

## FACTORES AMBIENTALES IMPORTANTES PARA LA REGENERACION FORESTAL

7. *Herringa*

### A. Factores Climáticos

1. Generalidades
2. Temperatura
3. Agua
4. Luz
5. Viento

### B. Factores Edáficos

### C. Factores Bióticos

- ### D. Discusión especial de
1. Germinación
  2. Fenología

### A. Factores climáticos

#### 1. Generalidades

Debido a la extensión y al relieve se hallan en Latinoamérica toda clase de climas: por un lado, regiones subtropicales a tropicales que forman desiertos absolutos en la Costa del Pacífico, desde Perú a Chile, o bosques pluviales en el Amazonas; por otro lado, regiones frías con zonas de muy elevada precipitación en los Andes, al sur de Chile, o zonas de muy pocas lluvias en la meseta patagónica.

Hay que tomar en cuenta que los climas son susceptibles de cambios anuales y periódicos, que en algunas regiones tienen fluctuaciones muy amplias mientras que en otras son relativamente constantes.

En Latinoamérica no hay suficientes estaciones meteorológicas permanentes para un desarrollo rápido de la agricultura y la dasonomía en general. Son necesarias no sólo más estaciones permanentes, sino también pequeñas estaciones que requieran sólo una inspección anual, para regiones más inaccesibles. Conviene que los diversos servicios regionales coordinen sus labores de acuerdo con las recomendaciones del Comité Mundial de Meteorología Agrícola.

Algunos valores climáticos son factores que limitan el crecimiento de las plantas en ciertas zonas, pero no en otras. En el estudio preliminar de la introducción de especies, cuanto más pequeñas sean las zonas consideradas tanto más completas deberán ser las observaciones. Es difícil resumir datos o usar fórmulas que representen el clima en forma completa y real. Las fórmulas climáticas, los cuadros sumarios y los gráficos tienen una cierta aplicabilidad especialmente cuando no hay suficiente información disponible.

En cuanto a la vegetación existente se puede decir que en la mayoría de los casos, especialmente cuando las temperaturas existentes y la distribución estacional de las lluvias no son extremas, los tipos de cubierta vegetal y aún los suelos mismos, corresponden a tipos climáticos básicos; y los límites geográficos de los tipos de vegetación pueden tomarse eventualmente como límites climáticos. Esta correlación no existe siempre, puesto que la presencia de Pinus caribaea var. hondurensis en las tierras bajas de Nicaragua y Honduras, por ejemplo, corresponde principalmente a influencias edáficas (de suelos de origen granítico y pizarras); los manglares y ciertos tipos forestales del Amazonas son también de origen edáfico. Si se elimina el bosque donde existe una estación seca muy larga puede ser muy difícil reconstruirlo; este es el caso de los pinares de México y de Centroamérica.

Se han empleado varios índices y fórmulas para clasificar regiones climáticas pero en América Central y en la parte norte de América del Sur se sigue generalmente la clasificación de Holdridge.

## 2. Temperatura

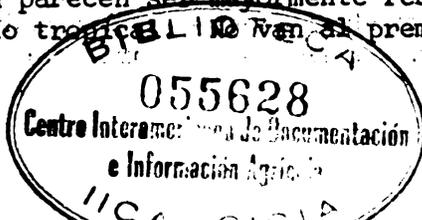
La presencia de árboles es solamente posible dentro de ciertos márgenes de temperatura, y se está estudiando la tolerancia de las diferentes especies en estos extremos. Esta resistencia está en relación tanto con la temperatura del aire como con la temperatura del suelo: muchas plantas de vivero, y también de plantaciones, se queman alrededor del cuello cuando la superficie del suelo alcanza una temperatura de 50°C. La resistencia de las hojas al calor en muchas especies del sur del Sahara, ha sido evaluada entre 46 y 52°C. También existen ciertos mínimos para el crecimiento de los árboles, que hay que tomar en cuenta en las zonas más altas de casi todos los países latinoamericanos.

Eucalyptus es un género muy importante para la reforestación de América Latina. Para la aclimatación de las especies de Eucalyptus es importante disponer de mapas que den el número de días consecutivos con temperaturas máximas superiores a 38°C, que reflejan los extremos de sequedad ambiental que un árbol puede tolerar.

La temperatura es uno de los factores que influyen mucho en la distribución natural de las especies forestales. Por ejemplo, las especies del género Cedrela encuentran sus mejores condiciones de salud en las zonas de vida húmedo basal en las regiones tropical, subtropical y en la parte de la templada del sur de Latinoamérica, donde hay temperaturas que pasan muy poco abajo de 0°C. También crecen en las fajas premontano y montano bajo de la región tropical.

