

# **INFLUENCIA DE DOS CORTINAS ROMPEVIENTOS SOBRE EL CULTIVO DE MAÍZ EN VILLA ALDAMA, VERACRUZ, MÉXICO**

Salazar García Jesús Gustavo\*

## **RESUMEN**

Se investigó el efecto sobre el rendimiento de maíz de dos tipos de cortinas rompevientos las cuales presentan composiciones de especies forestales y características métricas diferentes, además de la relación que guardan con otras cortinas aledañas. Se evaluaron ocho parcelas de productores de maíz, cuatro por cada tipo de cortina, dos a barlovento y dos a sotavento. Los sitios de muestreo de 2 m<sup>2</sup> se localizaron a 8 diferentes distancias (H), perpendiculares a la cortina (1, 3, 6, 9, 12, 15, 18, y 21 veces la altura de la cortina) que representan los tratamientos en el análisis de varianza, repitiéndose la serie de mediciones 4 veces a lo ancho de la parcela agrícola. El análisis se realizó con un diseño experimental completamente al azar. También se realizó un análisis de regresión para conocer la relación del rendimiento de maíz a las diferentes distancias respecto a las cortinas evaluadas. Los análisis de varianza revelaron diferencias estadísticamente significativas en 5 de 8 parcelas de maíz. El análisis de regresión indicó que los rendimientos de maíz se reducen al retirarse el cultivo de la influencia de la cortina, ya sea a barlovento ó a sotavento. En el caso de la cortina que presentó una barrera secundaria a sotavento, se modificó la tendencia de reducir el rendimiento, ya que al acercarse el cultivo a la cortina secundaria la producción aumenta. Al compararse los rendimientos de maíz bajo la influencia de la cortina con un terreno sin influencia y sin pérdida de terreno cultivable, se demostró que el ancho excesivo de la cortina rompevientos no compensa la pérdida de terreno con el aumento en rendimiento de maíz, sin embargo, cuando el ancho se reduce, el aumento del rendimiento sí compensa la pérdida de terreno cultivable.

---

\* Ing. Agrónomo. Investigador del Campo Experimental Jalapa, CIR-Golfo Centro, INIFAP, SAGAR.

**Palabras clave:** Cortina rompevientos, Maíz, barlovento, sotavento, Villa Aldama, Veracruz.

## ABSTRACT

The yield of corn was studied under the effect of two types of shelterbelt which have different forest species and dimensions, and different relationship with other near shelterbelts. Eight different fields of corn were evaluated, four fields by type of shelterbelt, two at windward and two at leeward. The sample plots of 2 m<sup>2</sup> were located at eight different perpendicular distances (H) from the shelterbelt (1,3,6,9,12,15,18 y 21 times the height of the shelterbelt), which represent the treatments of the analysis of variance, each series is repeated four times on the width of the corn field. The experimental design was at random. An analysis of regression was done to recognize the **relationship** between the corn yield and the distance from the shelterbelt. Statistical difference was found in 5 of 8 corn fields. The analysis of regression proved that the yield is reduced when it is separated of the influence of the shelterbelt at lee and windward. **In shelterbelt** that presented a secondary shelterbelt, the corn yield increased again. The field of corn was compared with and without the influence of the shelterbelt, including the loss of land to cultivate, and it was shown that the excessive width of the shelterbelt do not compensate the loss of land to cultivate in spite of the increase of corn yield, although, when the width is reduced, the increase of corn yield do compensate the loss of land to cultivate.

**Key words:** Shelterbelt, corn, windward, leeward, Villa Aldama, Veracruz.

## INTRODUCCIÓN

La asociación de árboles y arbustos con cultivos y/o ganado, es una práctica que ha prevalecido a través del tiempo en varias regiones del mundo. Actualmente estas prácticas representan una de las opciones más viables para la conservación del suelo y agua, así como de los recursos genéticos silvestres de bosques, desiertos y selvas. Estas prácticas han sido ordenadas y sistematizadas bajo la denominación de Sistemas Agroforestales, debido a la importancia que representan en la mayor parte del mundo.

Uno de los componentes más importantes de algunos de los sistemas agroforestales son las cortinas rompevientos, cuya importancia radica en las funciones de protección al

suelo, cultivos, ganado y en el amplio potencial productivo para la obtención de diferentes productos como: madera, postes, leña, frutos, forraje y plantas medicinales.

En México existen regiones donde la incidencia de vientos fuertes y la carencia de cubierta vegetal, se combinan y provocan problemas de erosión eólica en los suelos y reducción en la productividad de los cultivos. Cabe resaltar regiones como el Valle de Tehuacán, Puebla; la Ventosa en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca; el Valle de San Fernando, Tamaulipas y el Valle de Perote en Veracruz, como algunos de los ejemplos representativos. Las extensas zonas del norte y noroeste de México, no son muy ventosas pero pueden sufrir los efectos de tempestades de tipo desértico con alguna frecuencia (Rzedowski, 1978)<sup>1</sup>. Si observamos que el 52.64 % del país presenta clima seco y muy seco y 31.96 % es considerado semiseco, según Blanco y Ramírez, citado por Bassols (1975)<sup>2</sup>; con el objeto de contener la erosión eólica y beneficiar a los cultivos, el potencial benéfico que representan las cortinas rompevientos para el país es enorme. Además hay que considerar que en general la erosión del suelo se presenta en grandes proporciones en regiones con marcadas temporadas de sequía anual.

En el caso particular del Valle de Perote, Ver., la producción agrícola se ve afectada por precipitaciones bajas y erráticas, alta incidencia de heladas e índices elevados de evapotranspiración, por causa de los vientos fuertes que se presentan durante el año, de tal manera que la problemática del Valle presenta dos aspectos principales:

- Alto riesgo de erosión (3 cm de suelo por año).
- Producción agrícola por abajo del potencial óptimo.

Una estrategia agroforestal que reduce la erosión y mejora las condiciones microclimáticas para los cultivos agrícolas, el ganado y los habitantes de la región son las cortinas rompevientos.

Con la finalidad de coadyuvar a estructurar en el futuro los programas de encortinamiento del Valle de Perote, se planificaron actividades de investigación dirigidas a alcanzar los siguientes objetivos:

- Evaluar el efecto de dos tipos de cortinas rompevientos sobre el rendimiento del cultivo de maíz.

---

<sup>1</sup> Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México.

<sup>2</sup> Bassols B, A. 1975. Geografía económica de México.

- Determinar la relación entre el rendimiento del cultivo de maíz y la distancia respecto a dos tipos de cortinas rompevientos.
- Comparar los rendimientos del cultivo de maíz con y sin protección por cada tipo de cortina.

