

## LOS SISTEMAS AGROFORESTALES EN MEXICO: UN ENSAYO DE INTEGRACION DE CUATRO TECNICAS EMPLEADAS.

\* FCO. ALBERTO DOMINGUEZ A.  
\* \* ALEJANDRO SANCHEZ VELEZ.

### INTRODUCCION

La asociación de árboles y arbustos con cultivos y/o ganado, es una práctica que ha prevalecido a través del tiempo en las regiones tropicales del mundo. Actualmente estas prácticas representan una de las opciones más viables para la conservación del suelo y de los recursos genéticos silvestres de bosques y selvas. En el presente, estas prácticas han sido ordenadas y sistematizadas bajo el título de **Sistemas Agroforestales**, debido a la importancia que representan en la mayor parte del mundo tropical.

La presente recopilación se realizó, con el objeto de integrar algunas de las experiencias que se tienen en México respecto a ciertos tópicos de Cortinas Rompevientos, Árboles de Sombra para Café y Cacao, Árboles y Arbustos Forrajeros y Cercos Vivos en cuanto a efectos, especies empleadas y propiedades proteínicas, fundamentalmente.

### CORTINAS ROMPEVIENTOS

La erosión eólica que afecta principalmente a los suelos arenos-arcillosos, es quizá la más grave consecuencia del viento. Esta se presenta durante todo el año y en especial en la época de estiaje (sequía), que es cuando los terrenos están desprovistos de cubierta vegetal (cultivos). Al disminuir la erosión eólica y la pérdida de agua por evapotranspiración, las cortinas rompevientos resultan ser de gran valor para elevar la productividad de los cultivos (agrícolas y frutícolas).

\* Ingeniero Agrónomo Especialista en Bosques. Profesor de Silvicultura. División de Ciencias Forestales, U.A.Ch.  
\* \* Maestro en Ciencias. Director de la División de Ciencias Forestales, U.A.Ch.

Este tipo de plantaciones tienen como finalidad proteger los cultivos contra heladas y el viento, por lo tanto, consolidan los suelos y conservan la humedad (FLINTA, 1960). El efecto de las cortinas rompevientos sobre la reducción de la velocidad del viento depende de los siguientes factores: 1) Altura de la cortina; 2) Permeabilidad; 3) Orientación de la cortina respecto a los vientos dominantes y 4) Grado de turbulencia del flujo del aire.

Los árboles reducen la velocidad del viento incluso, en estado áfilo, en un 40% y han sido utilizados para cortar los vientos en regiones donde es importante reducir su velocidad para proteger cultivos, casas, establos y ganado (HOCKER, 1984).

En México, muchas cortinas están formadas por una hilera de árboles, esta protección es limitada y a veces puede causar daños muy serios porque la acción del viento se intensifica y se canaliza entre y al pie de los árboles.

En la actualidad la cortina básica se hace levantando una barrera sólida y continua contra el viento, plantando varias hileras de árboles y arbustos de diversas especies que alcancen alturas variadas, formas de copa y que cumplan un objetivo de producción.

### Efectos de las Cortinas Rompevientos

La mayoría de los autores coinciden en que la distancia horizontal protegida viento abajo (sotavento), fluctúa entre 10 y 30 veces la altura total de la cortina (H) y de 1 a 10 veces H viento arriba (barlovento), siempre que el viento sople perpendicularmente contra la cortina. En cuanto al ancho de la cortina ésta puede ser de 7 a 10 hileras aunque el número puede ser mayor (WOODRUF y ZINGG, 1953). Respecto a la longitud de la cortina, se ha encontrado que si ésta es más larga, su influencia de protección es más constante. Si la cortina es demasiado corta o si tiene grandes brechas los efectos de chorro pueden aumentar considerablemente, en lugar

de reducir la velocidad del viento, con los consecuentes daños a los cultivos.

Para la mejor reducción del viento y la mayor influencia viento abajo, la cortina deberá tener la mayor porosidad cerca del suelo, donde la velocidad del viento es menor. Lo ideal sería que la densidad de la cortina aumentara con la altura de la misma.

Otro efecto importante de los rompevientos se presenta sobre la evaporación. WOODRUF (1954), citado por VAN EIMERN, et al (1964), encontró una reducción en la evaporación del 20%, KONSTANTINOX y STRUSE (1954), citados también por VAN EIMERN, et al (1954), observaron reducciones del 35, 30, 12.5 y 8% con cortinas rompevientos a intervalos de 250, 500, 1 000 y 2 000 m respectivamente, ROSEMBERG (1967), registró una reducción del 100% en un cuadro protegido por los cuatro lados.

Las cortinas también influyen sobre la temperatura del aire, mediante la disminución del viento. De esta manera, el aire es más caliente en la zona protegida que en la zona abierta ya que cierta cantidad de energía no es utilizada para la evaporación del agua y queda disponible contribuyendo a elevar la temperatura. Al igual que la temperatura del aire, la del suelo se ve afectada en el mismo sentido, el efecto de las cortinas se traduce en un aumento de la temperatura, ya que las pérdidas de calor por evaporación se ven disminuidos, entonces tal calentamiento suplementario del suelo es una ventaja que permite un crecimiento más rápido de la vegetación (GUYOT, 1963).

La mayor influencia de las cortinas rompevientos, consiste en la redistribución y la conservación del agua del suelo, esto determinado básicamente por la reducción de la intensidad del viento y la consiguiente disminución de la evaporación. Sin embargo, las cortinas rompevientos también tienen efectos competitivos sobre los cultivos como son la

interferencia de la radiación, competencia de las raíces de los árboles con los cultivos y el hospedaje de plagas y enfermedades potencialmente dañinas para los cultivos.

