

# FOTOSÍNTESIS DE LOS ÁRBOLES

## El Proceso de Fotosíntesis

Fotosíntesis es el proceso por medio del cual se producen carbohidratos a partir de materias inorgánicas mediante la transformación de la energía solar en energía química.

En esencia, el proceso es extremadamente complejo, consta de una serie de reacciones; pero, puede describirse como la absorción de energía lumínica en los cloroplastos, la degradación del agua (fotólisis) para la obtención de hidrogeniones y oxido gaseoso y el uso de los iones hidrogeno para producir el dióxido de carbono hasta el nivel de azúcar

## La Fotosíntesis de los Árboles

Es necesario puntualizar que, en contraste con lo que ocurre en los cultivos agrícolas, la fotosíntesis de los árboles es una situación mucho más compleja.

**a) Respuesta estomatal.** Los estomas son pequeños poros que están en la epidermis de las hojas y a través de los cuales se difunde la mayor parte del agua y los gases; su mayor importancia radica en el hecho de que su grado de abertura determina la resistencia a la entrada del dióxido de carbono y por tanto la producción de carbohidratos así como la cantidad de agua que se pierde en el fenómeno de la transpiración. Así pues, el movimiento estomatal tiene considerable importancia en cuanto al éxito relativo del desarrollo del árbol.

La cantidad de estomas presentes es muy grande; en las latifoliadas se los encuentra sólo en la epidermis del envés de las hojas (cara inferior), en cambio en las coníferas, los estomas se encuentran en todas las caras de las acicalas. Las hojas de sol, que crecen en las porciones expuestas de la copa de los árboles, tienen varias veces más estomas por unidad de área foliar que las hojas de sombra del mismo árbol. La velocidad con que se cierran y abren los estomas depende en parte de la tolerancia de la especie y de las condiciones de iluminación a la que el árbol está expuesto.

Puesto que los estomas desempeñan un papel muy importante en el control de la producción de carbohidratos y en el uso del agua por parte

de los árboles, resulta necesario determinar los medios con que el artista del bonsái puede contar para modificar el comportamiento de los estomas. Para esto deberá modificar los microambientes donde se alojaran las plantas en maceta, encaminando a limitar los efectos adversos de la temperatura y la evapotranspiración.

**b) Variación de la fotosíntesis neta dentro de cada árbol.**

La copa de un árbol es una estructura compleja compuesta de follaje de una gran variedad de edades diferentes, que crecen en distintas posiciones. Cada hoja refleja en la velocidad de fotosíntesis su propia condición fisiológica particular y el microambiente al que esta expuesta; por consiguiente necesitamos determinar las diferencias de edad de cada hoja y a su posición en la copa y las diferencias de un árbol a otro, que son las que existen entre latifoliadas (frondosas) y las confieras, la especie y el genotipo (manifestación genética de cada árbol).

**c) Edad de la hoja.**

La eficiencia fotosintética difiere entre las hojas de distinta edad debido, principalmente, a los efectos tan notables de las diferentes tasas de respiración.

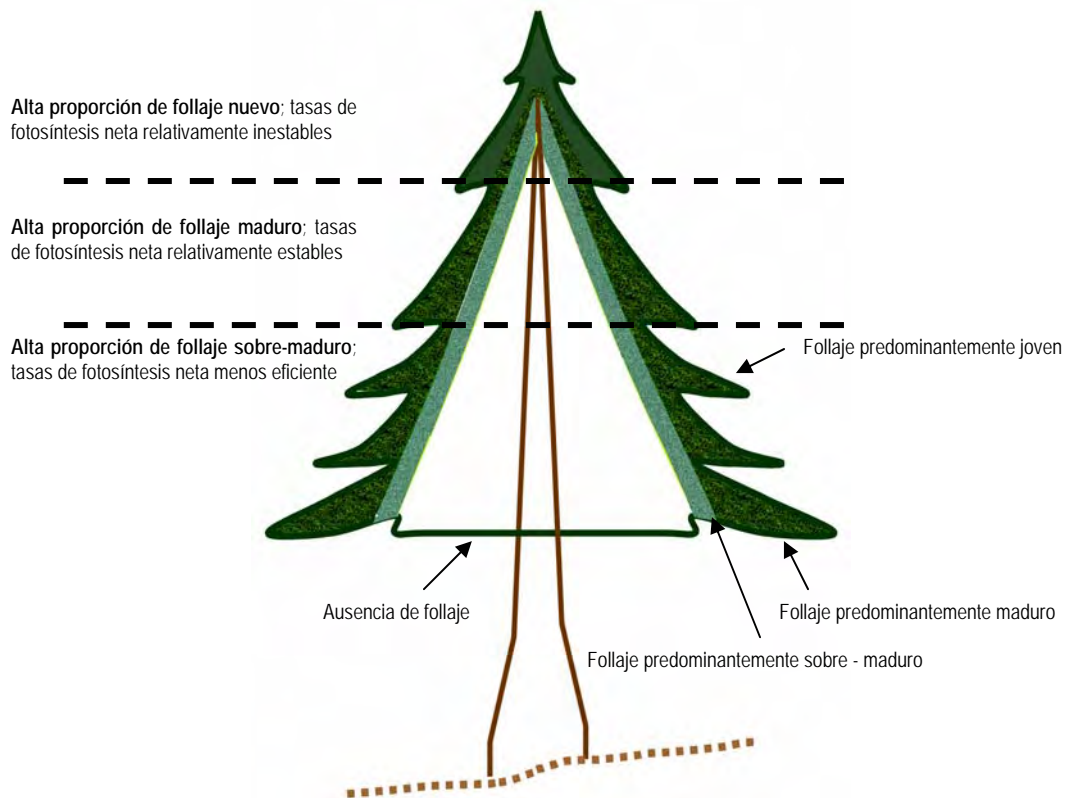
En las confieras, que por lo general las acicalas tienen varias clases de edad, el follaje de un año de edad, completamente extendido, es más eficiente entre todas las clases; a medida que aumenta la edad foliar, la fotosíntesis neta va disminuyendo.