## REVISIÓN DE LITERATURA

En México la investigación de los beneficios de las cortinas rompevientos es casi nula, sin embargo, la literatura sobre este tema es muy abundante en otras partes del mundo. En el Campo Experimental de Perote, Veracruz, se evaluó el efecto de una cortina rompevientos artificial sobre los rendimientos de maíz, lográndose aumentar los rendimientos de 4,508 Kg/Ha a 5,246 Kg/Ha, en las parcelas protegidas contra el viento, lo que significó un incremento de 14.1% en la productividad (García, 1983)<sup>3</sup>.

Las cortinas rompevientos correctamente ubicadas pueden mejorar las condiciones microclimáticas que requiere la producción agrícola, debido a los siguientes factores: 1) Reducen la velocidad del viento y la erosión eólica; 2) Modifican las temperaturas del aire y del suelo; 3) Reducen la evaporación y la transpiración; 4) Mejoran la distribución del agua cuando hay riego por aspersión; 5) Reducen el marchitamiento de los cultivos; y 6) Protegen cultivos maduros contra el acame. En los ranchos, se puede: 1) Reducir los requerimientos de combustible con fines energéticos para calentar la casa; 2) Reducir los costos de mantenimiento de las casas; 3) Proveer de espacios de trabajo confortables; 4) Proteger las aves de corral; 5) Proteger los jardines y cultivos hortícolas; y 6) Reducir el ruido procedente de las carreteras. Para el ganado, para las aéreas de pastoreo y comederos, las cortinas rompevientos pueden: 1) Reducir los requerimientos de alimentación durante el invierno; 2) Mantener la productividad y reducir la mortandad en ganado joven; 3) Mejorar la producción de forraje y su calidad; y 4) Proporcionar sombra. Además, proveen: 1) Belleza escénica; 2) Alimento y hábitat a la fauna silvestre; y 3) Productos de madera, tales como postes y leña (Read, 1964)<sup>4</sup>.

En las evaluaciones realizadas en cultivos agrícolas con influencia de cortinas rompevientos, en varias partes del mundo se ha probado que en climas cálidos, secos y con presencia de fuertes vientos, los rendimientos se incrementan en las zonas

---

<sup>3</sup> García C., H. M. 1983. Estudios sobre cortinas rompevientos en el Valle de Perote, Ver.

<sup>4</sup> Read, R. A. 1964. Tree Windbreak for the Central Plains Agriculture Handbook.

protegidas, en comparación a las no protegidas. Los beneficios son mínimos en climas húmedos y templados, o en temporadas que presentan baja intensidad en los vientos (Read, *op. cit.*).

La mayoría de los autores coinciden en que la distancia horizontal protegida a sotavento, fluctúa la altura (H) entre 10 y 30 veces y de 1 a 10 a barlovento, siempre que el viento sopla perpendicularmente contra la cortina (Van Eimern *et al.*, 1964)<sup>5</sup>. La comparación se realiza con base a los múltiplos de altura de la cortina rompevientos porque la protección es proporcional a la altura (H) de ésta.

Debido a los diversos requerimientos ambientales, de nutrientes y de humedad, las especies reaccionan con diferentes grados a la protección contra el viento (Bates, 1937 *cit. pos.* Van Eimern *et al.*, *op. cit.*). Por ejemplo, en los cultivos hortícolas y frutícolas, la protección tiene particular importancia; las plantaciones de mandarina bajan sus rendimientos cuando se les retiran las cortinas rompevientos de ciprés (Paulin, 1935; *cit. pos.* Van Eimern *et al.*, *op. cit.*). En frutales como los cítricos, disminuye el número de frutas caídas y aumenta su calidad, (Karschon y Heth, 1958; *cit. pos.* Van Eimern *et al.*, *op. cit.*), por lo tanto el retorno de la inversión es mayor cuando se tienen rompevientos (Blanchard, 1938; *cit. pos.* Van Eimern *et al.*, *op. cit.*). Carbon (1957; *cit. pos.* Van Eimern *et al.*, *op. cit.*), menciona que la presencia de cortinas rompevientos ha hecho posible el cultivo en años secos, cuando en las áreas expuestas han sido un fracaso total, sobre todo en cultivos sensibles a los vientos como la cebolla y la papa. Bagley y Gowen (1960, *cit. pos.* Van Eimern *et al.*, *op. cit.*) obtuvieron buenos resultados en jitomate y frijol. En el cultivo de fresa, no se encontraron diferencias en la producción, pero si se produjo fruta madura con algunos días de anticipación, que aseguro un mejor precio en el mercado (Van Rhee, 1959. *cit. pos.* Van Eimern *et al.*, *op. cit.*).

Los cultivos que han probado ser afectados positivamente por las cortinas rompevientos son: maíz (Read, *op. cit.*), centeno, avena, trigo, remolacha, nabo, papa, pastos con trébol, alfalfa, mijo (Andersen, 1943; Jensen, 1954; Blender, 1995; Aleksandro, 1955; Van Rhee, 1959; Staple, 1961; *cit. pos.* Van Eimern *et al.*, *op. cit.*); trigo (Pelton, 1976)<sup>6</sup>, y algodón (Puri *et al.*, 1992)<sup>7</sup>.

---

<sup>5</sup> Van Eimern, S.; R. Karschon, L. A. y G. W. Robertson. 1964. Windbreaks and Shelterbelts.

<sup>6</sup> Pelton, W. L. 1976. Windbreak Studies on the Canadian Prairi. Shelterbelts on Great Plains. pp. 64-68.

<sup>7</sup> Puri, S.; S. Singh y A. Khara. 1992. Effect of windbreak on the yield of cotton crop in semiarid regions of Haryana. pp. 183-195.

Skidmore (1974)<sup>8</sup>, menciona que no encontró diferencias significativas del rendimiento de trigo. En el caso de Macmartin, (1974)<sup>9</sup> a pesar de encontrar aumento de rendimiento de trigo en las zonas protegidas, cuando compara los resultados y considera la pérdida de terreno cultivable, establece que el rendimiento en las zonas protegidas es igual que en las zonas sin protección.

Rosenberg (1976)<sup>10</sup>, afirmó que aún bajo riego, las cortinas rompevientos proveen beneficios mayores en los rendimientos de los cultivos agrícolas. Aunque la influencia es más notoria en climas áridos o semi-áridos, el efecto que estabiliza la planta cuando es sometida a un déficit de humedad, es valioso también en otros climas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización

El Valle de Perote se localiza en la región centro occidetal del estado de Veracruz, entre los paralelos 19°30' y 19°37' y los meridianos 96°50' y 97°30'. La altitud es de 2,400 msnm. La superficie estimada del Valle de Perote es de 23,502 Ha, de las cuales 20,739 Ha se dedican a la agricultura.

