y J.A. Tosi, Jr. 1968.** Zonas de vida de Venezuela; y mapa ecológico de Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría, Dirección de Investigación, Caracas. 265 p. + mapa.
- Ewel, J.J. y J.L. Whitmore. 1973.** The ecological life zones of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. USDA Forest Service Research Paper ITF-18. Institute of Tropical Forestry, Río Piedras, PR. 72 p.
- FAO. 1971.** Inventariación y demostraciones forestales. Panamá. Zonas de Vida, basado en la labor de Joseph A. Tosi. FO:SF/PAN 6. Informe técnico 2. Rome, Italy. 89 p. + mapa.
- FAO. 1974.** Tree planting practices in Africa savannas. FAO Forestry Development Paper No. 19. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome. 185 p.
- Gray, K.M. y G.A. Symes. 1969.** Forest inventory map No. 3. Life zones. 1:500,000. UNDP Forestry/Watershed Management Project, Kingston, Jamaica.
- Holdridge, L.R. 1959a.** Mapa ecológico de El Salvador. Interamerican Institute of Agricultural Science, Turrialba, Costa Rica.
- Holdridge, L.R. 1959b.** Mapa ecológico de Guatemala. A.C. Interamerican Institute of Agricultural Science, Turrialba, Costa Rica.

- Holdridge, L.R. 1962a.** Mapa ecológico de Honduras. American States, Washington, DC.
- Holdridge, L.R. 1962b.** Mapa ecológico de Nicaragua, A.C. United States Agency for International Development, Managua, Nicaragua.
- Holdridge, L.R. 1967.** Life zone ecology (edición revisada). Tropical Science Center, San José, Costa Rica.
- Liegel, L.H. 1984.** Assessment of hurricane rain/wind damage in *Pinus caribaea* and *Pinus oocarpa* provenance trials in Puerto Rico. *Commonwealth Forestry Review* 63(1):42-53.
- Lugo, A.E., M. Applefield, D.J. Pool, y R.B. McDonald. 1983.** The impact of Hurricane David on the forests of Dominica. *Canadian Journal of Forest Research* 13(2):201-211.
- Macpherson, J. [n.d].** Caribbean lands (fourth edition). Longman Caribbean, Trinidad. 200 p.
- OAS (Organization of American States). 1972.** Ecologie, Republique D'Haiti. Washington, DC.
- Peace Corps. 1977.** Soils, crops and fertilizer use: a guide for Peace Corps volunteers. Program and Training Journal Repring Series 8. Peace Corps, Washington, DC. 88 p.
- Salivia, L.A. 1972.** Historia de los temporales de Puerto Rico y las Antillas. Editorial Edil, Inc., San Juan, PR. 385 p.
- Sánchez, P. 1976.** Properties and management of soils in the tropics. John Wiley and Sons. New York. 618 p.
- Schwerdtfeger, W. (editor). 1976.** Climates of Central and South America. En World survey of climatology. Volumen 12. H.E. Landsberg (editor). Elsevier Scientific Publishing Co., New York.
- Tasaico, H. 1967.** Reconocimiento y evaluación de los recursos naturales de la República Dominicana: estudio para su desarrollo y planificación (con Mapa Ecológico de la República Dominicana, 1:250,000). Pan American Union, Washington, DC.
- Tosi, J.A., Jr. 1960.** Zonas de vida natural en el Perú: memoria explicativa sobre el mapa ecológico del Perú. Boletín Técnico No. 5. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A., Zona Andina, Lima. 271 p.
- Tosi, J.A., Jr. 1969.** República de Costa Rica. Mapa Ecológico. Tropical Science Center, San José, Costa Rica.
- Tosi, J.A., Jr. 1983.** Provisional life zone map of Brasil at 1:5,000,000 scale. USDA Forest Service, Institute of Tropical Forestry, PO Box AQ, Río Piedras, PR. 16 p. + apéndice.
- Trewartha, G.T. 1968.** An introduction to climate (fourth edition). McGraw-Hill, New York. 408 p.

- Troll, C. (editor). 1968.** Geo-ecology of the mountainous regions of the tropical Americas. Proceedings of the UNESCO Mexico Symposium, Aug. 1-3, 1966. Ferd, Dummlers Verlag, Bonn, Germany.
- Vivanco de la Torre, O., M. Cárdenas Cruz, G. Cortaire Iturraide, y J.A. Tosi, Jr. 1963.** Guía para el uso del croquis ecológico parcial del Ecuador. Instituto Ecuatoriano de Reforma Agraria y Colonización. Quito, Ecuador.
- Wadsworth, F.H. y G.H. Englerth. 1959.** Effects of the 1956 hurricane on forests in Puerto Rico. *Caribbean Forester* 20(1 & 2):38-51.
- Walter, H., E. Harnickell y D. Mueller-Dumbois. 1975.** Climate-diagram maps of the individual continents and ecological climatic regions of the Earth (Supplement of the Vegetation Monographs). Springer-Verlag, New York.
- Weaver, P.L. 1983.** Tree growth and stand changes in the subtropical life zones of the Luquillo Mountains of Puerto Rico. USDA Forest Service Research Paper SO-190. Southern Forest Experiment Station, New Orleans, LA. 24 p.
- Whitmore, T.C. 1974.** Change with time and the role of cyclones in tropical rain forest on Kolombangara. Solomon Islands. Institute Paper No. 46. Commonwealth Forestry Institute, Oxford, England. 77 p.