

EVALUACION DE LA
INFLUENCIA EN LA
PRODUCCION GANADERA
Y EN
CULTIVOS CEREALEROS
DE
FORESTACION PROTECTORA

Guillermo J. Douglas

P L A N

Introducción

Ventajas y desventajas de las cortinas
desventajas
ventajas

Delimitación de la zona protegida

Influencia sobre los rendimientos de la producción
de cereales

Influencia sobre rendimientos producción animal
sobre
abrigo
producción de forraje

Conclusiones

Bibliografía

INTRODUCCION

El problema de las plantaciones forestales para protección de cultivos y del ganado, interesa a los agricultores desde el siglo XVIII, si bien los criterios por los cuales se implantaron las primeras plantaciones han evolucionado. Se nota que en cada país, la forma de considerar las cortinas pasa por dos etapas. Al principio se ve en ellas solo su rol mecánico, como protectora de los vientos, pero continuando con las observaciones se ve que ejercen influencia sobre todos los factores del microclima y por lo tanto sobre los rendimientos de las producciones animal y vegetal .

Las primeras plantaciones se efectuaron en las zonas litorales de Escocia, que recibe fuertes vientos marítimos. Posteriormente su uso se extendió al este de Inglaterra, donde se puso en evidencia su importancia mejoradora de los cultivos(CABORN,1957) y se continuaron extendiéndose por Europa: Alemania, Hungría, Suiza, etc. Sin embargo fueron la realización de extensas cortinas en Estados Unidos, Rusia y Dinamarca, lo que las difundió por todo el mundo . Estos países tienen como característica común, el de poseer vastas regiones desprovistas de árboles, y cultivos, donde el factor limitante es el agua . Con la implantación de sistemas de cortinas, se han recuperado estas tierras para la agricultura .

Para ganadería los beneficios que tienen las plantaciones forestales en regiones tropicales y subtropicales, especialmente, son mejores incluso que los de agricultura, pero las investigaciones que se han realizado son muy escasas, aunque su uso se está difundiendo mucho.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS CORTINAS ARBOLADAS

1- Desventajas

1- Según su orientación y altura, sombrean parte del campo, donde retardan el crecimiento de los vegetales especialmente en primavera y limitan su desarrollo a lo largo de todo el año. (LUPE, 1956), esto por lo tanto es mas perjudicial para los cultivos estivales (BATES, 1937)

2- La competencia de las raíces en la proximidad de la cortina, disminuye generalmente los rendimientos. Pero este fenómeno se manifiesta solamente en una banda estrecha que no pase usualmente de 0,5 a 1,0 x H. La disminución es del orden de un 21,4 % a 25,6 % en el trigo y arroz, y del 20 % en praderas (CASTELLANI Y PREVOSTO en GUYOT, 1963), con una cortina de álamos.

La extensión de la competencia radicular, depende en gran parte de la especie de árbol o arbusto y del desarrollo específico de sus raíces. Por ejemplo BATES (1937) encontró que el pino blanco (*Pinus strobus*) extiende sus raíces a solo 0,5 x H, mientras que la morera (*Morus sp.*) llega a 3,21 x H.

El sistema radicular es una característica de la especie, pero es influenciado por el clima, textura, fertilidad y humedad del suelo y subsuelo.

La competencia se manifiesta por falta de humedad capilar, impermeabilidad del subsuelo, falta de caída de agua de lluvia, infertilidad del subsuelo, gruesa cubierta de gramíneas, etc. (BATES, 1937; GUYOT, 1963).

Según BATES (1938) y GEORGE (1960) el límite del desarrollo radicular puede ser apreciado por un súbito incremento de la humedad del suelo cerca de los árboles.

GEORGE (1960) escribió " Ninguna evidencia puede ser encontrada de que los árboles reducen el contenido de nitrógeno del suelo. Sin embargo ... hay una posibilidad de que el uso de la humedad del suelo, por los árboles podría reducir la actividad de las bacterias nitrificadoras y causar una temporaria esterilidad en la zona de influencia radicular. "

Un error cometido por muchos observadores es comparar esta zona con unas pocas hileras mas léjos en el campo protegido, en vez de hacer la comparación con zonas sin protección de cortinas arboladas (STOECKE-

LER Y WILLIAMS, 1949).

Se puede reducir esta influencia haciendo zanjones entre el cultivo y la cortina, o plantando los árboles en camellones. Estos zanjones van a servir también como trampas para acumulación de hojas y otros residuos de materia orgánica, así como humedad (GUYOT, 1963) .

3- En las cortinas arboladas aumenta el riesgo de heladas tempranas, especialmente en aquellas que son muy densas (GUYOT, 1963) .

4- A su alrededor se pueden producir elevaciones de temperatura que pueden ser nefastas para algunos cultivos (GUYOT, 1963) .

5- En regiones húmedas, el aumento de la humedad del aire que provocan en su región de influencia, retarda la maduración de ciertos cultivos, especialmente los cereales (GUYOT, 1963) . En la región de Wladimirovsk en Ucrania (U.R.S.S.), OLBRICH (1949) constató que cerca de la cortina la maduración se retrasaba 1 semana, en ese punto los cereales (centeno, avena y cebada) estaban todavía con tallos y espigas verdes, mientras que a 150 mt. del rompeviento ya habían madurado, tuvo que cosecharse separado, pero la cosecha fué mas abundante .

6- Otra desventaja es el mayor desarrollo de las malezas, que se produce especialmente en las cortinas impermeables y en cosechas sembradas en líneas como el maíz, en una zona de hasta 30 mts. , de la cortina, siendo atribuible especialmente al descenso de la evaporación (STEUBING, 1952/53). Aunque la cortina sea sembrada en tierras limpias, se desarrollan lo mismo muchas malezas, siendo necesario efectuar trabajos de control anualmente (VAN DER LINDE, 1958) .

7- En la zona de inmediata influencia de la cortina hay una mayor influencia de enfermedades fungosas y plagas, especialmente en las cortinas impermeables (ANIKIN, 1960 ; LOGINOV, 1956 ; MOCALKIN, 1960) aunque no es un problema mayor en cinturones semipermeables . La zona mas afectada es la inmediata al cinturón, donde se forma el remolino de aire que actúa como trampa especialmente para los esporos . (SCHODER citado por WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, 1962) .

8- Las hojas caídas de los cinturones arbolados pueden ensuciar los cursos de agua, y las de algunas especies al descomponerse forman humus ácido (WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, 1962) .

9- Finalmente la cortina ocupa cierto espacio de terreno que es perdido para su uso directo en agricultura o ganadería, esta superficie oscila entre un 3 a 5 % del área total .

Estos inconvenientes pueden ser evitados o reducidos con algunas medidas aconsejadas por KULHEWIND et al. (1955) :

- a) Dejar una franja ancha al lado del cinturón sin sembrar.
- b) Las orillas de la cortina deben ser crecidas con bancos chatos o cavarse zanjas .
- c) Los caminos y cursos de agua deben ser bordeados de un solo lado por los cinturones, del lado contrario al viento .

B) VENTAJAS

Aparte de los inconvenientes enunciados, tienen las cortinas arboladas muchas ventajas, que superan a sus críticas y que hace que la implantación de cortinas arboladas vaya generalmente acompañada de un aumento en los rendimientos .