La temperatura media anual de la localidad es de 12°C. La precipitación presenta un rango comprendido entre 350 a 550 mm por año. El viento dominante corre de noreste a suroeste, a una velocidad de 40 a 60 Km por hora con rachas que llegan a superar los 90 Km por hora. Los vientos de febrero a abril cambian de dirección y es cuando provienen del suroeste, convirtiéndose en corrientes de aire cálidas y secas, provocando grandes tolvaneras que originan erosión en los suelos de la región.

En el municipio de Villa Aldama, Valle de Perote, Veracruz, se establecieron varias cortinas rompevientos, con el objeto de conocer el efecto de éstas sobre el rendimiento del cultivo de maíz.

---

<sup>8</sup> Skidmore, E. L.; L. J. Hage; D. G. Naylor; y Y. D. Teare. 1974. Economic of Shelterbelt Influence on Wheat Yield in North Dakota. pp. 87-91. Winter Wheat Response to Barrier-Induce Microclimate. pp. 501-505.

<sup>9</sup> Macmartin, W.; A. B. Frank; y R. H. Heintz. 1974. Economic of Shelterbelt Influence on Wheat Yield in North Dakota. pp. 87-91.

<sup>10</sup> Rosenberg, N. J. 1976. Effect of windbreaks on the microclimate, energy balance and water use efficiency of crops growing on the great plains. pp. 49-56.

La cortina rompevientos principal se localiza a 1.5 Km al este de Villa Aldama, formando una barrera de 1,223 m de longitud, orientada de este a oeste, donde el viento corre predominantemente de noreste a suroeste con una inclinación respecto a la cortina de 0 a 35 grados.

En esta barrera principal se distinguen 2 tipos de cortinas rompevientos, debido a su amplitud, composición de especies forestales y la relación con otras cortinas. En el Cuadro N° 1 se presentan las características principales de las cortinas rompevientos de Villa Aldama, Veracruz. La primera constituye un sistema de cortinas rompevientos. La cortina principal tiene 24 hileras de *Pinus rudis* Endl. plantadas a 3 m entre árboles y a 1.5 y 4.5 m alternadamente entre hileras, con una disposición a tres bolillo; 12 hileras se encuentran a cada lado de un camino que pasa por el centro de la barrera.

TIPO DE CORTINA	ESPECIE	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	HILERAS (No.)	ALTURA (m)	POROSIDAD (%)
PRINCIPAL	<i>Pinus rudis</i>	420	67	24	8.4	34
SECUNDARIA	<i>Populus balsamifera</i>	420	—	1	8.6	60
PRINCIPAL	<i>Cupressus</i> sp. <i>Pinus pseudostrobus</i> subesp. <i>apulcensis</i> , <i>P. rudis</i> y <i>P. patula</i>	813	37	24	3.6-7.8	30

**Cuadro N° 1.** Características de las cortinas rompevientos de Villa Aldama, Veracruz, México.

A sotavento se encuentra una cortina secundaria de *Populus balsamifera* L. de una hilera, con una separación de 230 m respecto a la cortina principal. Los árboles de esta cortina fueron plantados a 2 m de separación (Figura N° 1).

El segundo tipo de cortina rompevientos tiene 24 hileras, 12 a cada lado del camino. La separación entre árboles es de 3 m y de 1.5 m entre hileras, plantadas a tres bolillo. Las especies plantadas fueron: *Cupressus* sp en la parte central y exterior de la cortina, *Pinus pseudostrobus* var. *apulcensis* Martínez, *P. rudis* y *P. patula* en las hileras interiores (Figura N° 2).

## **Muestreo del Rendimiento del Cultivo de Maíz**

Para calcular el efecto de las cortinas sobre el rendimiento del cultivo de maíz, se seleccionaron 8 parcelas de productores de la región, cuatro por cada tipo de cortina (2 a barlovento y 2 a sotavento). Todas las parcelas fueron sembradas con maíz y cada productor empleó sus propios recursos e insumos, por lo tanto, estadísticamente cada parcela es considerada como una unidad independiente.

En cada parcela se muestreó en 8 sitios a diferentes distancias perpendiculares a la cortina (H) (1, 3, 6, 9, 12, 15, 18 y 21 veces la altura de la cortina), repitiéndose la serie de mediciones 4 veces a lo ancho de la parcela. Algunas parcelas no fueron sembradas en su totalidad por el productor, por lo tanto, no todas las parcelas tienen los 8 sitios mencionados. El sitio de muestreo fue de 2 m<sup>2</sup> (2X1 m), el lado mayor se colocó paralelo a la cortina (Figura N° 3).

## **Análisis Estadístico**

**Análisis de varianza.**- Las parcelas estudiadas se analizaron en forma independiente unas de otras, en consecuencia el análisis se realizó en forma individual para captar estadísticamente el efecto de las cortinas rompevientos sobre los rendimientos del cultivo de maíz. El diseño experimental empleado fue completamente al azar con 8 tratamientos (distancias respecto a la cortina en la que se tomó la muestra de rendimiento de maíz) y 4 repeticiones. El muestreo se llevó a cabo en noviembre de 1989 y se realizó en una población normalmente distribuida.

**Análisis de regresión.**- Con el propósito de conocer la relación presente en cada tipo de cortina entre el rendimiento de maíz y las diversas distancias a las que se tomó la muestra, se aplicó un análisis de regresión, generándose 4 ecuaciones, cuyos datos son los promedios de rendimiento del cultivo de maíz por cada distancia, de las dos parcelas correspondientes a cada lado y tipo de cortina rompevientos. Se comprobó su ajuste y significancias con el número total de muestras (Martínez y Castillo, 1987)<sup>11</sup>.

**Comparación de rendimientos.**- Los rendimientos a diferentes distancias se calcularon con las ecuaciones de regresión, y se determinaron los rendimientos promedios ponderados, tomando como factor de ponderación el ancho de parcela que representa cada muestra. Se compararon los rendimientos bajo protección y sin protección, también se considera la pérdida del terreno en la comparación.

---

<sup>11</sup> Martínez G., A. y A. Castillo M. 1987. Teoría de la regresión con aplicaciones agronómicas.



