

057.

FACULTAD DE AGRONOMIA

CATEDRA DE SILVICULTURA GRAL.

FUNDAMENTOS GENERALES PARA INSTALACIONES FORESTALES DE INFLUENCIAS BASADAS EN EL MANEJO DE DOS GRUPOS EXTREMOS DE SUELOS :

PIANOSILES Y GRUMOSILES

EL 5 NOV. 1971

setiembre de 1971

miguel kröger

**FUNDAMENTOS GENERALES PARA INSTALACIONES FORESTALES  
DE INFLUENCIAS BASADAS EN EL MANEJO DE DOS GRUPOS  
EXTREMOS DE SUELOS: PLANOSOLES Y GRUMOSOLES**

---

**- RESUMEN -**

- I Se mencionan algunas generalidades sobre abrigos, cortinas y refugios forestales.....  
REFERENCIAS GENERALES
- II Se hace referencia al tratamiento de cuencas..  
CUENCAS
- III Se tratan algunos factores climáticos en relación a la instalación forestal..... CLIMA
- IV Se mencionan los suelos del país a nivel de grandes grupos y su relación con las especies forestales..... SUELOS
- V Se indican distintas prácticas relacionadas con el laboreo del suelo y con la aplicación del arado cincel..... ARADAS
- VI Se indican las prácticas más adecuadas de instalación en relación a los suelos y manejo de aguas superficiales..... INSTALACION
- VII Se expone un resumen de los efectos mecánicos que producen las cortinas frente a los vientos..... DISEÑO Y EFECTO DE LA CORTINA
- VIII Se agrega un resumen bibliográfico.....  
BIBLIOGRAFIA

setiembre de 1971 - Ombues de Lavallo. - M. Kröger



## REFERENCIAS GENERALES

- I - 1) Los abrigos, las cortinas, y los refugios forestales se instalan formando grupos de variados diseños y generalmente constituidos por especies de árboles diferentes. Otras veces es más adecuado formar un muro vegetal realizado con una única especie.
- I - 2) Con árboles de hojas caducas o perennes se instalan cortinas o abrigos adecuados a diversas situaciones ecológicas.
- I - 3) Aunque existen vocabularios propuestos por instituciones forestales, definiremos tres términos que en el Uruguay están aprobados por la costumbre:
- ABRIGOS:** Son grupos de árboles diseñados para resguardar a los animales de los extremos climáticos, principalmente de temperaturas y vientos sin que los hatos o majadas sean manejados al efecto; los animales buscan por sí mismos el abrigo.
- CORTINAS:** Preferentemente se instalan para resguardo de cultivos y praderas artificiales, actuando principalmente sobre el balance de agua en el suelo, evitando al contener los vientos, una evapotranspiración excesiva.
- REFUGIOS:** Se instalan para resguardar a los animales de los temporales. Normalmente los refugios son para ovinos en oportunidad de post-parto y post-esquila. Las majadas son manejadas y no se dejan libres en el campo.
- I - 4) En el Uruguay dichos términos se aplican de acuerdo a un criterio de uso.
- I - 5) Los abrigos, las cortinas y los refugios integran los llamados servicios de influencias por ejercer un servicio y una influencia; ocasionan servicios directos al objeto tratado (animales, vegetales, suelos, etc.) e influyen las condiciones locales (microclima) por los efectos que producen.
- I - 6) El hombre también es influenciado por el acondicionamiento forestal. No abordamos el tema por ser específico del Urbanismo. Este estudia el tema en relación a la vivienda, a la ciudad y a las rutas según las temperaturas, los vientos, la insolación, la nieve, e incluso en relación a las ondas y reflejos sonoros de acuerdo a la naturaleza de los follajes según las especies; además, considera la expresión plástica por tamaño, forma, color y textura de las diferentes especies y sus variaciones anuales en relación a esos aspectos.

Los ensayos negativos que antes hemos mencionado no han con-  
templado lo que se indicó precedentemente.

no tienen la misma dirección que los dominantes.  
a los vientos más fuertes (temporales) que generalmente  
2) La cortina debe proyectarse también como resguardo frente  
que disminuir por medio del abrigo.

tes son los que producen la evaporación que hay  
mente a los vientos dominantes. Estos vientos dominan  
para lo cual la cortina debe orientarse perpendicular  
1) Un mejoramiento en el nivel de producción de pasturas,  
funciones:

ne debe tenerse en cuenta un diseño que contemple dos si-  
Si una cortina se instala para producir un aumento de car-  
cal de los vientos.

b) Se orienta mal la cortina de acuerdo a la dirección lo-  
vas para el objeto tratado.

ginal componentes complejas en el flujo, todas negati-  
local próxima a ellos. Se producen turbulencias que ori-  
re se acelera entre los troncos empujando la situación  
a) Se deja la cortina abierta por debajo. El flujo de ai-  
son los siguientes:

Los errores más comunes que se cometen en la instalación  
das.

jo la influencia de cortinas mal diseñadas y peor instala-  
Sabemos que esos ensayos negativos han sido realizados ba-

innecesarias  
tado" son inversión inútil"... "constituyen molestias  
grado las siguientes opiniones: "Los abrigos no dan resul-  
de negativo. La consecuencia de ensayos de ese tipo han co-  
influencia de abrigos para engorde de ganado vacuno, ha si-  
neticos de la instalación; es más, alguno realizado sobre  
En nuestro país no existen ensayos que garanticen los be-  
puesta cuando se cuantifica el beneficio de la influencia.  
La primera discriminación es objetiva y puede tener res -

I - 8)

La producción  
frente a los beneficios de difícil evaluación que aque-  
b) Valen la pena las molestias que origina la instalación  
La inversión que éste demanda?

a) Los beneficios que produce el acondicionamiento, ¿pagan  
ganado. Se realizan discriminaciones en dos sentidos:

neutrálmente deben instalarse para aislar el árbol del  
mantenimiento forestal, principalmente por los alambres que  
Es tema muy debatido el costo de instalación del acondicio-

I - 7)

el hombre.  
La Facultad de Arquitectura del Uruguay es la institución  
que atiende las relaciones más adecuadas entre el árbol y

No existen ensayos que permitan asegurar al productor que en determinado sitio existirá un aumento de producción dada. Existen pautas dadas por ensayos cuidadosamente controlados que aseguran la eficiencia económica del abrigo.

Si bien las diferencias ecológicas existentes entre un medio y otro advierten sobre los resultados inciertos de las experiencias extranjeras, debe tenerse en cuenta que lo que maneja el abrigo son elementos mecánicos con la misma validez para cualquier parte del mundo. Otras pautas las dan los abrigos para producción de frutales y plantas hortícolas cuyos beneficios están probados.

I - 9)

La segunda discriminación es subjetiva. Si vale la pena algo lo decide en buena parte el factor cultural y no exclusivamente el económico. El hombre se esfuerza para lograr cosas que valen la pena económicamente para luego reñirse por otras que no lo valen en tal sentido.

No puede haber nada tan antieconómico como tomar licencias, casarse o tener hijos. Nada más antieconómico en un establecimiento que un hermoso parque ya que directamente no produce dinero. Pero, si tenemos en cuenta que envolver la existencia de belleza significa una elevación del espíritu; que el personal que trabaje en un establecimiento bien acondicionado mejorará sus intenciones de arraigo, vivirá en un clima más grato, subirá su nivel de exigencias de vida y sabrá al poco tiempo qué es vivir de un modo u otro por haber adquirido vivencias en una determinada dirección. Un ascenso espiritual, a corto o largo plazo, impide el descenso material en hombres normales o al menos asegurará una lucha bien planteada para evitar el retroceso que diversas circunstancias provoquen. Condiciones gratas para la vida estimulan el trabajo y el mejoramiento. Los factores culturales influyen favorablemente a lo económico a corto plazo.

En todo territorio de trabajo existen tres factores de ordenación jerárquica y de prioridades: Hombre-Equipo-Tiempo. Mientras no se manejen adecuadamente estos tres factores no habrá éxito perdurable y para ello son los elementos culturales los que deben primar.

I-10)

El acondicionamiento forestal tiene su costo. Siempre será un costo limitado. No es cierto que un productor rural no pueda absorberlo ni que necesite la protección estatal del crédito a largo plazo. Ocurre simplemente que los patrones culturales que gobiernan a la mayoría de los productores no los incitan a realizar cosas que no incluyen sus cuadros propios de valoraciones.

Quando explicamos a los productores los requisitos que deben cumplirse para instalar un monte nos responden con el argumento de la antieconomía, del largo plazo, del de la incierta colocación del producto futuro o el del problema de la extracción.

Si pensamos en la complicación de requisitos que exige la producción ovina y los comparamos con aquellos de la instalación forestal, notaremos la extrema simplicidad de los últimos.



No existe más razón que la falta de hábitos para no forrestar, ni existen razones valideras de manejo y economía para oponerse a ninguna forma de instalación mientras el productor enviviere por si mismo.

I-11)

Sin embargo, los mejoramientos que produce el acondicionamiento no deben considerarse en si mismos simplemente. Hay que atender los problemas que genera la mejora. Cualquiera de éstas soluciones no queda limitada en el propio hecho sino que incide en diversas situaciones dependientes.

Realizar praderas con el consiguiente aumento forrajero implica una subsiguiente inversión en alambrados para el mejor manejo. El aumento de forraje sube la dotación para la misma superficie y hay que prever las mayores demandas de agua.

Sin embargo, existen cantidad de productores que realizan mejoras sin conocer la rentabilidad de la pradera. Pero, como se trata de producir más kilos de carne se realizan las inversiones necesarias sin que figure el argumento de la antieconomía.

Pocos conocen la rentabilidad de una pradera para engorde y no obstante no gravita en la decisión de emprender la necesidad de equiparse, la de las semillas, la de los abonos; todos elementos caros que producen indiscutibles ganancias cuando son bien manejados. Ocurre que la pradera artificial encuadra en el marco cultural de nuestro productor ganadero pues satisface la pecusmanía nacional.

Los beneficios de las influencias forestales deben ser cuidadosamente discriminados y especialmente la ganancia de cabezas que se logren en post-parto y en post-esquila. A consecuencia del sobrepastoreo adjunto a otras malas prácticas existe un gran deterioro del tapiz y la iniciación del proceso de desertización.

Tengamos por cierto que se pierde el 20% de ovinos en post-parto y esquila y supongamos también que los refugios forestales salven esa ingente pérdida. Las preguntas a formular serían las siguientes:

¿Pueden nuestros campos soportar el pastoreo de una población lanar aumentada en un 20%?

¿Podrán las madres alimentar a sus corderos correctamente?

¿Cuántos kilos de más o de menos de lana producen más lanares peor alimentados?

Sin atender prácticas relacionadas, ¿se deben realizar o no refugios?

Quienes conduzcan establecimientos y tengan pericia en costos y rentabilidad darán contestaciones concisas a

todas estas preguntas. Los servicios de influencia forestal deben ser acompañados por un cuadro relacionado de mejoras. En este punto es donde puede fracasar económicamente la instalación en cualquiera de sus formas.

Todo lo discriminado está muy distante a aquello de ¿valdrá la pena? Valer la pena, lo vale en la medida que se tenga tino y conocimientos para la reestructuración del establecimiento.

I-12) Quedan planteados los problemas económicos y culturales que apareja la instalación forestal, sus dudas y las indecisiones que entraña. El cúmulo de datos que se ofrecen en capítulos siguientes servirán para describir las posibilidades que ofrece el árbol.

I-13) Otro tema a tratar es el del doble propósito de la cortina. El tema tiene dos aspectos enunciados del modo siguiente:

Doble propósito de la cortina, o,  
Doble propósito de la instalación.

El primer planteamiento, doble propósito de la cortina, carece de sentido. Una cortina o refugio bien instalado exige el manejo posterior del follaje y no del fuste. Los árboles de mayor valor maderable, los centrales, tienen un desequilibrio con ~~los árboles de borde~~ los árboles de borde. El turno de extracción será muy largo ya que la cortina se manejará como tal hasta la senectud. La madera a extraer, cumplida la misión de la cortina, será de calidad inferior, aunque los productos resultantes serán de mucho valor para el establecimiento.

Otro sentido tendría el doble propósito de la instalación. Requiere un diseño especial. Cualquiera sea el diseño adoptado, consistirá siempre en una faja más ancha con mayor número de árboles que el necesario para el uso específico del abrigo. Este tipo de instalación tiene la ventaja de permitir la extracción de productos correctos a un plazo más corto con un gasto de alambrados igual al de una cortina de la misma longitud.

En el capítulo VII se aborda el tema del diseño de la cortina y sus efectos; se podrán apreciar las ventajas y los inconvenientes de la instalación con doble propósito.

I-14) Este trabajo tiene la intención de ilustrar sobre los problemas que tienen relación con el acondicionamiento.

I-15) Los razonamientos conducidos contra la instalación son equivocados, pues, cuando encierran la verdad constatable de algún fracaso es porque las cosas siempre se han realizado erróneamente. Para todo trabajo deben atenderse innumerables requisitos oportunamente ejecutados. Cuando se carece de conocimientos sobre un tema y no se tiene una vivencia de su ejecución, esos requisitos, mu-

chas veces simples, son sentidos como inconvenientes. Las objeciones que se realizan están siempre alimentadas por subjetividades. En cuanto a costos y complicaciones de manejo, la instalación forestal es la más simple y más barata de todos los renglones agropecuarios.

- 0 -

## II CUENCAS

- II-1) Normalmente se consideran los servicios de influencia o el acondicionamiento forestal con un sentido restringido. Se olvida frecuentemente el monte o bosque. Esto ocurre convencionalmente para hacer referencia a las cortinas, a los abrigos, y a los refugios porque su manejo no es el que corresponde al bosque para la producción de madera.
- II-2) Ampliando el punto de vista, todo árbol, solo o agrupado, cualesquiera sean las formas y áreas del conjunto, ejerce una influencia.
- II-3) Desde ese punto de vista amplio, corresponde considerar la cuenca y las influencias que ejerce la forestación o la de forestación.
- II-4) Lamentablemente, las relaciones de los viajeros al Río de la Plata, desde los albores de la colonización, no dan referencias detalladas sobre la vegetación en la Banda Oriental. Existen pautas que permiten discernir las situaciones originales cuando los grupos vegetales estaban en equilibrio con el ambiente natural, o sea, cuál era la vegetación climax del Uruguay.
- II-5) Observando potreros en los que por años se ha suprimido el pastoreo cunde vegetación leñosa o subleñosa según los suelos. Hemos visto en Salto, sobre basalto, potreros liberados del ganado que se han cubierto de especies forestales indígenas recuperándose el monte serrano, vegetando con la exuberancia de la vegetación climax cumpliendo con todas las etapas de la ecesis.
- II-6) En suelos desarrollados sobre Raigón en las cuencas de los ríos Santa Lucía y San José se convierte en dominante el espinillo (*Acacia farnesiana*). Igualmente ocurre sobre arenas recientes y sobre suelos gley-húmicos arenosos en diversos sitios litorales en la Laguna Merim.
- II-7) En planosoles arenosos litorales al Río Uruguay en los departamentos de Salto, Paysandú y Río Negro, se sitúa una asociación de algarrobos (*Prosopis algarrobilla* y *P. nigra*).
- II-8) Cuando se suprime el pastoreo en potreros sobre Basamento Cristalino - suelos litosólicos - avanza la coronilla (*Scutia buxifolia*), acompañándola otras especies forestales indígenas.

- II-9) Sobre esos suelos son priseriales la chirca de monte (*Dodonaea viscosa*) y también en arenas al SE y E del país.
- II-10) En suelos arenosos sobre antiguos fondos de lagunas entre las márgenes del A' Ayala y A' Parao cunde la acacia criolla (*Sesbania punicea*)
- II-11) En campos duros es sumamente agresiva la chirca (*Eupatorium bunifolium*) que se combate a rotativa y a diente de ganado menor sobre los rebrotes.
- II-12) Es práctica aprobada que para mantener productivos los campos duros (chircas, espartillos, caraguatás, quiebra a rados, carquejas y otras especies de *Baccharis*), deben só bre cargarse de ganado.
- II-13) Durante épocas de la colonia, Buenos Aires, carente de leña, se proveyó de ese combustible en la Banda Oriental de donde extrajo ingentes volúmenes durante centurias mientras, simultáneamente, comenzaba el pastoreo del ganado introducido por Hernandarias.
- II-14) En suelos gley-húmicos y en esterros del este es dominante el butiá (*Butiá capitata*) que hoy valea a riesgo de desaparecer a causa del pastoreo.
- II-15) Nuestros ganaderos practicaron sistemáticamente la tala del monte indígena, tanto el ribereño como el serrano, a los efectos de ganar campo. Luego de realizada la tala se echaba el ganado que por sus hábitos de ramoneo se producía el exterminio definitivo de los forestales.
- II-16) Durante la segunda Guerra Mundial (1939-1945), la carencia de combustible motivó la necesidad de realizar la extracción de leña sobre todo el territorio nacional.
- II-17) Estando establecido que se ganó área de pradera por diversas prácticas, nuestras praderas de pastoreo, en buena parte, fueron construidas por el diente del ganado. Es así que nuestra pradera sobre una considerable extensión del territorio sea un estado priserial sostenido a través del tiempo por un factor cataclísmico: el pastoreo.
- II-18) Es ley ecológica que, cesando la causa del disturbio, la flora cursa el recorrido constructivo inverso logrando nuevamente su etapa climax.
- II-19) Por esta breve reseña que señala el disturbio de la vegetación leñosa dando mayor extensión a la pradera por presión del pastoreo y sobrepastoreo, puede discernirse el régimen hidrológico de nuestras cuencas.
- II-20) Los ríos y arroyos se caracterizan por un régimen torrencial: grandes y breves picos inmediatos a las lluvias.
- II-21) No queda atrás el proceso erosivo, aumentado progresivamente por el avance de la agricultura y agravado por las malas prácticas culturales.
- II-22) Es común la presencia de suelos decapitados. El horizonte B aflora en demasiados sitios de la República. El arrastre y la suspensión sólida presente en todos los cursos de agua evidencia que el país se deteriora aceleradamente. Para caracterizar la magnitud del fenómeno erosivo podría mos emplear una figura dramática diciendo que los suelos del



- II-23) El proceso de pérdidas de suelo se evidencia por la erosión laminar y en forma espectacular por las cárcavas de erosión. Hemos visto cárcavas en muchísimos sitios del área de la Cuchilla Palome que hasta el Cristalino con profundidades de 8 y 9 m.y, especialmente sobre Formación Libertad profusamente distribuidas ocupando centenares de hectáreas.
- II-24) La instalación forestal contribuye a la recuperación de cuencas y a su conservación. Las raíces de los árboles perforan los suelos a profundidad; al morir éstas son descompuestas por la microflora del suelo quedando innumerables canales hondos y gruesos que permiten la rápida penetración de las aguas pluviales. Disminuye, e incluso totalmente a su debido tiempo, el escurrimiento superficial. El mantillo generado por la deposición del follaje actúa como retardador al escurrimiento dando más tiempo a la infiltración del agua.
- II-25) El follaje de los árboles y el horizonte Ao del suelo forestal actúan como tapiz térmico no permitiendo oscilaciones bruscas de temperatura; no ocurre una transpiración excesiva como ocurre en los suelos de pradera.
- II-26) El balance hídrico de los suelos forestales es normalmente favorable a éstos. Es prácticamente imposible que un suelo forestal alcance el coeficiente de marchitez si el dosel está bien manejado; en consecuencia hay generación y conservación del mantillo.
- II-27) Los suelos forestales crecen en altura por el aumento de la materia orgánica. A medida que un bosque progresa su capacidad para la retención del agua aumenta.
- II-28) Si un bosque tiene una ubicación y una extensión adecuada en la cuenca, no es posible que exista escurrimiento superficial de modo que las aguas de lluvia lleguen a las líneas de drenaje.
- II-29) Reforestando el país en una extensión equilibrada y ubicando los bosques en sitios adecuados se haría una regulación de cuencas. Otras prácticas como las culturales correctamente ejecutadas, como el debido manejo del pastoreo, no significarán la solución definitiva si se omite la instalación forestal.
- II-30) Si se conservara el monte serrano a partir de cierta cota para arriba se mantendría una napa freática de más larga permanencia en el suelo lo que ayudaría a las crisis forrajeras en el verano.

- II-31) El desconocimiento de la conservación y de la hidrología de cuencas hace suponer que ganar para el pastoreo la cumbre y cotas superiores de un cerro, sitios que siempre producirán pasturas mediocres, es remunerativo por cuanto se gana superficie para el pastoreo. No se discrimina el deterioro que se produce pendiente abajo por faltar el mont serrano pendiente arriba.
- II-32) Las verdades generales como las que encierran los numerales anteriores, no siempre van acompañadas de soluciones generales. En el terreno, la conservación o la reinstalación forestal es un problema específico con diferentes soluciones locales. Debe discernirse la concurrencia de diversos factores que actúan conjuntamente.
- II-33) Algunas veces es preferible mantener viejas prácticas inconvenientes que introducir tecnicismos mal aplicados.
- II-34) Hemos visto en Florida un suelo deslizado en el que se aplicó aradas a nivel sin que el operador tuviera en cuenta la textura del suelo, el desarrollo del perfil, la plasticidad de los horizontes del suelo y la pendiente del mismo. Entendiendo que la mejor labor la realizaba el arado de rejas creó, al aplicarlo, las condiciones del deslizamiento. Si hubiera usado el arado de discos o el cincel, la ondulación o el rayado de fondo hubiera impedido la catástrofe. También, si hubiera dado pendiente para el desahúe, habría garantizado más la labor, y, finalmente, si hubiera discriminado el grado de la pendiente habría dejado realizado el cultivo en fajas dejando bandas a nivel con pastura natural o con el rastrojo.
- II-35) En el Departamento de Lavalleja un productor progresista desmontó un monte serrano para sustituirlo por otro exótico, pues se llevó del consejo de un técnico que le aseguró que el monte serrano era el mejor indicador forestal. Se destruyó el monte indígena y las especies exóticas sustitutivas fueron perdiéndose poco a poco por ineptitud del suelo.
- II-36) Es éste un ejemplo entre tantos que advierte sobre la idea divulgada de que el monte indígena es el mejor indicador forestal.
- II-37) Sobre litosoles queda monte indígena serrano porque crecien do los árboles dentro de las fracturas de las rocas se libran del diente del ganado.
- II-38) Ese monte tiene lugar por la aptitud xerofítica de las especies que lo integran como lo atestigua la morfología foliar y otros caracteres morfológicos y estructurales.
- II-39) Desmontar las coronillas sobre Basamento Cristalino para sustituir las por una especie exótica mal elegida significará el fracaso, sea por pérdida total de la instalación o por la presencia de un monte raquíptico que estará permanentemente deteriorado por los taladros.

- II-40) La instalación sobre litosoles conducente al manejo de cuencas requerirá conocimientos de Geología, Edafología, Hidrología y de varias disciplinas relacionadas.
- II-41) Tener conocimientos sobre el diaclasado de las rocas es fundamental para conocer las posibilidades de arraigo a través de las fisuras profundas.
- II-42) Los granitos, por ejemplo, son rocas plásticas en grandes masas. No se fracturan ante los movimientos tectónicos; se alteran simplemente. Bajo la tosca granítica existe una losa compacta sin fisuras (macrofisuras).
- II-43) Igualmente ocurre con los basaltos de coladas profundas. En estos casos la instalación forestal requiere una consulta cuidadosa con los geólogos para realizar un inventario local sumamente prolijo.
- II-44) Otras referencias sobre suelos se darán en el capítulo correspondiente.
- II-45) Sobre indicadores forestales nada se sabe ni se podrá saber hasta que se realice un relevamiento detallado en tal sentido. Las especies indicadoras son integrantes de cada etapa de la sucesión. Cuando ésta es conocida se puede predecir su etapa final por análisis de alguna etapa precedente. Es obvio que una planta indígena será indicadora de alguna climax indígena; pero, de qué modo aquella puede serlo para asegurar el éxito de instalación y rendimiento económico de un monte exótico es algo decididamente contradictorio a la Ecología y a la Fitogeografía. Sólo puede entenderse la teoría de los indicadores en el Uruguay a nivel cultural: otro extranjerismo que interfiere a la cultura tecnológica propia y la confunde notoriamente.
- II-46) Las pautas seguras para la instalación forestal surgen de los inventarios básicos relacionados con las diversas disciplinas antes mencionadas donde el factor geológico se convierte en dato preponderante por las necesidades de profundidad de arraigo que el árbol requiere.
- II-47) Aunque la adaptación del árbol exótico y el éxito de la instalación pueden asegurarse sobre cualquier suelo - salvo las dificultades que presentan los graníticos, gnésicos y basálticos - no hay que descartar una realidad: existe una pradera que aunque su aspecto actual se deba al diente de vacunos y lana, la chance de sobrevivencia actual o momentánea está a favor de las pasturas en los períodos en que el árbol desarrolla sus etapas infantiles.
- II-48) La instalación debe manejarse con criterio de conservación de cuencas, es decir, anteceder la instalación con labores hechas de modo tal que produzcan un comportamiento en las aguas superficiales similar al que produciría el bosque formado en el sitio.



- II-49) También el árbol debe cultivarse. Cultivar es en primer lugar eliminar la competencia y también un modo de operar que conduce al mejor manejo de la cuenca. No puede existir un manejo bien conducido si no está apoyado en un manejo con forestales.
- II-50) Una cuenca bien manejada hará una reserva de agua en el suelo de modo que se realice un drenaje lento y constante de las freáticas.
- II-51) Hemos visto en el Parque Forestal de U.T.E. el efecto de la forestación. Cañadas que se secaban antes del verano se han convertido en permanentes; en invierno estas líneas de drenaje no aumentan considerablemente su caudal.
- II-52) La instalación forestal regula el drenaje de la cuenca; transforma el régimen torrencial; evita la erosión; provoca el crecimiento de los suelos; transforma los suelos de baja productividad en otros de alta.
- II-53) Un ejemplo magno lo han dado los suelos pardo forestales bajo latifoliadas en los Estados Unidos de Norte América. Sobre éstos suelos los colonos practicaron la tala indiscriminada para convertirlos en los suelos más fértiles para la producción de granos.
- II-54) Si una cuenca no es debidamente interpretada más vale no tratarla con nuevas técnicas parciales. Un adelanto tecnológico parcializado que no esté relacionado con otros más notorios puede ser más destructivo que las malas prácticas sobrellevadas por la costumbre.
- II-55) No podrá existir una economía bien interpretada por más economistas que participen en ella si no se conocen las técnicas y los conceptos generales, sintéticos, que las involucran.
- II-56) No podrá haber, por idéntica razón, una política acertada, por buena que sea la intención de los políticos que colaboren si no conocen por ellos mismos o por otro medio cabal el proceso que la naturaleza realiza y las interferencias nocivas que produce el hombre en ella.
- II-57) El deterioro, el abandono, la indiferencia y los conceptos distorsionados que existen sobre nuestro territorio son la verdadera causa del retroceso. No supimos conservar lo que la Naturaleza graciosamente nos regaló como incomprensible sortilegio, puesto que el Uruguay podría ser, sin mayor esfuerzo, el Vergel de América.