- 1- Reducen los destrozos causados por el viento .
- 2- Permiten mantener una mejor reserva de agua al suelo, al reducir la evaporación y transpiración de los vegetales (GUYOT, 1963) .
- 3- Sirve de refugio a una flora y fauna útiles (DAMBACH, 1948)
- 4- En si misma constituye una fuente de ingresos para el productor, proporcionándole madera, postes y leña .
- 5- El espolvoreo para el control de insectos es mas efectivo en zonas con protección, por la baja velocidad de los vientos (F.L. OVERLY, citado por STOECKELER y WILLIAMS, 1949) .
- 6- Da belleza y mayor valor al campo .
- 7- En campos con riego pueden ser valiosos para reducir las pérdidas de agua por evaporación, la alfalfa con riego requiere una menor irrigación en campos con protección (STOECKELER y WILLIAMS , 1949) .
- 8- Pero indudablemente el mayor efecto es el aumento de los rendimientos que provoca, especialmente por su efecto sobre el microclima.

DELIMITACION DE LA ZONA PROTEGIDA

Revisando la literatura relativa a las cortinas arboladas, se puede constatar que pocos autores están de acuerdo de cual es el largo de la zona protegida. Este largo, proporcional a la altura de la cortina, se expresa generalmente en múltiplos de la altura de esta, ($x H$). Hay observaciones con todos los intervalos posibles entre 5 y $40 x H$ (BORDEAUX, 1956 ; de BOIX, 1960 ; COMPAGNIE NATIONAL D'AMENAGEMENT DU BAS RHONE ET DU LANGUEDOC, 1961 ; MARION, 1960). Estas diferencias en los resultados experimentales son debidas según CABORN (1957) principalmente a las siguientes causas:

- 1- Largo y forma del perfil de la cortina estudiada.
- 2- Diferencias de permeabilidad del viento .
- 3- Dirección y velocidad del viento en el momento de la medida .
- 4- Nivel de medida adoptado y altura de la cubierta vegetal.

Por todas estas causas para tener una base de comparación, deben usarse criterios uniformes. NAEGLI (1946) propone como límite, donde ocurre una reducción de la velocidad del viento de un 20 % , tomada a 1.40 m. del suelo .

En general se considera que todos los cinturones conservan algún efecto hasta después de los $30 x H$, pero los efectos después de los $20 x H$ son mas bien reducidos (WILLIAMS y STOECKELER, 1959) .

La producción de cosechas sigue una curva similar a la de reducción de la velocidad del viento, aunque no son idénticas, pues la cosecha está también determinada por otros factores del suelo y del microclima (WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, 1962).

En la figura 1 se ve la curva de un promedio de 25 cosechas en Nebraska, Kansas y Minnesota en 1908 y de 50 campos en Dakota del Sur, Nebraska y Kansas en 1935, se ve que la zona de competencia radicular y sombra es de solo $0,5 x H$ y la máxima producción ocurre a los $4 x H$, siendo la zona protegida hasta $15 x H$. En la tabla 1 tomada de STEUBING (1952) tenemos la producción de trigo entre cinturones y en la tabla 2 el desarrollo de diversos cereales a distintas distancias de un cinturón .

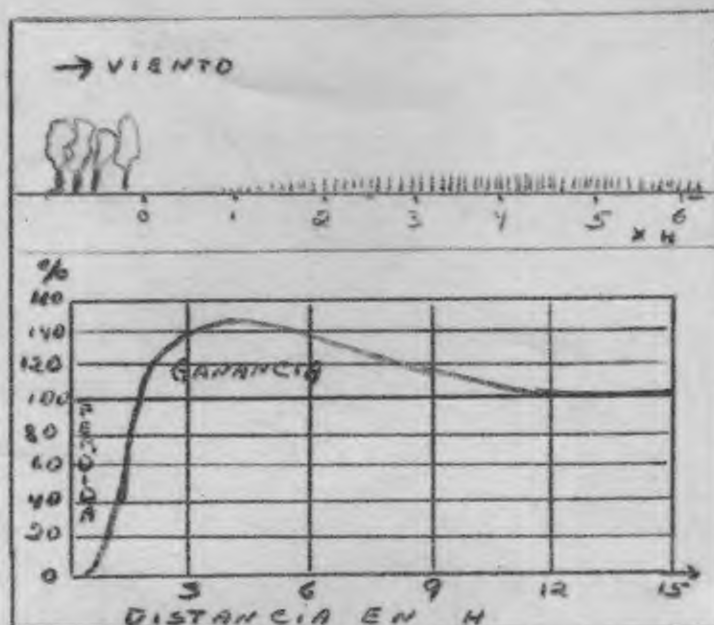


Fig N° 1: Influencia de una cortina arbolada sobre el rendimiento de un campo de cereales. . En la parte superior está representado el corte de un campo de cereales, provisto de cortinas arbolada, mostrando las variaciones de las alturas de las plantas. En la parte inferior se representa el peso de cultivo a distintas distancias de la cortinas.

Tabla N° 1

Desarrollo de un cultivo de trigo entre cinturones (STEUBING, 1952)

Distancia	4	10	20	32	50	75	100	125	152 m.
grano	268	301	<u>491</u>	343	214	235	247	224	225Gr/m ²
paja	460	559	<u>806</u>	532	428	513	485	475	400" "
Lar. tello	130	125	<u>130</u>	115	100	106	105	100	95 cm.

Tabla N° 2

Desarrollo de cultivos en 100 Kg./Ha., a diferentes distancias de un cinturón (WILUSZ, 1958).

DISTANCIA	0	1	4	8	16	24 x H
W del cinturón						
TRIGO:	-	2.25	<u>25.58</u>	22.25	19.67	-
AVENA	25.75	24.62	26.75	<u>30.75</u>	24.75	-
CENTENO						
grano	-	51.69	<u>60.13</u>	50.30	42.06	-
paja	-	25.17	<u>24.36</u>	23.13	20.23	-
E del cinturón						
CENTENO						
grano	41.38	<u>50.69</u>	46.63	37.57	34.11	-
paja	13.31	<u>20.31</u>	19.66	19.39	16.49	-

INFLUENCIA SOBRE LOS RENDIMIENTOS EN LA PRODUCCION DE CEREALES

Se han encontrado claros datos positivos de aumentos de rendimientos de cosechas de cereales, bajo diferentes condiciones de suelos y climas. Esto dificulta, por la variedad de datos de distintas regiones con diferentes condiciones de clima y suelos de las nuestras, tratar de extraer conclusiones, por lo que es urgente la realización de experimentos para comprobar el comportamiento de las cortinas, con los principales cultivos en las condiciones del Uruguay. Con estas salvedades citaremos algunos datos de la bibliografía de este tema.

En el CANADA, región de clima templado continental, STAPLE Y LEHANE (1955), así como PELTON (ORGANIZACION METEOROLOGICA MUNDIAL, 1962) constataron que las cortinas arboladas aumentan los rendimientos de trigo y permiten una mayor eficiencia en el uso del agua por el cultivo, aunque aumentan el consumo (Figure No 2)