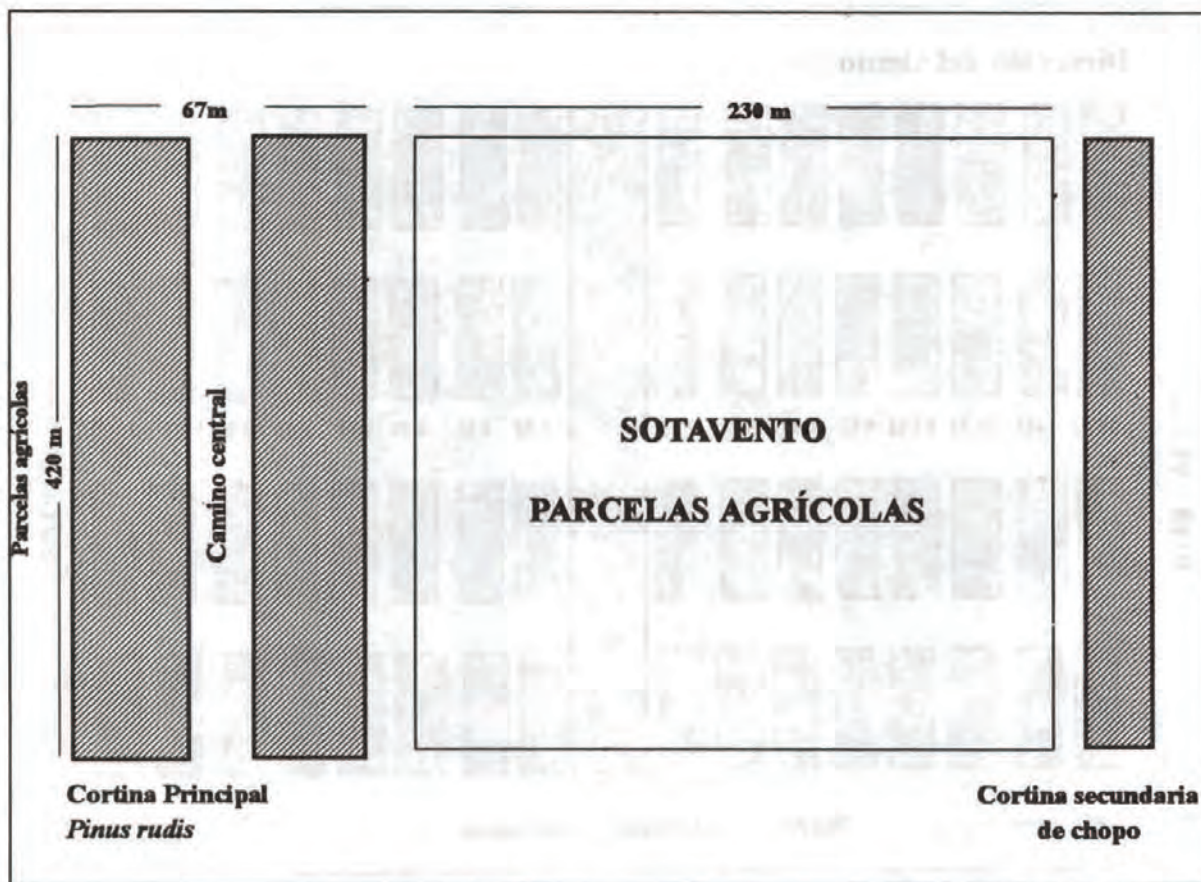


Figura N° 1. Esquema del sistema de cortinas rompevientos.

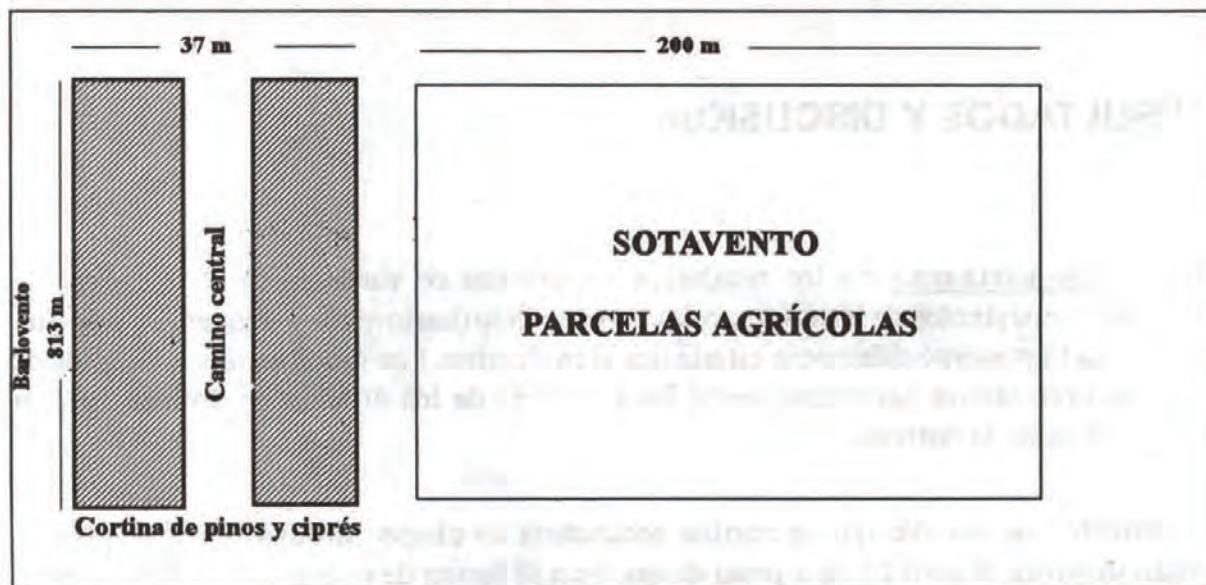
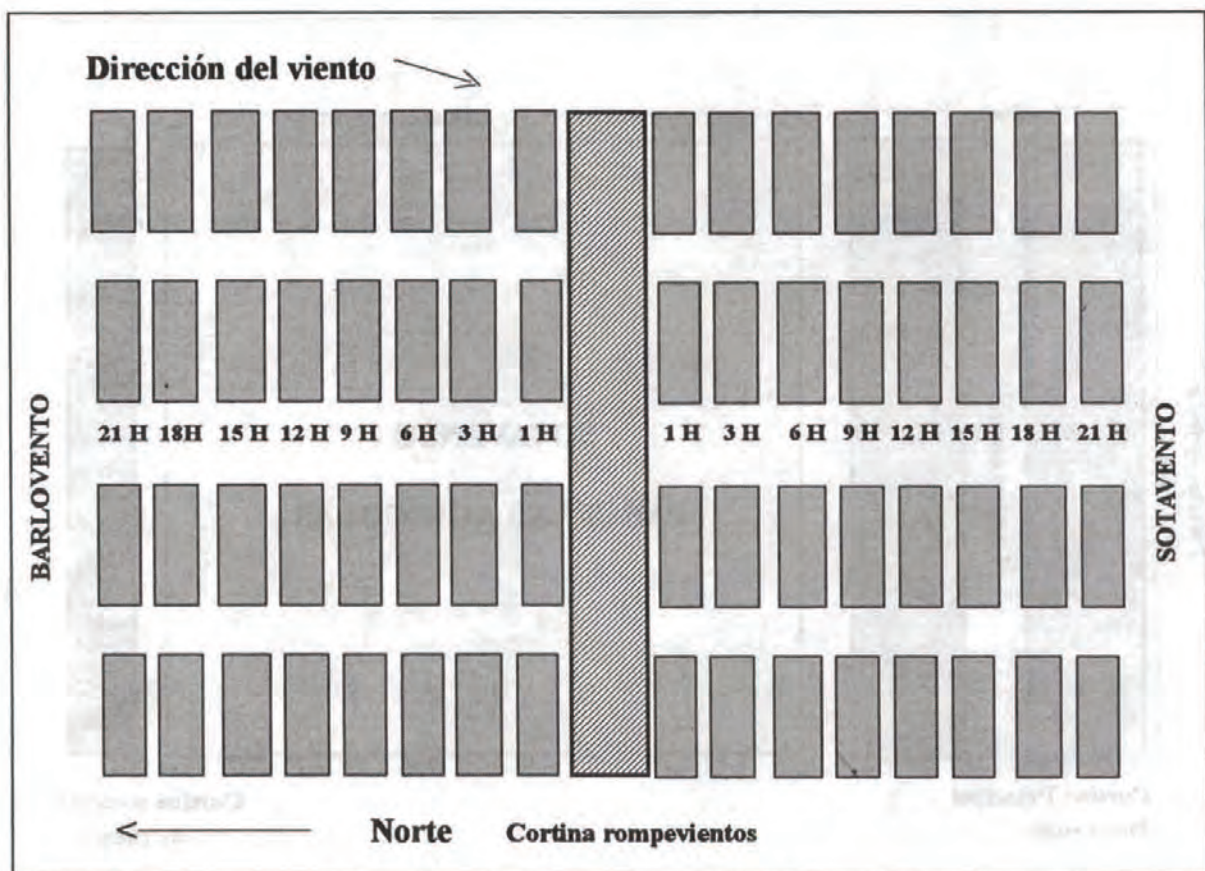