**d) Adaptaciones para el sol y la sombra.**

Cuando se pretende llevar una plántula arbórea de un ambiente natural como un bosque a una maceta o cuando se cambia bruscamente las condiciones de luminosidad de un bonsái, de un ambiente a otro; la respuesta de los individuos liberados depende en parte de que sus tejidos fotosintetizadores se puedan adaptar al aumento de la intensidad lumínica. Los árboles no tolerantes que son liberados de su posición relativamente sombreada para pasar a una en la que se ven expuestos súbitamente a una mayor iluminación, pueden presentar un cuadro de estrés o tensión e incluso morir. Esto ocurre debido a que las hojas de sombra del árbol no tolerante pierden eficiencia fotosintética cuando se las expone de modo brusco a una intensidad lumínica muy

elevada. Las hojas de sombra de los árboles tolerantes son, por lo general, más capaces de adaptarse al cambio de un ambiente relativamente sombreado a uno que tiene alta exposición a la luz.

Las hojas de las posiciones de sol y sombra presentan variaciones morfológicas; las hojas expuestas al sol son más pequeñas, gruesas y coriáceas que las hojas de sombra de la misma edad y especie.



**Fig. N° 1.** Distribución del follaje de diferentes clases de edad en la copa de una conífera

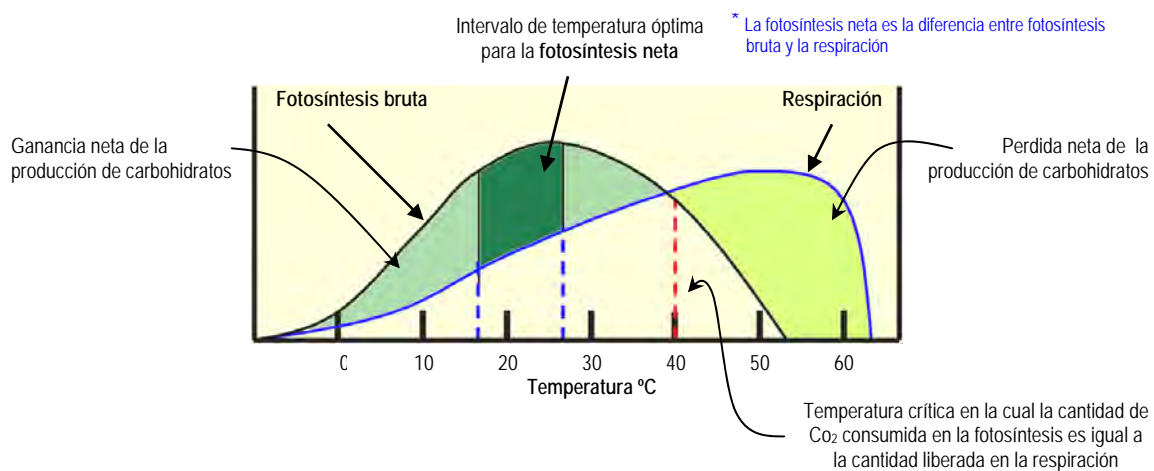
### **Efectos del Ambiente Sobre la Fotosíntesis**

La tasa fotosintética sufre la influencia de varios factores, tanto ambientales como internos de la propia planta. Al evaluar los efectos de cualquier factor ambiental sobre un proceso en particular, el artista del bonsái debe recordar que el resto de los procesos y factores ambientales están interactuando de modo simultáneo. Asimismo, cualquier respuesta particular crecimiento - ambiente depende de la condición de la planta, de su estado de desarrollo, de los tratamientos que recibió, de la estación del año y de la situación en que se encuentre el resto de factores.