Las especies de Swietenia no soportan temperaturas tan bajas como Cedrela. Son mayormente restringidas a zonas de vida húmedo subtropical y húmedo premontano tropical.

Las especies de Carapa parecen ser mayormente restringidas a una zona de vida, sea el muy húmedo tropical o al premontano en los trópicos ni a los subtrópicos.



Para la germinación de las semillas de árboles forestales existen temperaturas óptimas para muchas especies, mientras algunas especies son bastante indiferentes. Muchas especies tienen semillas que necesitan un período de reposo, antes de poder germinar. A veces es posible quebrar este estado de la semilla mediante una operación que se llama la estratificación. Esto se debe a la presencia de sustancias que impiden la germinación, o la causa es que los embriones todavía no están maduros. La estratificación favorece la descomposición de las sustancias que impiden la germinación.

Para todos los tipos de regeneración forestal es necesario conocer los siguientes datos en cuanto al sitio de regeneración: temperatura media anual, temperaturas medias mensuales, la periodicidad de la temperatura, el promedio de las mínimas (diarias, mensuales y anuales), el promedio de las máximas (diarias, mensuales y anuales) y también las temperaturas extremas absolutas; estas últimas pueden ser muy importantes porque a veces limitan o prohíben el crecimiento de ciertas especies.

### 3. Agua

Los requisitos hídricos varían con las especies y el período de crecimiento; la disponibilidad de agua está determinada por las condiciones atmosféricas (como la humedad relativa y temperatura) y la capacidad de retención de agua en el suelo. En regiones superhúmedas es necesario evitar las erosiones superficiales, y estimular la infiltración del exceso de humedad por medio de labores. Aquí la intensidad de evapotranspiración parece ser determinada por el clima en sí, y no por el período de crecimiento de las plantas, o por la cubierta vegetal. Los aspectos que hay que tener más en cuenta son las características del suelo por un lado, y la selección de árboles por el otro.

Un ejemplo de la importancia de la precipitación es el siguiente: en la Península de Yucatán (México), Swietenia macrophylla se regenera bien, pero es difícil establecerla debido a que las lluvias no son adecuadas y comienzan a menudo 5 o 6 meses después de la maduración de las semillas, después de que han perdido su poder germinativo. Esta especie necesita en Yucatán más de 1600 mm de precipitación anual, mientras que a menudo las lluvias en dicha zona no alcanzan ni 1200 mm y en algunos sitios menos de 1000 mm, con el agravante que cada 3 ó 4 años se producen largos períodos de sequía. Una mejor distribución de las lluvias explica el por qué en Santa Cruz, en las Islas Vírgenes, esta especie crece con 1000 a 1400 mm de precipitación anual.

En las zonas de neblina, las condensaciones nocturna, sobre todo donde hay bosque, aumenta considerablemente la precipitación total, lo que podría ser un factor favorable en la reforestación.

Las modalidades de las precipitaciones son importantes también en cuanto a sus efectos erosivos sobre el suelo, tal como sucede entre otros, en los bosques de Pinus en las montañas de Honduras durante las estaciones lluviosas. Las lluvias son torrenciales cuando caen más de 30 mm en un solo día, o más de 0,3 mm por minuto. La erosión comienza cuando las intensidades alcanzan de 0,3 a 0,5 mm por minuto, y puede ser muy seria cuando las intensidades llegan arriba de 0,5 mm por minuto. El grado final de erosión posible está determinado por la pendiente del terreno, la duración media

de las precipitaciones torrenciales, y su frecuencia en el año, la composición de la roca madre y la cobertura vegetal.

Antes de poner en práctica una regeneración forestal, se requiere conocer las exigencias de las especies y disponer de datos sobre la forma de la precipitación, los promedios anuales y mensuales, la periodicidad de la precipitación y también los extremos. Si no hay datos sobre el lugar mismo de la regeneración, es necesario buscar los datos de la estación meteorológica más cerca.

También uno tiene que disponer de datos sobre la humedad relativa del aire (variación y periodicidad) y las condiciones edáficas en cuanto al factor agua.

#### 4. Luz

La luz es indispensable para la asimilación de las plantas. La intensidad y la calidad de la luz varían con:

- a. Latitud geográfica: cuanto más lejos del ecuador tanto menor es la intensidad.
- b. Exposición y pendiente: gran diferencia entre los diferentes lados de una montaña.
- c. Altitud sobre nivel del mar: cuanto más alto tanto menos absorción atmosférica de luz.
- d. Nubosidad.
- e. Tiempo.