Figura N° 2. Esquema de la cortina rompevientos sencilla.



**Figura N° 3.** Esquema de la localización de las muestras tomadas por parcela.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Análisis de varianza.-** En los resultados del análisis de varianza en el sistema de cortinas rompevientos de las dos parcelas en cada lado (barlovento y sotavento), sólo una de cada lado presentó diferencia estadística significativa. Los rendimientos más altos de maíz se presentaron generalmente en las cercanías de los árboles, es decir a 3 H, en ambos lados de la barrera.

A sotavento se observó que la cortina secundaria de chopo influyó aumentando el rendimiento en el sitio 21 H, a pesar de que ésta se forma de una sola hilera de árboles; sin embargo, posterior a la cortina secundaria se encuentra ubicada una huerta frutal, la

cual pudo tener un incremento de rendimiento en el lado de barlovento de la cortina secundaria ( Cuadro N° 2).

En la cortina sencilla, en barlovento una parcela presentó diferencias; en contraste, las dos parcelas de sotavento si presentaron diferencias. Los rendimientos más altos de maíz se presentaron en ambos lados de la barrera, en los sitios 1 y 3 H; los rendimientos más bajos se presentaron lejos de los árboles. (Cuadro N° 3).

		DISTANCIA EN MÚLTIPLOS DE ALTURA							
BARLOVENTO		1	3	6	9	12	15	18	21
PARCELA 1	N.S.			2.9	2.6	1.7	2.5		
PARCELA 2	*	5.3	7.1	4.6	4.8	5.4	3.8	3.4	
SOTAVENTO		1	3	6	9	12	15	18	21
PARCELA 1	N.S.	3.4	3.2	2.5	1.7	2.7	2.6	3.1	2.9
PARCELA 2	*	4.3	4.9	3.1	3.1	3.2	3.1	3.0	3.9

\* Diferencia estadística significativa al 0.5 % de probabilidad.

N.S.= No existe diferencia significativa.

**Cuadro N°2.** Rendimiento de maíz (Ton/Ha) en las parcelas a Barlovento y Sotavento en el sistema de cortinas rompevientos de Villa Aldama, Veracruz, México.

		DISTANCIA EN MÚLTIPLOS DE ALTURA							
BARLOVENTO		1	3	6	9	12	15	18	21
PARCELA 1	N.S.	4.3	2.9	2.9	3.3	2.3	2.7	2.6	
PARCELA 2	*	2.3	2.1	0.8	1.6	0.8	1.0	0.7	1.4
SOTAVENTO		1	3	6	9	12	15	18	21
PARCELA 1	*	4.0	3.8	2.6	2.7	2.3			
PARCELA 2	*	4.5	2.8	2.4	1.0	1.7	0.7		

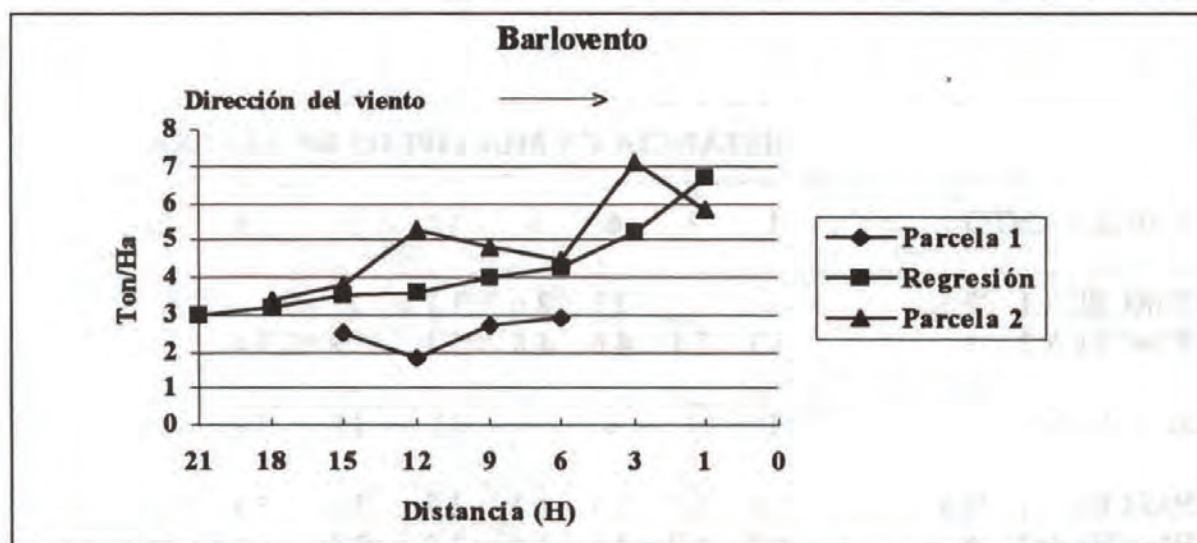
\* Diferencia estadística significativa al 0.5 % de probabilidad.