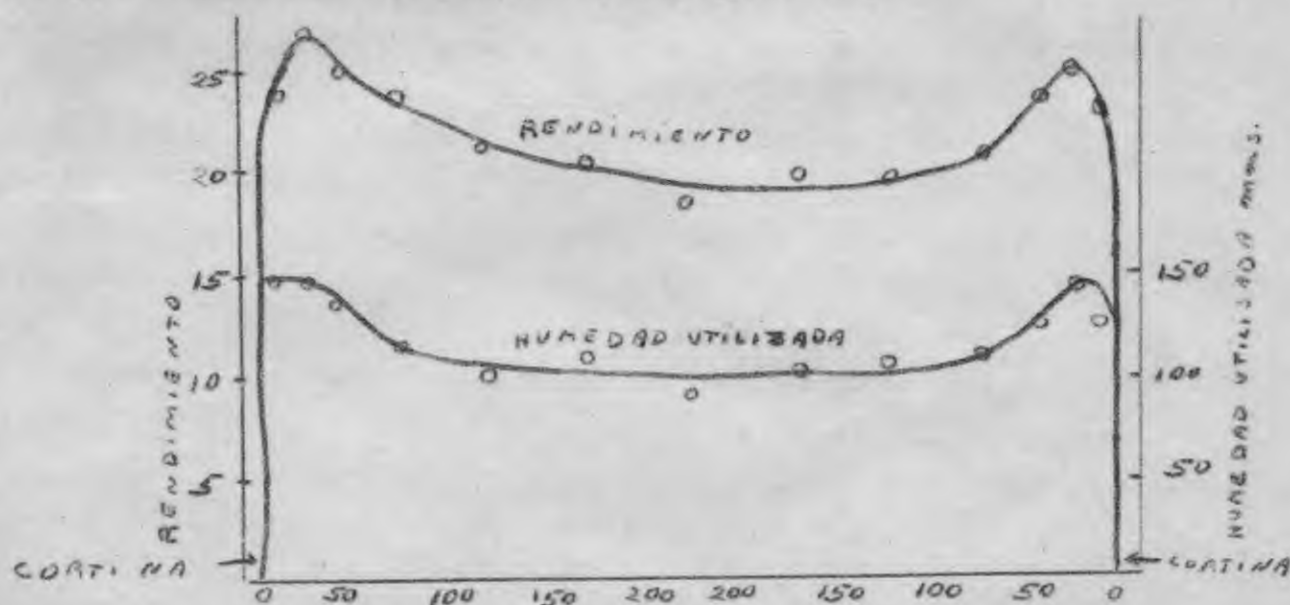


Fig. 2.- Rendimiento y agua utilizada por un cultivo de trigo entre dos cortinas arboladas. (según STAPLE Y LEHANE)

PELTON (WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, 1962) escribió " el promedio de producción ... aumenta en las áreas protegidas (60 x 85 m) en 5,4 Hl./ha. o un 2.3 % sobre el área no protegida. ... Aumentos de un 10 % o mas se obtuvieron a una distancia de 15 x H " .

En los ESTADOS UNIDOS DE AMERICA se comenzaron a hacer plantaciones

sistemáticas de cortinas para protección de cultivos desde 1789, cuando un grupo de Melonitas provenientes de las estepas rusas se instaló en este país (WILLIAMS Y STOECKELER, 1949). Los primeros estudios sobre la importancia de las cortinas en la producción de las cosechas fueron realizados por BATES (1911) en la Llanura Central. Los mayores beneficio los obtuvo con el maíz. En Nebraska con una cortina de 12 m. de altura, la producción de maíz con protección tuvo un incremento de 8 Hl./Ha. a una distancia de 10 x H, y 9,3 Hl./Ha. en la zona de máxima producción . Este aumento era igual a la producción que se podría obtener en un área del doble del ancho de la cortina arbolada, por lo que se compensaba el área ocupada por la cortina y la pérdida debida a la competencia radicular y la sombra . Estudios similares en Kansas y Nebraska, con cortinas de 6 a 18 m. de altura, dieron también resultados positivos en favor de la protección. El aumento en la producción de maíz, equivalía a la cosecha que se podría obtener en un área de 1.03 a 1.93 x H .

En trigo los aumentos fueron menores, con una cortina de álamos encontró ganancia entre 1,75 y 5,0 x H, con un aumento máximo de 8.7 Hl. mas que la producción al aire libre de 13 Hl./Ha., pero esta ganancia apenas compensaba las pérdidas por debilitamiento y sombra que llegaban a 0.5 x H y la producción normal se lograba a una distancia de 1 x H para la mayoría de las especies .

En otro estudio posterior en la misma región BATES (1937) afirma respecto al maíz. " En una estación seca ... no se aprecia el efecto de las cortinas arboladas, ... El beneficio coincide generalmente con un crecimiento normal o mejor al de la estación ".

En las Grandes Llanuras de Dekota del Sur, FERBER ET AL. (1955) hicieron una encuesta con 331 productores ; el 83 % de los encuestados consideraron que las cortinas incrementaban los rendimientos, estimándose este aumento, sin considerar el espacio ocupado por la cortina en:

trigo	1.7 - 2.6	Hl./Ha.
centeno	3.7	" "
maíz	5.8	" "
cebada	6.5	" "

Considerando que el efecto beneficioso de la cortina llegaba a los 100 metros a ambos lados .

Otro estudio en las Grandes Llanuras fué realizado por STAPLE Y LEHANE (1953), cerca de Aneroid (Saskatewan), con producción de trigo protegida por una cortina arbolada de 15 a 19 años de edad y de 2 a 3 m. de altura. El aumento promedio fué de 0.6 Hl./Ha., con un aumento máximo de 4.5 y 5.6 Hl./Ha. , entre 2 y 5 x H. En este estudio se tuvo en cuenta el espacio ocupado por los árboles y la pérdida por arraigamiento y sombra. Esta región tiene un promedio de lluvias anuales de 325 mms.

En ALEMANIA , GORDIENKO et al. (1953) citan a las cortinas como efectivas para aumentar la producción de trigo, duplicando e incluso triplicando la producción normal. En Alemania renana, región de veranos húmedos encontraron HANKE Y KAISER (1954 - 1957) aumentos de 9.2 % en avena, siendo la zona protegida de 30 x H .

En el Noroeste de Alemania, BENDER (1955), en un ensayo que duró tres años sobre suelos arenosos sujetos a erosión eólica, encontraron los siguientes aumentos :

Centeno :

grano 19.4 %

paja 49.5 %

largo del tallo 10.2 %

Pequeños granos : 6 - 19% entre cortinas.

La producción normal fué medida en un campo vecino sin protección y en otros casos se derivó de la curva de producción entre dos cinturones .

Sobre un suelo rendzina en Wurtemberg (Jura), MULLER (1956) encontró aumentos en la producción de maíz (9.7 %), trigo y centeno, con una cortina de 3.5 m. de altura y 30 % de permeabilidad .

VAN EIMERN - FRANKEN - HARRIES (1952) experimentaron con centeno. Estudiaron una franja de suelo arenoso de 10 m. de ancho que se dividió en secciones paralelas a la cortina cada 5 m. . Inmediatamente al lado de la cortina encontrarán una caída de la producción por competencia radicular y sombra y, el máximo de producción estuvo entre los 95 y 100 m. .

En DINAMARCA se viene estudiando el efecto de las cortinas desde

1909, y en la actualidad es el país europeo que mas completos estudios ha realizado sobre este tema, ANDERSEN (1943) nos da un interesante resumen de los primeros trabajos . Estos datos en la actualidad son poco aplicables por haber variado las normas de cultivo de estos cereales, especialmente la forme de fertilizar el suelo, (tabla Nº 3) .

Tabla Nº 3

Efectos de las cortinas de protección sobre los rendimientos de cultivos en Dinamarca en los años 1909 - 1924 .