### III

#### CLIMA

- III-1) Las Salicáceas comienzan a brotar a fin de agosto. Otras veces a principios de éste mes.
- III-2) Al iniciarse setiembre están brotadas todas las especies for estales. Aunque existen heladas hasta mediados de octubre, generalmente no dañan a las plantas.
- III-3) Próximo a Cardona, en julio de 1969 habían plántulas de ciprés calvo (*Taxodium distichum*) en 120 m. cuad. de almacigo en siembra densa. Las heladas continuaron hasta final de octubre sin que las plántulas sufrieran sus efectos.
- III-4) En el mismo vivero, las siembras realizadas en noviembre de 1968 de *Acer sacharinum* y de *Ulmus procera* concluyeron su período vegetativo en 1969 con una altura de 1,60 m.
- III-5) También en el mismo sitio y en igual fecha, una siembra tardía de ciprés calvo (fin de octubre) concluyeron su período de almacigo con 0,80 m. de altura.
- III-6) En iguales condiciones, los paraísos (*Melia acedarach*) en siembra densa en línea vegetaban ~~maximamente~~ aún en el mes de abril a una altura de 1,60 m. con un diámetro promedio de 2,5 cm. a 30 cm. del suelo.
- III-7) Estos crecimientos fueron logrados en almacigos mal manejados ya que apenas se abordó el sitio se sembró para ganar el año, teniendo que combatir malezas que germinaban y crecían profusamente. Existían deficiencias de riego regándose con aguas con un contenido de 1200 p.p.m.p de sales totales. La hormiga distrajo considerable tiempo del personal.
- III-8) A principios de diciembre de 1969, plántulas de *Araucaria angustifolia* tenían 20 cm. de altura. Los robles de igual edad (*Quercus robur*) tenían 30 cm. de altura.
- III-9) En una parte del vivero que ya tenía riego por aspersión (600 p.p.m. de sales totales) plántulas de *Cupressus sempervirens* var. *stricta* en siembra muy densa al voleo, a fines de noviembre de 1969 tenían 35 cm. de altura formando un almacigo parejo desde el centro al borde.
- III-10) A la misma fecha, plántulas de fresno americano (*Fraxinus lanceolata*) sembradas tempranamente (estaban en tierra desde marzo de 1969), formaban un almacigo uniforme de 45 cm. de altura con diámetros de 5 y 6 mm. a 3 cm. del suelo.
- III-11) Siembras de ceibo (*Erythrina cristagalli*) realizadas a

- III-12) En el mismo vivero y zonas próximas existen paraísos (*Melia azedarach*) a los baños de edad tenían 20 cm. de diámetro (D.A.P.). Los suelos son grumosoles desarrollados sobre Libertad, estructurados en bloques de 2 por 1 cm. Galicatas de 1,20 m. de profundidad mostraron un enraizamiento parejo y profundo. Las prácticas de cultivo demostraron que son suelos excepcionales para alfalfa.
- III-13) En Salto, sobre cerros basálticos (litosoles), vimos en 1969 al pie del cerro un monte de *Pinus radiata* de 8 años de edad con árboles que tenían 30 cm. D.A.P. pese a que soportaba un ataque intenso y permanente de la mariposita del pino (*Evetthrya bouleana*).
- III-14) En Pirarajá sobre suelos gley-húmicos en cuencas basálticas, *Eucalyptus umbellata* con 10 años de edad tenían 35 cm. D.A.P. en 1964.
- III-15) Podríamos abundar en ejemplos de crecimientos magnos. Los mencionados se han tomado de sitios con especies que han sido muy bien instaladas.
- III-16) Según sean los sitios dónde se instalan los árboles pueden lograrse éxitos imprevisibles pero así también incalculables fracasos.
- III-17) Cuando se estudia el perfil del suelo donde se ha instalado un monte surgen con claridad las razones que explican el acierto o el error.
- III-18) Hay sitios donde el éxito lo explica el clima. El monumento forestal que fue el bosque de Punta Ballena, instalado por el Sr. Antonio Lassich, tiene su explicación en las ingentes cantidades de rocío que se condensan diariamente. Punta Ballena es un plegamiento de cuarcitas muy poco o casi nada edafizadas. La roca está profusamente diaclasada pero a muy poca profundidad. La penetración de raíces es muy poco honda; es el sitio del país con más baja precipitación. No puede comprenderse de dónde extraen agua forestales tan grandes y en tan densa agrupación salvo que exista un suministro permanente de agua complementaria. La explicación nos la dió una funcionaria de la Sección Investigaciones del Servicio meteorológico del Uruguay en oportunidad que ella calculaba rocío por los datos de temperatura y humedad que suministra la Estación de Punta del Este. Esta interpretación es criteriosa y por el momento la única capaz de explicar el fenómeno.

- III-19) Cuando se elige la especie adecuada al suelo los resultados pueden ser asombrosos. Estos hechos son explicables por la longitud del período vegetativo y la uniformidad de la precipitación durante todos los meses del año (uniformidad promedial). El período vegetativo comienza sobre el mes de agosto para algunas especies y principios de setiembre para otras; concluye en abril y frecuentemente en mayo. No existe año en que el período sea menor de 7 meses; frecuentemente 8 meses y eventualmente 9 meses (período 1968-1969).
- III-20) Las prácticas culturales se basan en diversas técnicas que conducen al almacenamiento de agua en el suelo mientras exista capacidad para ello.
- III-21) Otro asunto es cuando los suelos no tienen esa capacidad de retención como ocurre con los arenosos y cuando la napa freática (factor compensatorio) está a demasiada profundidad como para ser alcanzada por las raíces. Esto explica los fracasos frecuentes de instalación de *Pinus radiata* en algunos sitios del país. De igual modo ha ocurrido con la instalación de *Pinus Elliottii*; algunas veces se ha instalado sobre dunas arenosas altas.
- III-22) Si consideramos el factor lluvia, el Servicio Meteorológico registra durante el período 1937-1960 un total un total de lluvia anual promedio de 937,2 mm. en la Estación Punta del Este (Maldonado) como mínimo de precipitación en el país, y, 1507,8 mm. en Estación Artigas como precipitación máxima promedio durante el período 1944-1960.
- III-23) Normalmente la evaporación anual supera la precipitación. En algunas regiones del país existe un déficit acentuado como puede constatarse en los registros del Servicio Meteorológico.
- III-24) Los registros de evaporación se toman del evaporímetro, aparato que seguramente nada tiene que ver con la cantidad de agua que pierde un suelo. El agua del suelo se pierde por evapotranspiración no siendo posible contestar la pregunta de cuál es la relación entre el evaporímetro y las pérdidas reales.
- III-25) Sin embargo, observando los suelos en verano y las pasturas de ciclo estival, vemos que ~~insumen~~ el tapiz adquiere carácter xerofítico.



Ocurriendo ciclos vegetativos bien definidos con las especies invernales y estivales y considerando el número e levado de especies anuales, se evidencia un ~~hábitat~~ comportamiento casi opuesto en el balance de agua (precipitación - evapotranspiración).

- III-26) La práctica enseña que los árboles deben instalarse con precauciones para el próximo verano, salvado el cual, las chances definitivas de arraigo quedan aseguradas.
- III-27) Existen innumerables prácticas que permiten obtener éxito con la instalación si se ha interpretado el régimen de la cuenca. El concepto es siempre el mismo: evitar que la evapotranspiración supere la precipitación; lograr siempre un balance hídrico favorable a la planta; obtener una reserva de agua en el suelo de modo que la planta pueda vegetar durante 7 u 8 meses.
- III-28) Otra limitación que pueden tener los árboles son los vientos. En el país existen zonas peligrosas en las cuales ~~de~~ aplicarse técnicas especiales.
- III-29) Una de ellas es la zona litoral Este del Río de la Plata y del Océano Atlántico en donde el régimen de brisas es un factor muy limitante por la transpiración foliar que produce, por la aspersión salina de las aguas, y por el choque de las partículas de arena que levanta el viento. Hemos visto un monte litoral de *Pinus pinaster* a pocos kilómetros de Castillos completamente deteriorado por los vientos luego de la desaparición de la barrera de *Acacia longifolia*. La forestación de Isla Gorriti ha comenzado a deteriorarse al perder su barrera protectora.
- III-30) Se han desarrollado prácticas exitosas para la contención de dunas fijándolas con *A. longifolia* que luego actúa como rompevientos para la subsiguiente instalación de pinos marítimos (*Pinus pinaster*).
- III-31) Sin embargo, una vez desarrollados los montes que superan en altura y en longevidad a la acacia comienza el deterioro por la falta de protección. Estos efectos son más acusados en la costa atlántica en donde el régimen de brisas es fuerte, constante y portador de mayor salinidad.
- III-32) Sería importante que se tuviera más en cuenta especies protectoras como *Tamarix pentandra*, *Eucalyptus camaldulensis*, o *Cupressus macrocarpa*, todas resistentes a los vientos salinos y de fácil producción.
- III-33) Otra zona ventosa es en el norte de país (Basaltos). La to



pografía origina turbulencias en el flujo y composiciones derivadas de toda índole. Todo bosque en esas zonas debería instalarse con especies protectoras.

III-34)

Los datos climáticos son de dificultosa interpretación. Su interrelación es imposible de comprender pese a las formulas conjugadas e índices que han dado los ecólogos y climatólogos. La Ecología enseña que el medio es holocenótico y que la holocenosis del medio la expresa la planta. No existe mejor "climatómetro" que la planta misma. El estudio de la asociación vegetal lleva a una interpretación del medio. Esto es válido para las regiones donde existe una vegetación climax, pero en otros sitios donde hay pre-climax o paraclimax debe reconocerse la etapa subserial existente. Sin embargo, los datos climáticos son muy importantes para el instalador.

III-35)

Importan sobremanera la precipitación, temperatura y evaporación. Aunque nuestro clima nos ofrece un balance hídrico desfavorable existe un hecho innegable: sobre el territorio nacional precipita un promedio de 1100 mm. anuales. Aunque bastante mal distribuidas las lluvias alcanzan una cantidad importante que bien manejadas superficialmente son más que suficientes para sostener bosques con grandes demandas de agua.

III-36)

Una región o una zona debe ser bien interpretada para instalar especies exóticas. El *Eucalyptus globulus* es natural en Tasmania, medrando en clima marítimo sobre esquistas a una latitud que puede ubicarse en torno a los 45 grados de latitud sur. Se sitúan 10 grados geográficos más al sur que Montevideo lo que equivale a 1110 Km. de distancia latitudinal. Dicha especie en nuestro país puede ser un éxito o un fracaso. Sobre Serie Lavalleja es un fracaso, sin embargo, al sur, sobre suelos planosólicos arenosos con napas al alcance de las raíces como ocurre en muchos sitios de la cuenca del Santa Lucía (curso inferior), se desarrollan montes perfectos. La Fábrica Nacional de Compensados lamina estos eucaliptos con diámetros de 50-60 cm. alcanzados entre los 12 y 16 años.

III-37)

*Eucalyptus umbellata* se extiende hasta Nueva Guinea interdigitándose con la Flora Malaya. La isoyeta 1000 mm. separa aproximadamente los suelos podsólicos de las lateritas sobre las cuales se desarrollan los ejemplares de dicha especie. Un paralelo de referencia puede ser 15 grados de latitud sur, o sean 2220 Km. de distancia latitudinal de Montevideo. Esta especie se encuentra en el sector tropical australiano con lluvias de verano sobre lateritas. También esta especie puede presentar aspectos opuestos en nuestro país. Los mejores crecimientos los hemos observado sobre suelos gley-húmicos en el Departamento de Lavalleja próximos a Pirarajá: 10 años de edad con 42 cm. D.A.F.

- III-38) A la misma especie la hemos visto con crecimientos notables en Salto sobre grumosos muy bien estructurados.
- III-39) No es necesario mencionar lo que podría llamarse la explosión del *Pinus radiata* luego de salir de la Península de Monterrey en California.
- III-40) Es conocido el magno desarrollo del *Pinus pinaster* en las arenas litorales al Río de la Plata cuyo crecimiento sobrepasa al que tiene la especie en su sitio de origen en las landas francesas.
- III-41) Un ejemplo insólito de resistencia a la competencia lo demuestra aquella especie en un monte de propiedad del Ministerio de Defensa Nacional ubicado en La Angostura (Faja entre Laguna Negra y Océano Atlántico). El monte tiene 200 Há. A los 40 años de edad presentaba fustes perfectos con 40 cm. D.A.P. Nunca fue manejado manteniendo su distancia de plantación de 2 por 2 m.
- III -42) Es opinión difundida que el ciprés calvo (*Taxodium distichum*) es una especie de lento crecimiento. En el Jardín Botánico de Montevideo existe una avenida de ciprés calvo situada en un punto bajo de cuenca (A' Miguete) en donde existen suelos gley-húmicos. Contando anillos en árboles apeados a sierra a 60 cm. del suelo se han encontrado 32. Existen anillos distanciados hasta 3,5 cm. El diámetro a la altura de corte es 74 cm. El crecimiento promedio anual del diámetro es 2,31 cm. Los individuos restantes son de porte similar.
- III-43) Sin embargo, pueden situarse ejemplos en situaciones en donde el ciprés calvo no ha prosperado. Tal ocurre con ejemplares sobre arenas costeras al Río de la Plata en el Departamento de Colonia próximo al Real de San Carlos. Son pequeños rodales ruinosos sobre arena y sobre Formación Libertad (facies arenoso). El contenido de las sales totales de las freáticas es de 1400 p.p.m. Las sales en solución provienen de las napas que se deslizan desde pendiente arriba estancándose en los sitios bajos durante el invierno donde se evaporan durante el verano. Pese a ello, las casuarinas (*Casuarina cunninghamiana*), plantadas en situaciones similares tienen magníficos desarrollos, bellos fustes y follaje lozano.
- III-44) Sería abundar si transcribiéramos datos de fichas forestales de montes del Uruguay. Mencionamos algunos ejemplos para explicar las posibilidades forestales bajo los beneficios del clima.
- III-45) El árbol ~~no~~ se adapta a los ciclos braves propios de

de las pasturas, pero es capaz de arraigar a profundidad y buscar la humedad que le permita responder para una buena vegetación.

El concepto fundamental y más simple de la instalación es proveer el agua que necesita el árbol. La precaución consiste en adoptar prácticas que aseguren un manejo correcto de las aguas superficiales para defender al árbol, antes de formarse el mantillo, contra todo aquello que compita por el agua.

III-46) El agua del suelo debe reunir ciertas condiciones. No debe ser portadora de sales que sobrepasen el nivel máximo de tolerancia. También deben tener una tensión mínima de oxígeno por debajo de la cual se compromete la respiración de las raíces.

III-47) Se transcriben a continuación datos meteorológicos correspondientes a la mayoría de los departamentos del país, según registros de las Estaciones Meteorológicas de los mismos.

III-48)

TOTAL DE LLUVIAS EN MILIMETROS

	E	F	M	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ARTIGAS	114.8	102.3	122.2	139.0	102.5	127.4	81.5	64.2	122.9	149.1	81.1	117.8	
												Total anual	1331.8
SALTO	115.8	93.6	120.9	150.9	82.7	100.1	58.2	58.2	97.0	127.0	91.4	79.4	
												Total anual	1175.2
PAYSANDU	127.0	110.8	145.6	116.2	77.6	86.7	53.5	77.1	93.5	118.9	92.4	93.0	
												Total anual	1185.2
RIO NEGRO	No existen datos.												
SORIANO	98.2	85.0	123.0	96.3	71.7	73.8	48.0	76.3	83.9	104.0	91.5	59.7	
												Total anual	1011.4
GOLONIA	103.1	79.5	111.3	112.1	97.0	76.1	64.0	85.2	84.0	88.9	101.8	70.1	
												Total anual	1073.1
SAN JOSE	137.8	121.7	125.5	132.5	118.2	109.7	80.1	122.6	113.3	122.8	114.4	73.8	
												Total anual	1372.4
MONTEVIDEO	83.4	79.6	97.6	107.3	97.0	94.5	68.8	88.3	87.3	72.1	82.8	78.0	
												Total anual	1036.1
MAIDONADO	78.0	74.1	87.2	83.6	81.8	86.3	64.9	81.7	88.0	85.8	69.2	56.6	
												Total anual	937.2
ROCHA	90.2	86.6	88.7	96.6	69.7	96.1	67.3	85.9	104.8	89.0	70.0	57.9	
												Total anual	1002.8
TREINTA Y TRES	99.3	92.1	86.7	120.6	78.8	116.6	78.1	102.9	113.9	103.9	73.1	74.2	
												Total anual	1150.2
CERRO LARGO	91.4	99.6	110.2	105.4	96.1	128.4	98.0	104.1	120.8	98.3	72.4	54.3	
												Total anual	1179.0
RIVERA	130.4	103.7	134.4	142.6	118.2	155.1	110.7	96.5	146.7	186.2	85.4	97.9	
												Total anual	1507.8
TACUAREMBO	112.2	92.9	128.3	111.0	88.8	101.6	66.2	95.6	107.4	97.8	80.6	80.7	
												Total anual	1163.1
LAVALLEJA	98.7	95.9	113.4	129.5	111.3	123.9	89.5	108.5	113.3	114.3	100.1	86.0	
												Total anual	1284.4

CANELONES, DURAZNO, FLORES, FLORIDA, así como RIO NEGRO carecen de datos.

III- 49) TOTAL EVAPORACION EN MILIMETROS

ARTIGAS	E 159.9	F 148.1	M 132.3	A 78.9	M 68.1	J 53.5	J 65.1	A 90.3	S 90.6	O 97.4	N 129.8	D 161.0
SALTO	146.3	130.3	114.8	74.1	57.6	41.1	47.8	71.9	72.9	89.4	119.7	1275.0
PAYSANDU	179.8	144.8	122.7	100.7	78.9	53.2	64.5	93.0	94.0	109.1	143.8	156.0
SORIANO	162.2	136.1	107.3	78.8	62.9	44.3	52.9	68.2	79.9	100.2	128.4	186.8
COLONIA	145.6	122.5	105.4	87.9	72.4	53.2	62.7	75.9	81.5	98.9	117.7	1370.5
SAN JOSE	162.8	124.6	107.4	81.3	64.1	45.8	55.0	78.8	77.0	95.3	129.4	158.4
MONTEVIDEO	139.5	112.6	95.4	73.2	57.2	43.4	50.7	62.5	70.4	88.3	108.9	1179.6
MALDONADO	107.8	98.1	97.5	82.8	72.1	53.8	58.3	60.3	58.9	68.4	79.7	140.7
ROCHA	169.9	128.7	117.1	96.0	82.6	60.8	66.9	80.5	85.4	106.8	130.4	1164.4
TRKINTA Y TRES	96.5	82.1	67.1	53.4	48.5	43.1	55.4	59.7	52.1	64.4	73.4	171.4
CERRO LARGO	150.8	119.9	97.8	77.4	59.2	47.9	54.0	70.3	73.3	91.8	112.3	1192.9
RIVERA	144.4	128.9	113.2	84.4	73.1	52.4	62.0	86.7	90.4	100.2	135.8	137.0
TACUAREMBO	191.0	139.1	119.8	82.1	61.8	46.9	55.4	78.5	83.1	104.5	132.9	1039.1
												104.0
												941.7
												168.8
												1293.9
												88.7
												784.6
												153.0
												1107.7
												152.1
												1223.6
												181.6
												1276.7

RIO NEGRO CANELONES DURAZNO FLORES FLORIDA LAVALLEJA carecen de datos.

III-50) TEMPERATURA AL ABRIGO - PROMEDIOS

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Promedio anual
ARTIGAS	26.6	26.1	23.6	19.1	16.2	13.9	13.6	15.4	17.0	19.2	22.6	25.2	19.9
SAITO	26.2	25.2	22.9	18.4	15.5	12.8	12.5	13.7	15.4	18.4	21.9	24.4	18.9
PAYSANDU	25.9	24.9	22.2	17.8	15.0	12.5	11.9	13.3	15.1	17.8	21.1	24.2	18.5
SORIANO	26.0	25.2	22.4	18.1	14.7	12.3	11.9	12.9	15.3	17.9	21.3	24.2	18.5
COLONIA	24.3	23.6	21.5	18.0	15.1	12.4	11.8	12.6	14.5	17.2	20.1	22.7	17.5
SAN JOSE	24.5	23.1	21.3	16.6	14.0	11.2	10.9	11.9	13.1	16.2	19.3	22.6	17.0
MONTEVIDEO	22.5	22.2	20.3	17.0	13.7	10.9	10.5	11.1	12.8	15.1	18.3	21.0	16.3
MALDONADO	21.5	21.6	20.5	17.6	14.8	12.4	11.4	11.5	12.7	14.7	17.2	19.8	16.3
ROCHA	20.1	21.6	20.4	16.6	13.9	11.5	10.7	11.4	12.9	15.1	17.5	20.3	16.1
TREINTA Y TRES	24.4	23.3	21.5	17.0	14.8	12.3	11.7	12.4	14.2	16.9	19.7	22.5	17.6
CERRO LARGO	24.3	23.4	21.4	17.8	14.6	12.6	11.9	12.9	14.7	17.3	19.5	22.7	17.8
RIVERA	25.0	24.4	22.2	18.3	15.3	13.0	12.5	14.0	15.6	17.8	20.9	23.4	18.5
TAGUAREMBO	24.9	23.9	21.8	17.5	14.1	12.4	11.5	12.8	14.6	17.4	20.3	23.2	17.9
LAVALLEJA	24.0	23.1	21.3	27.7	14.3	11.8	11.2	12.3	14.2	16.3	19.4	22.2	17.3

RIO NEGRO CANELONES DURAZNO FLORES FLORIDA carecen de datos.

III-51)

TEMPERATURAS AL ABRIGO - MAXIMAS MEDIAS

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Promedio anual
ARTIGAS	32.6	32.2	29.5	24.9	21.8	19.0	18.9	20.8	22.1	24.2	28.7	31.6	25.5
SALTO	31.8	30.8	28.4	23.7	20.7	17.2	17.4	19.1	20.8	23.6	27.5	29.8	24.2
PAYSANDU	31.7	30.7	27.8	23.7	20.4	17.6	17.0	18.7	20.3	23.4	27.5	30.6	24.1
SORIANO	31.8	30.5	27.5	23.5	20.1	17.0	17.0	18.3	20.4	23.0	27.1	30.5	23.9
COLONIA	27.9	27.2	25.0	21.3	18.3	15.1	14.8	15.9	17.7	20.5	23.9	26.5	21.2
SAN JOSE	30.9	29.0	27.2	21.8	19.0	15.6	15.6	17.0	18.5	21.5	25.3	29.0	22.4
MONTEVIDEO	28.5	28.0	25.8	22.3	18.6	15.3	14.8	15.7	17.7	20.2	23.9	26.8	21.5
MALDONADO	24.9	25.0	23.5	20.5	17.8	15.0	14.3	14.5	15.6	17.8	20.4	23.4	19.4
ROCHA	27.7	27.2	25.8	22.1	19.4	16.1	15.5	16.6	17.3	20.0	23.2	26.2	21.4
TREINTA Y TRES	30.4	29.4	27.5	23.5	20.6	17.3	16.8	17.7	19.2	22.1	25.5	28.9	23.2
CERRO LARGO	31.1	30.1	27.1	24.1	20.6	17.6	17.2	18.6	20.0	22.9	26.2	29.8	23.8
RIVERA	31.3	30.7	28.2	23.7	20.6	17.7	17.4	19.6	20.6	23.0	27.3	30.0	24.2
TAGUAREMBO	30.9	29.4	27.4	23.1	19.8	16.8	16.4	18.2	19.9	22.8	26.2	29.5	23.4
LAVALLEJA	30.2	28.8	26.7	22.9	19.4	16.3	15.9	17.2	18.7	21.4	25.1	28.2	22.5

RIO NEGRO CANELONES DURAZNO FLORES Y FLORIDA carecen de datos.



	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Promedio anual
ARTIGAS	18.7	18.6	16.8	12.7	10.3	8.9	7.9	9.1	11.0	12.8	14.4	16.8	13.2
SALTO	18.2	17.7	16.0	12.2	10.0	8.0	7.1	7.7	9.6	11.8	14.0	16.4	12.4
PAYSANDU	17.2	16.9	15.2	11.2	8.9	7.1	6.1	6.8	8.4	10.6	13.0	15.5	11.4
SORIANO	18.2	18.0	16.1	12.0	9.0	7.4	6.7	7.0	9.0	11.3	13.5	16.1	12.0
COLONIA	19.2	19.0	17.4	14.1	11.7	9.4	8.6	8.8	10.5	12.8	15.1	17.5	13.7
SAN JOSE	17.1	16.4	15.2	11.3	8.7	6.8	6.1	6.4	8.0	10.4	12.6	15.2	11.1
MONTEVIDEO	16.8	16.8	15.3	12.2	9.3	6.9	6.5	6.7	8.3	10.2	12.7	15.2	11.4
MALDONADO	17.8	18.0	17.2	14.6	11.9	9.8	8.6	8.5	9.8	11.6	13.6	16.0	13.1
ROCHA	15.7	16.0	14.9	11.6	8.9	7.2	6.3	6.5	8.4	10.1	11.9	14.1	10.9
TREINTA Y TRES	16.2	16.1	14.6	11.1	9.0	7.3	6.6	6.8	8.5	10.7	12.3	14.6	11.2
CERRO LARGO	16.8	16.5	15.1	11.6	8.7	7.4	6.4	7.1	9.1	11.1	12.5	14.8	11.4
RIVERA	18.0	17.6	15.8	12.2	9.2	7.8	6.9	7.8	9.5	11.5	13.5	15.6	12.1
TACUAREMBO	17.5	17.2	15.8	11.9	9.2	7.9	6.5	7.4	8.9	11.4	13.4	15.9	11.9
LAVALLEJA	17.0	16.9	15.5	12.4	9.4	7.5	6.9	7.2	8.8	10.8	12.9	15.3	11.7

RIO NEGRO CAN ELONES DURAZNO FLORES Y FLORIDA carecen de datos.



III-53

## TEMPERATURA AL ABRIGO - MAXIMAS ABSOLUTAS.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Máxima anual
ARTIGAS	40.9	40.4	40.8	36.0	31.4	29.5	29.5	33.0	36.0	34.0	39.0	41.4	41.4
SALTO	42.2	40.0	40.0	37.0	31.0	29.0	29.0	33.0	35.0	38.0	39.0	40.3	42.0
PAYSANDU	44.0	42.4	39.4	36.0	32.0	28.6	27.2	32.6	36.4	38.0	41.5	41.9	44.0
SORIANO	42.8	41.6	40.0	36.0	31.0	28.0	28.0	31.0	35.9	32.6	39.0	41.2	42.8
COLONIA	38.2	35.0	36.8	31.8	29.8	26.3	26.7	28.6	30.4	30.6	34.2	34.2	38.2
SAN JOSE	43.0	38.8	38.8	34.3	31.7	26.5	27.0	31.8	33.8	32.0	40.0	40.0	43.0
MONTEVIDEO	42.8	39.5	38.0	36.7	32.0	27.4	28.2	30.8	32.0	35.8	37.4	38.7	42.8
MALDONADO	36.7	36.4	35.7	34.0	29.2	26.6	25.8	28.2	30.0	30.0	33.6	36.5	36.7
ROCHA	41.5	39.0	36.8	35.2	31.8	27.2	27.4	29.8	33.5	31.4	38.6	38.0	41.5
TREINTA Y TRES	41.1	40.5	39.5	36.4	33.4	28.0	28.0	31.0	35.0	36.5	39.7	41.5	41.5
CERRO LARGO	43.0	40.5	40.0	38.0	31.4	30.2	27.6	32.0	35.6	36.2	38.4	40.0	43.0
RIVERA	40.4	44.0	40.0	35.0	31.2	28.4	29.0	33.2	33.4	35.0	39.0	43.0	44.0
TACUAREMBO	42.8	40.4	38.6	36.0	32.3	28.8	27.8	32.0	35.5	36.8	39.5	40.9	42.8
LAVALLEJA	42.0	39.0	38.0	35.2	32.4	27.0	27.0	30.4	34.0	35.0	39.0	39.0	42.0

RIO NEGRO CANELONES DURAZNO FLORES Y FLORIDA carecen de datos.