N.S.= No existe diferencia significativa.

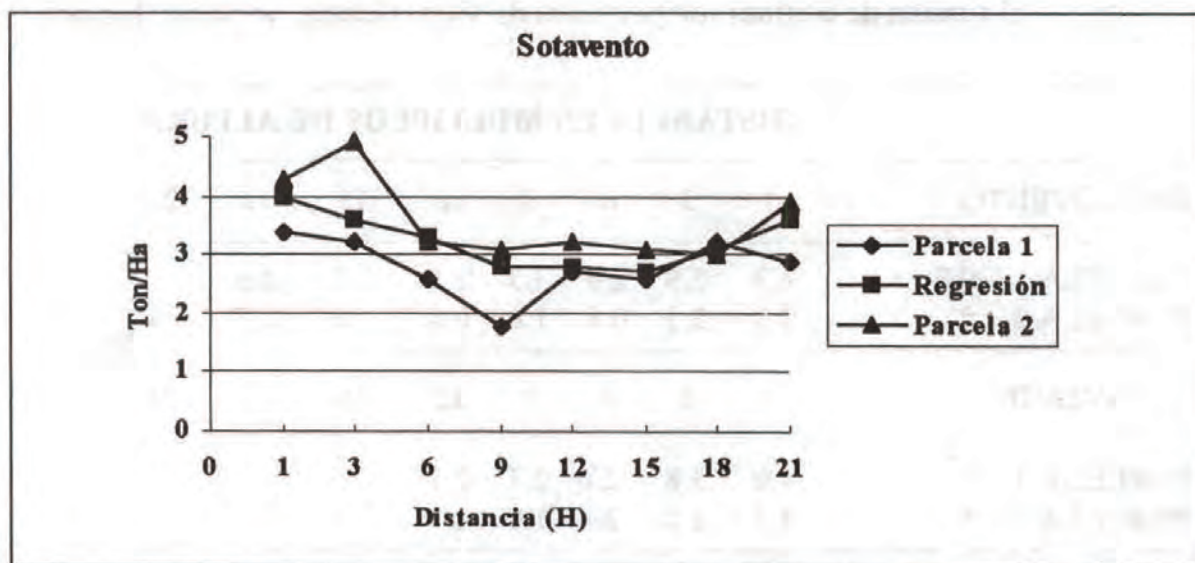
**Cuadro N° 3.** Rendimiento de maíz (Ton/Ha) en las parcelas a Barlovento y Sotavento en una cortina rompevientos en Villa Aldama, Veracruz, México.

A sotavento donde se esperaba el mayor efecto de protección contra el viento, en 3 de 4 parcelas se presentaron diferencias estadísticas, y en barlovento, se presentaron diferencias en 2 de 4 parcelas.

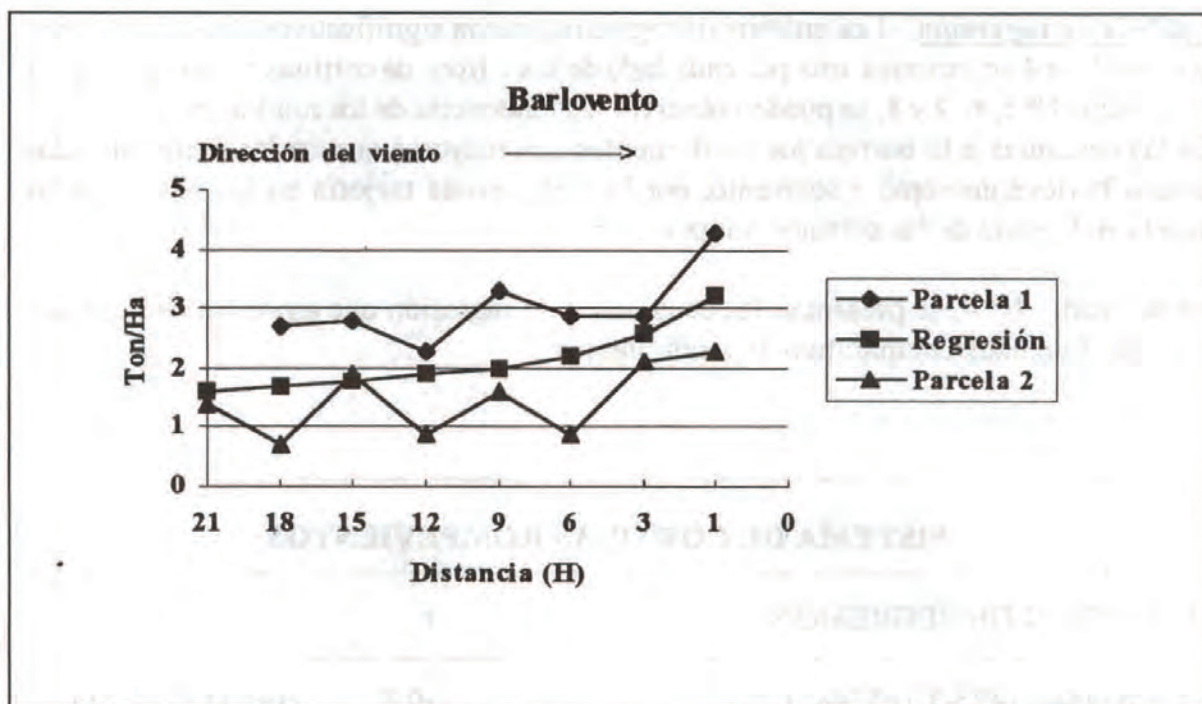
En general, se manifestó una mejoría del rendimiento por la influencia de la cortina rompevientos en un 62.5 %, estadísticamente comprobada.