(ANDERSEN, 1943)

Cultivo	Est.Experimental	R E N D I M I E N T O ⁻¹⁻						Protección del viento
		G R A N O			P A J A			
		Campo abierto	Cortina	%	Campo abierto	Cortina	%	
Trigo	1916 Ringkobing A	2.250	2.500	11,1	4.750	5.350	12,6	W
Centeno	1909 Ribe Amt	1.008	1.419	31,4	4.599	5.649	22,8	W
	1910 Ribe Amt	2.039	2.106	3,3	5.292	5.438	2,7	W
	1922 Hjørring A	3.333	3.867	16,0	6.276	6.783	8,2	W
	Valores medios :	2.151	2.464	14.6	5.386	5.957	10.6	
Cebada	1921 Hjørring A	2.600	3.067	18,0	5.133	6.834	33,1	W
Avena	1912 Ribe A	19933	2.227	15,3	3.460	3.720	7.5	W
	1912 Ribe A	1.893	2.280	20,4	2.894	3.700	27.8	E
	1913 Ringkobing A	775	875	12,9	950	1.025	7,9	W
	1913 Ringkobing A	625	700	12,0	725	775	6,9	E
	1914 Ringkobing A	540	780	44,5	1.250	1.740	39,2	W
	1914 Ringkobing A	494	650	31,6	1.140	1.680	47,4	E
	1915 Ringkobing A	700	900	28,6	1.500	1.800	20,0	W
	1915 Ringkobing A	850	850	0,0	1.750	1.850	5,7	E
	1918 Ringkobing A	1.240	1.480	19,4	2.100	2.160	2,9	W
	1918 Ringkobing A	1.280	1.400	9,4	1.970	2.080	6,1	E
	1922 Hjørring A	3.000	3.500	16,6	6.500	7.400	13,3	W
	1922 Hjørring A	2.833	3.033	7,4	6.500	6.700	3,1	E
1922 Thisted A	2.900	3.500	20,7	5.350	7.250	35,5	W	
1924 Ringkobing A	850	1.000	17.6	850	1.100	29,4	W	
Val. med. protec.W		1.492	1.783	19,4	2.745	3.274	19,3	
Val.med. protec.E		1.329	1.485	11,7	2.495	2.797	12,1	

-1- valores en Kgs. por Ha.

Un trabajo mas completo fué realizado por JENSEN (1954) que controló la producción de cuatro parcelas de 9 x 20 mts. durante 3 años (tabla Nº 4).

Tabla Nº 4

Crecimiento de cereales en areas protegidas (JENSEN, 1954)
valores en %.

Parcela	A	B	C	D	$\frac{A+D}{2}$	$\frac{A+D}{2}$
Promedio de reducción del viento	1%	41%	71%	7%	---	100 Kg/Ha
<u>Jutlandia</u>						
Total de cereales (avena, cebada y centeno)						
<u>1949</u>						
grano	98	104	110	102	100	21,53
paja	99	99	102	101	100	32,53
<u>1951</u>						
Centeno de invierno						
grano	101	103	107	99	100	28,7
paja	99	101	103	101	100	40,5
Promedio de largo de paja						
Centeno inv	100	151	117	100	100	95,4 cms.
Centeno ver	101	101	119	99	100	108,5 cms.
Cebada	93	111	106	107	100	66,7 cms.

En la península de Jutlandia, SOEGAARD (1954) registró la producción de cereales con una cortina de 1 o 2 hileras , obteniendo los resultados siguientes:

Cultivo	% de aumento con abrigo	
	grano	paja
Centeno (3 ensayos)	14,6	10,6
Trigo (1 ensayo)	11,1	12,6
Avena (8 ensayos)	19,5	19,3
Cebada (1 ensayo)	18,8	33,3

En ITALIA, PAVARI Y GASPARINI (1943) hallaron aumentos del 18 % en un cultivo de trigo protegido por una cortina de 5 a 7 m. de altura, en una zona comprendida entre los 6 y 84 m. . En un promedio de 25 % aumento la producción de 8 campos de trigo, en un estudio realizado durante 4 años, en Arborea (Sardinia) y en Pontina localidad cercana a Roma (PAVARI, 1956; SAVI, 1949) .

CALVIANU ET AL. (1956) registraron en MARCULESTI (RUMANIA) aumentos en el rendimiento del trigo protegido de un 23 % y LUPE (1956) en avena 18 % y en trigo entre 20 y 50 % .

En la U.R.S.S. tienen las cortinas forestales una amplia difusión, especialmente en la región de las estepas e incluso hay zonas en las cuales sería antieconómico hacer agricultura sin la protección de las cortinas (GUYOT, 1962) .

La primera cortina fué realizada por el estado en 1895, tiene un ancho variable entre 500 y 900 mts. y un largo total de 2.000 Kms., constituyendo una línea interrumpida desde los Urales hasta el Cáucaso (MORON, 1965)

Los primeros estudios fueron los realizados por SMITH (1929), en diferentes estaciones experimentales (ver cuadro Nº 5).

Estudios posteriores de GORSHENIN ET AL. (1934) dieron también resultados positivos a favor de la protección :

Trigo de verano	20 %
Trigo de invierno	56 %
Centeno	26 %
Cebada	48 %

En la región de Arkadok, MATIAKIN (1934) halló resultados positivos a la protección del trigo de invierno y avena, pero negativos en la producción de centeno y trigo de primavera (tabla Nº 6). Considera el autor que la producción neta es favorable, cuando la superficie de cortinas arboladas no excede el 2 al 5 % del área total, en los experimentos por él realizados ocupaba el 2,64 % .

En la tabla Nº 7 se ve la efectividad de uno de los más antiguos sistemas de cortinas en la región de estepas de Kamennaja (región de Voronez, en la parte central de Rusia europea con suelos negros). El aumento en el año seco de 1954, es visto exceder considerablemente al promedio de los años normales de 1949-53 .

Cuadro No 5

Efecto de las cortinas de protección sobre el rendimiento de los cultivos en la U.R.S.S. (SMITH, 1929)

Estación Experimental	Cultivo	Rendimiento		Aumento en el rendimiento en la estepa abrigada	
		Estepa abrigada	Estepa abierta	Qm.	%
		Qm. por Ha		Qm.	%
Estepa Kamennaja	Centeno				
	grano:	16,3	13,9	2,4	17
	paja :	39,9	34,2	5,7	17
	Avena				
	grano:	14,2	13,8	0,4	3
	paja :	27,3	27,4	- 0,1	0

Saratow	Trigo :	15,4	9,3	6,1	66
	Centeno :	23,8	17,3	6,5	38

Mariupol	Trigo :	17,1	9,7	7,4	76
	Cebada :	15,2	10,2	5,0	49

Krasnokusk	Centeno :	13,1	11,8	1,3	11
	Trigo :	11,7	6,2	5,5	88
	Trigo :	7,7	6,8	0,9	13
	Cebada :	23,7	18,5	5,2	28

Rostashi	Trigo inv.				
	grano:	14,3	12,4	1,9	15
	paja :	33,2	29,4	4,7	16
	Trigo prim.				
	grano:	12,8	12,1	0,7	6
	paja :	23,2	22,6	0,6	3

Guselskii	Centeno				
	grano:	14,2	11,8	2,4	21
	paja :	35,1	30,7	4,4	14
	Trigo inv:	11,2	9,1	2,1	23
	Trigo prim	12,7	12,3	0,4	3
	Avena :	14,8	16,7	- 1,9	- 11

Cuadro Nº 6

Influencia de las cortinas arboladas en la región de Arkadek, en la U.R.S.S. (MATIAKIN, 1934)

<u>Cultivo</u>	R E N D I M I E N T O		Aumento neto en %
	<u>sin protección</u>	<u>con protección</u>	
Trigo de inv.	1.140	1.215	6.9
Avena	1.150	1.197	4.1
Centeno	--	--	-10.6
Trigo primavera	--	--	- 0,5

Cuadro Nº 7

Comperación de la producción en zonas de estepas con y sin protección en años normales y secos (ALEKSANDROV, 1955)