III-54)

## TEMPERATURAS AL ABRIGO - MINIMAS ABSOLUTAS

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Mínima anual
ARTIGAS	8.2	9.7	6.3	2.0	-1.0	-4.6	-4.0	-3.8	-1.0	1.2	5.2	6.3	-4.6
SALTO	8.3	9.2	6.2	2.8	-2.0	-4.0	-4.8	-3.3	-1.0	1.0	4.1	7.0	-4.8
PAYSANDU	7.8	3.2	3.2	0.0	-2.2	-7.4	-6.6	-4.0	-2.4	0.0	2.3	4.8	-7.4
SORIANO	5.0	9.2	5.4	2.4	-1.8	-5.8	-5.8	-5.0	-3.0	0.4	3.8	5.4	-5.8
COLON IA	10.7	11.3	9.4	7.0	3.7	-0.4	-0.5	1.5	3.4	3.6	6.2	9.2	-0.5
SAN JOSE	8.2	6.9	6.0	1.8	-1.2	-3.0	-4.6	-4.3	-2.0	1.0	3.9	7.5	-4.6
MONTEVIDEO	7.6	6.8	4.6	2.2	-2.0	-4.2	-5.0	-3.8	-1.8	-1.4	2.5	5.0	-5.0
MAIDONADO	10.6	11.4	10.2	6.2	2.4	1.8	0.4	0.2	3.8	5.3	6.3	8.3	0.2
ROCHA	5.3	6.8	5.4	2.0	-1.2	-1.4	-5.6	-4.2	-1.8	1.1	3.6	4.5	-5.6
TREIN TA Y TRES	5.0	6.0	3.0	0.4	-4.4	-4.8	-4.0	-4.0	-2.2	-1.0	1.5	1.5	-4.8
CERRO LARGO	6.0	5.6	3.6	-0.8	-4.0	-4.7	-6.4	-4.8	-2.0	0.0	2.6	4.0	-6.4
RIVERA	6.0	8.0	6.0	0.5	-1.0	-4.0	-4.8	-2.0	-0.5	1.5	4.6	6.8	-4.8
TAGUAREMBO	8.3	7.5	5.6	2.0	-1.7	-5.0	-5.0	-3.3	-1.6	0.4	3.9	6.3	-5.0
LAVALLEJA	7.1	7.0	4.4	-0.4	-0.2	-3.0	-3.4	-3.9	-1.0	2.1	4.0	4.6	-3.9

RIO NEGRO CAN ELONES DURAZNO FLORES Y FLORIDA carecen de datos.

III-55)

TOTAL DE DIAS CON LLUVIA

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	total anual
ARTIGAS	7	5	6	6	6	7	6	6	7	7	4	6	73
SAITO	7	6	8	6	6	8	6	5	8	8	6	6	80
PAYSANDU	7	5	8	7	6	7	6	6	7	7	6	6	78
SORIANO	6	6	7	7	6	8	5	5	6	8	6	6	76
COLOMIA	7	6	8	7	6	6	6	6	7	7	7	6	79
SAN JOSE	7	6	7	7	7	9	8	7	9	7	6	6	86
MONTEVIDEO													
MALDON ADO	7	7	9	9	9	10	10	8	9	9	8	7	102
TREIN TA Y TRES	6	6	8	7	7	8	7	7	9	7	6	5	81
CERRO LARGO	7	5	7	6	6	8	7	7	7	7	5	4	76
RIVERA	8	6	7	6	6	9	6	7	9	8	5	6	83
TAGUAREMBO	6	5	6	6	6	8	6	6	7	6	6	5	73
LAVALLEJA	6	7	7	9	8	9	8	8	9	8	6	6	91

MONTEVIDEO Y ROCHA NO TENIAN LOS DATOS ARREGLADOS EN MOMENTO DE LA CONSULTA.

RIO NEGRO CANELONES DURAZN O FLORES Y FLORIDA carecen de datos.

III - 56)

HUMEDAD RELATIVA % - PROMEDIOS

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Promedio anual
ARTIGAS	61	63	69	73	78	81	78	72	73	72	63	60	70
SALTO	56	59	64	69	73	68	73	68	68	66	60	55	65
PAYSANDU	59	62	68	73	77	80	78	74	73	70	62	56	69
SORIANO	58	62	70	73	77	81	78	83	71	68	62	57	69
COLON IA	66	68	72	74	77	79	78	75	73	71	68	66	72
SAN JOSE	60	65	69	73	75	78	76	73	72	70	65	60	70
MONTEVIDEO	67	70	74	77	80	82	81	78	77	74	70	67	75
MALDONADO	73	75	77	76	79	82	81	80	80	79	77	72	78
ROCHA	70	74	78	79	80	83	82	80	80	77	72	69	77
TREIN TA Y TRES	59	63	67	72	74	78	78	74	73	69	63	58	69
CERRO LARGO	63	68	72	75	78	83	79	77	75	73	67	61	73
RIVERA	62	68	69	73	76	80	76	71	74	72	66	63	71
TAGUAREN BO	61	66	71	75	80	83	82	77	76	73	64	60	72
LAVALLEJA	62	66	69	73	75	78	77	73	72	70	66	63	70

RIO NEGRO CAN BLONES DURAZNO FLORES Y FLORIDA carecen de datos.

III-61) Los datos expuestos en numerales anteriores corresponden a registros elaborados hasta el año 1960, estado actual en el momento de la consulta a la Sección Investigaciones.

Se transcriben a continuación algunos datos extremos:

LLUVIA	máxima:	1507.8 mm.	RIVERA
	mínima:	937.2 mm.	MALDONADO
EVAPORACION	máxima:	1370.5 mm.	PAYSANDU
	mínima:	784.6 mm.	TREINTA Y TRES
TEMPERATURA	máxima:	19.9 g.c.	ARTIGAS
	mínima:	16.1 g.c.	ROCHA
TEM.	máx. abs. :	44.0 g.c.	PAYSANDU y RIVERA
	mín. abs. :	-7.4 g.c.	PAYSANDU

III-62) Las técnicas de cultivo deben atenerse a las condiciones meteorológicas locales. Estas condiciones son de difícil interpretación a través de datos promedios. Las desviaciones a las normales pueden ser muy pronunciadas. Estas desviaciones pueden ser expresadas en porcentaje por la llamada infidelidad climática (Griffith Taylor). Como la época de instalación es breve, el porcentaje de infidelidad puede resultar relativamente alto. En el Uruguay no puede instalarse a almanaque. Hay que extremar las precauciones como si la instalación fuera a realizarse en una zona árida debido a las acentuadas desviaciones a las normales y al actual deterioro de la mayoría de las cuencas.

III-63) No sería atinado realizar una instalación que no estuviera precedida por un año de trabajos preparatorios. Son frecuentes las sequías de ~~verano~~ invierno y mucho más las sequías de invierno inaparentes cuando ha precipitado menos de lo normal (temporadas otoñales e invernales). Una primavera precedida por esas situaciones puede comprometer la instalación. Esta es una de las tantas razones de fracasos en la instalación forestal. En el Uruguay es normal el déficit en el balance hídrico para el verano ( primavera avanzada - verano - principios de otoño). Las "sequías" de verano son normales debido a la elevada evaporación. Las llamadas sequías comienzan a prepararse desde el invierno e incluso desde el otoño anterior.

III-64) No sería aconsejable instalar en un invierno "poco llovedor" porque habría demasiados riesgos para la primavera y veranos siguientes. De repetirse igual situación en el invierno ~~siguiente~~ próximo, ante plantas debilitadas por falta de arraigo suficiente, podrán bastar heladas comunes para exterminar un monte recién plantado con especies que son normalmente resistentes a ellas.

III-65) En general, las Ciencias Empíricas y sus tecnologías se

desarrollan por superación del error. Un cuadro de errores suficientemente amplio encierra siempre la verdad. No otra cosa es la experiencia. Para la sensibilidad empírica los errores propios y ajenos constituyen un invalorable caudal de conocimientos. Este enfoque empírico es algo así como pensar al revés visto del lado racionalista y es por eso que las ciencias empíricas son tan escurridizas y en muchos aspectos colindan en lo sensible con lo artístico.

El equívoco más frecuente que se comete con las tecnologías es tomar ciertos conceptos primarios, coherentes para el desarrollo intelectual, como principios naturales.

Tampoco la instalación forestal, como cualquier otro cultivo, escapa a estas consideraciones.

- 0 -

IV  
SUELOS

- IV-1) El mapeo de suelos estrabajo de inventario básico para la instalación. Entrar en una cuenca sin la descripción y la separación de los suelos que la integran es enfrentar un fracaso que solamente la casualidad podrá evitar.
- IV-2) Los suelos deciden cuáles son las especies adecuadas a elegir sin riesgos para la instalación.
- IV-3) En el Uruguay no existen regiones climáticas notoriamente separadas como ocurre en otros países de mayor extensión. Sin embargo, las condiciones litorales al Río de la Plata y al Océano Atlántico ofrecen diferencias apreciables con diferentes sitios del país.
- IV-4) Los factores determinantes para la elección de especies son los geológicos y los edafológicos, aunque por aplicación de diversas técnicas de instalación las diferencias edafológicas se reducen a la amplitud de adaptación de las plantas dentro del marco de lo técnico-económico.
- IV-5) En el país no existen suelos forestales por cuanto ellos son una consecuencia de las regiones climáticas forestales. Si se contara con una vegetación climax forestal; si no existieran los disturbios señalados anteriormente, se habría hecho la descripción de suelos forestales.
- IV-6) Los litorales fluviales sostienen montes ribereños, y las serranías montes serranos indígenas, pero, la presencia del ganado ha destruido el equilibrio suelo-árbol. En contados sitios donde existen suelos bajo forestales sin disturbios no tenemos conocimiento de que existan descripciones.
- IV-7) Hay suelos con aptitud forestal como son los formados sobre arenas recientes. Así se entiende porque la vegetación que sobre ellos se desarrolla no produce una competencia seria con los forestales exóticos que puedan instalarse. También existen muchísimos suelos no arenosos con aptitud forestal.
- IV-8) Los suelos arcillosos pueden según los casos excelentes montes de variadas especies. También con técnicas de preparación pueden volverse aptos otros suelos que normalmente serían contraindicados; luego, los forestales continúan por sí solos con su proceso constructivo, por lo cual, la aptitud lograda por laboreo se convierte en una condición definitiva e irreversible.



FIG. IV.1) — ESQUEMA DE UN MONTE DE EUCALYPTUS UMBELLATA SOBRE PRA. DERA PARDA MEDIA Y GRUMOSOL DE ESTRUCTURA MASIVA - DEPTO. DE SALTO.

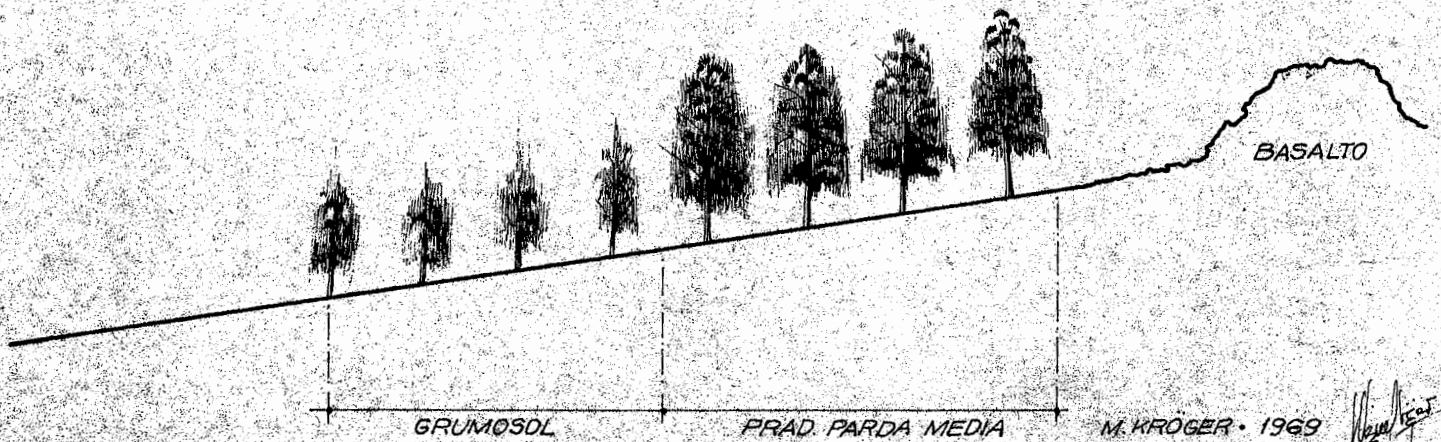
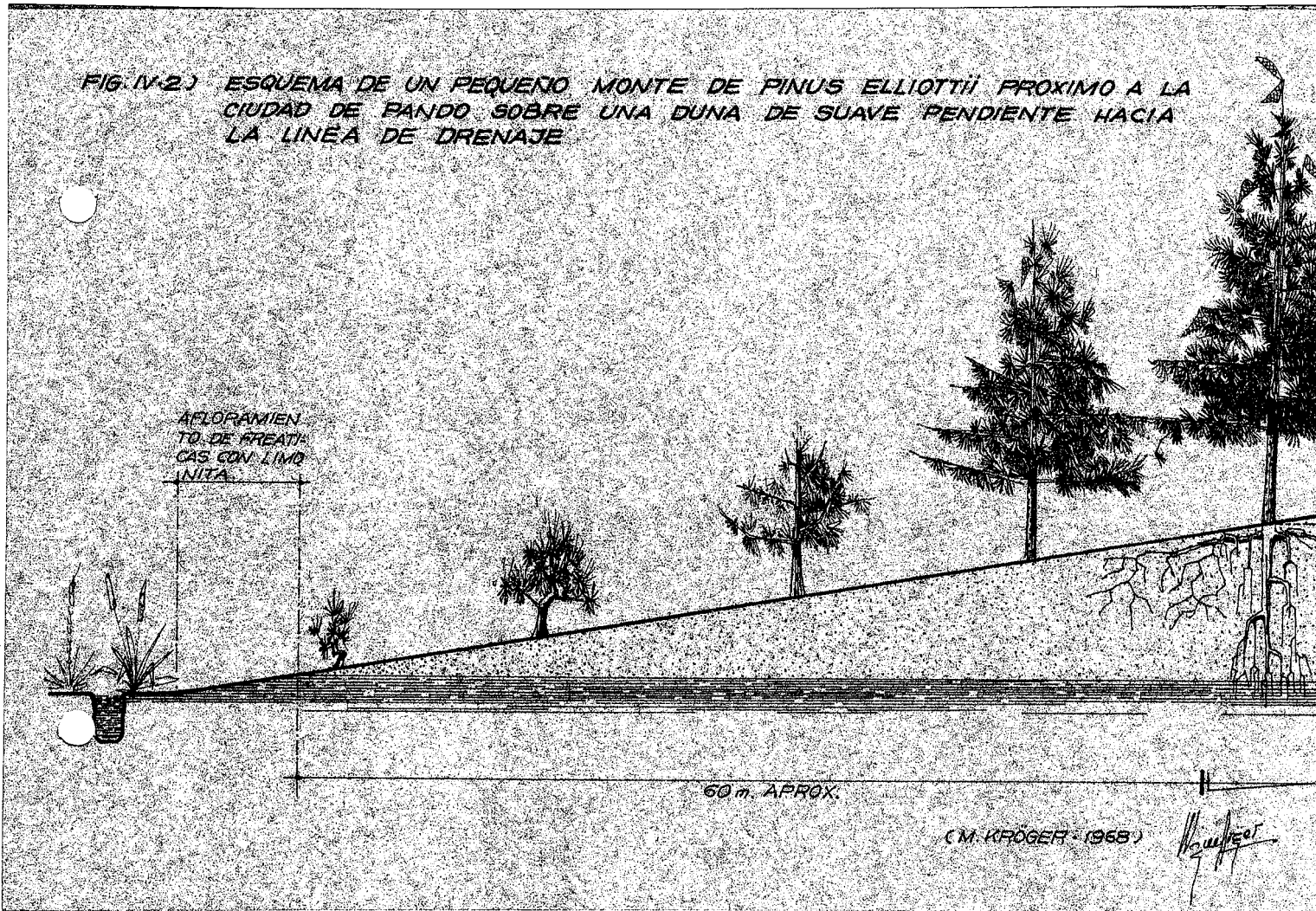


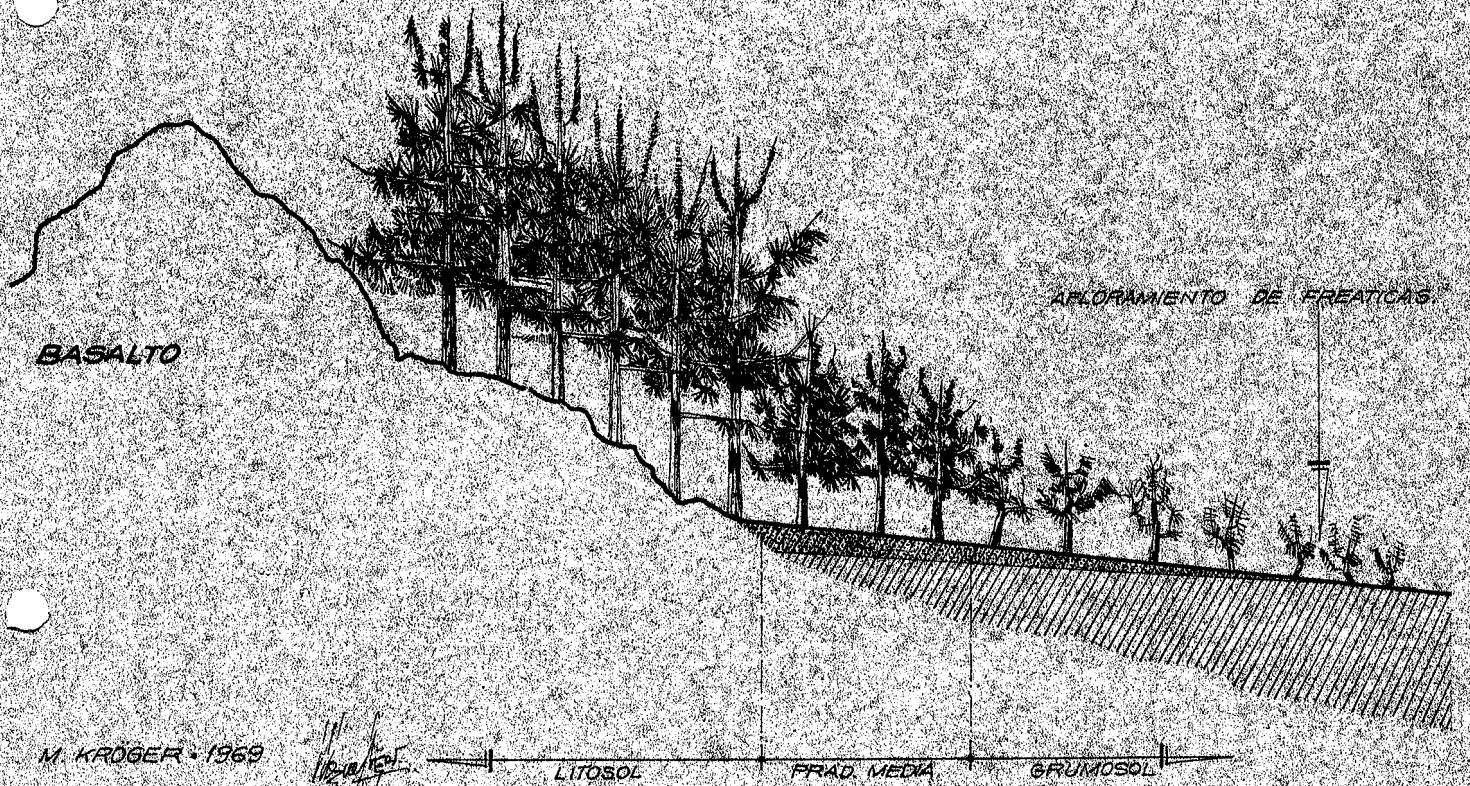


FIG. IV-2.) ESQUEMA DE UN PEQUEÑO MONTE DE PINUS ELLIOTTII PROXIMO A LA CIUDAD DE PANDO SOBRE UNA DUNA DE SUAVE PENDIENTE HACIA LA LINEA DE DRENAJE



- IV-9) La razón de cierto desenfoque que existe sobre los suelos de aptitud forestal puede atribuirse a una visión demasiado unilateral motivada por la difusión del género *Pinus* debido al rápido desarrollo del pino marítimo y del insignis sobre las arenas del sur. Evidentemente para los pinos las texturas livianas son las indicadas.
- IV-10) Sin embargo, existe en Bañado de Medina, sobre grumosoles, cortinas de insigne (*Pinus radiata*) con excelente desarrollo y estado sanitario, o, sobre litosoles de Fray Bentos en Paysandú, espectaculares desarrollos de pino de Halepo (*Pinus halopensis*).
- IV-11) Los suelos arcillosos tienen alta capacidad de retención de agua, y, si un suelo arcilloso dado posee una estructura adecuada y se maneja correctamente, podrá soportar rodales o montes magníficos de coníferas.
- IV-12) Inversamente, suelos arenosos de dunas altas con napas demasiado profundas no soportan muchas veces ni las primeras etapas de la instalación; arbolitos con desarrollo detenido, cloróticos, y con arraigo deficiente.
- IV-13) En el Departamento de Soriano vimos un monte perfecto de *Eucalyptus paniculata*, diametralmente parejo sobre una pradera media: A 90.30), franco limoso; B<sub>2</sub> ( más de 0.30), arcilloso ( con A<sub>3</sub> y B<sub>1</sub>).
- IV-14) En el Departamento de Salto existe un monte joven de 4 años desarrollado en faja pendiente abajo. A partir de una línea nítida el monte tenía dos tipos de desarrollo; pendiente arriba excelente; pendiente abajo muy detenido. Aplicando taldro holandés se separaron dos suelos: arriba, pradera par-da media; abajo, grumosol. Este grumosol era de estructura masiva.  
Sin embargo, más abajo aun, próximo a la línea de drenaje hay otro monte de la misma especie (*Eucalyptus umbellata*) que tiene un desarrollo magno y está instalado sobre un campo de oleada. Este otro grumosol tiene una excelente estructura en bloques de 2-3 cm. por 1.5-2 cm. (Ilustra fig. IV-1)
- IV-15) En una zona próxima a Pando hay un pequeño monte de *Pinus Elliottii* sobre una duna de pendiente suave hacia una línea de drenaje. En la parte alta los pinos tenían un aspecto vigoroso y buena altura. En dirección a la línea de drenaje la altura decrecía y el aspecto se arruinaba hasta el tamaño de minúsculos ejemplares situados en las cabeceras de freáticas que afloraban. Las freáticas drenaban limonita abundantemente. Obviamente, el medio freático era altamente ácido con hierro férrico en disolución, o sea, que tenía una tensión de oxígeno sumamente baja.  
Pendiente abajo los pinos estaban demasiado comprometidos con las freáticas y eran ruinosos. Pendiente arriba había suficiente suelo oxigenado y a profundidad adecuada la zona de ascensión capilar (ver fig. IV-2).

FIG. IV.3) — ESQUEMA DE UN MONTE DE PINUS RADIATA SOBRE LITOSOL PRADE-  
RA PARDA MEDIA Y GRUMOSOL EN EL DEPARTAMENTO DE SALTO



PLANTACIÓN DE PINUS RADATA CON CORONA EMPRENTON (CAROS) ARBOLES IN-  
 TENDAMENTE DAÑADOS POR EPIETRIA INGLEANA. LA CORTINA, TOTALMENTE DESTRU-  
 DA CRUZA DOS PORREROS SOBRE BRUNDOLES EN BASAMENTO CRISTALINO (GRANI-  
 TO) EN UN CAMPO ANTERIORMENTE PASTOREADO. (B) CHACRA BAJO CULTIVO PRO-  
 LONGADO SIN POSICIONES NI BARBECOS. (DETRÁS DE SORIANO, PRÓXIMO A GUADAJA-  
 RÁZ)



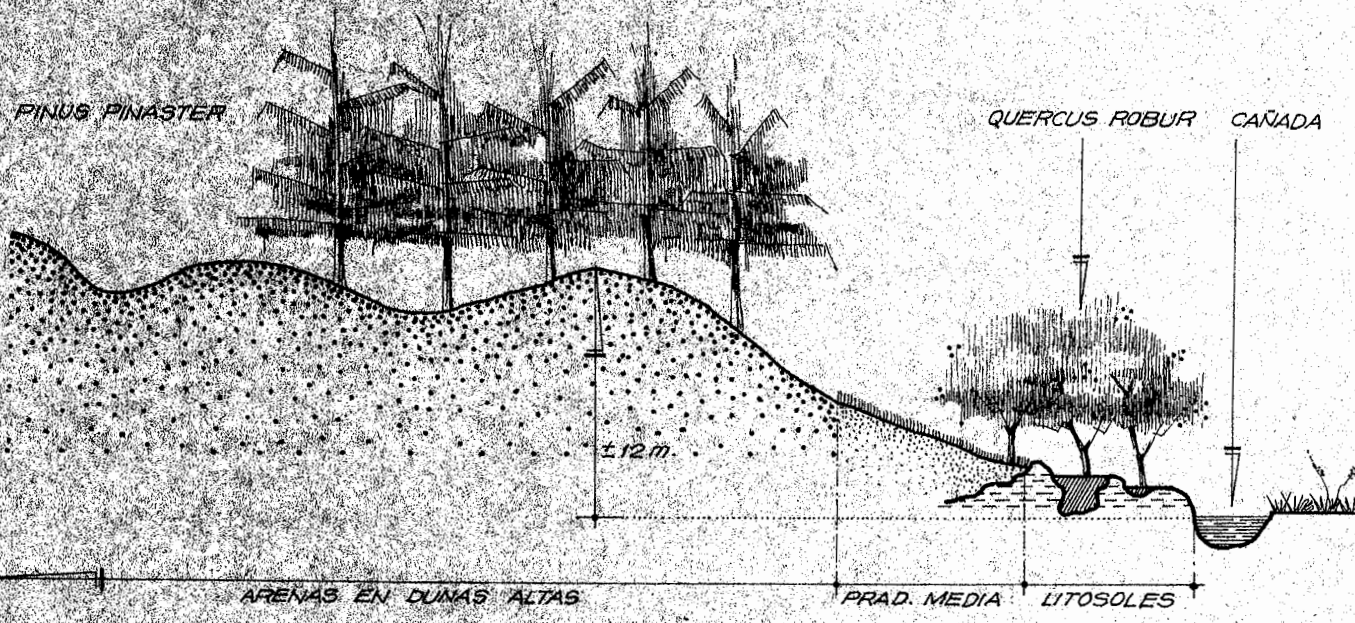
(M. KRÖGER, 1968)



- IV-16) En Salto, entre el Arapey y el Matajo Grande, en el parque de una estancia, se instaló un pequeño monte de pino insigni-  
ne (*Pinus radista*), sobre litosoles al pie de un cerro de  
roca basáltica bien diaclasada. La secuencia de suelos de a-  
rriba abajo es: Litosol - Pradera Media - Grumosol.  
En la falda del cerro sobre litosoles los pinos tenían un  
desarrollo inusitado de 35 cm. D.A.P. en 7 años, habiendo es-  
tado siempre atacados por la mariposita del pino. Menor era  
el desarrollo sobre la pradera media y ruinoso sobre los gr-  
mosoles, y, aun peor su estado sobre los mismos grumosoles  
en donde afloraban las freáticas.  
Pendiente abajo la competencia de la pastura era sumamente  
alta. Los pastos eran excelentes, el tapiz cerrado, elevado  
y denso con especies muy palatables. Este piquete de parque  
se manejaba sobrecargado de lanares para el mantenimiento de  
cámped. Este es un ejemplo del beneficio que provoca el fo-  
restal pendiente arriba para el mantenimiento de pasturas  
por el drenaje lento y permanente de las freáticas.
- IV-17) Las regiones forestales del mundo se sitúan a partir de cier-  
ta latitud geográfica o de cierta altitud en donde el balance  
hídrico permite la existencia y la regeneración natural del  
bosque.
- IV-18) En el Uruguay ese balance no es favorable para las especies  
exóticas salvo en los sitios donde no existe competencia con  
las pasturas como ocurre en los arenales costeros con los  
pinos marítimos. No hay clima forestal para las especies ma-  
derables. Esta ausencia de clima obliga buscar las situacio-  
nes compensatorias en los suelos, en el manejo de las aguas  
superficiales, y en técnicas especiales para la instalación.
- IV-19) No habiendo clima forestal no puede haber suelo forestal.  
No obstante el bosque exótico puede instalarse con resulta-  
dos espectaculares en la medida que se separen los suelos y  
se les adjudique la especie conveniente.
- IV-20) En un establecimiento próximo a Cardona se instaló una cor-  
tina de pino insigni (*Pinus radista*) que fracasó. Los sue-  
los son pradera media sobre Cristalino. La cortina cruza dos  
potreros sobre el mismo suelo (fig. IV-4). En potreros A y B  
se instaló dentro de un pocedo común en campo natural; ob-  
viamente, los pinos sufrieron intensamente la competencia de  
la pastura y todo fracasó.  
En el potrero A hubo mayor crecimiento que en el B pues exis-  
tía suela de arado.
- IV-21) Un productor progresista del Departamento de Cerro Largo, so-  
bre un predio próximo a Melo decidió cambiar los renglones  
de explotación iniciando la instalación forestal. Se convino  
instalar pino marítimo (*P. pinaster*) sobre dunas arenosas al-  
tas. El productor comprometió su capital y sus ilusiones con  
la creación del monte que, sabiendo esperar, le produjera  
ingentes ganancias. Cursados unos pocos años se confirmó el  
fracaso.