Los árboles utilizan muy poco la energía que llega al bosque en forma de luz; en general solamente 1-2 por ciento es utilizado para la asimilación.

Los mejores fustes se obtienen en bosques cerrados, en los cuales las ramas han muerto y caído, principalmente por falta de luz. En tales bosques se tiene otra ventaja, es decir que en un bosque cerrado no hay suficiente luz cerca del suelo para el crecimiento de malas hierbas y otras plantas que competirían con los árboles maderables para agua, nutrientes y espacio.

Las cantidades de luz que necesitan los árboles varían con las especies basado en esto las especies se han dividido en heliófilas y esciófilas o especies de sombra, lo que es muy importante en todas las fases de manejo forestal, incluyendo la regeneración.

En general, un árbol que está en plena luz, produce más semillas que un árbol que está en la sombra; este principio se aplica en los huertos de árboles maderables, donde se plantan los árboles siempre a mayores distancias que en las plantaciones forestales.

## 5. Viento

El viento afecta las plantas mediante su influencia sobre otros factores climáticos, por sus efectos mecánicos, que influyen el incremento de la transpiración, y en la dispersión de semillas.

La precipitación está a menudo determinada por la dirección del viento dominante.

La temperatura desciende con la creciente evaporación y transpiración, originadas por el aire que se mueve rápidamente, lo que puede producir la desecación.

Los efectos mecánicos del viento incluyen el achaparramiento, la deformación y la rotura, y en general se hacen más serios con la altitud.

Un viento fuerte puede agravar las consecuencias de incendios forestales.

## B. Factores edáficos

El conocimiento de la roca madre es importante porque puede dar una idea de la riqueza del suelo, siempre que no haya sufrido podzolación y laterización. Por ejemplo, a) las rocas ferromagnéticas, basaltos, diabasa y diorita tienen un alto contenido de sales nutritivas, especialmente Magnesio y Calcio; b) las rocas ácidas ígneas, gneiss, granito y sienita son suficientemente ricas, excepto en Calcio; c) las rocas silíceas y cuarcitas tienen un bajo contenido de sales nutritivas, especialmente Fosfato y Potasio; d) las rocas calcáreas, dolomita y piedra caliza contienen demasiado Calcio, pero a veces son deficientes en Potasio y Fosfato. En suelos de piedra caliza el Cedrela mexicana crece satisfactoriamente.

Cuando se tengan que hacer plantaciones forestales, será necesario dar una descripción breve de las características básicas que suelen registrarse. En la descripción de los suelos, para plantaciones es útil que se indiquen características, tales como el pH, la estructura, la textura y la materia orgánica. Para casi todas las especies forestales no se conocen sus requisitos en cuanto a cada una de estas características.

El pH determina las condiciones de reacción, solubilidad y accesibilidad de las sustancias nutritivas, caracterizando a veces la presencia de ciertas especies: Dacryodes excelsa prospera en suelos ácidos (pH 4,5-5,5) mientras que en el otro extremo Prosopis ruscifolia crece en suelos muy alcalinos. El conocimiento de la estructura del suelo permite interpretar su estabilidad y los movimientos verticales del agua.

La textura se indica por la proporción de limo, arcilla y arena, que influyen sobre la permeabilidad, la intensidad de infiltración y la capacidad de retención de humedad, así como sobre la disponibilidad de sustancias nutritivas, y, por lo tanto, sobre el desarrollo de las raíces del árbol.

Para Swietenia macrophylla, por ejemplo, ya se sabe que esta especie encuentra su habitat óptimo en suelos profundos, bien drenados y alcalinos en valles y pendientes suaves; pero para muchas otras especies falta este conocimiento.

Los suelos de turba contienen más del 30 por ciento de materia orgánica en varios estados de descomposición y su fertilidad depende de la vegetación originaria y de la altura de la capa freática.

El humus que es el mantillo en el último estado de descomposición, caracteriza los suelos donde Podocarpus coriacea, Dacryodes excelsa y Mora excelsa son especies típicas. La cantidad de mantillo producido en un monte varía con las especies: Calophyllum brasiliense, por ejemplo, empleada en la recuperación de suelos degradados en Centroamérica y en la región del Caribe, produce una gran cantidad de residuos, habiéndose mencionado la formación de una capa de 15 cm de mantillo en una plantación de 18 años, con un evidente mejoramiento de la textura del suelo, el mismo interés tiene la cantidad de humus que forma Inga salvadorensis.