	Prod. en 50 Kg/Ha				Incremento de produc.			
	Promedio 1949-53		Año seco 1954		50 Kg/Ha		%	
	con cint	sin cint	con cint	sin cint	1949-53	1954	prom 1949-53	1954
Trigo inv.	26.4	23.1	22.0	15.0	3.3	6.1	14	38
Trigo verano	13.6	10.8	9.9	7.1	2.3	2.8	25	35
Cebada	25.6	21.0	22.0	13.3	4.6	8.7	22	65
Avena	24.0	20.3	14.0	9.1	3.7	4.8	18	54

Para el oeste de Siberia, RAKIVIENKO (1954), encontró que la producción con protección fue de un 30 a un 40 % superior a la sin protección , pero en el año lluvioso de 1950, fué mayor la producción de los campos sin protección (cuadro Nº 8)

Cuadro Nº 8

Producción de trigo de verano en un sistema de cortinas y el aire libre cerca de Omsk, Siberia (RAKIVIENKO, 1954)

Año	1948	1949	1950	1951	1952	Promedio	
Sin prot	14.4	19.4	30.5	19.5	10.3	18.8	50 Kg/Ha.
Con prot	20.0	27.1	24.6	26.4	15.4	22.7	50 Kg/Ha.
Aumento	39	39	± 19	30	49	21	%

Muchas y muy notables son las diferencias entre un año seco y otro lluvioso, y esto se nota nuevamente en los cuadros Nº 9 y 10 tomados de ZUKOWSKY (1950) .

Cuadro Nº 9

Comparación de la producción en campos con y sin abrigo en años secos y húmedos .

TRIGO	Años de sequía	Años húmedos
Campos con abrigo	845 Kg./Ha.	1900 Kg./Ha.
Campos sin abrigo	252 " "	1600 " "
Aumento debido a las cortinas	285 %	19 %

Cuadro Nº 10

Aumento del rendimiento de varios cultivos, medido en porcentaje del rendimiento medio

Cultivo	Años húmedos	Años secos
Trigo de primavera	10 %	150 %
Trigo de invierno	20 %	300 %
Centeno	20 %	200 %

GAGARIN (1949) realizó con centeno un estudio en la estepas de Kamenneja, durante 12 años.(cuadro Nº 11). El mayor incremento corresponde al año 1921 que fué seco, mientras, que los años que dió resultado negativo la protección fueron en 1927 y 1928 que fueron lluviosos.

Cuadro Nº 11

Influencia de los cinturones forestales en la producción de centeno en la estepa de Kamenneja, en 100 Kg/ Ha .

Año	1914	1918	1921	1923	1924	1925	1926	1927	1928	1929	1930
Con abrig.	13.4	12.3	2.2	5.7	7.6	12.4	17.6	18.9	18.2	19.3	12.7
Sin abrig.	17.4	13.3	8.7	9.3	11.0	12.5	21.5	17.6	13.3	19.8	16.4
Incremento	3.0	7.0	295.0	63.0	43	1	22	- 7	-27	21	29 %

En la estación Experimental de Oblivkaia (citado por MORON,1965) se estudió durante 7 años los efectos de cortinas de Pinus silvestri de 30 años de edad en el cultivo de centeno . La zona protegida es de 12 veces la altura de los árboles (cuadro Nº 12)

Cuadro N° 12

Resultados obtenidos en la Estación Experimental de Oblivkaia
(citado por MORON, 1965)

<u>Cultivo</u>	<u>Producción Kg/ha</u>		<u>Diferencia</u>	
	sin protec.	con protec.	Kg/ha	%
Centeno	750	1.140	390	52.0
Cebada	560	710	150	27.0

El Instituto para el Mejoramiento Agrícola y Forestal de Volgogrado comprobó que al 6º año ya se manifiesta los beneficios de la protección y que a los 10 años el aumento de las cosechas reembolsa las inversiones efectuadas y cubre la falta de producción agrícola en la superficie forestada. En esta región la producción media de cereales es de 3.200 Kg. incluyendo el 17 % de incremento por efectos de las cortinas o sea un sur plus de 544 Kg. de cereales por Ha. Este instituto ha determinado el grado de consecuencia económica del sistema de cortinas en la región de estepas (ver cuadro N° 13) (MORON , 1965) .

Cuadro N° 13

Eficiencia económica del sistema de cortinas en la zona de estepas
de la U.R.S.S. (Komlev citado por MORON(1965) -I-

<u>Concepto</u>	<u>CAUCASO DEL NORTE</u>			
	Sovjós Tichoretsky	Sovjós Gegant	Coljós XXII Congreso	Coljós Majak
Sup de cortinas forestales en Ha.	853	1.954	353	460
Largo de las cortinas en Kms.	524	1.070	153	230
Sup. protegida en miles de Ha.	19.6	33.0	4.5	10.4
Producción adicional por efecto cortinas				
a) trigo (miles quint.)	30.6	60.0	6.0	26.6
b) Forrajes en miles de unid. aliment.	4.900	9.800	900	930
c) Madera de relevo de los bosques (m ³)	1.100	2.700	650	800

Tabla N° 13 -II-

Eficacia económica del sistema de cortinas forestales en la zona de estepas de la U.R.S.S.

Concepto	Región del Volga		Siberia del Norte		
	Coljós Deminsky	Sovjós Dinamo	Coljós Rodina	Coljós Lenin	Est. Agric. Kustanay
Sup de corti nes en Ha.	570	619	190	183	326
Largo de las cortinas Km.	590	1.070	93	233	128
Sup protegida en miles Ha.	15.8	11.5	5.3	5.2	4.3
Produc. adicional por efecto de las cortinas					
a) Trigo miles quin- tales	22.6	9.2	6.8	7.7	8.0
b) Forrajes en miles unid. alim.	1.900	835	770	310	280
c) Madera de raleo de bosques m ³	800	530	150	340	--

Fuente: Prof A.A. Komlev (citado por Morón, 1965)

INFLUENCIA DE LAS CORTINAS ARBOLADAS EN LOS RENDIMIENTOS DE

PRODUCCION ANIMAL

Para el ganado, las plantaciones de forestales se pueden hacer en forma de cinturones, similares a los usados para agricultura, o plantar pequeños montes de forma variada, en lugares determinados del campo.

La finalidad buscada es proporcionarle al ganado sombra y abrigo, y el uso de cinturones tiene además la ventaja de obtenerse una mayor producción de forrajes en su zona de influencia.

1- SOMBRA

Aunque en nuestro país no se han realizado experimentos sobre las ventajas de la sombra, CABRIS (1963) considera que " el efecto del sol en los meses de verano en nuestros campos de cría, repercute desfavorablemente en el desarrollo del ternero ".

En Luisiana (Estados Unidos de America), región de clima bastante similar al nuestro; se estudió durante 4 años el efecto de la sombra sobre vacas y terneros de las razas Hereford y Aberdeen Angus, ver cuadro N°1 (Mc DANIEL Y ROARK, 1956) .

Cuadro N° 1

Efecto del tipo de sombra sobre la performance y el hábito de pastoreo en terneros y vacas Hereford y Aberdeen Angus .