FIG. IV.5 — INSTALACION DE PINOS EN DUNAS ALTAS · DER DE CERRO LARGO

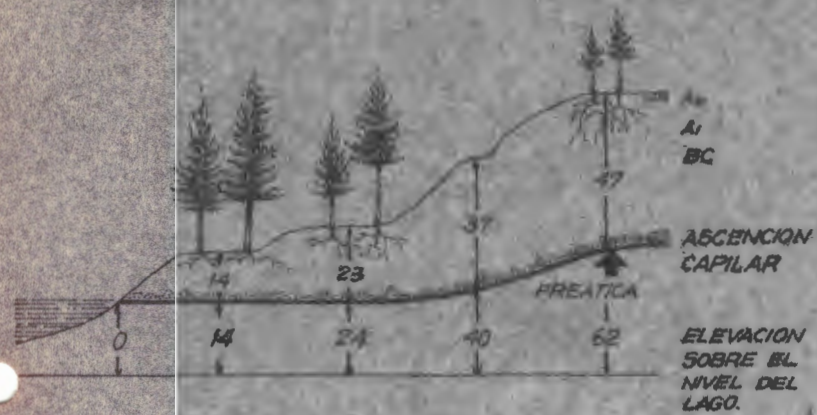


M. KRÖGER · 1968

*Handwritten signature*

EFEECTO DE LA NAPA FREÁTICA SOBRE EL CRECIMIENTO DE UNA PLANTACION DE PINOS ROJO (PR) Y BLANCO (PB) EN UN SUELO ARENOSO (CUARZO). POSICION DE LA FREÁTICA A MITAD DEL VERANO. D: DIAMETRO MEDIO A LA ALTURA DEL PECHO:

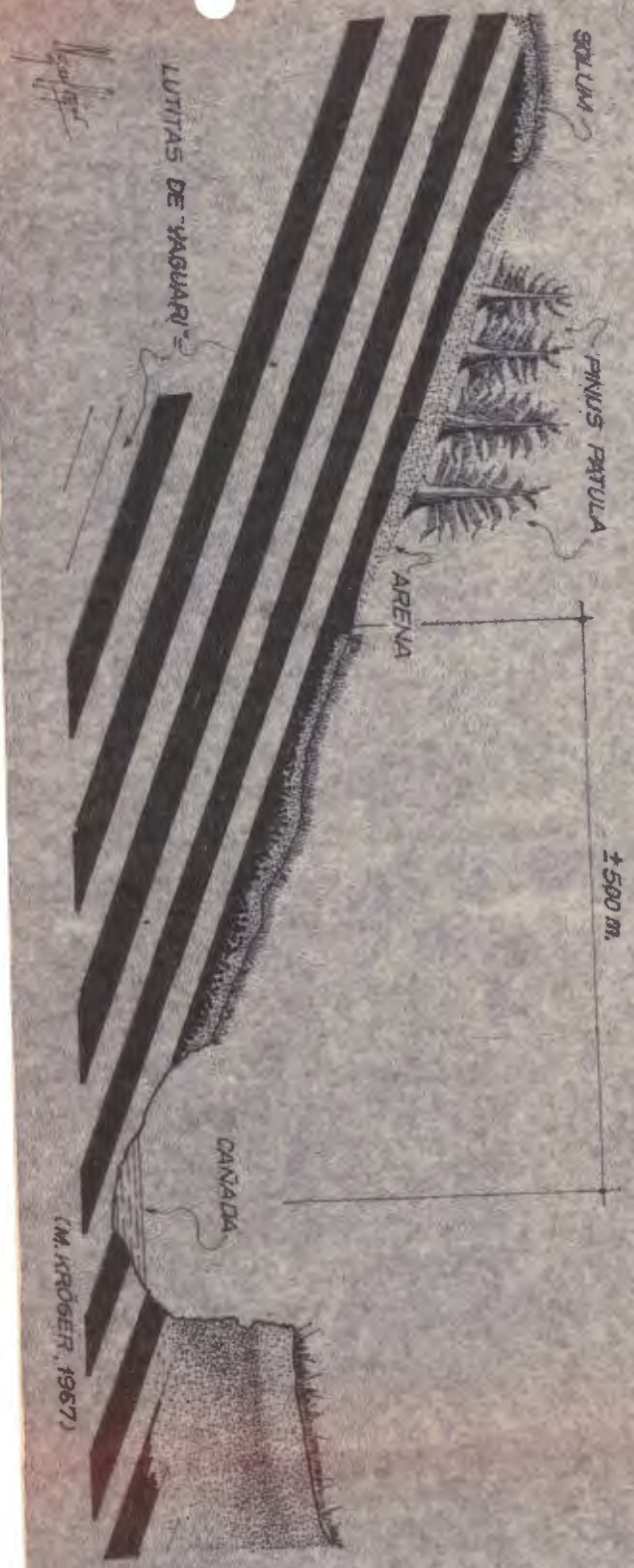
PB	PR	PB	PR	PB	PR
H=10	H=14	H=13	H=18	H=45	H=54 m.
D=23	D=27	D=18	D=25	D=14	D=19.5 cm.



(EN S.A. WILDE - FOREST SOILS)

*Handwritten signature*

INSTALACION DE PINUS PATULA SOBRE UN LENTE DE ARENA MEDIA DE  $\pm 30$  cm. DE PROFUNDIDAD.  
 BAJO ESTE LENTE NO EXISTE SOLUM PROPIAMENTE DICHO, SINO UN PRINCIPIO DE EDAFIZACION  
 COMPACTO SOBRE LA LUTITA. EL ESTADO DEL MONTE ES RUINOSO. ("LAS TOSCAS", OPTO. DE IA-  
 CUREMBO; FORMACION "YAGUARI" - EOGONDIVANA ?).



(M. IRROGER, 1957)



La figura IV-5 representa esquemáticamente la situación. La cuenca local drenaba por una cañada que seguía una falla por dislocamiento. Próximo a ella se habían instalado robles europeos (*Quercus robur*) en suelos de poca profundidad. Pendiente arriba, sobre centenares de hectáreas había plantado el pino marítimo. Como se dijo; eran dunas altas con freáticas demasiado profundas para que las raíces pudieran alcanzarlas. Si se hubiera hecho un simple estudio de cuencas hubieran surgido las razones para convencer al productor de que no forestara. Estas experiencias merecen divulgarse para destruir la divulgada asociación; arena - pino.

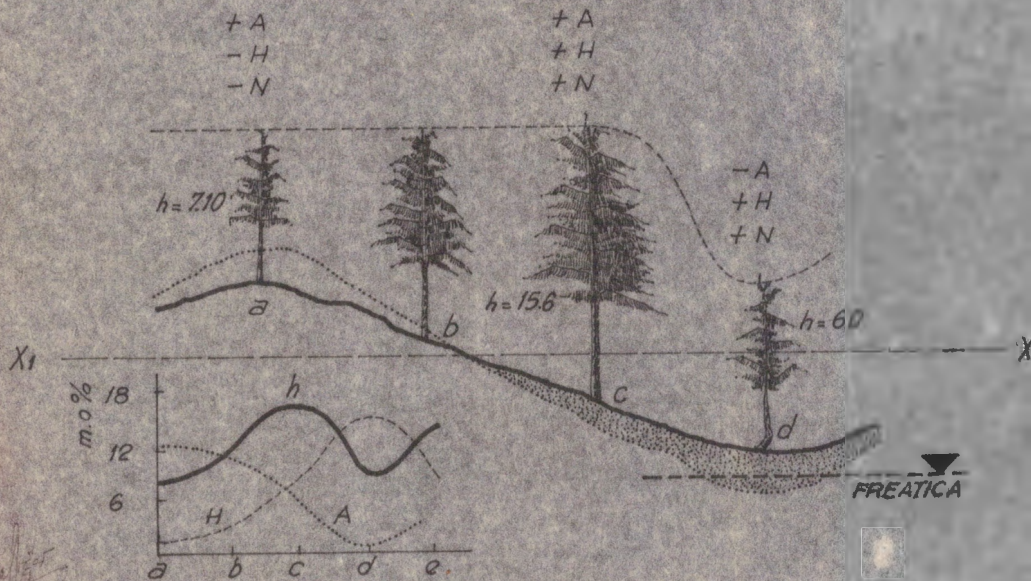
IV-22) Tan importantes son las circunstancias que hacen posible la relación "arena-pino" que, en las propias regiones forestales, existen grandes diferencias de crecimiento según sea la profundidad de las napas.

La figura IV-6 está redibujada de una lámina del Forest Soil de S.A. Wilde en donde se establecen las relaciones entre el crecimiento del pino rojo y del blanco con las profundidades máximas de las freáticas. Se podrá observar que existe horizonte  $A_0$ , no obstante las diferencias de crecimiento son notorias.

Una freática a 47' (14,33m.) de profundidad es una situación segura para el fracaso en nuestro país. En estas condiciones el monte estaría dependiendo exclusivamente de la precipitación que está muy mal distribuida. Pese a los 80 ó 90 mm. mensuales promedio que precipitan durante los meses del verano, la evaporación es tan intensa que el resultado es similar a la carencia de lluvias. Por eso, los técnicos europeos que llegan a nuestro país, al ver los tipos vegetales de la flora dicen que tenemos clima mediterráneo, cuando, por registro de pluviales no es así. Solamente forestales fretófilos típicos como *Tamarix pentandra* puede introducir las raíces a semejante profundidad. Es absolutamente seguro que algún pino pueda tener esa aptitud.

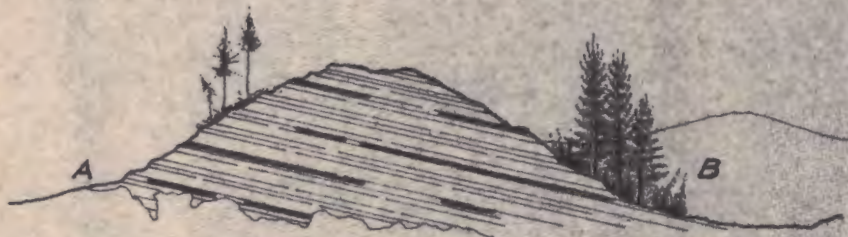
IV-23) Otra vez la profundidad de las arenas puede ser insuficiente. La figura IV-7 esquematiza esta situación para una instalación de *Pinus patula*. Las plantas fueron instaladas sobre un lente de arena con una profundidad variable entre 30 y 50 cm. El lente de arena está sobre lutitas de la Formación Yaguari. Estas arcillas compactadas de edad magadogondwánica forman una losa impenetrable para las raíces. Las pluviales se deslizan sobre las lutitas y escurren rápidamente pendiente abajo. El poco espesor del frente arenoso y la incapacidad para la retención de agua propias de

EFEECTO DE LA TOPOGRAFIA SOBRE LA HUMEDAD (H), AEREACION (A)  
 CONTENIDO DE NUTRIENTES (N) Y SU INFLUENCIA SOBRE EL CRECIMIENTO  
 DE LOS ARBOLES. EL DIAGRAMA PRESENTA EL PROMEDIO DE ALTURAS  
 EN m. Y EL ESTADO DE HUMEDAD Y AEREACION A CAPACIDAD DE CAMBIO  
 EN % POR VOLUMEN. X<sub>1</sub>-X<sub>2</sub>: ZONAS SUJETAS A DENUDACION Y DEPOSICION



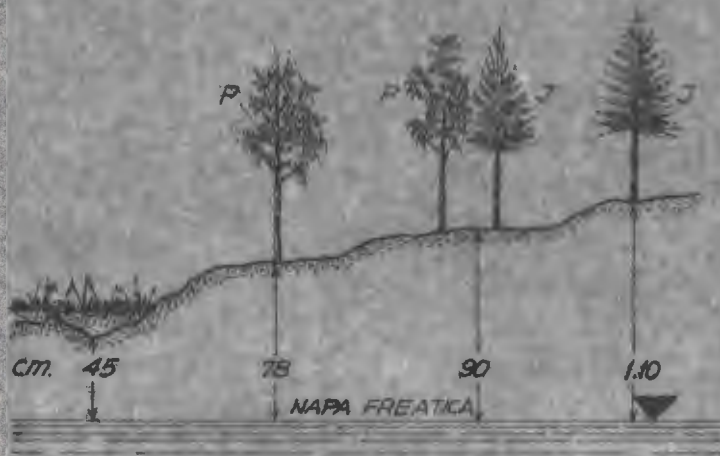


EFFECTO DE UN ESTRATO GEOLOGICO SOBRE EL CONTENI -  
DO DE HUMEDAD DEL SUELO Y SOBRE EL CRECIMIENTO  
FORESTAL EN UNA TOPOGRAFIA ONDULADA ; A: LADERA  
SECA ; B: LADERA HUMEDA.



(S.A. WILDE - FOREST SOILS).

DISTRIBUCION DE PINUS BANKSIANA (J) Y POPULUS  
TREMULOIDES (P) EN RELACION A LA NAPA FREA-  
TICA (WISCONSIN).

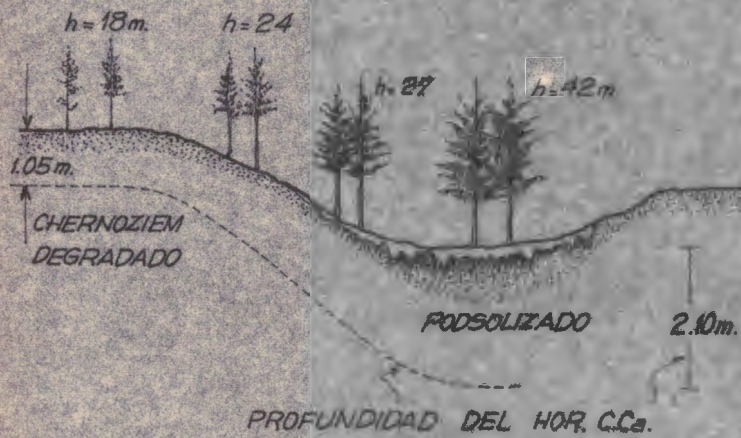


(WILDE Y ZICKER, 1948).

las arenas (arena media o gruesa) explica el estado ruinoso del monte: conocida extrema de los fustes con ramaje grueso, excesivo y retorcido. Esto es frecuente sobre nuestro Gondwana y así ocurre en Las Toscas en el Departamento de Tacuarembó.

- IV-24) La situación de las freáticas por debajo o por encima del ~~terreno~~ terreno es fundamental para la prosperidad del bosque; también para su deterioro según sea la especie. También la topografía y su efecto sobre la humedad, aereación y contenido de nutrientes en el suelo son factores que explican el presente de una instalación. Se reproduce de S.A. Wilde (Op. cit.) en figura IV-8 estas situaciones diversas en relación a freáticas y topografía.
- IV-25) Un ejemplo de la importancia que tiene el estudio de la cuenca en relación a los suelos lo muestra la figura IV-9. Se manifiesta la influencia del buzamiento de los estratos geológicos. La ladera A es un frente de carga de agua en el suelo. La ladera B hace descarga además de recibir la misma precipitación. En B hay más disponibilidad de agua y bien suministrada puesto que entre lluvia y lluvia continúa el drenaje. El autor, S.A. Wilde (Op. cit.) no da descripción de suelos seguramente por entender que el factor fundamental para el desarrollo diferente de los árboles es el buzamiento de los estratos.
- IV-26) Las líneas de drenaje, permanentes o temporales, señalan los sitios para el relevamiento de las freáticas. Determinar sus profundidades en el área a instalar suele ser en muchos casos una tarea fundamental. La figura IV-10 representa una determinación de Wilde y Zicker (1948 - Op.-cit.) donde la profundidad de napa entre *Populus tremuloides* y *Pinus banksiana* dos pioneros de los estados prairieales en los bosques del norte de los Estados Unidos y del Canadá. La profundidad de napa de 78 cm. selecciona *P. tremuloides*; bastan 32 cm. más de profundidad para que en la competencia triunfe *Pinus banksiana*.
- IV-27) Desde el punto de vista de la instalación, el nivel normal de las freáticas debería ser incorporado a la descripción del perfil del suelo para las normales de invierno y de verano, determinando los niveles máximos y mínimos. Este requisito es importante para determinadas especies. Un ejemplo bien determinado es el de los álamos que requieren una profundidad de napas oscilante entre 40-50 cm. y 100-110 cm. para suelos que no tengan más del 30% de la fracción arcilla; limoso - franco limoso - franco - arcillo arenoso - franco arenoso y arenoso. Muchos planosoles del Este de la República tienen en el horizonte B texturas arcillo-arenoso sin tener aptitud para el arraigo eficiente de los árboles.
- IV-28) La figura IV-11 representa las diferencias de crecimiento

EFFECTO DE LA LIXIVIACION SOBRE EL CRECIMIENTO DE STANDS FORESTALES EN EL ECOTONO PRADERA-FORESTA EN EL SUR DE RUSIA, LOS NUMEROS INDICAN ALTURAS DE LOS DOMINANTES



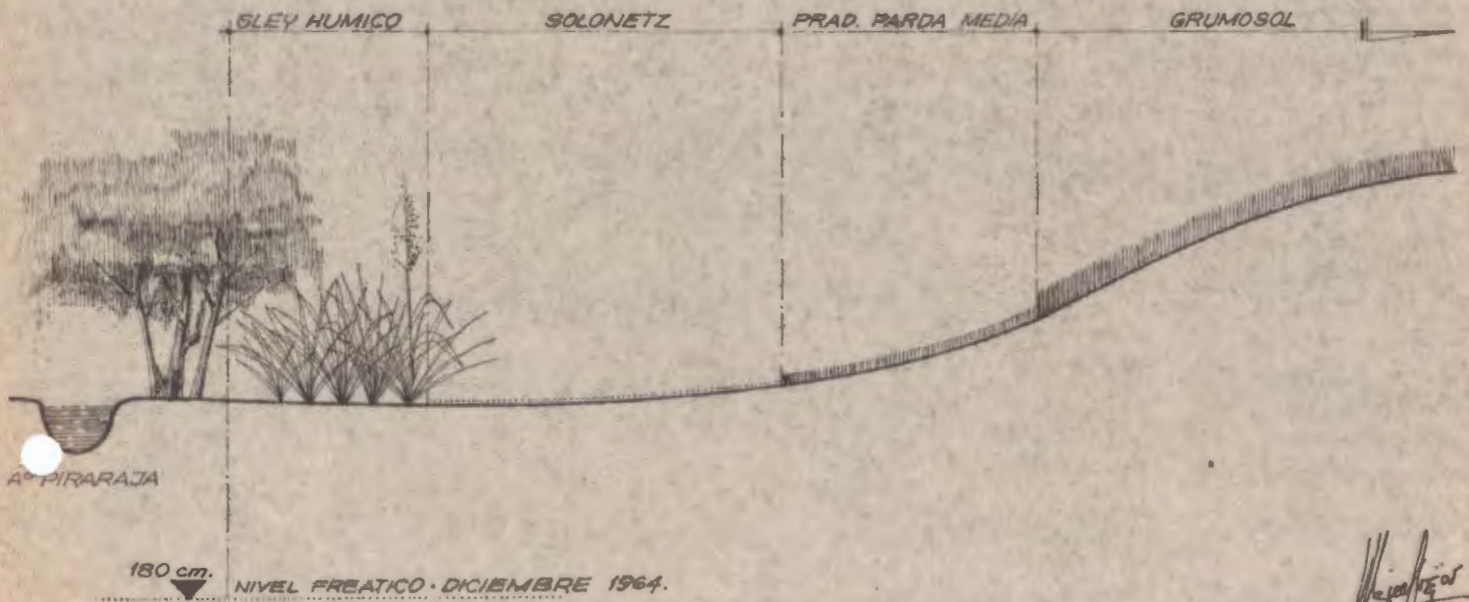
(EN S.A. WILDE - "FOREST SOILS").

*Wilde*



FIG. IV-12) ASOCIACION DE LA VEGETACION A LOS SUELOS • PIRARAJA 1964 (M. KRÖGER)

STENOPIRURON CONSOC. S. SECUNDATUM TAPIZ COMPLEJO STIPA CHARRUANA  
SECUNDATUM + + DISTICHLIS SPICATUM.  
RAJAS BRAVAS





de forestales en la transición pradera - floresta en el sur de Rusia. En la zona baja con suelos podsolizados los árboles alcanzan una altura de 42 m. y 18 m. los de la misma especie en el área de pradera.

Al Uruguay llegan las postrimerías de la flora brasilera y argentina. Es un territorio transicional entre dos tipos vegetales; leñoso y herbáceo. Se comprenderá entonces qué importancia tienen los factores compensatorios e inconvenientes climáticos para el mejor desarrollo de los árboles. La figura mencionada señala eso precisamente, situación ampliamente distribuida en nuestro país.

IV-34)

Con frecuencia se encuentran muchos planosoles en bajos que están bastante podsolizados y que mantienen un buen tenor de materia orgánica en el horizonte A<sub>1</sub>, un horizonte B arcilloso con drenaje lento pero no deficiente o impedido. En estos suelos mantienen un tenor alto de humedad; son aptos para numerosas especies forestales como para formar montes magníficos. Siempre estos sitios quedan fuera de cultivo y sin pastoreo cuando están ocupados por pajas mansas (*Pennisetum ferrugineum*) u otras especies altas. Cultivarlos con árboles es su mejor destino para aumentar el área productiva del establecimiento.

IV-35)

En la figura IV-12 reproducimos esquemáticamente un perfil muy común en la cuenca del A' Pirarajá que cursa el área basáltica. La situación que representa la figura es un modelo entre tantos, para la sustitución del monte indígena ribereño. Toda la faja ocupada por el monte y por la contigua, ocupada por la asociación *Stenotaphrum secundatum* - pajas bravas, están sobre suelos gley-húmicos: A = 105 cm., franco arcillo limoso; G a más de 105 cm.; nivel freático a 1.80 m. en diciembre de 1964. Sobre estos suelos puede instalarse todas las latifoliadas exóticas cultivadas en el país: *Pinus canariensis*, *Cupressus torulosa*, *C. funebris* y *Taxodium distichum*.

Normalmente todas esas fajas costeras también son improductivas.

IV-36)

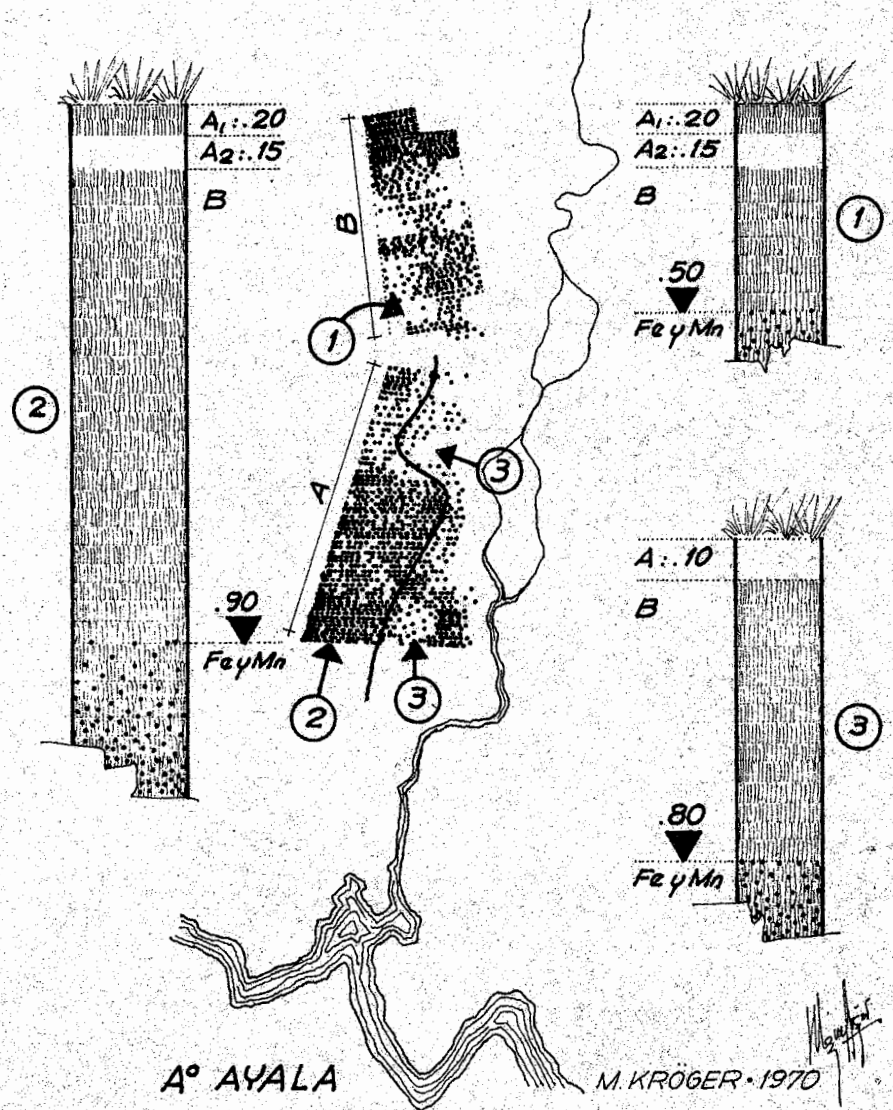
Un establecimiento cerca de Cardona tiene 1400Há. Por medio de las fotos aéreas de la Misión R.O.U. (Esc. 1/20.000) y la correspondiente confrontación de campo, se calculó el área improductiva de los bajos; resultó el 30% o sea 420 Há. Este dato motivó la decisión de aprobar el plan forestal para el establecimiento.

IV-37)

En costas del Ayala, sobre campos arroceros, en áreas próximas a las líneas de drenaje donde no alcanza el cultivo del arroz se han instalado hace diez años aproximadamente monte de *Eucalyptus umbellata*. La distancia de plantación es de 1.5 por 1.5 m., 1 por 1 m., ó 0,60 por 0,60 m.