La descomposición de materia orgánica de latifoliadas es más rápida que la de coníferas, y en las zonas tropicales es más efectiva cuando esos residuos se humedecen y se secan repetidamente, para que se lave la arcilla que restringe la actividad microbiológica. La "terra firme" del Amazonas es generalmente pobre en materia orgánica, a pesar de ser suelos areno-arcillosos y relativamente bien drenados.

Con mucho conocimiento de la relación entre la vegetación y el suelo, uno puede leer muchas características del suelo en la vegetación. Por eso conviene estudiar y conocer esta relación entre la vegetación y los suelos, ya que a ello se atribuye el fracaso de muchas plantaciones forestales.

Es lógico que el suelo debe tener los nutrientes necesarios para las plantas, como: Potasio, Nitrógeno, Fósforo y micronutrientes como Mangano y otros. Estos elementos son igualmente importantes para la producción de semillas, la cual requiere grandes cantidades durante la época de la floración y fructificación. También estos nutrientes deben ser equilibrados; mucho nitrógeno resulta en general, por ejemplo, en un crecimiento solamente vegetativo.

Otro factor importante del suelo son los microorganismos. Estos cooperan en la descomposición de la materia orgánica (hojas y ramas caídas, residuos de animales muertos). Especialmente debe mencionarse las micorrizas: son hongos que viven en simbiosis con las raíces de los árboles de ciertas especies. Sin estos hongos los árboles crecen generalmente bastante mal. Este aspecto tiene que tenerse en cuenta con introducciones de especies exóticas, por ejemplo, especies de Pinus como P. caribaea var. hondurensis. Para obtener un buen crecimiento hay que introducir con las semillas una cantidad de tierra infestada por los hongos de micorriza.

Otros factores edáficos son la topografía, el drenaje, el grado de erosión.

### C. Factores bióticos

En primer lugar debemos considerar la macrofauna y microfauna indígenas. Si existen muchos animales destructores, herbívoros y roedores, puede ser necesario el empleo de redes o cercas para eliminar el peligro, y entonces la elección de las diferentes especies arbóreas en cuestión podrá realizarse con independencia de tales riesgos. Sin embargo, con frecuencia su número no es tan grande como para obligarnos a cercar, y una cuidadosa vigilancia puede evitar toda campaña exterminadora. En otras circunstancias el empleo de trampas puede ser esencial para lograr el éxito con las especies deseadas.

Ciertos animales más pequeños pueden limitar la elección de especies en algunos lugares debido a la facultad de éstos para multiplicarlos hasta hacerlos destructores, aún cuando las agrupaciones de estos huéspedes arbóreos sean relativamente pequeñas. Mientras se suele pensar que este problema particular tendría posible solución mediante el empleo conveniente de especies mezcladas o por la modificación del hábitat con otros medios, para hacerlo adverso a las plagas; quedan no pocos ejemplos bien conocidos en los que todavía no se ha logrado el éxito. Así, uno de los árboles maderables más importantes del Africa Tropical, Chlorophora excelsa Benth. y Hook.f., no puede introducirse con éxito en la mayoría de las plantaciones debido a su predisposición al ataque de un insecto productor de agallas en las hojas, y en algunas partes del mundo las Meliaceae son particularmente propensas a los ataques intensos de los barrenadores del fuste (Hypsipyla) cuando se utilizan en repoblaciones, incluso en masas mezcladas y en escasa proporción.

Los parásitos vegetales, tales como diversas clases de muérdago y una amplia serie de hongos, originan riesgos semejantes y limitan la elección de especies. Puede ser necesaria una larga experiencia antes de comprobar que existen tales riesgos, ya que las probabilidades de infección y su extensión pueden ser escasas al principio para aumentar más tarde.

Existe todavía otro tipo de riesgo, de origen indirectamente biológico que debemos tener en cuenta; es el de los humos perjudiciales en las proximidades de las industrias, sobre todo las metalúrgicas o aquellas en las que se quema carbón. La experiencia ha demostrado que la tolerancia de las especies arbóreas a la acción de las impurezas del aire, particularmente del que contiene sulfuros, es muy variable.

También hay que considerar los riesgos de incendio. Como regla general, la elección de las principales especies para la forestación y la repoblación debe hacerse prescindiendo de este riesgo, pero incluyendo el establecimiento de cortinas menos inflamables a lo largo de caminos y ferrocarriles y a través del bosque, para romper las extensas masas más expuestas, como son las coníferas. Cuando haya más posibilidades de riesgo, o por otras razones, se acentuará la vigilancia para la pronta detección de los incendios en la cubierta del suelo; desde luego, los árboles deben ser capaces de soportar fuegos pequeños, debiendo excluirse de las mezclas de los más sensibles a ellos. Este cuidado será mayor, allí donde las especies de aprovechamiento principal pertenecen a un preclímax de fuego, y se requiere la quema para contener la repoblación natural. Así, la sensitiva Michelia champaca L. no deberá mezclarse con la Shorea robusta Gaertn.f. tolerante al preclímax de fuego.