Tratamiento	Sombra nat. abundante		Sombra nat. escase		Sombra artificial		Sin sombra	
	Vac.	tern	Vac.	Ter.	Vac.	Ter.	Vac.	Ter.
Número	255	255	110	110	40	40	112	112
Prom. peso Kg.	456	152	480	153	448	161	435	146
Gen/diar. ggs.	584''	483''	453'	742'	380	806'	-226	534
Hábito de pastoreo (6 AM - 7 PM)								
Pastoreando horas y min.	4:16	3:05	4:13	2:45	3:58	3:06	3:47	2:42
Paredos horas y minutos	4:16''	4:00''	4:30''	4:03''	3:55'	3:48''	6:40	5:12
Promedio de temperatura máxima Cent.	32º	32º	33º	33º	31.3º	31.3º	30.5º	30.5º
Promedio de humedad %	63.1	63.1	62.4	62.4	62.8	62.8	64.0	64.0

Las condiciones que se efectuó este experimento son muy similares a las de los meses de enero y febrero en nuestro país. Vemos que la diferencia de ganancia diaria entre los terneros con sombra abundante y los sin sombra es de 304 grs., o sea que en esos dos meses del verano podría esperarse una diferencia de aumento de peso de 18 Kg. por animal.

Otra conclusión interesante es que los animales con sombra, pastorean mas tiempo por día que los sin sombra. Esto refuta una de las críticas que mas frecuentemente se le hace a la sombra en nuestro país, de que la sombra "envicia" al ganado, es decir que este queda en la proximidad del monte, mientras que si no tuviese sombra estaría pastoreando, vemos que esto es completamente falso . .

La sombra es tambien importante en los bebederos, para poder proporcionarle el ganado agua fresca. En Illinois , (citado por SNAPP y NEUMANN, 1962), se tuvieron dos lotes de novillos de ganado de carne, uno con sombra en los bebederos y el otro lote con los bebederos descubiertos . La diferencia en la temperatura del agua fué de 6° C. y el consumo fué un 9.4 % menor en los que tenían el agua mas fresca. La conclusión de los autores que el menor consumo de agua permite al animal un mayor consumo de alimento, y por lo tanto mayores ganancias de peso .

2-ABRIGO

Las ventajas del monte como abrigo de las inclemencias del tiempo son conocidas en nuestro campo. Son practicas comunes el llevar las majadas despues de esquiladas y efectuar las pariciones en potreros con abrigo . Sabe nuestro productor que con ello "salva" muchos animales durante los temporales. Pero el monte es tambien beneficioso durante todo el invierno, permitiendo que el ganado soporte mejor las bajas temperaturas. Si se tuviese todo el ganado durante el invierno en potreros con buenos montes de abrigo, serian mucho menores las pérdidas de peso del ganado .

En Montana (WILLIAMS y STORCKELER, 1949) se tuvo durante el invierno dos lotes de novillos, uno en potrero con protección de árboles y arbustos y el otro con alguna protección de un cobertizo. El primer lote ganó 15.8 Kg. de promedio durante un invierno moderado y perdió 13.6 Kg. por cabeza durante un invierno severo que los del lote expuesto .

En Dakota del Sur se pasaron dos lotes de ganado de carne antes y despues de un temporal de tres días de duración. Un lote de animales estuvo durante el temporal protegido por una hilera de árboles y el otro sin ninguna protección. El lote con protección perdió 13 Kgs. menos por cabeza (citado por WILLIAMS y STOECKELER, 1949) .

3- PRODUCCION DE FORRAJE

Ademas de los beneficios de la sombra y el abrigo, con la cortina arbolada se obtiene un incremento en la producción de forrajes. Según GADMAN (1954) , este aumento es debido a que el abrigo " hace que los pastos vegeten mas temprano y por lo tanto sea mayor la producción. Pueden conseguirse mejores estirpes de gramíneas y con ellas pastorear un mayor número de animales" . FLENSBORG y LAUSSEN (1941) midiendo la producción en franjas paralelas a cortinas arboladas, sembradas con gramíneas y leguminosas, a ambos lados, obtuvieron la gráfica N° 3 donde se ve que hay un claro efecto positivo hasta los 10 x H de un lado y hasta los 14 x H del otro . La producción total es significativamente superior , incluyendo la zona de competencia radicular y el espacio ocupado por los árboles .

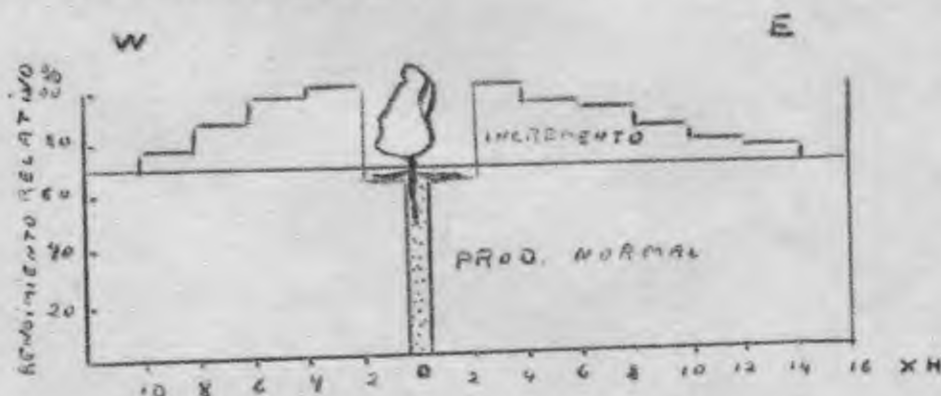


Figure N° 3 : Influencia del abrigo en el crecimiento de praderas de gramíneas y leguminosas en Dinamarca (FLENSBORG y LAUSSEN, 1941)

En ocho ensayos con gramíneas y leguminosas en Dinamarca, SOERGAARD (1954) encontró un promedio de aumento en la producción de 21.4 % .

En Wyoming (EE. UU.) , QUAYLE (1941) que la cosecha de forrajes protegida por una hilera de árboles de 6 m. de altura, rindió el doble que la sin protección (880 Kg./Ha.) .

VAN ELMERN (1953) estudió la producción de un campo protegido por una hilera de árboles de 3 m. de altura, la pastura a los 2 m. del cinturón tenía 28 cms. de altura, a los 12 m. tenía 20 cms. y 13 cms. a los 34 m. .

En Rusia, GERSHWIN (1934) cita aumentos de 20.3 % para alfalfa y IGNATIEV (1962) dice que es aumentada la producción de alfalfa y de trigo forrajero, pero no menciona cantidades.

En Dakota del Sur (EE.UU.) una encuesta entre 331 granjeros, dió una estimación del aumento obtenido en cosechas de heno de alfalfa en chacras protegidas como de 0.56 Tt. de aumento, pero sin considerar la superficie ocupada por los árboles .

CONCLUSIONES

En nuestro país se hacen plantaciones de cortinas rompevientos para protección de cultivos de huerta y frutales, pero no son usadas en agricultura extensiva y los agricultores desconocen sus beneficios. En otros países como vimos su uso está generalizado y existen regiones de clima seco como las estepas rusas, donde resultaría antieconómico hacer agricultura sin ellas.

De las experiencias realizadas en el extranjero, a pesar de ser en distintas condiciones de clima, suelos, prácticas culturales, etc. podemos sacar algunas conclusiones generales aplicables a nuestro país.

1- Las cortinas arboladas mejoran los factores básicos de la producción agrícola, evitando los daños mecánicos causados por el viento y especialmente al disminuir el movimiento del aire en la zona protegida, se produce un aumento de la humedad relativa ambiente que provoca una disminución de la evaporación y transpiración de los vegetales, permitiendo el suelo mantener una mejor reserva de agua.

2- La extensión de la zona protegida tiene un largo de 20 a 30 veces la altura de los árboles de la cortina, estando la parte de mayor producción entre 4 y 10 x H. Esto varía según los cultivos, clima de la región, etc.

3- La cortina ocupa una parte del terreno que se podría usar también para la siembra de cereales, que oscila entre un 4 a 5 % en regiones de clima seco como las estepas rusas y un 2 - 3 % en zonas de clima no tan severo como Dinamarca, Italia, etc.