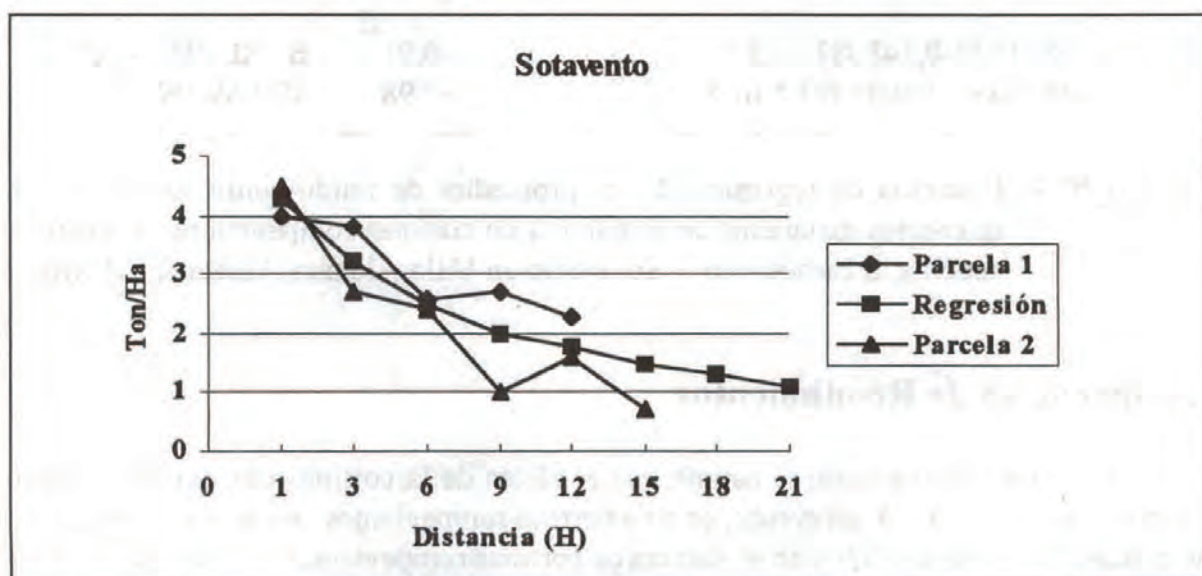
**Figura N° 5.** Curvas de rendimiento de maíz a barlovento, del sistema de cortinas rompevientos, Villa Aldama, Veracruz, México.



**Figura N° 6.** Curvas de rendimiento de maíz a sotavento, del sistema de cortinas rompevientos, Villa Aldama, Veracruz, México.



**Figura N° 7.** Curvas de rendimiento de maíz a barlovento de la cortina rompevientos simple, Villa Aldama, Veracruz, México.



**Figura N° 8.** Curvas de rendimiento de maíz a sotavento de la cortina rompevientos simple, Villa Aldama, Veracruz, México.

**Análisis de regresión.**- Los análisis de regresión fueron significativos estadísticamente, generándose 4 ecuaciones, una por cada lado de los 2 tipos de cortinas rompevientos. En las Figuras N° 5, 6, 7 y 8, se pueden observar las tendencias de los rendimientos de maíz. En las cercanías a la barrera los rendimientos son mayores que en las partes alejadas, tanto a barlovento como a sotavento, por lo tanto, existe mejoría en los rendimientos, bajo la influencia de las cortinas rompevientos.

En el Cuadro N° 4, se presentan las ecuaciones de regresión que sirvieron de base para realizar el análisis comparativo de rendimientos.

<b>SISTEMA DE CORTINAS ROMPEVIENTOS</b>		
ECUACIÓN DE REGRESIÓN	r	
$Y = 6.600097495 - 1.16874821 X \ln$	-0.8	BARLOVENTO
$Y = 4.327826329 - 0.270511509 X + 0.0112389852 X^2$	0.87	SOTAVENTO
<b>CORTINA ROMPEVIENTOS SENCILLA</b>		
ECUACIÓN DE REGRESIÓN	r	
$Y = 3.216801923 - 0.5480871215 * \ln X$	-0.91	BARLOVENTO
$Y = 4.36462963 - 1.05088391 * \ln X$	-0.98	SOTAVENTO

**Cuadro N° 4.** Ecuación de regresión de los promedios de rendimiento de maíz a diferentes distancias en el sistema de cortinas rompevientos y cortina sencilla, a Barlovento y Sotavento en Villa Aldama, Veracruz, México.

### Comparación de Rendimientos

En las parcelas a barlovento, se estimó que el efecto de la cortina rompevientos llega hasta la distancia 8 H. A sotavento, en una cortina rompevientos sencilla se estimó que llega hasta la distancia 10 H y en el sistema de cortinas rompevientos la distancia 12 H se considero sin protección, sin embargo es muy probable que toda la parcela se encuentre bajo la influencia de las cortinas rompevientos, según Vysock (1938), *cit. pos.* Van Eimern *et al.*, (*op. cit.*).

TIPO DE CORTINA		DISTANCIA (H)		PRODUCCIÓN MEDIA (Ton/Ha)		INCREMENTO DE PRODUCCIÓN (%)	
		BAR.	SOT.	BAR.	SOT.	BAR.	SOT.
Sistema de cortinas	c/prot.	1 a 8	1 a 11	4.912	3.145	41.39	16.48
	s/prot.	9 a 21	12 a 21	3.474	2.700		
cortina sencilla	c/prot.	1 a 8	1 a 10	2.489	2.776	42.2	88.71
	s/prot.	9 a 21	11 a 21	1.750	1.471		

c/prot=con protección. s/prot=sin protección BAR.= barlovento. SOT.= sotavento.

**Cuadro N° 5.** Influencia de 2 tipos de cortinas rompevientos en el rendimiento de maíz en Villa Aldama, Veracruz, México.

<b>SISTEMA DE CORTINAS ROMPEVIENTOS</b>				
PARCELA	BARLOVENTO		SOTAVENTO	
	CON BARRERA	SIN BARRERA	CON BARRERA	SIN BARRERA
Superficie (Ha)	1.764	2.079	1.764	2.079
Producción total (Ton)	7.094	7.222	5.508	5.613
<b>CORTINA ROMPEVIENTOS SENCILLA</b>				
PARCELA	BARLOVENTO		SOTAVENTO	
	CON BARRERA	SIN BARRERA	CON BARRERA	SIN BARRERA
Superficie (Ha)	1.2915	1.4515	1.2915	1.4515
Producción total (Ton)	2.623	2.540	2.703	2.135

**Cuadro N° 6.** Comparación de la producción de maíz en parcelas con y sin protección considerando la pérdida de terreno cultivable en el sistema de cortinas y la cortina sencilla, en Villa Aldama, Veracruz, México.