Otro factor biótico es la competencia para espacio, luz, etc. Los árboles y las otras plantas en un sitio compiten para todo que necesitan: agua, minerales, espacio, luz. Entonces el forestal tiene que conocer la tolerancia de las especies forestales en cuanto a la competencia. No vale la pena mezclar dos especies, de las cuales una sin duda va a suprimir la otra.

También hay competencia entre los individuos de la misma especie; es decir, cuando la regeneración sea demasiado abundante, tienen que morir muchos arbolitos.

El poder competitivo de las especies, e individuos depende de sus características morfológicas, fisiológicas y ecológicas.

Hay también, sin embargo, muchos animales pequeños que son favorables para la regeneración y la dasonomía en general por ejemplo, los insectos y pájaros que distribuyen el polen, los animales que distribuyen frutas y semillas y la totalidad de la fauna en el suelo que digiere los desechos de los árboles y así sostiene el ciclo de los nutrientes.

El fenómeno de micorriza que fue mencionado en la parte de factores edáficos cae también dentro de los factores bióticos.

#### D. Discusión especial de:

##### a) Germinación

La germinación es muy importante para la regeneración forestal. Para obtener germinación son necesarias dos condiciones:

1. La semilla debe estar lista para germinar. Algunas semillas aunque están maduras, necesitan un período de reposo. Esto puede deberse a la piel exterior de las semillas que se queda impermeable, o a condiciones químicas en la semilla, o combinaciones. Como ya fue mencionado, se puede quebrar este estado de reposo por la estratificación de ciertos casos.
2. Las condiciones ambientales deben ser favorables. Las siguientes condiciones son requisitos para la germinación: a) abundancia de agua, b) temperatura favorable; c) suficiente oxígeno; d) luz, a veces. Agua es necesaria en cierta cantidad para hacer permeable la piel exterior (testa) de la semilla para agua, oxígeno y CO<sub>2</sub>. Cuando la semilla germina necesita bastante energía. La energía necesaria se obtiene por medio de la respiración, que es la oxidación de los azúcares en la semilla. Las semillas no germinan si no hay suficiente oxígeno debido a que:  
a) la piel (testa) de la semilla no es permeable para oxígeno que es necesario para la mencionada oxidación; b) el ambiente está demasiado húmedo, lo cual prohíbe la entrada de oxígeno; c) las semillas plantadas han sido plantadas demasiado profundas.

## Q.b. Fenología

Un factor muy importante para la dasonomía es la fenología de los árboles forestales. La fenología es la ciencia que relaciona los factores climáticos con el ritmo periódico de las plantas. Las observaciones fenológicas son útiles para establecer los momentos de cruzamiento o de colección de polen y semillas o estacas, así como su empaque y almacenamiento. También se utilizan para fijar la secuencia de las operaciones de vivero, la preparación de almácigos, la siembra y el repique de las plantas a fin de que las plantaciones puedan ser hechas cuando las condiciones climáticas sean más favorables, de acuerdo con el endurecimiento de los tejidos o el desarrollo de las raíces.

La periodicidad de crecimiento, floración y producción de frutas varía según la especie y la región. En las Antillas, ciertos árboles florecen durante el mes de renovación, o primavera, en mayo, y de nuevo al final de las lluvias, a fines de octubre y principios de noviembre. En la cuenca del Amazonas, la floración varía con las lluvias: generalmente florecen al principio y al final del verano, cuando éste es más seco. Cuando la estación no está bien definida (Manaos), los árboles florecen en cualquier período o durante todo el año. En los "iguapó" los árboles florecen generalmente en época de inundación, mientras que en las tierras altas lo hacen en el verano. Los frutos aparecen generalmente en invierno.

En Yucatán, México, así como en Honduras Británica, la semilla de Swietenia macrophylla madura varios meses antes de la estación de las lluvias; lo mismo sucede con Araucaria angustifolia en Misiones, de modo que la regeneración se hace difícil. Mucho ha influido sobre el éxito de la aclimatación de Eucalyptus en Sao Paulo, Brasil, el hecho de coincidir el período lluvioso con el período de crecimiento.

Un buen conocimiento de la fenología de los árboles forestales es indispensable para el que tiene que ejecutar una regeneración forestal.

Ing. Jacob T. Sterringa  
Silvicultor

Abril de 1974

JTS/fcp