4- Inmediatamente a la cortina tenemos una faja paralela, en la cual por la sombra y las raíces de los árboles se produce un descenso de hasta un 50 % en la producción de cereales. El ancho de esta zona oscila entre 0.5 y 3.5 veces la altura de la cortina arbolada, variando según el tipo de sistema radicular de los árboles, el cultivo y la fertilidad y textura del suelo, pero generalmente no pasa de 1 x H. Eligiendo especies forestales de sistema radicular no muy dilatado y superficial y cavando zanjonés paralelos a la cortina se puede reducir mucho este inconveniente.

Cuadro No15

Resultados obtenidos en cultivo de cereales con protección
de cortinas arboladas

<u>País</u>	<u>Relacion con prod. normal</u>	<u>Autor</u>
<u>a) TRIGO</u>		
Alemania	9.7 %	Müller, (1956)
"	200-300 %	Gordienko (1953)
Canadá	2.3 %	Pelton (citado W.M.O. 1963)
Dinamarca	11.4 %	Andersen (1943).
"	11.1 %	Soegaard (1954)
Estados Unidos	66 %	Bates (1937)
"	1.7-2.6 HL/Ha.	Ferber et al.(1955)
Rusia	36 %	Smith (1929)
"	38%	Gorshenin et al (1934)
"	3.8%	Matiekin (1934)
"	28 %	Aleksandrov (1955)
"	25.5 %	Rakivienko (1954)
"	151.0 %	Zukowsky (1950)
Italia	18 %	Pavari y Gasperini (1956)
"	25 %	Pavari (1956)
"	25 %	Savi (1956)
<u>b) AVENA</u>		
Alemania	9.2 %	Hanke y Kaiser (1954-57)
Dinamarca	19.5 %	Soegaard (1954)
Rusia	- 3.5 %	Smith (1929)
"	4.1 %	Matiekin (1934)
"	36.0 %	Aleksandrov (1955)

Cuadro Nº 15, cont

Resultados obtenidos en cultivo de cereales con protección de cortinas arboladas

<u>País</u>	<u>Relación con prod. normal</u>	<u>Autor</u>
<u>c) CENTENO</u>		
Alemania	19.4 %	Bender (1955)
"	9.7 %	Muller (1956)
Dinamarca	14.6 %	Soeegaard (1954)
Estados Unidos	3.7 Hl/Ha	Ferber et al (1955)
Rusia	24 %	Smith (1929)
"	50.3 %	Gagarin (1949)
"	- 10.6 %	Matiakin (1934)
"	26 %	Gorshenin (1934)
"	110 %	Zakowsky (1950)
"	52 %	Es. Ex. Obirskai (cit. por Moron, 1965)
<u>d) MAIZ</u>		
Alemania	9.7 %	Muller (1956)
Estados Unidos	8.0 Hl/Ha	Bates (1937)
"	5.0 Hl/Ha	Ferber et al (1955)
<u>e) CEBADA</u>		
Alemania	19.0 %	Bender (1955)
Dinamarca	18.0 %	Andersen (1943)
"	18.8 %	Soeegaard (1954)
Estados Unidos	6.4 Hl/Ha	Ferber et al (1955)
Rusia	31 %	Smith (1929)
"	48 %	Gorshenin (1934)
"	34 %	Aleksandrov (1955)
"	27 %	Est. Exp Obliskav, (citado por MORON, 1965)

5- Se han encontrado aumentos en los rendimientos debido a la protección de cortinas rompevientos en cultivos de arroz, trigo, avena, cebada, centeno, maíz y sorgos, es decir para todos los cereales cultivados en nuestro país. En el cuadro 15 tenemos un resumen de los resultados que se han obtenido en distintos países. Los rendimientos de los cultivos con protección se han calculado considerando el área total, es decir incluyendo el espacio ocupado por los árboles, así como la zona de sombra y competencia radicalar.

Los cultivos que han sido más estudiados son: avena, centeno, cebada y trigo, siendo pocos los estudios sobre maíz, arroz y sorgos.

Comparando los resultados de distintos países, se puede ver que los mayores efectos de la protección se obtienen en climas secos y fríos, mientras que en regiones más húmedas son inferiores los resultados. Comparando los datos de las estepas rusas, con los Dinamarca que posee un clima marítimo, se comprueba esto. Posiblemente en una región de clima húmedo, la protección tenga muy poco efecto o incluso pudiera tener un efecto negativo, pero desgraciadamente no hay todavía estudios en regiones de estas condiciones climáticas.

Como vimos el cinturón rompeviento permite que el suelo mantenga en mejores condiciones sus reservas de agua, esta es la causa de que en años de sequía sean muy superiores las cosechas protegidas, que llegan a duplicar e incluso triplicar a las cosechas sin protección.

Para nuestro clima, salvo en inviernos muy lluviosos, las cortinas provocarían un aumento de los rendimientos, pero la vemos como muy importante para los cultivos estivales, como el maíz e incluso los sorgos, cuya cosecha por las frecuentes sequías de los meses de enero y febrero, son una incógnita para el productor. Es decir, que la cortina arbolada aparte del aumento de producción que daría en años normales, sería para el agricultor un seguro de poder obtener la cosecha en caso de sequía.

Los estudios que se han efectuado sobre el uso de cortinas arboladas en ganadería han sido pocos y restringidos a ganado de carne, aunque son indudables los beneficios que tienen también para el ganado lechero y los ovinos, que posiblemente superen a los de agricultura.

B I B L I O G R A F I A

- ANDERSEN, P.C.; 1943 : Laetplantnings-Bogen (Manual de cortinas protectoras). Udgivet af det danske Hedeselskab. 5th. ed. Viborg. Carl Mortensens Bogtrykkeri.
- ATKINS; 1962: Conservation plant material for the Great Plains. Journal of soil and water conservation, Vol 17, Nº 5 ,199-203.
- BATES, C.G.; 1911: Windbreaks: their influence and value. Washington, D.C., U.S. Forest Service. Bull. 86.
- BATES, C.G.; 1934: The Plains shelterbelt project. Jour. For., 32 : 978-991 .
- BATES, C.G.; 1944: The windbreaks as a farm asset. Washington, D.C., U.S. Depto. Agric. Farmers' Bull. 1405 .
- BODEAUX A. ; 1956 : De l'utilité en Campine de rideaux abris contre les vents. Bull. Soc. R. forest. Belgica 463-476 .
- de BOIXO P., 1960. De la protection des cultures contre les dégats du vent. C.R. Acad. Agric. 46, 585-596.
- BENDER, M., 1955: Einfluss des Windschutzes auf den Bodenertrag. Mitt. dtsh. LandwGes., 70; 767-770.
- COMPAGNIE NATIONALE d'AMENAGEMENT DE LA REGION DU BAS-RHONE ET DE LANGUEDOC, 1965: Les abris et les coupe-vent.
- CALVIANU R., 1956: Résultats ayant trait a l'effe des jeunes écrans brise-vent sur les principales cultures agricoles du Baragan et de la Dobrogea. Anl. Inst. Cercet. Agron., Ser.A, 27:157-170.
- CABORN, J.N., 1957: Shelterbelts and microclimate. Forestry Commission Bull. Nº 20.
- CABRIS J., 1963: Apuntes de Bromatología. 2ª curso .Estación Experimental de Agronomía de Paysandú .
- CADMAN, W.A., 1954: Shelterbelts for Welsh hill farms. London, Forestry Commission. Forest Record 22, 30 pags.