FIG. IV.13)

ESQUEMA DE UN MONTE DE EUCALYPTUS  
UMBELLATA TOMADO DE LA FOTO N° 94.009  
DE LA MISION R.O.U.  
COSTAS DEL AYALA · PROXIMO A LA L. MERIN



La figura IV-13 representa uno de esos montes, nunca manejado, con plantación inicial de 1,5 por 1,5 m. Es uno de los tantos ejemplos que puede citarse para evidenciar la relación suelo planta. La frecuencia del punteado representa el estado de desarrollo del monte: donde está más denso el punteado el monte tiene mejor desarrollo, más diámetro, más altura, mejor follaje, y mantillo incipiente. El monte es en general inferior puesto que los suelos son planosoles típicos de la zona del arroz. Está instalado dentro de parcelas alambradas A y B. La parcela A tiene una pendiente de 3% hasta la línea llena de la figura, luego cambia a un plano casi horizontal hasta la línea de drenaje. Esta parcela recibe aguas superficiales desde pendiente arriba; no tanto la parcela B que está situada en un área más plana. La parcela A se va deteriorando en dirección a la línea de drenaje que vierte en el A' Ayala. En la parcela B es más confusa esta situación puesto que su nivel general es más horizontal aunque con diversas variantes internas. La flecha n° 1 señala un claro en el monte. Inspeccionándolo, aquel ralea, y los ejemplares que han sobrevivido son raquíticos. El perfil del suelo lo indica la figura:

A<sub>1</sub> = 20 cm. ; arenoso con limo (arena fina)  
 A<sub>2</sub> = 15 cm. ; arenoso con limo (arena fina)  
 B ; arcilloso pesado con arena fina; a 50 cm. comienzan a presentarse las concreciones de Fe y Mn.

De los cateos practicados con taladro holandés fué el sitio donde las concreciones se presentaban más superficiales. Se taladró en otros sitios raleados donde señalan las flechas con n° 3. En esos sitios el perfil era el siguiente:

A = 10 cm.; arenoso con limo.  
 B = a partir de 10 cm.; arcilloso pesado con arena fina; a 80 cm. comienzan a presentarse las concreciones de Fe y Mn.

La mejor parte del monte señalada x con la flecha n° 2 tiene el siguiente perfil:

A<sub>1</sub> = 20 cm.; arenoso con limo (arena fina).  
 A<sub>2</sub> = 15 cm.; arenoso con limo (arena fina).  
 B ; arcilloso pesado con arena fina y las concreciones de Fe y Mn comienzan a presentarse a una profundidad de 90 cm.

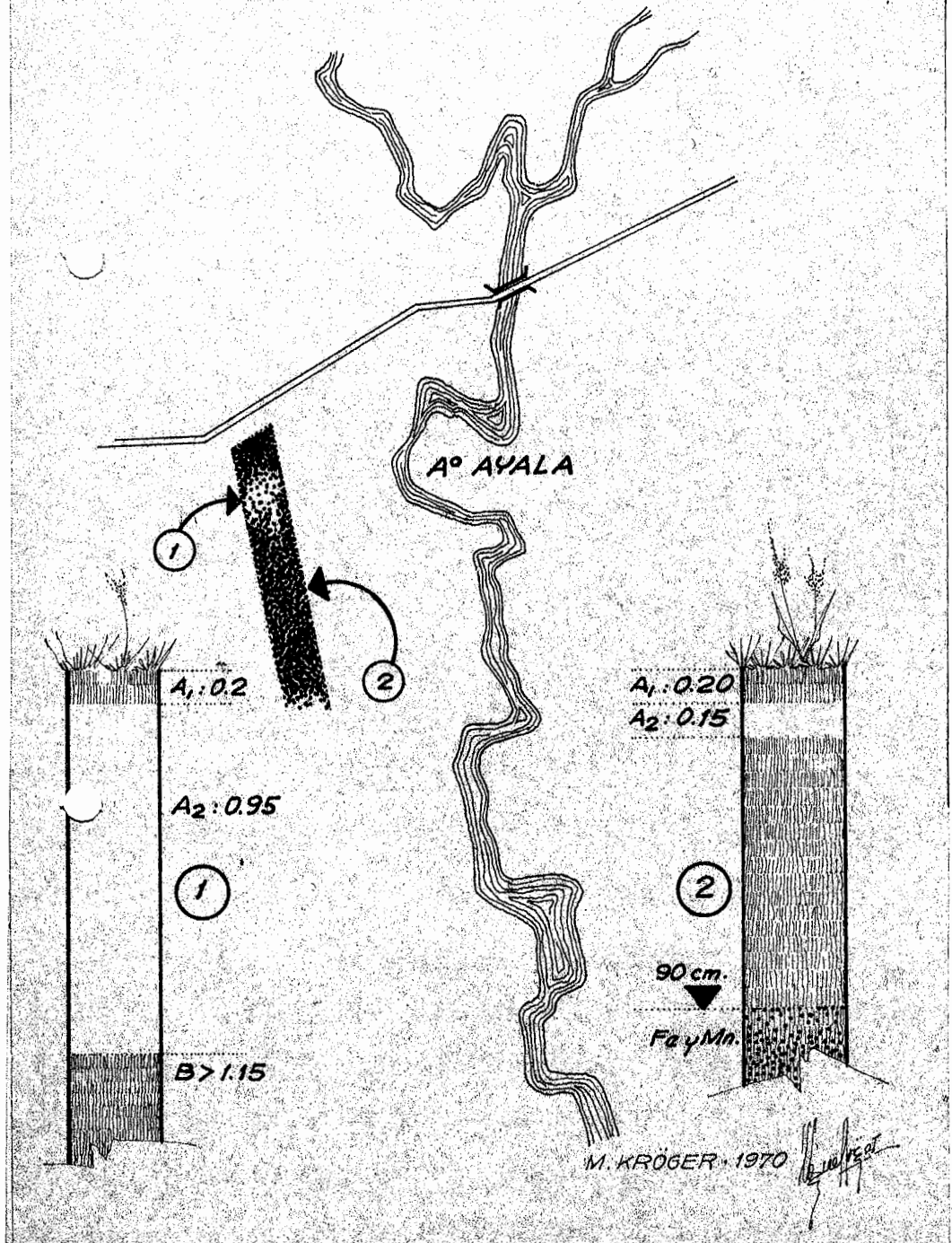
Todas las inspecciones de suelos realizadas en diversos montes responden a esas descripciones, señalando el mejor o peor desarrollo.

IV-38)

Del mismo modo que en IV-37 se inspeccionó otro monte de

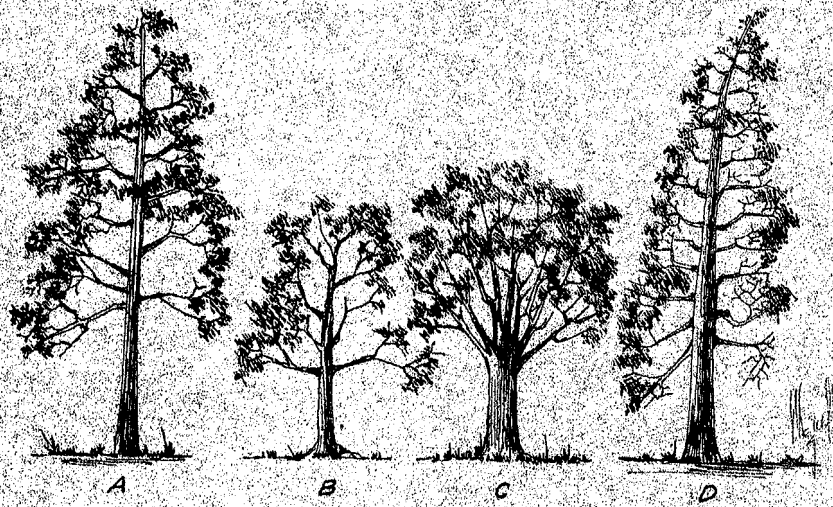
FIG. IV-14

ESQUEMA DE UN MONTE DE EUCALYPTUS UMBELLATA  
TOMADO DE LA FOTO N° 94.010 DE LA MISION R.O.U.  
— COSTAS DEL AYALA · PROXIMO A LA LAGUNA MERIN.



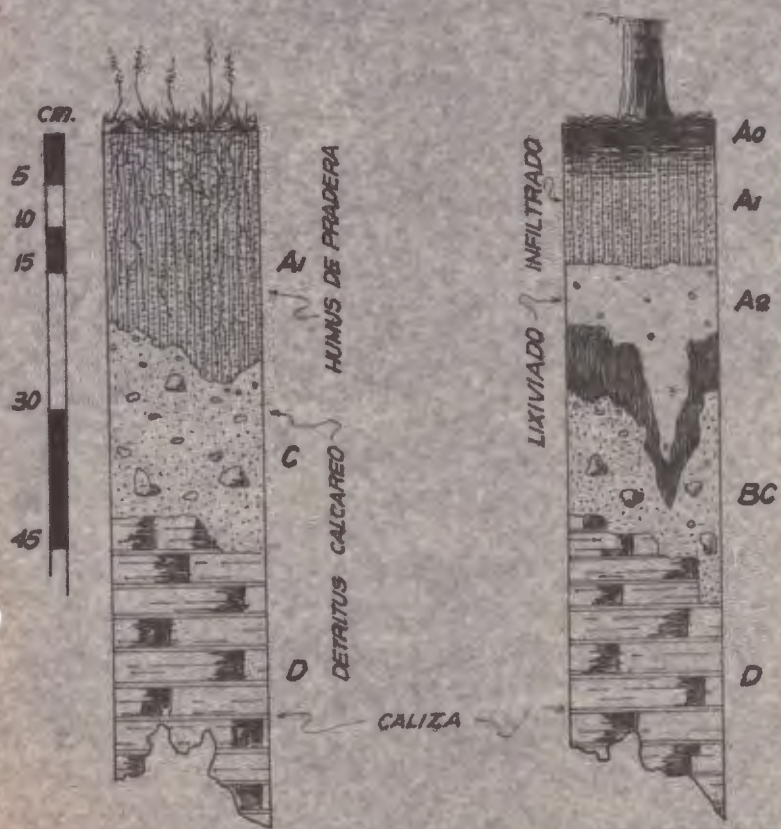
FORMAS EXTREMAS DE QUERCUS STELLATA SOBRE DIFERENTES: (A) FRANCO EN TIERRAS ALTAS; (B) BANCOS ARENOSOS; (C) BAÑADO; (D) PRADERA.

(EN S.A. WILDE - FOREST SOILS).





ASPECTOS MORFOLOGICOS DE UN SUELO SUPERFICIAL DE PRADERA FORMADO SOBRE DETRITUS CALCAREO BAJO CUBIERTA DE PASTOS, Y DE UN SUELO FORESTAL LIXIVIADO DE SIMILAR ORIGEN GEOLOGICO DESARROLLADO BAJO UN STAND DE ESPECIES DE ROBLES. AMBOS PERFILES DISTAN 60m. - WISCONSIN.



SUELO DE PRADERA

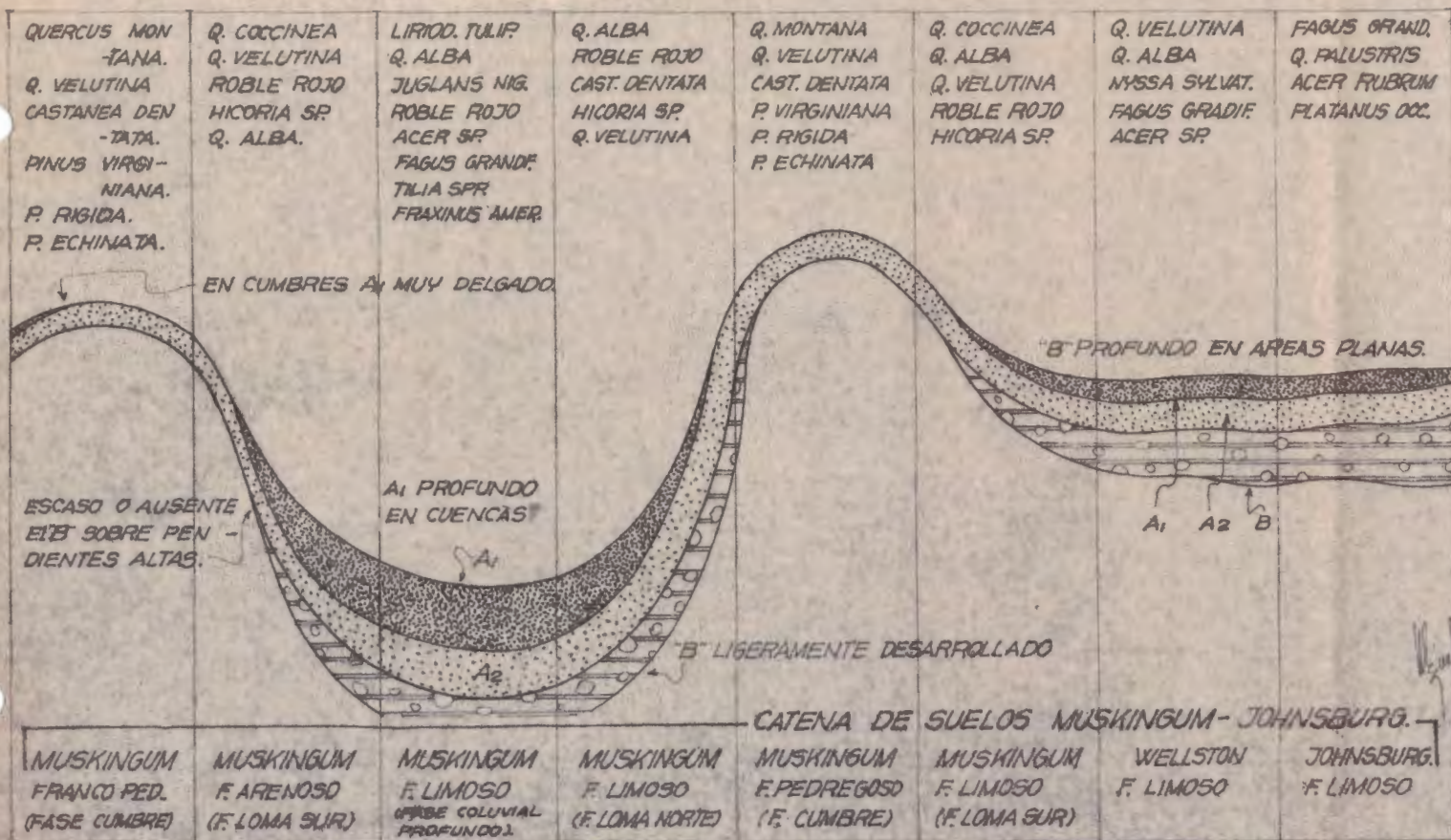
SUELO FORESTAL

(EN S.A. WILDE - FOREST SOILS).

*Handwritten signature*

10-17

COMUNIDADES FORESTALES



(JOHN T. AUTEN, T.B. PLAIR; FORESTS AND SOILS)



*Eucalyptus umbellata* con el propósito de encontrar la razón de los raleos que presentaba la foto aérea (Misión R. O. U. esc. 1/20.000, nº 94010.

La zona densa del monte tenía un perfil similar al descrito precedentemente. La parte raleada del monte (árboles raquíuticos presentaba el siguiente perfil:

A<sub>1</sub> = 20 cm.; arenoso con limo (arena fina)  
A<sub>2</sub> = 95 cm.; arenoso con limo (arena fina)  
B ; arcilloso pesado con arena fina

(ver figura IV-14).

Cuando un planosol de este tipo, con A<sub>2</sub> tan desarrollado, se presenta dentro de un monte, el resultado es siempre el mismo: clareos por árboles suprimidos y raquíuticos.

IV-39)

También sobre costas del Ayala, sobre la faja costera al estero del mismo arroyo y a la Laguna Merim, se han instalado montes de *E. umbellata* sobre las dunas litorales (150 m. de distancia a la laguna). Pese a la altura adecuada de las freáticas para *Pinus radiata* o *P. pinaster* los montes formados con aquella especie son inferiores por la baja capacidad de retención de agua que tiene el perfil de suelo donde arraigan las raíces.

IV-40)

La figura IV-15 presenta los distintos portes que adopta una misma especie (*Quercus stellata*) sobre diferentes suelos. Obsérvese cómo esta otra latifoliada sobre suelos arenosos presenta el peor de los desarrollos.

IV-41)

La figura IV-16 muestra la influencia que ejercen los diferentes tipos vegetales sobre el mismo material madre. A la izquierda se observa una pradera mínima (A<sub>1</sub>-C) bajo pastos. A la derecha se observa un suelo podsolizado bajo bosque. El material madre es un depósito detrítico calcáreo. El autor (S.A. Wilde, op. cit.), aclara que un perfil dista de otro 60 m.

IV-42)

La figura IV-17 establece las localizaciones forestales sobre una catena de suelos. Los autores, John Auten y T. Plair la publicaron en *Forests and Soils*.

IV-43)

Se ha hecho una breve presentación de las relaciones suelo árbol para evidenciar la importancia de contar con un mapeo detallado de suelos del sitio donde se instalará el monte, y también la importancia que tiene una cabal interpretación de la cuenca. No puede cometerse la menor ligereza puesto que un monte no debe perderse luego de un número de años o cumplidos estos llegar a la conclusión de que no se debió forestar.

Hay suelos con aptitud forestal natural. Hay otros que no la tienen pero pueden convertirse por medio de prácticas adecuadas. Otros, finalmente, se destinan para forestar sobrando razones para augurar el fracaso aunque su aspecto superficial muchas veces haga pensar lo contrario.

Muchos productores se resisten forestar en suelos indicados sin que se lesione la economía actual del establecimiento, pero se encaprichan instalar en sitios donde luego se tendrán ingentes pérdidas.

Las dunas arenosas altas no son forestables más que para extraer productos inferiores; pueden ser sitios económicos para el autoabastecimiento eligiendo la especie adecuada, pero, apenas se agranda el área de plantación para obtener mayor volumen de madera para la comercialización resultará antieconómico.

Esos sitios de instalación antieconómica o imposible se separan por medio del mapeo de suelos; incluso en las regiones forestales existen pésimos sitios que no llegan a pagar los gastos de extracción.

- 0 -

V  
ARADAS

- V - 1) Sobre cualquier suelo las labores deben ser profundas para permitir el rápido enraizamiento de las plántulas. Salvo los arenosos que no tengan un tapiz demasiado competitivo, debe aplicarse el arado para eliminar la competencia por agua y para permitir que las raíces lleguen rápidamente a los horizontes inferiores del suelo.
- V - 2) La experiencia enseña que todos los suelos deben ser abor<sup>do</sup>dados con una técnica similar a excepción de las arenas y y de los litosoles forestables. Un suelo Grumosol y otro Planosol requieren la misma técnica de instalación y de igual modo todos aquellos de desarrollo intermedio.
- V - 3) Hay que tener en cuenta algunos factores fundamentales: textura del suelo, estructura, desarrollo del perfil, facultad de agrietamiento, pendiente y tapiz vegetal; así podrá visualizarse el recorrido de las raíces y los obstáculos que deberán salvar mientras penetran en el suelo.
- V - 4) No mencionamos el factor fertilidad porque no tiene mayor incidencia para los forestales considerando el estado general de los suelos del país; es decir, desde ese punto de vista, un nivel insuficiente de fertilidad para uso agrícola es generalmente satisfactorio para forestación, salvo las diferencias de exigencia que tienen las latifoliadas y las coníferas; un suelo arenoso ideal para pinos es normalmente inadecuado para latifoliadas de hojas caducas como por ejemplo son los robles.
- V - 5) Los integrantes principales de la madera son los productos ternarios: lignina, celulosa, hemicelulosas, pentosas, pentosananas, sustancias colorantes, etc. El nitrógeno interviene en cantidades relativas mínimas y existe en la solución de cualquier suelo la cantidad suficiente para las especies maderables. Ocurre lo mismo con el fósforo, y, con el potasio, que es el elemento más demandado por los forestales, existe en cantidad suficiente en cualquier suelo del país.
- V - 6) Lo importante es el C, el H, y el O. C y O son extraídos de la atmósfera y el H de la solución del suelo. La disponibilidad de agua en el suelo y su conservación es la situación principalísima que se debe tener en cuenta para la instalación.  
Para lograr ese objetivo existe una herramienta única que es el arado cincel.



Siendo un arado muy poco divulgado en el país, salvo la reciente promoción que realiza una firma de la plaza montevideana, es conveniente indicar su uso general.

- V - 7) Existen dos tipos de arado cincel: los que van montados a los tres puntos y los de tiro.  
Para los tres puntos los arados son pequeños y por su ancho de corte estrecho carecen de rendimiento en las superficies grandes y debe elegirse según sea el programa de instalación o de cultivos que tenga el productor.
- V - 8) Las referencias siguientes corresponden al arado cincel Connor Shea & Co. Pty. Ltd. de fabricación australiana; marca que mencionamos por ser la única usada en nuestra experiencia. No existen en plaza cincel de otras fábricas.  
Hemos usado arados de 5 timones a los tres puntos, y de 9 y 13 timones al tiro.
- V - 9) Estos arados consisten en un robusto bastidor construido con gruesos caños de hierro al cual van sujetos los timones a una distancia de 30 cm. entre sí. Estos timones sujetan en su extremidad cuatro tipos de rejas:
- a) reja común, aguda en sus dos extremos siendo de lados paralelos y en arco de círculo. La cuerda de este arco mide 30 cm. y su ancho es de 8-9 cm. aproximadamente. Se sujeta directamente a la extremidad del timón por medio de dos tornillos. El cambio de reja es una operación rápida: 5 minutos por reja. Por su doble extremidad aguda es reversible.  
Sobre grumosoles y praderas negras desarrollados sobre Formación Libertad (Arazatí o Pampeano), cada reja se reemplaza cada 500 Há. aproximadamente. Por el desgaste la reja queda inutilizada y se deshecha.
  - b) reja de verano, con un diseño especial consistente en una planchuela doblada perpendicularmente a su desarrollo longitudinal y montada sobre una pieza suplementaria en forma de medio cilindro. Realiza una mala labor en suelos secos para los que fue diseñada. Ignoramos cuál es su uso correcto en Australia. Sobre grumosoles no es aconsejable o sobre suelos igualmente pesados.
  - c) reja para renovación de alfalfa, de acero y en forma de barra con extremos biselados. Su consistencia no soporta los suelos pesados y se dobla sobre la extremidad del timón. La sustituimos por la reja anterior con excelente resultado reacondicionando un alfalfar sobrepastoreado.
  - d) reja en pata de ganso. Se usó un modelo que tiene un ancho de corte de 40 cm. Puesta en los timones que distan entre sí 30 cm. se logra un sobrecruce de 5 cm. para cada lado. Realiza un desmalezado total. Es ideal para exterminar plantas de cardo castilla (*Cynara cardunculus*) que tan-

to abundan sobre esos suelos, cortando las plantas por debajo del cuello de la raíz según lo requieren.

- V-10) Los timones van montados en el bastidor quedando alineados transversalmente a la dirección de tiro. El arado viene montado sobre dos ruedas neumáticas con levante a control remoto y también a palanca de acción manual. Se adjunta a la máquina una planilla con tablas numéricas para la correcta instalación de los tipos de pistones hidráulicos correspondientes a los tractores que se venden en plaza. El enganche es sencillo pues en la extremidad del tiro tiene una gruesa planchuela vertical con diversas perforaciones, nivelándose sobre piso horizontal de modo que cuando las rejas delanteras tocan el piso, las traseras distan de él 2,5 cm.
- V-11) El arado cincel tiene varias limitaciones para poder divulgarse en nuestro país. La principal se relaciona con el aspecto distinto que queda la tierra luego de arada, pues deja en la superficie restos de la pastura o del rastrojo. A los productores no les gusta por razones exclusivamente ópticas y sin llegar a comprender la labor que realiza, sin más, lo rechazan decididamente. Otra razón que le sigue en importancia es que el cincel es algo nuevo. La tercera razón es que necesita tractores de potencia para tirar los arados grandes y obtener un alto rendimiento en superficies grandes, pero, obviamente, según sea el desarrollo del establecimiento será también el del equipo.
- V-12) El cincel debe ser bien aplicado, pues su mal uso ocasionará más perjuicios que una reja o un disco mal aplicado.
- V-13) Para caracterizar exactamente su uso nos referiremos a las situaciones concretas de nuestra experiencia. Como se dijo anteriormente lo aplicamos sobre grumosoles y praderas negras, en consecuencia los suelos eran sumamente pesados. El tractor que se usó era un International modelo 856 de 120 HP (PTO), con 100,5 HP a la barra de tiro a un régimen de 2500 revoluciones por minuto. La marcha de alto rendimiento sin caída de revoluciones para extensiones grandes es la tercera velocidad en baja con 8,8 K/hora. El ancho de corte del cincel de 9 timones es 2,75 m. que en la vuelta arada deja trochas de 3,00 m. El rendimiento es 2,64 Hás./hora; en turnos de dos tractoristas a 8 hs. por turno, se rotura 21,12 Hás./turno ó 63,36 Hás./día. Estos rendimientos están determinados sobre marcha continua.

Los rendimientos y costos se computaron sobre la unidad potrero para luego promediar sobre la unidad Há. de toda el área en cultivo. De estemodo, potreros de 114 Há., arados totalmente, sin cabeceras libres, se roturaron en 62 hs. Estos potreros estaban sobrepastoreados retirados del cultivo hacia dos años en su mayor parte, y, en otras, con 40 Há. nunca habían sido arados, presentando una vegetación tenaz de espartillos y cardillas densamente agrupados. Muchas hectáreas tuvieron que ser aradas a 2ª. velocidad en baja a 4 Km./hora. Cada tractorista entregaba al otro turno el tractor revisado y surtido. Este tiempo, así como el de circulación, están incluidos en las 62 hs. indicadas. El consumo de combustible (3ª vel. en baja) fué 25 lts. por hora en régimen de arada.

Otra limitación para el rendimiento fué haber aprovechado la arada para la extirpación de piedras que realizaba el cincel; frecuentemente bloques de 40-60 cm. de longitud por 30-40 cm. de ancho. Esta extirpación se realizó sin quebrar rejas, pues, cuando ésta calza el bloque por debajo, lo levanta a la superficie sin que el tractor ni el arado noten el esfuerzo adicional. La primera arada se dió a 30 cm. de profundidad, y la segunda a 45 cm. Puede concluirse entences, que la preparación total del terreno, pronto para la siembra, se realiza a un promedio real de 1 Há./hora, incluyendo todas las maniobras y atenciones que corresponden al tractor. En esos tractores pesados la circulación se realizaba en baja a 4ª ó 5ª velocidad según fueran las condiciones del terreno.

- v-14) La vegetación dominante sobre en esos suelos es el espartillo (*Stipa charruana*). Todas las chacras retiradas del cultivo evolucionan a esa especie, y las praderas instaladas degeneran a la misma, lo cual obligaba a una permanente rotación agrícola-ganadera por ese mero hecho
- v- 15) Según fuera el estado de la pastura era la elección de la maquinaria para iniciar la labor. Si existe maleza y pastura encañada, o en general un tapiz muy cerrado, no debe iniciarse la labor con el cincel porque deja mucho tapiz vivo y también porque se acumula el pasto arrancado en los timones hasta un límite en que los levanta; debe darse marcha atrás para desprender el pasto y volver a recorrer lo desandado perdiéndose mucho tiempo y convirtiendo la tarea en algo muy fastidioso. Para estos casos debe darse una arada inicial con excéntrica preferiblemente o con arado de discos en su defecto. Muerto el tapiz, la segunda arada puede llegar con el cincel a 40-50 cm. de profundidad sin dificultad. Sobre rastrojo puede darse con cincel la primera arada a 30 cm. y luego la segunda a más profundidad si se cree conveniente.
- v-16) Sobre rastrojo dos aradas con el cincel deja el suelo pronto para la siembra. Para trabajos más finos se agrega una

rastra de dientes tras el cincel o también una rastra a cadenas.