1. **Luz.** La luz afecta de modo directo el crecimiento del árbol a través de su intensidad, calidad y duración. De estas características, la intensidad es tal vez la más importante para los que cultivan árboles en miniatura, puesto que es la más fácil de manejar.

La duración de la iluminación tiene gran importancia en el cultivo de los árboles en bandeja. Uno de los aspectos de la misma es el *fotoperiodo*, fenómeno que controla gran parte de la aparición de yemas y el endurecimiento de las plántulas. Gracias a esto el cultivador de bonsái puede forzar a los árboles en miniatura a producir yemas, mediante el acortamiento artificial de la duración del día, combinando con una reducción del régimen de agua y de nutrientes.

2. **Temperatura.** El intervalo óptimo de temperatura para la fotosíntesis varía según la especie y el ecotipo, pero se encuentra por lo general entre 18 y 25 °C para los árboles de zonas templadas, con valores extremos de -5 a 40 °C. Debemos tener en cuenta que, el intervalo real de temperaturas óptimas de cualquier especie depende de muchos factores, entre los que se incluyen la edad y la salud del follaje y la disponibilidad de agua y luz.



**Fig. N° 2.** Relación Entre la Fotosíntesis y la Respiración al Aumentar la Temperatura.

Al elevarse la temperatura los procesos enzimáticos son afectados en forma creciente, lo que trae como consecuencia una disminución de la fotosíntesis. Cuando las temperaturas son tan altas que llegan a 40 °C, la planta empieza a sufrir los efectos directos del calor y el resultado

puede ser un daño producido por coagulación de las proteínas del protoplasma de las células.

3. **Concentración de CO<sub>2</sub>.** En general, las tasas de fotosíntesis pueden llegar a elevarse con concentraciones de CO<sub>2</sub> y consecuentemente el crecimiento del árbol puede aumentar considerablemente entre un 20 a 50 % de lo normal. Por otro lado, los altos niveles de CO<sub>2</sub>, sostenidos durante lapsos prolongados, se vuelven tóxicos para las plantas.
4. **Disponibilidad de agua.** Una porción muy pequeña del total de agua que la planta utiliza se consume directamente en el proceso de la fotosíntesis.

Las condiciones óptimas para la fotosíntesis se presentan cuando las hojas están turgentes, lo que ocurre cuando hay abundancia de agua en el suelo y las condiciones atmosféricas producen bajas demandas de evaporación. A medida que se seca el suelo y rebasa su capacidad de campo, con la consecuente caída de su potencial hídrico, se produce pérdida de turgencia y cierre estomatal, lo que limita la entrada de CO<sub>2</sub> y por tanto la tasa de fotosíntesis.

5. **Nutrición.** La nutrición de los árboles influye sobre la fotosíntesis de dos maneras: directa, al afectar la eficiencia del proceso; e indirecta, al afectar la producción fotosintética total del árbol.

La nutrición influye también sobre el vigor y la extensión del sistema radicular, que a su vez tiene relación con la absorción de agua y con la hidratación de las hojas.

### **Síntesis del Proceso de Fotosíntesis Durante el Día**

Durante la mañana, se empiezan a registrar tasas positivas de fotosíntesis neta, en las primeras horas del día se abren los estomas, las temperaturas son bajas, el agua está más disponible, los tejidos están turgentes y el contenido de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) del aire es superior al promedio debido a que los vientos y las corrientes de convección todavía no dispersan el CO<sub>2</sub> que se formó durante el proceso respiratorio nocturno de la planta, por la descomposición de la materia orgánica y la respiración del suelo; en consecuencia, las tasas de fotosíntesis sufren, por lo general, un aumento que va en proporción directa al incremento de la intensidad de la luz.

Alrededor de media mañana las tasas fotosintéticas alcanzan su punto máximo y empiezan a declinar debido al aumento de la temperatura por encima del óptimo, a la disminución de los potenciales hídricos de la planta, al cierre parcial de los estomas y a una posible acumulación de productos de la fotosíntesis.

Un poco mas tarde puede ocurrir un aumento de las tasas de fotosíntesis neta debido al descenso de la temperatura, para luego declinar a medida que disminuye la intensidad de la luz. Resulta obvio el hecho de que ocurren muchas variaciones e este patrón general según los diferentes factores ambientales e internos de la planta.