- DAMBACH, 1948: A study of the ecology and economic value of crops field border. Columbus, Ohio, Ohio State University. Biological Science Series 2 .
- van Eimern, 1952: Bemerkungen über die Veränderlichkeit des Schutzeffekte von Windschutztreifen. Die Holzwirtschaft, N° 3 .
- van EIMERN-FRANKEN, E. + HARRIES, H. 1956: Ergebnisse von Windschutzuntersuchungen in Hamburg-Garstedt 1952. Hilstrup bei Münster, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Landwirtschaftsverlag.
- FERRER, A. E., FORD, A. L. y McCORDY, S. A.: 1955: Good windbreaks help increase South Dakota crop yields . S. Dak. State Col. Agr. Expt. Sta. Cir., 118 . 16 pag.
- FLENSBORG, C. E. y HØKKERTVED, C., 1938: Løsvirkningsundersøgelser og typøbestemmelser af læhegn (Eficacia de las cortinas protectoras). Hedeselsk. Tidskr., 59, Aernummer 4:80-136.
- FLENSBORG, C. E. y LAURITSEN, M. 1941: Det Hedeselskab: anledning af 75 års jubilæet, 28 Marts 1941. (La sociedad danesa de esterrosales: 75 aniversario de su fundación, 28 de marzo de 1941). Vigorg, Det Danske Hedeselskab. 143 pag.
- GEORGE, E. J. 1953. 31 years results in growing shelterbelts on the Northern Great Plains. U.S. Depto of Agric. Circular N° 924.
- GUYOT, G., 1963, Les brise-vent, Modification des microclimats et amélioration de la production agricole. Ann. Agron. 1963, 14 (4). 429-488.
- GORDIENKO, M. 1953. Der einfluss des Waldes bzw. der Waldschutzstreifen auf die Wasserverhältnisse und den Grundwasserstand in Böden . Dtsch. Landw., 4:43-46 .
- GAGARIN, B. 1949. Holzanbau zum Schutz der Felder in Russland. Forstw. Obl., 68:572-602 .
- GORSHENIN, N. M., PANFILOV, Y. B., GODJUNOFF, N. T. y otros, 1934: Improvement of farmland in the irrigated region of the Zavołjje, Moscow, Goslestechnizdat. 143 pag. (U.R.S.S. All-Union Inst. of Forest Culture and Forest Melioration, Expt. 4 (U.S. Forest Serv. Transl. 64.)).

- HANKE, E. y KAISER, H. 1954. Untersuchungen über den Einfluss eines künstlichen Windschutzstreifens auf den Ertrag von Zuckerrüben im Jahre 1954. Z. Acker-pflanzenbau, 102: 81-100.
- HANKE, E. y KAISER, H. 1957. Untersuchungen über die Auswirkung von Windschutzstreifen auf den Ertrag von Hafer, Hafer-Gerste-Gemisch und Zuckerrüben im Jahre 1955. Z. Acker- Pflanzenbau, 103: 90-110.
- IGNATIEV, S.N., 1940, Shelterbelts and yield of perennial forage crops. All-Union Acad. Agr. Sci. Trans. ?Plant prod. Sect., Lening 3: 9-13 .
- JENSEN, M. 1954, Shelter effect: Investigations into the aerodynamics of shelter and its effects on climate and crops. 264 pages. Copenhagen. (Forestry Abs. 16:216.1955).
- van der LINDE, R.F., 1962. Arboles situados fuera del bosque, La influencia de los montes, F.A.O. 153-225 .
- van der LINDE, R.F., 1956: Information regarding shelter in cultivated areas: recognition of its importance and its application. Document, 12th Congress, International Union of Forest Research Organizations, Oxford. section 11.
- LUPE, I., 1956: Influence des écrans forestiers sur les récoltes de blé et d'avoine dans le Seragen et le Dobrogea en 1952 et 1953. Bulletin Statistique, Section de Biologie et Étienne Agricole, 8, 1, 190-208 .
- MATIAKIN, G.I., 1934: Rostishi shelterbelts. In Opyty i Issledovania . Experiments and investigations 5: 27-60 (U.S. Forest Serv. Trans. 153).
- MARION, J., 1960: L'avenir du bocage breton. Telus boisés et brise-vent Ceb, Ing. agron., No 142, 36-42 .
- MARION, J., 1960: Les brise vent au Jutland. Rev. Forest. Franc., No 2 129-142 .
- MULLER, T., 1956: Versuche über die Windschutzwirkung von Hecken auf der Schwäbischen Alb. Hannover. Umschaudienst des Forschungsausschusses, Landschaftspflege und Landschaftsgestaltung der Akademie für Raumforschung und Landesplanung, 6 (1/2).

- MATSTSEI, Z. y YOKOYAMA, M. 1955: (On the efficiency of the wind-break hedge in protecting the rice crops in Horomui district. Hokkaido Forest Expt. Sta. Spec. Rpt. 3: 168-177 (Forestry Abs..16: 92-115).
- MORON, I., 1965: La forestación de suelos arenosos continentales en la Unión Soviética, Silvicultura, N° 22:33-39.
- MCDANIEL y ROARK, 1954: Efecto del tipo de sombra sobre la performance y los hábitos de pastoreo en vacas y terneros Hefeford y Aberdeen Angus, Jour.An. Sci. Vol 185: 59 .
- NARGELI, W., 1946: Weitere Untersuchungen über die Windverhältnisse im Bereich von Windschutzstreifen. Mitt. schweiz. ZenAnst. Forstl. Versuchsw., 29:221-226.
- OLBRICH, A., 1949: Windschutzpflanzungen. Hannover, Verlag M. & H. Schaper. 84 pag.
- PAVARI, A., 1956: Frangiventi. Roma, Ramo Edit. degli Agricoltori, 138 pag.
- PAVARI, A & GASPARINI, M., 1943: L'azione di difesa del frangiventi sulle colture granarie. Firenze, Mariano Ricci, 34 pag.
- QUAYLE, W.L., 1941: Shelterbel increases hay yields. In practical results from the state experiment farms. Wyo. Agr. Exp. Sta. Bul 243, 9 pag. .
- SMITH, L.P., 1929. Lee, hegn- og smæplantning (Abrigos y empalizadas y plantaciones pequeñas). København, Nielson & Lydiche.
- SOEGAARD, B., 1954: Outline of shelter belts and shelter belts test in Denmark. Proceeding, Congress International Union Of Forest Reserch Organizations, Rome, 1953 Sección 11 (3). 12 pags.
- STAPLE, W.J., & LEHANE, J.J., 1955: The influence of field shelterbelts on wind velocity, evaporation, soil moisture, and crop yield. Canad. Jour. Agr. Sci. 35:440-453.
- STREUBING, L., 1952: Der tau und seine Beeinflussung über Windschutzanlagen. Biologische Zentralblatt, 71 (5-6) 282-313.

STEBING, L., 1952-53: Experimentelle Untersuchungen über die Veränderung der Standortefaktoren durch Windschutzanlagen. Oikos 4 (11) 118-157 .

STOECKELER, B.H., 1962: Shelterbelt influence on Great Plains Field environments and crops, U.S. Depto agric. Prod. Res. Reprt №62

STOECKELER & WILLIAMS, R.A., 1949: Windbreaks and shelterbelts. U.S. Depto. Agr. Yearbook 1949, 191-199 .

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, 1962: Windbreaks and shelterbelts, Technical note № 59 .

ZUKOWSKI, A.A., 1950: Afforestation and soviet agriculture. Timb. News, 58 (2130): 149-151 .

Harry K. Soffel

Phillip J. Douglas
R. Stutz