Siempre quedan pasturas o malezas secas en la superficie quedando un mal aspecto para la vista acostumbrada a las tareas que realizan los otros arados.

Cuando se ~~ii~~ conduce correctamente un establecimiento y se atiende debidamente el problema de las malezas y empastamientos puede prescindirse de la totalidad de máquinas de roturación. Puede atenderse perfectamente las aradas y sembradoras con el cincel y rastras de dientes y de cadenas.

Un cincel completo con 9 timones pedreros cuesta (febrero/71) 370.000,00 \$aproximadamente. No puede existir costo más bajo.

V-17)

Con las herramientas señaladas anteriormente se araron blanqueales para su recuperación circundándolos con una pequeña canal para la derivación de las freáticas salitrosas. Se sembraba cebada en otoño y girasol en primavera enterrándolos como abonos verdes. En las partes más compactas del blanqueal el tractor mencionado se paraba de manos teniendo puestas las pesas delanteras (500 Kg.). El personal fué instruído para salvar este tipo de inconveniente levantando un poco el cincel por medio del control remoto; luego, se daba marcha a -trás repasando el sitio a la profundidad normal de trabajo. Más adelante se indicará la importancia de este hecho para el manejo de las aguas superficiales.

En una extensión de 1200 há. aradas donde incluía sitios difíciles por la presencia de afloramientos del Cristalino, se rompieron dos puntas de rejas, que dadas vuelta sobre el timón se usaron hasta su desgaste final, de modo que se inutilizó tan sólo una reja cuyo precio a febrero del 71 era \$ 430,00 aproximadamente.

V-18)

Al cincel de 9 timones se le puede agregar dos cuerpos adicionales lateralmente quedando convertido en un arado de 13 timones con un ancho de corte de 3,75 m. , los que quedan convertidos en 4,00 m. de faja arada en la vuelta subsiguiente. No es posible tirarlo en suelos pesados a riesgo de rotura del bastidor. Los caños del cuerpo trasero se fisuran y hay que reforzarlos con planchuelas soldadas.

Al cincel con 13 timones lo hemos usado con las rejas de desmalezado aplicándolo en tareas superficiales: se obtiene un altísimo rendimiento. Es probable que en suelos más livianos sea aplicable.

V-19)

Estos arados vienen equipados con un suplemento consistente en una articulación accionada con resortes de tensión regulable para que los timones puedan ceder ante un esfuerzo que el normal de la labor para la cual fué ajustada la tensión del resorte. Con ese suplemento el cincel toma la denominación de arado pedrero, pudiendo penetrar cualquier tipo de terreno sin riesgos de rotura.



Pese que el arado cincel pedrero está especialmente indicado para suelos pedregosos, lo recomendamos como el único tipo que puede trabajar en suelos pesados. Sin los resortes, el tirón termina rompiendo rápidamente el perno de fijación por el esfuerzo de la tracción y por la vibración que produce la arada normal. Sobre suelos más livianos no tenemos experiencia.

V-20) El arado de 5 timones a los tres puntos tiene un ancho de corte de 1,20 m. Cuando el tractorista adquiere pericia, toma por guía la senda de la rueda delantera, abriendo trocha a 25 - 30 cm. de la trocha anterior quedando la labor con un ancho de 1,50 m.; con el de 9 timones de 3,00 m.; y, con el de 13 timones de 4,00 m. de ancho de labor.

V-21) El arado de 5 timones lo hemos utilizado sobre un tractor John Deere modelo 2020 sin inconvenientes. Este arado está especialmente indicado para tareas forestales posteriores a la instalación: puede ser tirado por un tractor de trocha angosta y tiene acceso al monte. Si se instala a 2 por 2 m. se circula con comodidad dentro de líneas, pudiendo realizar el desmalezado dentro del monte, combatiendo el peor enemigo del árbol en sus etapas infantiles.

V-22) La aplicación del cincel es sumamente sencilla luego de decidido qué herramienta lo precede de acuerdo al estado del ~~mapa~~ tapiz.

Se aplica especialmente en verano extirpando la vegetación de esta estación antes de que madure la semilla. Realiza extirpación total con una labor completa ( dos aradas). Como no da vuelta la tierra no se descubre la semilla antes enterrada con otros arados, quedando imposibilitada para germinar y descomponiéndose con el tiempo dentro del suelo. Hemos extirpado el pasto bermuda (*Cynodom dactylon*) co se explicará más adelante.

V-23) Cuanto más pesado es un suelo mayor es su esponjamiento. Esto se hace muy evidente en el dessecamiento por evapotranspiración. Se producen grietas muy profundas que aumentan considerablemente la superficie de evaporación del agua del suelo. Sobre éstos suelos las sequías se sienten más intensamente que en suelos livianos cuyo horizonte superior sin agrietamiento conserva más la humedad.

Cuando estos suelos portan una pastura amarillenta en verano, los planosoles del este y las praderas arenosas del norte conservan una pastura verde.

El agrietamiento resulta fatal para las raíces, pues, al separarse las unidades estructurales del suelo rompe las raicillas y barbas absorbentes que atraviesan las unidades contiguas. Este fenómeno es particularmente acusado para las raíces de los árboles por cuanto ocupan un gran volumen de suelo, quedando el forestal más expuesto que otras plantas al deterioro que produce el agrietamiento.



El arado cincel, por la profunda labor que realiza, elimina el agrietamiento durante varios años. Debido a esta facultad el cincel también tiene su aplicación en los cultivos especiales como son los semilleros forrajeros. El Plan Agropecuario no concederá esos contratos sobre suelos que presenten ese riesgo para semilleros de tréboles, salvo que se garantice al técnico supervisor que las tareas previas a la siembra sean realizadas de tal modo que las grietas no se presenten al próximo verano. El único arado que puede realizar esa tarea es el cincel. Otro modo sería aplicar subsolador, pero, obviamente queda deshechado por el costo de la labor y por la necesidad de tirarlo con un tractor a bandas.

V-24)

En suelos gley húmicos no existe riesgo de agrietamiento salvo situaciones extremas. De igual modo aplicamos el cincel pues queda arado un perfil profundo lo que facilita el rápido enraizamiento de la planta quedando defendida para la crisis del verano.

En lo relacionado al árbol, al menos, no se puede prescindir de esa herramienta porque al garantizar el enraizamiento rápido evita la posibilidad del agotamiento de la plántula. Todo trasplante significa una crisis para la planta, por ende, las técnicas de vivero y de instalación conducen a disminuir esa crisis provocada por un profundo desequilibrio fisiológico que la planta debe salvar con la mayor celeridad.

V-25)

Con igual criterio se deben abordar los suelos de desarrollo en medio pese a la mayor ligereza del horizonte superior. Todo consiste en profundizar el perfil para la fácil y rápida penetración.

V-26)

En suelos muy desarrollados, tomaremos como ejemplo para el uso y manejo a los planosoles típicos del Este destinados a la explotación arrocerá.

Páginas atrás hemos hecho una descripción muy general de estos suelos por entender que es suficiente para encarar su manejo.

Es sabido que esos suelos son elegidos para el cultivo del arroz exclusivamente por su topografía plana o casi plana y por sus dificultades de drenaje. Ambas condiciones significan un enorme abaratamiento de las obras de riego y un bajo costo relativo en la aplicación y conservación del agua. Imaginemos cuál sería el costo de riego por bombeo, por conducción y por estancamiento del agua sobre una topografía que exija terrazas o bancales.

Son los suelos cultivables más infértiles del país. Luego de uno o dos cultivos consecutivos quedan inservibles. Los rendimientos bajan verticalmente y los campos se abandonan. Existe una transhumancia cultural, dejando tras de sí miles de hectáreas inservibles.

El arroz es un cultivo que nace sobre la miseria de los suelos dejando a sus espaldas una miseria mayor. Esta miseria edáfica es vertical; existe en el suelo y asciende a las condiciones de vida del trabajador; sube más, inundando la moral y el intelecto del hombre que vive sobre ellos y cul-

mina muchas veces con el anquilosamiento de los que ostentan la dirección de la empresa arrocera.

Estos suelos se manejan del modo siguiente: se abandona el cultivo del arroz; se drenan los campos; y, sobre húmedo, se introducen ingentes cantidades de cabezas de ganado.

El horizonte A, compuesto por una mezcla de arena fina y limo, adquiere una estructura notoriamente laminar. A los 20 cm. de profundidad, aparece generalmente sin transición el horizonte B de textura arcillosa pesada. Ese horizonte A por acomodación de las partículas de sus fracciones y por su estructura es sumamente impermeable como en general ocurre con las arenas finas limosas que estancan superficialmente el agua.

Los campos abandonados por el cultivo quedan "amasados" superficialmente debido al tránsito de la maquinaria que realizó la última cosecha y luego, por el pisoteo de los vacunos que dejan huellas similares a una imprimación en el cemento. En estas condiciones la fracción fina del suelo es capaz de fraguar débilmente. Este fenómeno arruina los suelos y es un impedimento para la germinación de la vegetación constructiva.

Estos suelos sufren una paulatina invasión del pasto bermuda (*Cynodom dactylon*). Paralelamente desaparecen los pastos vernáculos. Existen potreros retirados del cultivo desde hace diez años cuyo tapiz no ha cerrado, dejando al descubierto el 50 a 60 % de la superficie del suelo.

La textura liviana e infertilidad del horizonte superior tiene una capacidad de oxidación sumamente alta que motiva una lenta acumulación de la materia orgánica. Exponiendo al aire el horizonte A al removerlo a pala se produce la oxidación de la materia orgánica rápidamente. En sitios libres de la explotación donde el perfil del suelo estaba íntegro con un tenor alto de materia orgánica, al remover el suelo, a las 48 hs. blanqueaban totalmente.

Apenas se roturan estos suelos la materia orgánica se oxida y pasa a la atmósfera como  $CO_2$ . Este es el fenómeno principal que explica el rápido agotamiento de esos suelos.

V-27)

El arado cincel es el único que puede dar la solución a este fenómeno. En primer lugar, al no dar vuelta la tierra no expone a la materia orgánica a la oxidación. En segundo término no deja gleba, quedando la tierra pronta para la siembra. Y, en tercer término produce una enmienda: Por la profundidad de la arada, la reja del cincel levanta parte del horizonte B. Si consideramos la superficie de la reja y la separación de los timones, al incluir la reja en el B se llevará al horizonte arenoso superior el 30% del volumen de suelo ~~roturado~~ iluvial roturado. Si consideramos el volumen total de suelo roturado a 50 cm. de profundidad, la arcilla elevada al horizonte superior será aproximadamente el 15% del volumen total de suelo removido. Otro tanto ocurrirá con la segunda arada. El horizonte superior quedará enriquecido con

- V-28) con 30% de arcilla del volumen total del suelo roturado. Con esta enmienda surgida simultáneamente a la aplicación del cincel, se aumentará el drenaje superficial que estaba impedido por la naturaleza del horizonte A.
- V-29) Supongamos que se realiza una arada a 40 cm. de profundidad y que la porosidad luego de la enmienda sea el 50 % del volumen roturado. ~~XXXXXXXXXXXX~~ Se necesitaría una lámina de agua de 20 cm. de altura para colmar el espacio de poros. Una lluvia de esa magnitud sería muy ocasional, y sin considerar las pérdidas de agua en el suelo por infiltración y por evaporación, recién a ese nivel de precipitación comenzaría el escurrimiento superficial.
- V-30) Con la aplicación del cincel luego de retirar los campos del arroz, se podría encarar recién el manejo adecuado de aquellos suelos con una rotación basada en el cultivo del arroz y el pastoreo. El campo abandonado debería empraderarse inmediatamente luego de una profunda roturación con el cincel para realizar la enmienda. Luego de acomodado el suelo y la pastura iniciar el pastoreo con animales livianos. Esta rotación sería satisfactoria para preparar los campos para el arroz contando con la ventaja de ser una rotación sumamente simple que no crea complicaciones en la medida que el productor se organice un poco.
- V-31) Cuando se instalan forestales sobre planosoles roturados con arados de discos o de rejas, se remueve únicamente el horizonte superior. Si bien es fundamental eliminar la competencia que produce la pastura, esa labor es insuficiente porque los suelos ~~no~~ quedan acondicionados para soportar las crisis de primavera avanzada y la del verano. La transición abrupta que existe entre los horizontes A y B disminuye la velocidad de penetración de las raíces. Las plantas sufren exajeradamente, y aunque vegeten y puedan crecer lentamente, quedó planteado el fracaso del monte al iniciar mal los trabajos con un laboreo inadecuado.
- V-32) Hemos visto algunos aspectos del comportamiento de dos tipos extremos de suelos: grumosoles y planosoles. No obstante el manejo es el mismo en cuanto a instalación forestal: inevitable aplicación del arado cincel. Los suelos de desarrollo intermedio exigen igual roturación. La modificación que produce el cincel en el suelo durará algunos años, los suficientes como para que la planta arraigue adecuadamente, forme el mantillo forestal, y comience la labor ~~de~~ específicamente constructora que todo forestal produce en el suelo.
- V-33) ¿Qué ocurre en un suelo que no sea sometido a la profunda modificación que produce el cincel? En primer lugar, la arada común deja un perfil superior modificado a poca profundidad de tal manera que el suelo de

un modo u otro, continúa con aptitud única para la pastura y para cultivos agrícolas. Si no existe labor profunda el agua de lluvia en buena parte se perderá por escurrimiento superficial, dejando un tenor de humedad en el suelo que apenas alcanzará para los pastos que cundirán inevitablemente. La competencia que se establece entre estos y la plántula se plantea favorablemente para los pastos que ocuparán rápidamente con sus raíces el horizonte superior del suelo, consumiendo la mayor parte del agua retenida puesto que la malla de raíces será enormemente mayor que la que forme el arbolito.

V-33)

Si imagináramos el desarrollo radicular; si nuestra imagen óptica estuviera permanentemente adscripta a los crecimientos que se producen bajo la línea de tierra y no al que se produce en el espacio aéreo, que es exclusiva manifestación de lo que ocurre en el espacio edáfico, surgirían con claridad las normas de instalación y de manejo del monte para cada sitio prefijado.

Cada árbol ocupa un determinado volumen de suelo según sea su desarrollo. Según sea la distancia de plantación que tenga el monte en un momento dado será el volumen de suelo que dispondrá cada árbol. Ese volumen no es más que una cuba de captación y de retención de agua cuyas dimensiones tienen que estar proporcionadas a las demandas de agua que tiene cada especie, variables según sea su desarrollo. En la región de pradera, por simples razones fitogeográficas, carece de profundidad para que los forestales exóticos prosperen.

V-34)

Para dar una imagen real del comportamiento de las raíces en relación a las condiciones del suelo, describiremos la conducta del pino pinaster (pino marítimo) cuando se produce la regeneración natural sobre las arenas litorales del sur. Cuando germina la semilla desarrolla una raíz típica que a gran velocidad desciende verticalmente casi sin raíces secundarias. Este crecimiento radicular acelerado no se detiene hasta que la raíz llega a la capa de ascensión capilar. Este fenómeno ocurre dentro de ciertos límites, hasta una profundidad oscilante entre 2 y 2,5 m. Si la capa de ascensión capilar está más profunda, se inicia el agotamiento de las reservas de la planta y también es menor la tensión del oxígeno y mayor la del CO<sub>2</sub>; en consecuencia, el hábitat edáfico es cada vez menos propicio para el normal desarrollo.

Si la napa freática y en consecuencia, la capa de ascensión capilar están situadas superficialmente, la plántula prosperará tan sólo en sus etapas infantiles, pero muy pronto por falta de profundidad de suelo, comenzará la competencia radicular intraspecifica intraespecifica; la planta también carecerá de anclaje.



La tipificación de un comportamiento en situaciones extremas es imprescindible para comprender el comportamiento en las situaciones intermedias que son las más difíciles de inteligir.

Esa planta de pino tomada como ejemplo extremo de comportamiento, normalmente tiene una altura de 10 cm. cuando sus raíces tienen 2 ó 2,5 m. de profundidad.

Este desequilibrio ~~en~~ relación raíz-planta toma su verdadera magnitud cuando pasamos la misma relación al estado adulto del árbol. Si consideramos un pino de 25 m. de altura, sus raíces tendrían que llegar a 625 m. de profundidad. Hay una profundidad natural máxima para cada especie. Si un suelo tiene condiciones adecuadas para ello, el árbol normalmente alcanza esa profundidad para luego ocupar más suelo lateralmente hasta el límite de competencia de las raíces en que comienza el momento oportuno para el primer raleo, luego, cumplida nuevamente la misma instancia hay que iniciar el segundo raleo, y así sucesivamente hasta alcanzar el turno prefijado.

El turno final estará determinado por la especie, por el objetivo económico y por las condiciones del suelo en que estará instalado el monte.

V-35)

¿Cuál es la razón de fracasos frecuentes sobre dunas cuando se instalan pinos?

En parte por no tener determinada la profundidad de freáticas, sus oscilaciones durante el curso del año, y, por otra parte, por llevar los pinos al terreno con raíces podadas o mortificadas por el envase de tal modo que se anula o disminuye gravemente la facultad de rápida penetración vertical de la raíz típica. Por cualquiera de estas razones la plántula queda expuesta exclusivamente a la precipitación, privándosele su facultad de alcanzar un aporte natural que le ofrece el suelo del cual depende. Esa facultad se llama freatofilia, y la planta que la posee, freatófita.

V-36)

Otro tanto ocurre, aunque de distinta manera, con el *E. ucalyptus camaldulensis* (*E. rostrata*). Si estudiamos su distribución en Australia veremos que se extiende sobre la totalidad del territorio, incluso a través del desierto central, siguiendo los cursos de agua. Habita sobre las riberas de ríos y arroyos independizándose del clima atmosférico y dependiendo de la existencia de freáticas muy superficiales. Es esta otra razón ecológica que explica el fracaso de esta especie en la mayoría de las instalaciones en el Uruguay.

En las arenas costeras al Río de la Plata existen infinidad de *E. camaldulensis* en excelente estado aunque tengan sus raíces en napas de aguas saladas.

V-37)

También hemos aplicado el cincel pedrero sobre litosoles. Otro arado no podría entrar. Con ello se elimina la pastura

competitiva, se esponja el suelo y se levantan rocas a la superficie.

El terreno queda profusamente cubierto con elementos retardadores de las aguas superficiales, obligando su penetración. El cincel determina los sitios donde existen losas quedando automáticamente marcados en el campo; sobre ellos no se pierde tiempo instalando.

La instalación sobre litosoles requiere la aplicación de conocimientos geológicos aplicados y constituye una tarea demasiado específica que debe resolverse en el campo. Cada sitio sobre litosoles constituye un problema muy localizado con soluciones exclusivamente locales y muchas veces sin solución. Para concluir con aplicaciones al suelo, sobre litosoles y sobre dunas, no se aconseja abstenerse de la consulta geológica.

V-38)

Habiéndose explicado cómo es el arado cincel, cómo realiza la labor, y el modo en que acondiciona el suelo para la planta, nos resta mencionar sucintamente los efectos que provoca en el suelo: sus ventajas e inconvenientes.

- 1) Regulariza la cuenca. No repetiremos aquí lo que está dicho en el capítulo II, que se relaciona a cuencas. Es comprensible que una arada a 40 ó 50 cm. de profundidad que no produzca gleba, deja al suelo en condiciones de captar ingentes cantidades de agua. Aradas con cincel sobre grumosoles y praderas negras desarrollados sobre Formación Libertad han captado precipitaciones de 300 mm. o más en una lluvia que duró 46 hs. sin producir arrastres. El agua captada drenó lentamente hacia las líneas de drenaje sin aumentar repentinamente el caudal. La cuenca local no presentó más picos y desaparecieron las sequías. La arada mencionada se realizó en marzo de 1969 y a ~~mayo~~ abril del 71, el comportamiento de la cuenca local fue regular. La línea de drenaje en cuestión es afluente del Río San Salvador a la altura del Km. 85 sobre Ruta 12.
- 2) Eliminación del escurrimiento superficial. Por lo dicho anteriormente, se comprende que el escurrimiento superficial desaparezca. El agua precipitada penetra en el suelo en su totalidad.
- 3) Control de la erosión. En consecuencia, desaparece la erosión del suelo.
- 4) Arreglo de zonas erosionadas. El cincel permite pasar cómodamente por arriba de zanjas de erosión. Cuando estas son más anchas que la trocha del tractor en uso se toman lateralmente. El rodado del tractor compacta la tierra que el cincel vertió dentro de la zanja. Puede ser tarea muy peligrosa que exige un tractorista con mucho tino. Lluvias caídas inmediatamente después de arregladas zanjas de un metro y más de profundidad no erosionaron el sitio. Las lluvias mencionadas fueron de 120 mm. caídas en 18 hs.

- 5) Carga en el suelo del total del agua precipitada.  
Una reserva grande de agua en el suelo compensa la mala distribución de las lluvias, resultando de ello una garantía para la instalación forestal y para los cultivos de verano.
- 6) Eliminación del agrietamiento de algunos suelos.  
Se elimina de este modo la rotura de las raíces de los forestales que están instalados en aquellos suelos. Se elimina una importante causa de desecamiento del suelo. Se pueden realizar sobre ellos los semilleros de tréboles.
- 7) Profunda oxigenación.  
El esponjamiento del suelo a profundidad permite la penetración del aire necesario para la respiración de las raíces.
- 8) Eliminación de los gases tóxicos del suelo.  
Por idéntica razón, se produce la rápida difusión del CO<sub>2</sub> resultante de la respiración radicular y otros gases tóxicos resultantes de los procesos fermentativos en el suelo.
- 9) Profundización del hábitat microbiano.  
Al profundizar la roturación y con la ampliación consiguiente de la atmósfera edáfica se profundiza el horizonte biológico. El enriquecimiento de la microflora por la amplitud de su ámbito aumenta la capacidad potencial del suelo para los procesos de nitrificación y para las reservas de los elementos nutrientes incorporados al protoplasma de la microflora.
- 9) Momento del tener de materia orgánica.  
Como consecuencia de lo anterior se aumentará la materia orgánica del suelo, mejorando su fertilidad y su estructura.
- 10) Conservación de la materia orgánica.  
Es sabido que las pasturas incorporan más materia orgánica al suelo por sus raíces que por su follaje. Una arada que no produzca gleba y, por lo tanto, que no exponga la materia orgánica a la oxidación atmosférica, conservará la materia sintetizada en el suelo y la nueva incorporada por las raíces que deja en su sitio la arada con el cincel.
- 11) Profundización del enraizamiento.  
En consecuencia habrá un mayor aporte de materia orgánica al suelo por el aumento del volumen de raíces.
- 12) Eliminación de la suela de arado.  
Por el hecho de la profundidad que se logra con el cincel.
- 13) Eliminación de la suela de tránsito.  
Muchas veces las aradas comunes no eliminan totalmente el perfil compactado por el tránsito a causa de su escasa profundidad.



- 14) Escorrimento de freáticas bajo la superficie del suelo.  
 Arando la totalidad de la cuenca local a la misma profundidad, incluso los blanqueales, hasta la línea de drenaje, el escurrimento de las aguas se produce bajo la línea de tierra evitando la aparición de las cabeceras de freáticas en los quiebres de pendiente.  
 Para ciertos sitios donde normalmente aparecen blanqueales queda interrumpido el afloramiento a la superficie de las aguas carbonatadas que los producen. Sin nuevos aportes, el tratamiento de los blanqueales es muy efectivo recurriendo a siembras de cebada en otoño y al girasol en setiembre enterrados como abonos verdes.  
 Con el cincel se pueden arar sin consecuencias erosivas los bajos lográndose el lento escurrimento subterráneo que se mencionó.  
 E sta operación es ideal para la instalación forestal en esos sitios para el cultivo de especies tales como ciprés calvo (*Taxodium distichum*) o los carolinas (*Populus deltoides*, 63-51, etc.), y también para cultivos de trébol blanco, *Dactylis glomerata* o para algunos casos maíz.
- 15) Descubrimiento de piedras enterradas.  
 En zonas pedregosas de suelos aptos para agricultura, el cincel las lleva a la superficie incluso bloqueado 50 ó 60 cm. sin rotura de rejas. El principal inconveniente que presentan estos suelos es el pedregal en superficie que lesiona la maquinaria liviana. La limpieza de piedras es una tarea económica que muchas veces no se realiza o por carecer de esta herramienta o por simple desorganización del establecimiento. Las piedras que se retiran son aquellas que por su tamaño pueden lesionar las sembradoras. Hemos limpiado 44 há. en dos turnos consumiendo 6 jornales. Las piedras son un material muy valioso para calzadas, pasos, o para entradas en porteras.
- 16) Drenaje vertical de sitios encharcados.  
 Es muy frecuente encontrar en el campo encharcamiento en sitios planos en puntos altos. En campos arables lo común es no tocarlos. Cuando los campos pasan al pastoreo el ganado accede a ellos. El pisoteo en las orillas amasa el suelo agrandándose el área del charco hasta tomar dimensiones de pequeñas lagunas.  
 Arando progresivamente los bordes en verano con el cincel se va produciendo el desecamiento rápido de afuera a adentro recuperándose toda el área. Aunque los primeros cultivos en estos sitios no dan rendimientos comparables al que produce el resto del campo, deben sembrarse para su recuperación. Por otra parte son zonas planas de captación de aguas que van produciendo un drenaje lento bajo superficie para un suministro complementario de agua pendiente abajo.
- 17) Extirpación de pastos.  
 El cincel deja vivo en el campo más o menos el 50% de los espartillos. Es más efectivo en la limpieza de cardillas dejando vivas aproximadamente el 20%, pues teniendo raíces más



horizontalizadas la reja las desplanta más fácilmente. El rendimiento en la extirpación del cardo castilla depende mucho del tamaño de la planta. Si el cardal es alto y denso, igual ocurre con cardillares de porte, los timones se atorán continuamente presentándose una tarea muy fatigante por la frecuencia de marchas atrás que deben realizarse y volver al mismo sitio para continuar con la maniobra.

Para sitios menos densos el cincel desmaleza parcialmente y el follaje traspasa los timones sin atorarse. Estas tareas deben realizarse con los suelos algo secos, pues, de otro modo no se extirpa más que el 10% de la maleza aproximadamente. Las carquejas, carquejas blancas, mic-mios, y otros Baccharis se extirpan entre un 30 y 60 % según sea el estado de desarrollo de la planta. En suelos tirando a secos la biznaga y la mostacilla, también la flor morada se extirpa bastante bien pues teniendo raíces menores la roturación vibrada que realiza el cincel destroza la mayoría de las raíces. La extirpación de cepa caballo con dos pasadas de cincel es casi total. Hemos extirpado densos cepales de este modo; a la primavera siguiente germinó cepa a una frecuencia de 25m. m entre individuos. La frecuencia inicial era de 30cm. entre pies.

Los pastos se eliminan totalmente en dos pasadas de cincel. La germinación de semillas de malezas a la temporada siguiente es bajísima en campos infestados. La excelente labor del cincel para bajar el porcentaje de germinación de la maleza se debe a que no produce gamba aún no llevando a la superficie la semilla enterrada por la operación anterior si fué realizada con el arado de discos o de rejas.

La extirpación de pasto bermuda (*Cynodon dactylon*) es la más efectiva que pueda realizar arado alguno. El cincel arranca el pasto dejando en la superficie la parte aérea que muere por deshidratación.