Como se observa en el Cuadro N° 5, los rendimientos bajo la influencia de las cortinas rompevientos son mayores que las consideradas sin protección. Sin embargo, para realizar una comparación de la producción en parcelas similares, debe tenerse en consideración la pérdida de terreno cultivable y los aumentos en rendimiento cuando se tiene una barrera rompevientos.

Como se puede observar en el Cuadro N° 6, la pérdida de terreno en el sistema de cortinas rompevientos no se compensa con el aumento en el rendimiento de maíz, tanto a barlovento como a sotavento, por lo tanto, se está perdiendo producción. La característica que influye en este resultado es el ancho de la cortina rompevientos que resultó excesiva; sin embargo, si observamos los resultados de la cortina sencilla nos damos cuenta que en las parcelas con barreras rompevientos, la producción es mayor que en las parcelas no protegidas con árboles, pero el ancho de esta barrera es menor que la barrera principal del sistema de cortinas rompevientos.

Por lo tanto no se recomienda el establecimiento de cortinas rompevientos mayores de 36 m de ancho, en parcelas de 200 m de longitud (perpendicular a la barrera) y cuyo objetivo sea la protección de cultivos agrícolas como el maíz.

Las cortinas moderadamente densas, reducen significativamente la velocidad del viento. El efecto no se determina por el número de hileras, sino por el tipo de especie y la separación entre árboles dentro de hileras (Finch, 1988)<sup>12</sup>. Entonces, el ancho de una cortina rompevientos es importante solamente cuando se ejerce influencia sobre la densidad. Lo anterior debe tomarse en cuenta para el establecimiento de un sistema de cortinas rompevientos.

## CONCLUSIONES

- Las parcelas de maíz aumentaron sus rendimientos con el establecimiento de dos tipos de cortinas rompevientos, tanto a barlovento como a sotavento, en comparación con las partes no protegidas.
- En el sistema de cortinas rompevientos, los rendimientos de maíz disminuyeron en la medida en que los sitios de muestreo se alejaron de la cortina a sotavento, esta tendencia continuó, alcanzándose el rendimiento mínimo a la distancia 12 H y a

---

<sup>12</sup> Finch, S. J. 1988. Field Winbreaks: Design Criteria. pp. 215-228.



partir de esta distancia los rendimientos vuelven a incrementarse como producto del efecto aditivo de la cortina secundaria de *Populus balsamifera* a barlovento.

- En la cortina rompevientos simple a sotavento, la tendencia del rendimiento de maíz respecto a la distancia a partir de la barrera de árboles, es de disminuir bruscamente al principio y después en forma lenta, confirmándose un efecto hasta de 10 H a sotavento.
- En las parcelas a barlovento en el sistemas de cortina y en la cortina simple, también se presenta la tendencia a disminuir los rendimientos de maíz en la medida en que los sitios de muestreo se alejan de la barrera; al principio, el rendimiento desciende bruscamente, después lo hace en forma lenta, obteniéndose un efecto de protección hasta de 8 H aproximadamente.
- El ancho de la cortina rompevientos influye en forma determinante en la producción de maíz, puesto que si el ancho de la cortina rompevientos crece, entonces se pierde más terreno cultivable. Por lo tanto, existe un límite en el ancho de una cortina rompevientos a partir del cual ya no se beneficia al productor.

## RECOMENDACIONES

- Se debe continuar investigando sobre diferentes estructuras y mezclas de especies en cortinas rompevientos.
- En un programa de cortinas rompevientos para el Valle de Perote, se recomienda el emplazamiento de barreras con 3 a 12 hileras de árboles y arbustos, que no alcancen un ancho mayor de 36 m, proyectándose a futuro una cortina con densidad media, lo cual dependerá de las distancias entre árboles dentro de hileras y de las especies utilizadas.

## BIBLIOGRAFÍA

Bassols B., A. 1975. Geografía económica de México. Ed. Trillas. México. 440 p.

- García C., H. M. 1983. Estudios sobre cortinas rompevientos en el Valle de Perote, Ver. Tesis profesional. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Veracruzana. Jalapa, Ver. 37 p.
- Finch, S. J. 1988. Field Winbreaks: Design Criteria. *In*: Windbreak Technology. Proceedings of an International Symposium on Windbreak Technology, Lincoln, Nebraska, June 23-27, 1986. reimpresso de Agriculture, Ecosystems and Environment. Holanda. Vols 22-23:215-228.
- Macmartin; W.; A. B. Frank y R. H. Heintz. 1974. Economic of Shelterbelt Influence on Wheat Yield in North Dakota. *Journal of Soil and Water Conservation*. 28:87-91.
- Martínez G., A. y A. Castillo M. 1987. Teoría de la regresión con aplicaciones agronómicas. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Edo. de México. 490 p.
- Pelton, W. L. 1976. Windbreak Studies on the Canadian Prairie. Shelterbelts on the Great Plains. *In*: Proceedings of the Symposium. Denver, Colorado. Great Plains Agricultural Council Publication No.78 p. 64-68.
- Puri, S.; S. Singh y A. Khara. 1992. Effect of windbreak on the yield of cotton crop in semiarid regions of Haryana. *Agroforestry Systems*. 18:183-195.
- Read, R.A. 1964. Tree Windbreak for the Central Great Plains Agriculture. Handbook No. 250. USDA, Forest Service. 68p.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa. México. 432 p.
- Rosenberg, N. J. 1976. Effects of windbreaks on the microclimate, energy balance and water use efficiency of crops growing on the great plains. Shelterbelts on the Great Plains. *In*: Proceedings of the Symposium. Denver, Colorado. Great Plains Agricultural Council Publication No.78 p. 49-56.
- Skidmore, E. L.; L. J. Hagen; D. G. Naylor y I. D. Teare. 1974. Winter Wheat Response to Barrier-Induced Microclimate. *Agronomy Journal*. 66:501-505.
- Stoekeler, J. H. 1962. Shelterbelts Influence on Great Plains Field Environment and Crops. USDA, Forest Service. Production Research Report No. 62. 26 p.
- Van Eimern, S., R. Karschon, L.A. Razumova y G.W. Robertson. 1964. Windbreaks and shelterbelts. World Meteorol. Org. Technical Note No 59. 188 p.