Aparte de la función de protección, actualmente se induce la producción de algún producto ó servicio al dueño ó poseedor del terreno mediante el siguiente esquema:

Especies principales. Producción de madera para aserrio y postes para transmisión.

Especies secundarias. Producción de postes para cerco, madera para aserrio y leña.

Especies accesorias. Producción de leña, forraje y frutos.

En el cuadro 1 se presentan las especies empleadas en México para el establecimiento de cortinas rompevientos.

CUADRO 1. ESPECIES USADAS EN MEXICO PARA CORTINAS ROMPEVIENTOS POR REGIONES.

TROPICAL	SEMIDESERTICA	TEMPLADA-FRIA
ESPECIE PRINCIPAL		
<u>Gmelina arborea</u>	<u>Tamarix articulata</u>	<u>Pinus sp.</u>
<u>C. equisetifolia</u>	<u>Schinus molle</u>	<u>C. arizonica</u>
<u>Quercus sp.</u>	<u>E. camaldulensis</u>	<u>C. sempervirens</u>
<u>Pinus caribaea</u>	<u>Fraxinus viridis</u>	<u>Ulmus americana</u>
<u>Eucaliptus sp.</u>		<u>Quercus sp.</u>
<u>Tectona grandis</u>	ESPECIE SECUNDARIA	
<u>Arthrostylidium sp.</u>	<u>Prosopis alba</u>	<u>L. japonicum</u>
<u>Arundo tonax</u>	<u>P. juliflora</u>	<u>S. babylonica</u>
<u>S. humboldiana</u>	<u>Juniperus sp.</u>	<u>Populus alba</u>
<u>Gliricidia sepium</u>	<u>S. babylonica</u>	<u>P. nigra</u>
<u>Guazuma ulmifolia</u>		<u>P. balsamifera</u>
<u>Citrus sp.</u>		<u>Pinus sp.</u>
<u>Erythrina sp.</u>		
<u>Artocarpus altilis</u>		
<u>Spondias mombin</u>		
<u>Delonix regia</u>		

## CUADRO 1. CONTINUACION ...

Jacaranda mimosifoliaGrevilea robusta

ESPECIE ACCESORIA

Matorrales nativos Matorrales o Lupinus elegans  
arbustos nativos Lupinus montanusGramineas nativas Gramineas nativas Senecio salignus  
Gramineas nativas

## ARBOLES DE SOMBRA PARA CAFE Y CACAO

Uno de los constituyentes fundamentales del agroecosistema cafetalero es el árbol de sombra, cuya función es la de regular la entrada de luz al estrato bajo constituido por el cafetal.

Se ha encontrado que para la fotosíntesis máxima, la luz que cae sobre las hojas del cafeto debe ser menor a la tercera parte de la luz solar determinada a las 12 horas del día. La paralización de la fotosíntesis cuando el cafeto está a plena luz, se atribuyó a la gran sensibilidad de los estomas a la luz. Por otra parte, también se ha encontrado que la disminución de la radiación solar aumenta la producción y el crecimiento del cafeto.

Cuando los cafetos se cultivan sin sombra, se presenta un fuerte colapso en el proceso de la fotosíntesis, produciendo cosechas anormales de frutos, así como un aumento en el consumo de nutrientes por parte de la planta. En consecuencia, se provoca un debilitamiento del cafeto, haciéndose necesario fertilizar y establecer sombras para normalizar el funcionamiento del cafeto. La mayor influencia de la sombra se observa en el tamaño de las hojas y muy especialmente sobre la cantidad de raíces totales de absorción. La cantidad de éstas raíces es la resultante de dos fuerzas en equilibrio: el tipo de suelo y la cantidad de

sombra.

## Efectos de la sombra

Se ha concluido que al aumentar la sombra, se incrementa el contenido del nitrógeno, potasio y calcio en el suelo. Por otra parte se ha establecido que un hectárea de cafetal sin sombra, puede consumir 30 000 litros de agua por efecto de la transpiración en un día soleado. Esto equivale a tres litros de agua por metro cuadrado; si cada cafeto ocupa aproximadamente 12 m<sup>2</sup> cada cafeto requiere de 36 litros de agua. Con sombra, ésta pérdida de humedad es incuestionablemente menor debido a la mayor humedad relativa del aire (GRIME, 1979).

En respuesta a la sombra, la mayoría de las plantas producen menos materia seca, retienen fotosintatos en los brotes a costa del crecimiento de la raíz, desarrollan grandes internodos y peciolo, producen hojas largas y delgadas.

El efecto de los árboles de sombra sobre la velocidad del viento, reduce la evaporación de la superficie de las hojas del cafeto promoviendo también la condensación que puede ser valiosa en los periodos de sequía.

Los árboles de sombra determinan la formación de un microclima favorable que regula los cambios bruscos de temperatura, pero a la vez el medio ambiente se hace más complejo y difícil de manejar eficientemente.

Por otra parte, el efecto de protección contra vientos y altas precipitaciones es determinante para mantener una plantación de café en condiciones óptimas de crecimiento y producción. Las fuertes aportaciones de materia orgánica de los árboles de sombra, contribuyen considerablemente al mejoramiento de las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo.

En México existen más de 20 especies utilizadas como sombra de café que se presentan en el cuadro 2.