Cuando se aplica arado de discos o de rejas sobre la bermuda los tallos quedan picados y enterrados por lo cual se resiembrá de estaca, distribuyendo esta especie rápidamente por todo el campo.

Cuando los campos están demasiado enmalezados la labor debe realizarse inicialmente con una excéntrica. Si hay cardo castilla debe cuidarse de dar una profundidad de modo que los discos corten la raíz por debajo de su cuello. Si es necesario proceder de este modo el cincel realiza tan sólo la segunda arada dejando la tierra suficientemente bien preparada para rastrear, y, si se tiene paciencia para realizar las labores a un determinado grado de humedad, el campo queda pronto para la siembra.

- 18) Un establecimiento bien conducido no corre riesgos de enmalezamientos en la medida que se realice un manejo agropecuario. Por esa razón no es necesario tener excéntrica ni arados de discos y de rejas que tantos inconvenientes crean. Con la presencia del arado cincel descienden verticalmente los gastos y el mantenimiento reduciéndose el equipo. Un cincel de 9 timones cuesta cuatro veces menos que cualquier otro arado comparable por su ancho de corte.

V-39) El cincel tiene inconvenientes según sea el punto de vista con que se juzgue. Transcribiremos las observaciones que realizaron algunos productores.

1) "La tierra queda mal preparada"

La observación proviene del hecho de que queda pastura seca en la superficie. El campo queda de un aspecto distinto a la arada tradicional. En definitiva la tierra queda excelentemente bien preparada con un aspecto distinto al que estamos habituados.

2) "Se necesitan tractores muy grandes para tirarlos"

Para tirar un cincel de 9 timones un tractor International modelo 856 lo realiza en tercera velocidad en baja a 2500 rev/min. con una velocidad de 8,8 Km/hora.

El productor que realizó esta observación hacía chacra con tractores John Deere modelo 4020 con 140 HP, es decir con más caballaje que el International 856.

De todos modos existen cincelos con 7 y 5 timones.

Estimamos para suelos pesados y para una buena velocidad de arada, disponer de 10 HP por timón a la barra de tiro.

3) "No me gusta ese arado"

Hasta el momento no hemos oído otras objeciones.

V-40) Lo fundamental para arar con el cincel es entrar al campo con el grado de humedad adecuado.

Si la humedad de la tierra es más alta que la debida, las rejas sacan a la superficie tiras de suelo; queda en el campo el rayado que produce la reja y la pastura o el rastreo entre los timones queda intacto. La labor es pésima y, evidentemente la que realiza otro arado al mismo grado de humedad es incomparablemente mejor.

El arado cincel actúa como un pequeño subsolador; levanta el suelo y lo vibra parcialmente definiendo la estructura natural del suelo. Debe aplicarse sobre suelos con algo menos de humedad óptima para otros arados.

Para grumosoles y praderas negras sobre los cuales realizamos la experiencia, el grado de humedad óptimo lo da la pauta siguiente: a 8,8 Km/hora de velocidad las rejas vierten por delante la tierra a una distancia de 40 cm.

Cualquier productor o tractorista a poco de aplicar este arado determina el grado óptimo de humedad para iniciar la labor. Si el terreno está más seco que ese grado indicado la tarea se realiza perfectamente bien. Lo señalado para ese grado de humedad es el óptimo de iniciación de tareas, pues, cuanto más seco está el suelo más vibrado queda y mayor es la cantidad de pasto o maleza que extrae.

V-41) Normalmente se dan dos aradas con el cincel. La primera a profundidad de reja (30cm.). Luego de unos pocos días, según

sea el grado de evaporación se da la segunda arada cortando la dirección de la anterior a 25 grados aproximadamente. Para comprender esta recomendación se pueden trazar sobre un papel dos rectas paralelas. Sobre un calco o cualquier otro papel transparente se dibujan otras dos rectas paralelas a la misma distancia de las anteriores. Se coloca el calco sobre el papel haciendo superponer las líneas, luego, se gira lentamente el calco haciendo centro con una aguja entre ambas líneas hasta formar un ángulo recto,; repítase varias veces esa operación. Se podrá observar que las dos aradas a 25 grados returan mucho más suelo que dos aradas a 90 grados considerando que la distancia entre timones es 32 cm. y el ancho de reja 8 ó 9 cm.

Si las aradas se cruzaran a menos de 25 grados sería mayor el volumen de suelo removido por la reja, pero, disminuyendo el ángulo por debajo de 25 grados el surco anterior atrás demasiado la reja y se inicia un tiro lateral que se debe evitar para que la herramienta trabaje adecuadamente. Por otra parte, dando ese ángulo de cruce, las vibraciones de los timones y los efectos laterales que se producen se superponen ampliamente a ese ángulo.

Realizando cruces a 45 ó 50 grados las aradas quedan muy buenas correctas. En consecuencia debe tenerse presente que aquella recomendación no es absolutamente fija.

V-42)

Quando se aplica el cincel no es necesario marcar melgas. La chacra normalmente se ara hasta el alambrado no importando el sentido de giro de la arada porque el cincel no forma albardón. Todos los años puede ararse en el mismo sentido o en cualquier otro porque es totalmente indiferente. Como el cincel es de enganche simétrico tampoco este hecho interfiera en el sentido de giro de la arada.

Según sea el estado topográfico del campo surgirán melgas naturales que determinan las zanjas de drenaje o las cañadas. De ese modo diríamos que las melgas son topográficas.

Supongamos que un potrero tenga dos lomas y una línea de drenaje entre ellas. Surgirán por esa condición dos melgas con la forma que la topografía del campo determine.

También supongamos que el potrero en cuestión sea rectangular. La primera arada debe comenarse al borde del alambrado y seguir su perímetro. Al llegar a una esquina, un poco antes se gira el tractor hasta tomar la otra línea pero arando siempre. Se continúa arando espiraladamente hasta llegar al centro del campo donde se remata la melga con diversas maniobras de circulación en varios sentidos. Cuando se entra en tierra arando no conviene levantar totalmente el arado para no dejar huella. De igual modo, al cambio de turno, conviene salir y entrar arando por idéntica razón.

El cincel puede soportar curvas arando con un radio de 10 m. sin que sufra ninguna parte del arado.

La segunda arada conviene darla siguiendo curvas a nivel pues luego de esta operación el terreno queda ondulado. Aunque una



cuesta realizar.  
Arando de este modo no quedan cabeceras y en especial las cabeceras en ~~una~~ cruz que son la causa principal y más frecuente de erosión en los campos.

V-43) Es de suponer que el arado cincel aplicado en campos más livianos evidenciará más sus ventajas para el control de la erosión.  
También no cabe duda que el consumo de H P por timón debe reducirse considerablemente, pudiendo ser tirado el de 9 ó 13 timones con tractores menores que el usado en nuestra experiencia.

V-43) Otra aplicación importantísima del cincel es entre filas de citrus. Luego de lo explicado en relación a su uso general, huelgan más explicaciones referidas al monte cítrico, así como también para todo monte frutal o maderable.

- 0 -



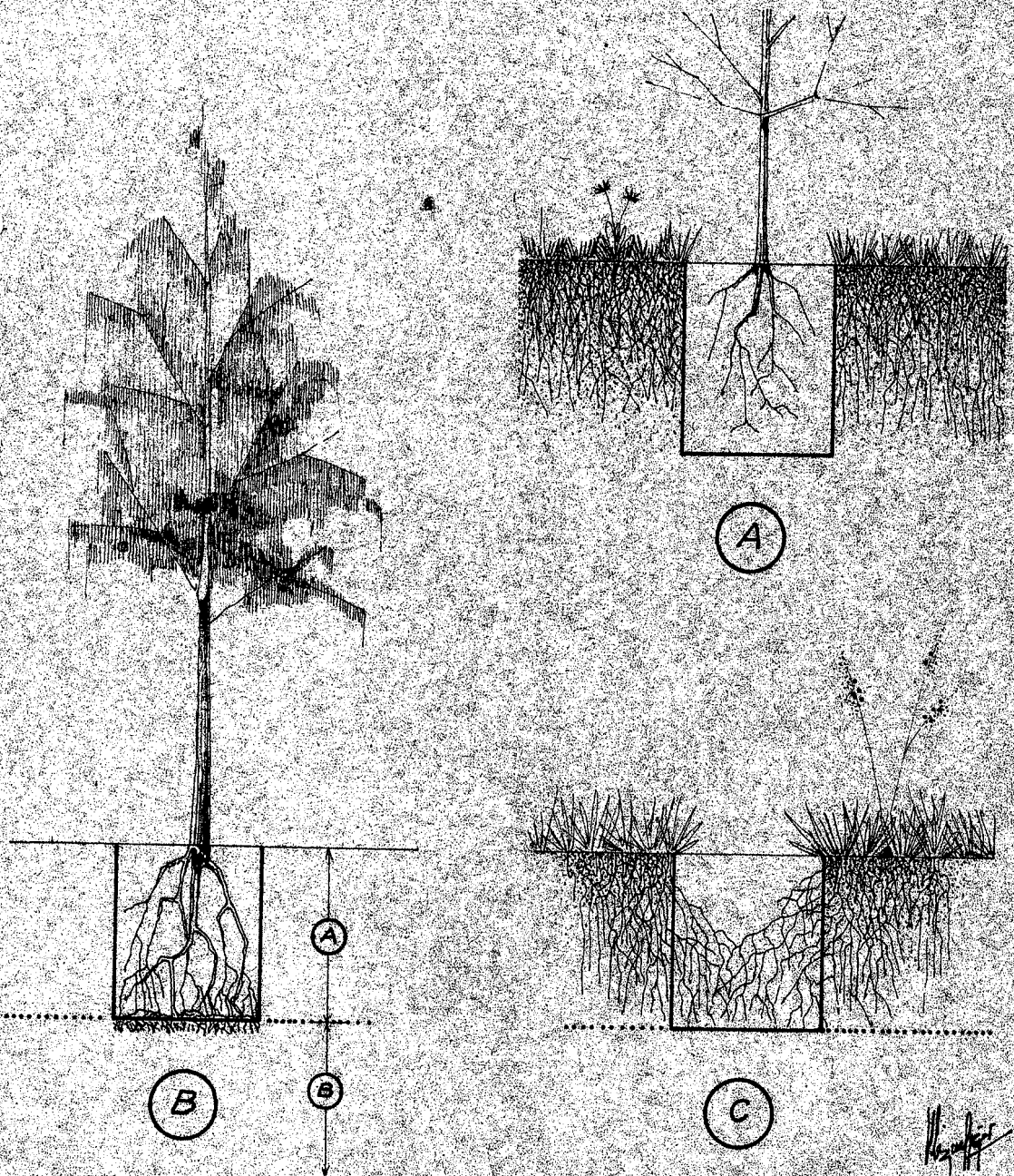
## VI

## INSTALACION

- VI-1) Cuando se decide producir madera se destina un área de cierta extensión que permite planificar la instalación. No ocurre lo mismo cuando se ~~axida~~ deben instalar cortinas, abrigos o refugios, porque generalmente debe realizarse en sitios predeberminados. Muchas veces se debe aprovechar una línea de alambrado existente para bajar los costos; otras, el sitio lo fija un punto alto del terreno porque debe atenderse al escurrimiento de agua para agrupar al ganado o para que no quede sofocado por el propio abrigo. También ocurre que el productor demanda el mejoramiento de algún potrero por medio del descenso de insolación al instalar pequeños rodales con una dispersión adecuada. En definitiva, resulta que no hay mucha libertad para la elección del sitio. Esto es justo en cierta medida ya que si una instalación actúa como servicio se sabe de antemano que el propósito no es el de la explotación de la madera sino la de aquel renglón que estará influenciado por el árbol.
- VI-2) Al tender una cortina lo más común es que cruce suelos diferentes. En la figura IV-1 se representa una secuencia pradera media - grumosol con árboles con desarrollo muy diferente. Si se tratara de una cortina sería bastante deficiente. La figura IV-2 representa un suelo que de instalarse una cortina acusaría un deterioro progresivo pendiente abajo.
- VI-3) Instalar las cortinas de acuerdo a un ajuste estricto de selección de especies según los cambios de suelos sería un virtualismo antieconómico y en definitiva se lograría una cortina técnicamente peor que otra instalada sin cambios de especies aunque acusara diferencias de crecimientos al cruzar suelos diferentes.
- VI-4) Las diferencias de crecimiento que originen los distintos suelos que cruce una cortina puede corregirse mediante su manejo, pero, debe admitirse que sería sumamente impráctico. Mediante la aplicación del cincel se corrige en gran medida la influencia diferenciadora que provocan los suelos diferentes.
- VI-5) Todo vegetal tiene una variabilidad genotípica que lo capacita, ~~extremadamente~~ dentro de ciertos límites, para adaptarse a las variantes de sitio sin que se souse la influencia en el aspecto exterior. Cuando se traspasan los límites de ese ~~amplio~~ entorno de oscilación la planta entra en la intolerancia: suelos demasiado arcillosos con estructura inadecuada; suelos poco drenados o poco oxigenados; competencia excesiva o poca capacidad para la retención de agua cuando los suelos son demasiado livianos.
- VI-6) Una instalación correcta reúne una serie de normas que tienden a dilatar el tiempo de ingreso a ese territorio de intoleran-

**FIG. V.1)**

**ESQUEMA DEL DESARROLLO DE RAICES DE EUCALYPTUS MACULATA, E. UMBELLATA, E. PANICULATA Y E. GLOBULUS, Y DE LAS PASTURAS CIRCUNDANTES AL HOYO DE PLANTACION. (PIRARAJA - DEPTO. DE LAVALLEJA)**



M. KRÖGER - 1965



bol es lo que se entiende por instalación. Mantener el mismo objetivo durante las etapas posteriores es el manejo.

VI-7) La instalación se resuelve a través de cuatro operaciones:  
1) Eliminación inicial de la competencia  
2) Manejo de aguas superficiales  
3) Conservación del agua del suelo  
4) Control posterior: malezas y pasturas, hormigas y animales.

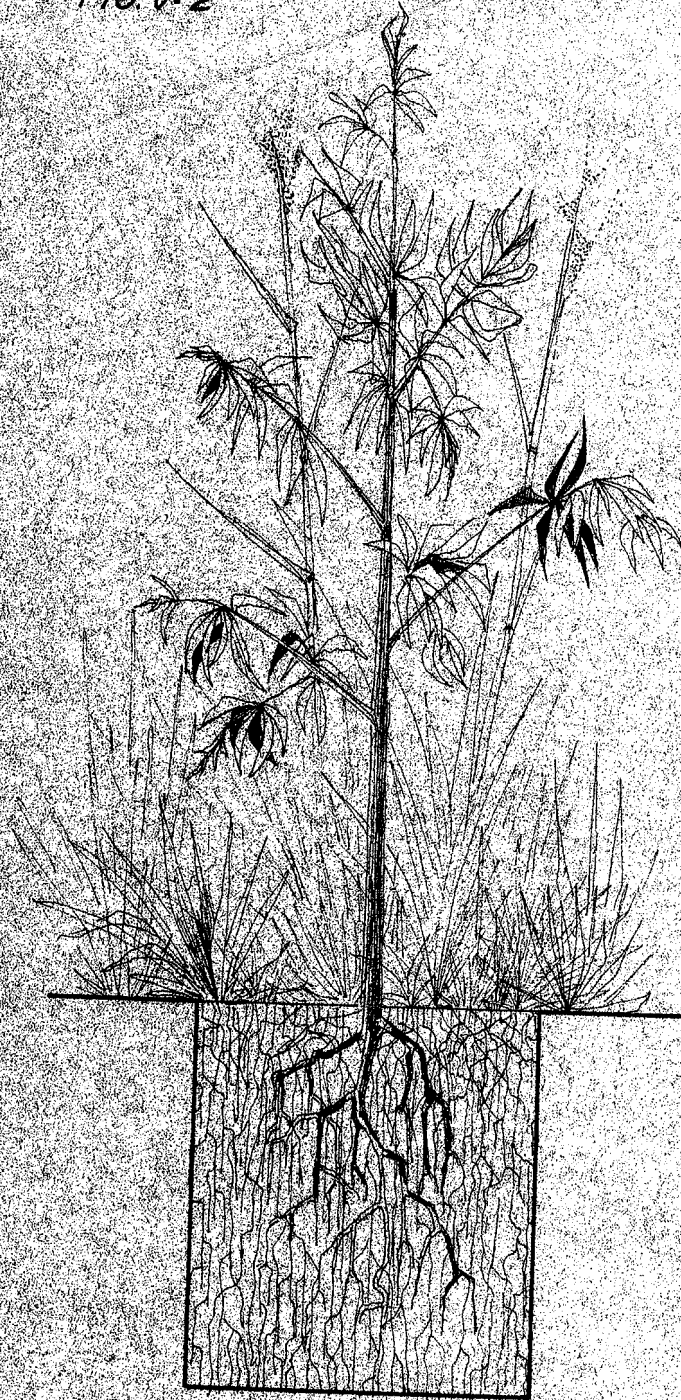
VI-8) No eliminar la competencia que produce la pastura es la principal y más generalizada causa del fracaso de la instalación. Inexorablemente el arbolito morirá bajo situaciones climáticas normales. Si eventualmente lo favorecen las lluvias su futuro será el del porte raquíptico frente a una lucha competitiva interminable con los pastos. Este puede ser su mejor destino cuando el tiempo le sea favorable.

VI-9) La figura VI-1 representa un arbolito recién instalado. En A se observa el hoyo del pocedado y la destrucción que se produce en las raíces de la pastura. Dentro del hoyo se representa la raíz del árbol recién plantado. B y C representan una segunda instancia del mismo ejemplar luego de transcurridas algunas semanas. En B se indica por separado el desarrollo que han tenido las raíces. La raíz principal buscando humedad encontró el horizonte B (pradera máxima en Pirarajá), derivando hasta una grieta estructural donde comenzó su penetración en él. Las raicillas secundarias también se aplicaron sobre el horizonte B e iniciaron la penetración por algunas grietas. Las raíces que ocupaban el relleno del hoyo continuaron rápidamente su desarrollo erigiendo raicillas de diversos órdenes. En C se muestra el proceso paralelo que siguieron las raíces de las pasturas dentro del hoyo de plantación. Estas encontraron suelo más suelto, más oxigenado, y, siendo raíces derivadas de otras que estaban perfectamente arraigadas al suelo circundante al hoyo, crecieron rápidamente creando una competencia tan alta que a fin de febrero de 1965, fecha en que se desmontaron los arbolitos para el control de las raíces, éstos no habían crecido; su follaje decayó y de muy mal aspecto anunciaban su próxima muerte.

VI-10) Al sólo efecto de seguir un razonamiento interpretativo tomemos los valores promedios mensuales de lluvia en el Departamento de Lavalleja: 107 mm.

El arbolito se instaló en una pradera máxima en el mes de setiembre de 1964, y luego se le aplicaron tres riegos abundantes hasta fin de mes. La tierra del hoyo quedó asentada y la planta en condiciones correcta para arraigar. Desde el 1º de octubre se abandonó el arbolito (*Eucalyptus maculata*). El hoyo se realizó en el horizonte A y se dejó el B sin tocar porque es precisamente así como se instala en campaña.

FIG. V-2



SITUACION DE UN ARBOLITO EN  
RELACION A LA PASTURA CIRCUN-  
DANTE DE ACUERDO AL MODO GE-  
NERALIZADO DE PLANTACION.

*M. J. F.*



FIG. (A.3)—DISTINTAS ETAPAS DE LABORIO DE LA TIERRA QUE CORRESPONDEN A UNA FORMA CORRECTA DE INSTALACION FORESTAL



1ª) ARADA A REJA O DISCO



2ª) METEORIZACION Y FERMENTACION DE LA PASTURA ENTERRADA



3ª) PRIMERA PASTREADA



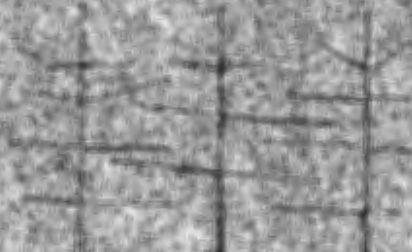
4ª) SEGUNDA PASTREADA



6ª) MAIZ O SORGO



5ª) SEGUINDA PASTREADA



7ª) CINCELACION Y PASTREADA



8ª) INSTALACION FORESTAL

Handwritten signature or initials in the bottom right corner.

En aquellos suelos, sobre un grado de humedad óptimo para la arada a rejas, el frente de humedad descendía tres veces el espesor de agua aplicada.

Supongamos que una sola lluvia entregue el agua del mes (107mm.); el frente de humedad alcanzaría 321 mm. de profundidad alcanzando el horizonte B.

Para el caso del Departamento mencionado la precipitación normal de setiembre es 113,3 mm. y el número normal de lluvias en el mismo mes son 9. El promedio normal para cada lluvia se setiembre son 12,6 mm.

La evaporación normal en setiembre es 83,1 mm., de modo que entre lluvia y lluvia evapora 2,1 mm.

Estos números los dan el pluviómetro y el evaporímetro, pero de todos modos arribamos a la idea de cuáles han de ser las penurias que debe sufrir un árbol cuando se instala según se hace normalmente. En definitiva, el arbolito en cuestión, además, debía compartir tan poca agua con una malla cerrada de raíces de pastos vernáculos (espartillos).

Este control de campo se realizó con diversas especies de eucaliptus y de pinos: *Pinus radiata*, *P. halepensis*, *P. pinaster*, *P. canariensis*, *P. mughus*; *Eucalyptus umbellata*, *E. camaldulensis*, *E. maculata*, *E. robusta*, *E. botryoides*, *E. globulus* y *E. citriodora*.

El comportamiento de sus raíces fué similar; el destino de las plántulas, el mismo.

VI-11) La figura VI-2 ilustra el aspecto de algunos arbolitos instalados en grumosoles sobre basaltos dentro de un cuadro alambrado. Las pasturas, retiradas del pastoreo, se elevaron ahogando los arbolitos. En marzo de 1965 habían muerto.

VI-12) Como ocurre con cualquier cultivo, la preparación correcta de la tierra es la base del éxito. Mientras se prepara el vivero en el establecimiento es aconsejable preparar el área de instalación arando muy temprano.

Para equipo corriente debe procederse del siguiente modo:

Arar profundamente, a más tardar a fines de marzo.

Cuando la tierra se temperiza se debe rastrear y arar luego.

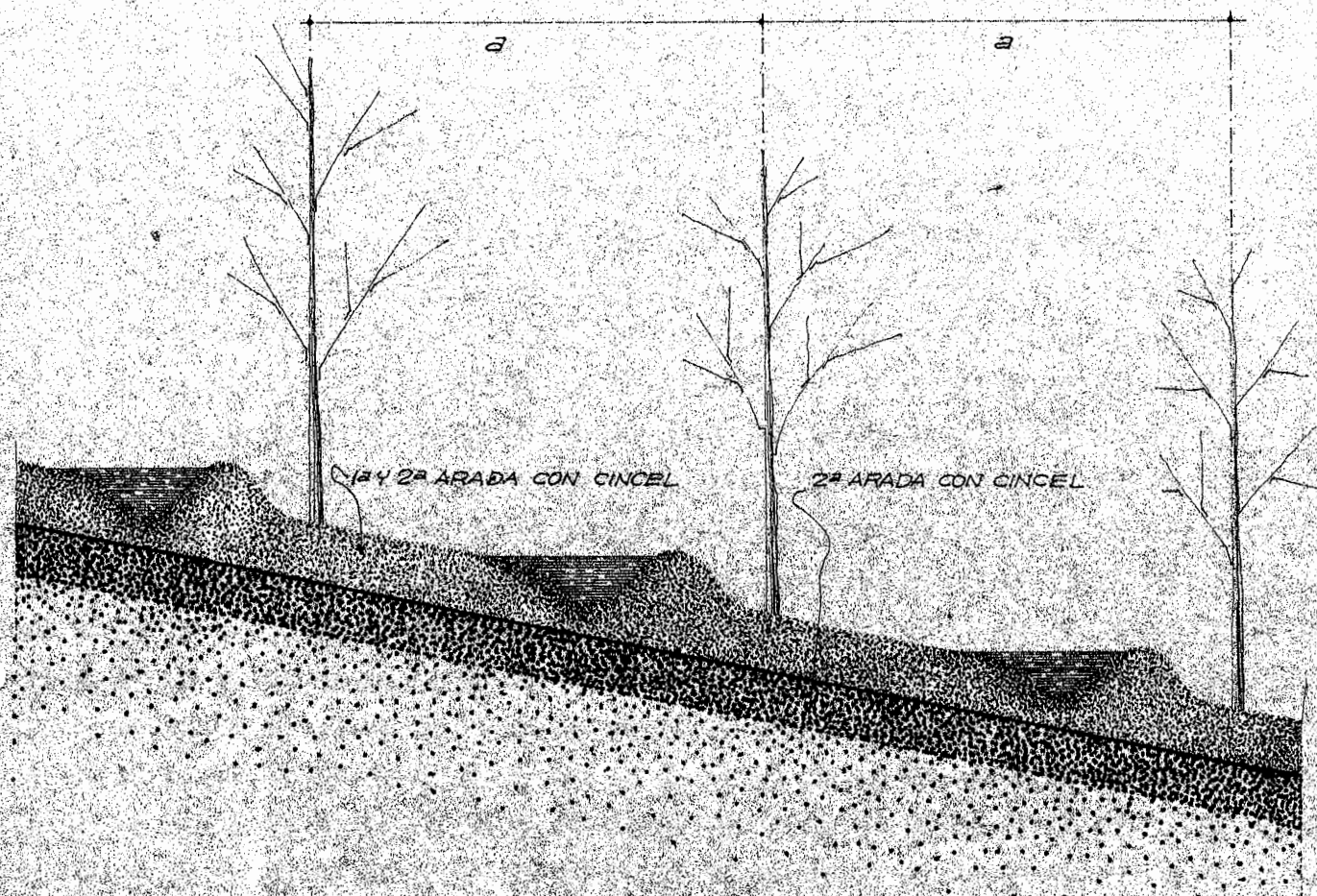
Cuando esté nuevamente preparado el terrón, dar la segunda rastreada.

En esta forma queda una cama honda y pareja como indica la figura VI-3.

Esta labor, que preferentemente debe terminarse a principios de setiembre deja un terreno excelente para la siembra de maíz o sorgo. Estos cultivos continúan preparando el suelo para la plantación en el próximo invierno y producen un ingreso que paga los gastos forestales. Mientras tanto se continúa con los trabajos de vivero.

VI-13) Generalmente se recomienda plantar los árboles sobre aradas y rastreadas comunes. Aunque las labores sean realizadas con mucha pericia nunca serán las adecuadas para la forestación. Y a explicamos la aplicación del cincel como la única reco-

FIG. V-4). PREPARACION DEL TERRENO PARA LA INSTALACION FORESTAL



a. DISTANCIA DE PLANTACION ADECUADA A LA MAQUINARIA EN USO.

*[Handwritten signature]*

VI-14.)

remos las recomendaciones más eficientes para el uso de los arados comunes.

En primer lugar evitar en lo posible el arado de rejas. La reja deja lustrado el subsuelo, lo comprime un poco impidiendo en alguna medida la fácil penetración de las raíces. El arado de discos deja en mejor condición el subsuelo. El disco corta rodando. Su regulación al tiro es tal que la tangente sobre el filo es paralela a la dirección del tiro, y, siendo el disco un casquete de esfera levanta parcialmente el terrón del subsuelo a la profundidad de arada. Además los discos dejan una ondulación bajo el perfil arado que cuando se ara a curvas a nivel facilita la penetración del agua.

Si es posible, antes de arar, es conveniente pasar el área a barbecho. Las pasturas se desarrollarán rápidamente profundizando sus raíces y acondicionando el suelo.

La figura VI-14 esquematiza las siguientes explicaciones. Primero se da una arada con discos lo más profundamente que sea posible. Es conveniente hacerla en el verano. No es recomendable rastrear. El terreno se deja en estas condiciones hasta poco antes de la plantación. Mientras tanto la pastura muere y durante las lluvias subsiguientes germinarán otros pastos y malezas; el suelo tendrá una larga exposición para cargarse con agua.

Cuando llega la época de plantación se da la segunda arada también con discos y se rastrea con rastra de dientes. Esta rastra levanta mucho terrón grueso y antierra mucho fino dejando una buena cama de siembra y una superficie suficientemente aterronada como para no producir encostramiento o erosión.

Se replantean prolijamente las curvas a nivel por medio de estacas cada 20 ó 25 m. Luego, con un arado de dos rejas se ara siguiendo las curvas a nivel a una marcha no mayor de 6 Km./hora. Si ~~se ara~~ si se ara a mayor velocidad la glóba se romperá demasiado al salir por la vertedera formando un camellón demasiado aterronado. La dirección de marcha del tractor será vertiendo pendiente abajo.

Luego de ejecutados los camellones a 3m. de distancia comienza su atención. Se producirá naturalmente su asentamiento, que una vez ~~pasado~~ ocurrido quedará desnivelado. Se pasa por segunda vez el mismo arado ~~sobre~~ sobre el mismo surco y volteando sobre el camellón quedando definitivamente preparado.

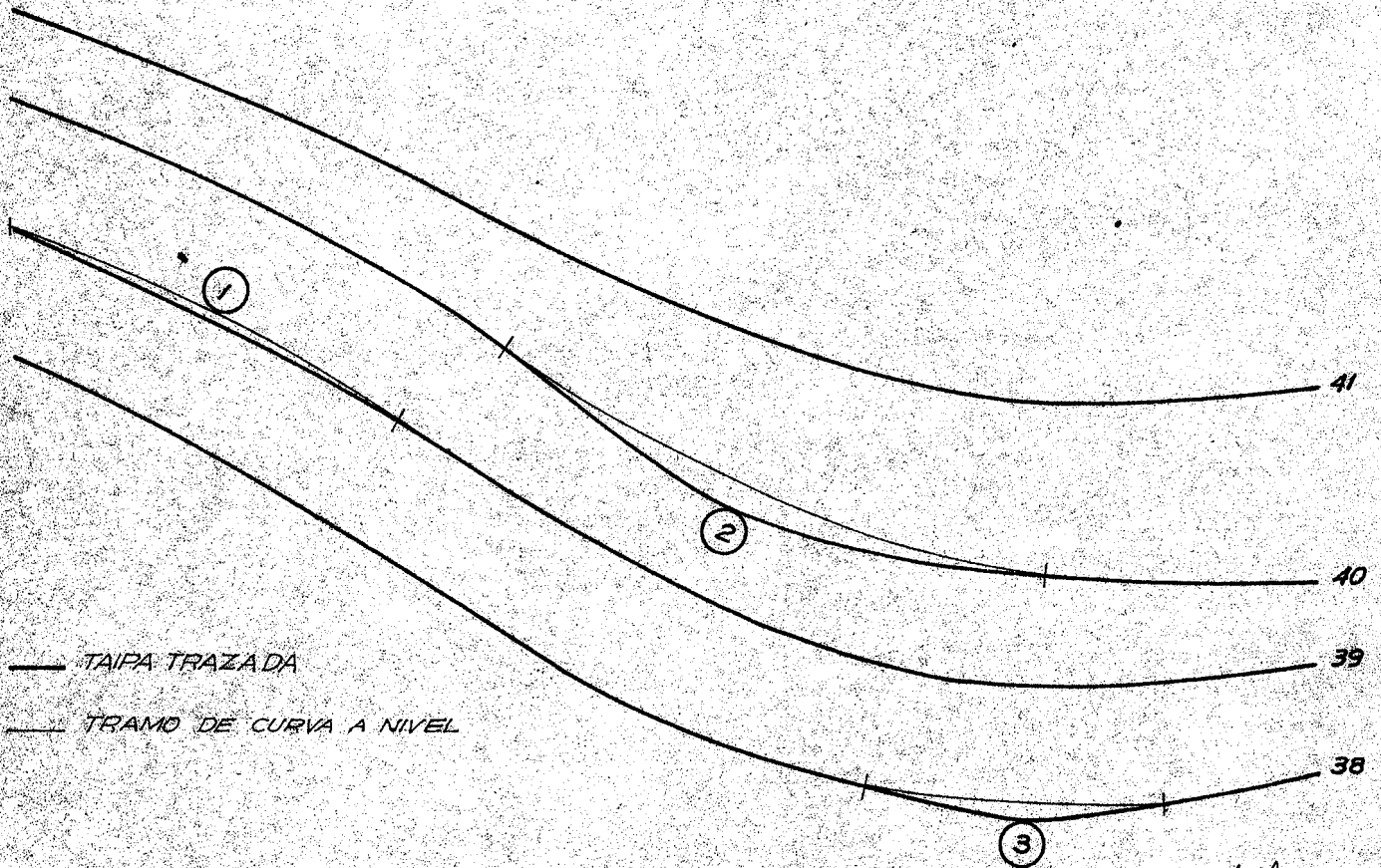
Si se detiora algún tramo se corrige con otra arada o a pala como hacen los taiperos.

La técnica que estamos describiendo es de azudaje, es decir, toda el agua precipitada penetra en el suelo, no realizándose desagüe superficial.

El arbolito se planta junto al camellón pendiente abajo. La distancia de plantación más cómoda es 3m. entre filas o sea igual distancia entre camellones.



FIG. V-5 RIESGOS DE EROSION EN EL TRAZADO DE TAIPAS.



— TAIPA TRAZADA  
- - - TRAMO DE CURVA A NIVEL

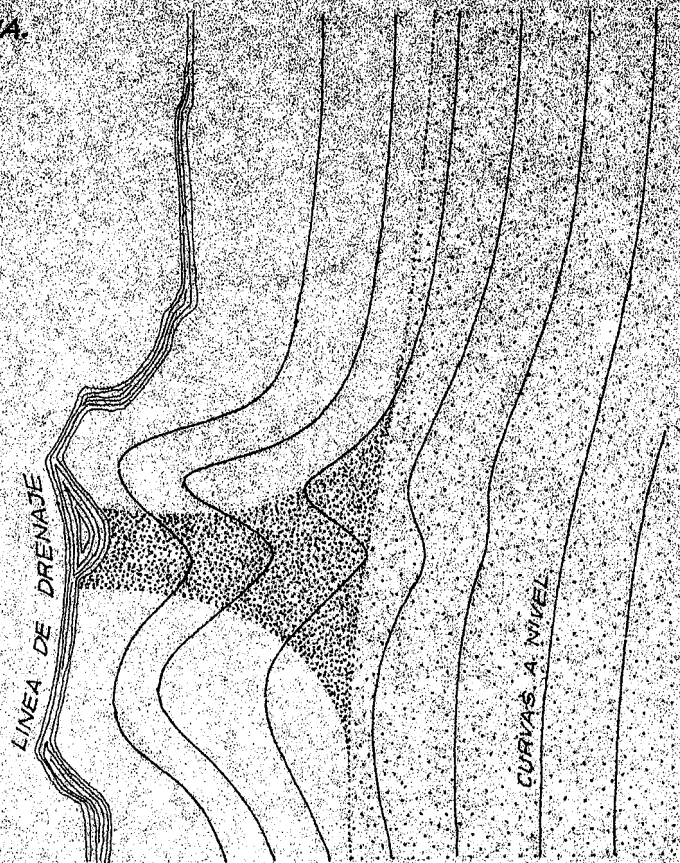
1-2-3: SECTORES EN DONDE LA TAIPA SE DESVIO DE LA CURVA.

*M. J. J. J.*

FIG. V-61 — ESQUEMA INDICATIVO DE DRENAJE DE SUELOS POR APLICACION DEL ARADO CINCEL - DEPARTAMENTO DE SORIANO.

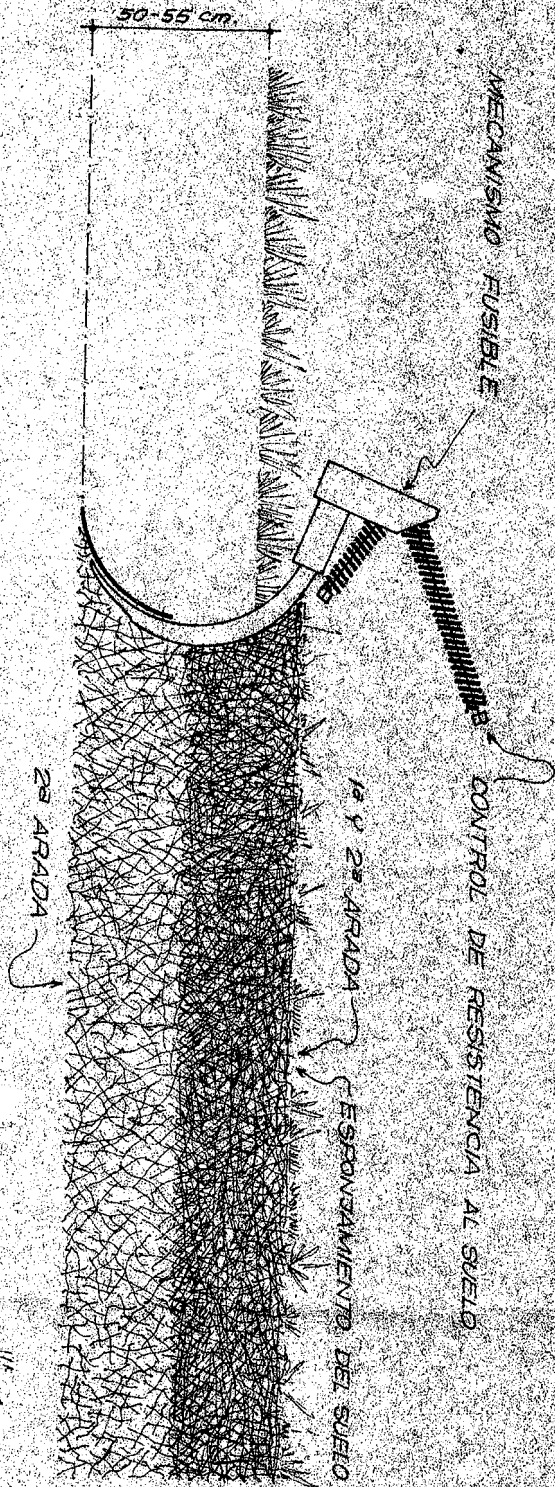
 ZONA DE ARADA PARA DRENAJE

 ZONA ARADA PARA CULTIVO



M. KRÖGER - 1971

FIG. 1-6  
ESQUEMA DEMOSTRATIVO DE LA LABOR DEL ARADO CINCEL : ESPONJAMIENTO DEL SUELO  
POR SEPARACION DE LAS UNIDADES ESTRUCTURALES



1/1  
1/1  
1/1

De todos modos, en cada caso la distancia entre filas hay que ajustarla de acuerdo al tractor más chico que se disponga para realizar las futuras tareas de desmalezado con comodidad.

Si damos ~~xxx~~ 3m. de distancia entre líneas a 2500 árboles por hectárea dentro de líneas habrá una distancia dentro de líneas será 1,32m., que luego del primer raleo pasa a 2,64m.

Si bien lo ideal es entrar con el mayor número de árboles por hectárea para iniciar rápidamente el manejo, la instalación se hace fatigante y costosa. Una cantidad de 2500 árboles/Há. es correcta en todo sentido y luego de establecer la distancia de entre líneas se calcula la de dentro línea.

Supongamos que la distancia entre líneas es 3 m. y consideremos la precipitación máxima en el Uruguay:

150 mm./hora en 5 minutos.

La precipitación en 5 minutos fue 12,5 mm.  
En ese lapso cayeron 125 lts. por metro cuadrado que suman 375 lts. precipitados sobre una faja de tres metros de largo por uno de ancho que queda entre taipa y taipa en dirección de la pendiente.

El surco queda como una media caña de 40 cm. de ancho por 20cm. de profundidad una vez de asentada la tierra del camellón. El agua que acumula por metro de longitud son 125 lts.

Los 250 lts. restantes forman una lámina que no debe desbordar el camellón. Este, cuando está bien construido y asentado tiene 40 cm. sobre el nivel del surco.

Veinte centímetros de altura de lámina no desborda ni compromete al camellón. Tomando esa altura de lámina es prácticamente imposible que el agua alcance al camellón inmediato pendiente arriba salvo que el suelo tenga pequinísima pendiente o sea horizontal.

Como durante las primeras etapas de la vida del monte se debe rastrear el suelo para extirpar los pastos o las malezas que da asegurado una suficiente infiltración como para soportar lluvias intensas sin encharcamiento.

VI-15) Como ocurre con todo trazado para el manejo de aguas, se debe realizar con toda precisión. La figura VI-5 representa zonas numeradas con 1, 2 y 3 dónde el trazado de la taipa se desvió de la curva a nivel. Hay riesgos de desborde cuando la desviación se realiza pendiente abajo por cuanto desciende el nivel superior de la taipa en el tramo desviado. Como el desnivel está en función de la desviación lateral a la curva a nivel y a la pendiente del terreno, es evidente que a mayor pendiente se deben extremar los cuidados con la ejecución del camellón.

VI-16) La plantación de los arbolitos se hace a pala pocando a unos 20 cm. a la derecha de la taipa en dirección de arada (pendiente abajo). Sobre tierra arada basta dar un sólo golpe de pala para que quede preparado el pozo. No conviene preparar los pozos con anticipación porque el posterior asentamiento de la tierra no permitirá un buen y rápido manipuleo durante la plantación.

Detrás del pocador viene el plantador acomodando con el hueco de la mano la tierra contra las raíces dejando al arbolito perfectamente vertical. Luego de presionar fuertemente con ambas



manos contra el suelo, el arbolito quedará perfectamente bien plantado.

Si se cuenta con un tanque regador para aplicar un poco de agua la plantación será perfecta, pues es el riego o la lluvia quien realiza la acomodación perfecta de las raíces con las partículas del suelo.

Es necesario un tercer operario para la plantación por cuanto será la persona que realice tareas diversas como distribución de las plantas, movimientos del tractor con la carga, manejo del tanque regador, y transportes entre vivero y el campo. Esta cuadrilla de tres personas, luego de tener los cuadros de plantación preparados, puede instalar cómodamente una hectárea por día a 2500 árboles por Ha.

Aumentando el número de operarios, puede lograrse un rendimiento notablemente mayor pues pueden coordinarse las tareas más racionalmente a medida que aumenta la superficie de instalación.

Otra manera mejor definida para trabajar es que todo el personal en acción realice simultáneamente la misma tarea, por ejemplo, todos pocando para el día a la vez, luego, todos plantando.

Nosotros empleamos este sistema porque las plantas quedan menos expuestas a la atmósfera.

Las plantas se empaquetan inmediatamente después de extraídas en bolsas de plástico ~~quaxxxxxx~~ de los abonos. Es el embolsado más práctico porque se manipulan en el campo las plantas embolsadas.

Luego de empaquetadas las plantas se humedecen suficientemente para evitar el ressecamiento de las raicillas absorbentes.

VI-17)

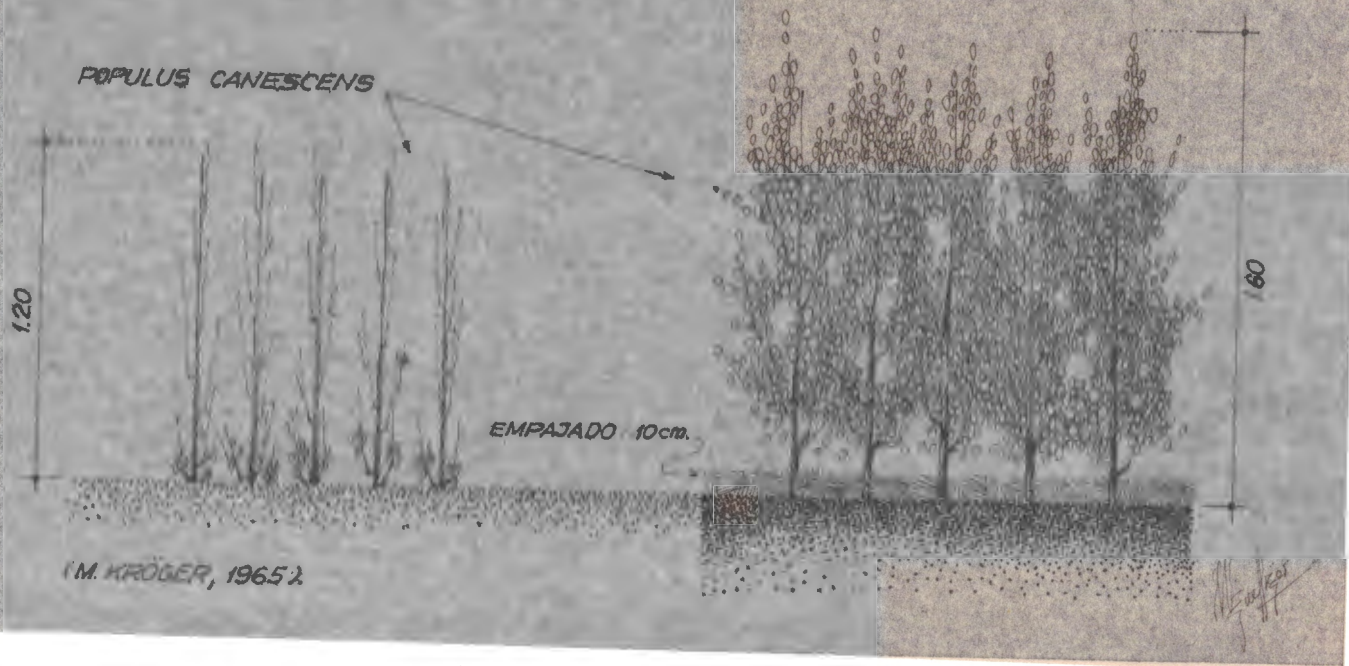
Toda técnica de instalación está íntimamente relacionada con las operaciones de vivero. Mencionaremos a continuación algunos puntos de interés.

Abonado: Todo almácigo debe ser abonado con fertilizantes completos aplicados en solución por medio de una regadera para lograr una distribución uniforme. Es absolutamente necesario para luego extraer plantitas fuertes. Piénsese que cuanto más joven es un forestal, mayor es la cantidad relativa de nutrientes que necesita.

Si se replica a vivero, éste también debe estar fuertemente abonado. Cuanto más reservas tenga una planta, tendrá más aptitud para sobrellevar las crisis del trasplante y de las primeras etapas de la instalación.

Carece de fundamento la opinión divulgada que afirma la conveniencia de cultivar al forestal en tierras pobres para adaptar la planta al futuro sitio de instalación. Con cualquier organismo ocurre lo mismo: cuanto mejor nutrido esté mayor será su resistencia a las inclemencias.

ENSAYO DE EMPAJADO EN VIVERO DE *POPULUS CANESCENS*, REALIZADO EN 10 FILAS ALTERNADAS SOBRE UN SUELO GRUMOSOL DE BASALTO SIN RIEGO. SE INSTALO EL 30-AGOSTO-1964 CON RAIGONES DE 1.20 m. EL DIBUJO REPRESENTA EL ESTADO AL 28-FEB-1965 EN CIRCUNSTANCIAS DE UNA SEQUIA SUMAMENTE INTENSA INICIADA EL OTOÑO ANTERIOR. (PIRARAJA-DPTO. DE LAVALLEJA).



### Siembra:

Sembrar siempre en línea para poder realizar la poda de raíces. El vivero de la Estancia no puede envasar porque llevaría demasiado mano de obra con los repiques y con los cambios de sitio de los envases.

Cuando las plantas tienen su quinta o sexta hoja se deben podar las raíces cortándolas con una cuchilla afilada por debajo del nivel de tierra siguiendo la dirección de la línea de siembra.

Si las semillas son muy pequeñas como ocurre con los eucalyptus se pueden mezclar con aserrín de tal modo que al sembrar la mezcla las plantitas queden a una distancia adecuada para el futuro trasplante.

Si se manipula con atención se puede realizar cualquier trasplante de cualquier especie.

Los eucalyptus requieren varias podas antes del trasplante al campo pues son especies que adquieren mucho tamaño en el almácigo. Luego de la primera poda antes descrita se deben realizar dos más con la herramienta muy afilada para no mover la plántula de su sitio. Se debe regar antes y después de realizar cada poda

### Empajado:

Se debe empajar el almácigo, sin excepción, luego de realizada la siembra. Debe tenerse presente que el momento más delicado es durante la germinación. Si la semilla recién germinada recibe un golpe de sol es casi seguro que puede morir o, sufrir un retraso que durante el resto de la vida del árbol estará presente.

El empajado ahorra muchísimo riego, mano de obra y riesgos de toda índole. El empajado moviliza el potasio en el suelo, y aunque se ignore la razón, es un hecho absolutamente constatado.

No sólo deben empajarse los canteros sino todo el perímetro del vivero. No existe solución más eficiente para el control de la hormiga. La faja perimetral de paja debe mantenerse relativamente suelta para que la hormiga no pase por encima.

No deshechar la paja de lino. Estúdiense el modo de aplicarla. Es una paja sumamente frágil una vez seca, pudiéndose triturar al tamaño adecuado para que no forme una malla dura como cuando se levanta del rastrojo.

### Inoculación:

Nunca plantar coníferas sin antes inocular con micorrizas. Obviar ésta operación es caer irremediablemente en el fracaso.

Para ahorrar mantillo y para aplicarlo uniformemente conviene hacerlo por riego colocando el mantillo en una regadera; se revuelve varias veces durante dos o tres horas y luego se aplica poniendo en la regadera una flor cuyas perforaciones fueron destinadas con una alfiler.



No tirar el mantillo luego de extraído de la regadera. Hacer con él una pequeña cama a la sombra controlando que no se desque. Luego de unos días servirá nuevamente para realizar otra inoculación.

**Sanidad:** Tratar los canteros con fungicidas de acuerdo a las normas y proporciones establecidas. Es fundamental regar también con ellos los bordes de canteros y los caminos.

**Riego:** No regar jamás con aguas que no hayan sido previamente analizadas y hacerlo sólo cuando el laboratorista indique: "aguas aptas para riego". Atender cuidadosamente el riego durante la germinación y etapas inmediatas a ella. Empajar siempre los canteros de siembra, porque de otro modo 5 ó 6 riegos diarios pueden ser insuficientes en germinación.

**Textura del suelo:** Acomodar las texturas de tierras de los canteros de acuerdo a los dos grandes grupos de plantas:

**Coníferas:** Franco-arenoso

**Latifoliadas:** Franco limoso a franco arcillo limoso. Con esa discriminación se harán cultivos correctos, no necesitándose ajustar las texturas a las especies. De hacerlo no se notará ninguna mejora en los almácigos. De ningún modo cultivar en suelos arenosos o arcillosos.

**Bordes de canteros:** No es necesario instalarlos. Basta con arrimar el material alejado al borde del cantero (Camellón), que estará más levantado que el nivel del suelo.

**Caminos:** Si no se cuenta con material para la caminería entre canteros, el empajado soluciona correctamente el problema del barro que originan los riegos. También el empajado puede cubrir el borde en pendiente del cantero sin que se produzcan desmoronamientos.

**Ciprés calvo (*Taxodium distichum*):** Cuando se practica el riego general en el vivero siempre falta agua para esta especie. Se manifiesta por la clorosis de la hoja. El ciprés calvo debe regarse aparte por inundación. El puntero de la manguera se coloca en un extremo del cantero y se va corriendo a medida que se produce la inundación, evitando la gradación de la tierra al colocar el puntero sobre un trozo de chapa u otro material adecuado. Cumpliendo este requisito no es necesario sombrear el cantero.



bre un film de polietileno. Se dobla el film cada 20 cm. y se perfora a igual distancia en su línea media con un alambre caliente. Una vez extendido quedará con un cuadrículado de perforaciones con aproximadamente 20 cm. de separación ortogonal. Se nivela bien el suelo y sobre él se tiende el film. Luego se deposita una faja de suelo franco o franco arenoso de 20 ó 25 cm. de altura luego de asentado, dejando libres 20 ó 25 cm. para cada lado, que luego se levantan y se sostienen lateralmente con un pequeño talud de tierra. De este modo quedan construidos canteros de 70 u 80 cm. de ancho ya que el film es tubular de 60 cm. Basta con un espesor de 30 micrones cuidando de que el polietileno no quede expuesto al sol, pues se reseca y se cuartea. Se nos ha informado que se produce actualmente en plaza un polietileno resistente a los rayos ultravioletas. Otra manera es cortar fajas de polietileno de 1,40 m. de largo y tenderlas transversalmente a la longitud del cantero con un sobrecruce de 10 cm. Al levantar 20 cm. de cada lado quedará un cantero de 1 m. de ancho que es lo recomendable. Las perforaciones que se practican en el film permitirán un drenaje lento con lo que se logra el grado de abundante humedad que requiere la especie. También debe realizarse la poda de raíces con lo que se evita el repique a vivero. Si se siembra a 5 cm. dentro de línea y a 10 cm. entre líneas se obtendrá un almácigo parejo que al final de temporada alcanzará unos 60 cm. de altura. La planta se deja en el almácigo. Cuando llega la primavera, es decir, cuando se inicia la rebrotación se practica otra poda de raíces y al final de la segunda temporada vegetativa las plantas alcanzan unos 150 cm. de altura si fueron debidamente atendidas. Al próximo invierno pueden llevarse al campo. El ciprés calvo puede plantarse también de gajo, obteniéndose crecimientos mejores que los logrados por siembra.

Alamos: No recomendamos instalar otra especie que no sea el álamo carolina (*Populus deltoides*) o el híbrido 63-51. Otras especies están en el Uruguay fuera de área climática y de ellas no resultarán buenos montes maderables.

El límite de todas las especies de álamos es la isoterma 15°C. que es tangente al sur a Montevideo, sigue al Río de la Plata y llegará a Buenos Aires continúa al noroeste. Más al norte de esta línea las temperaturas son demasiado elevadas; las plantas se debilitan y son agredidas por infinidad de taladros y hongos. No ocurre lo mismo con el carolina que ecológicamente soporta temperaturas más elevadas, pues, habitando la cuenca del Río Uruguay alcanza el Cole

La reproducción es sumamente sencilla, opuestamente a algunas opiniones divulgadas. Carece de riesgos si se siguen las siguientes instrucciones:

- a) Ordenar las estacas con las yemas para arriba en pequeños atados o tendidas en el suelo.
- b) Preparar un tarro de asfalcote según instrucciones de la etiqueta del envase.
- c) Sumergir la cabeza de la estaca 1 ó 2 cm. dentro del asfalcote preparado.
- d) Plantar las estacas en camellones entre surcos dejando el sello de asfalcote por arriba del nivel de tierra. El asfalcote sella la sección de los vasos. La estaca no corre riesgo de deshidratarse progresivamente de arriba abajo.

Si no se cuenta con asfalcote puede sellarse con sebo, cera, e incluso con grasa mineral, con la cual se unta la cabeza de la estaca luego de plantada.

Se aconseja realizar lo mismo con toda estaca cualquiera sea la especie.

De este modo no se obtendrán pérdidas.

También puede enterrarse totalmente la estaca 2 ó 3 cm. bajo tierra. Rebrotarán perfectamente. Todo estaqueado, también debe empajarse.

Eucaliptus: Si se realizan oportunamente las podas de raíces, lateralmente a la línea de plantación y transversalmente a ella, entre planta y planta, las plantas de eucaliptus pueden llevarse al campo con un pequeño terrón abundantemente ocupado por una malla densa de raíces.

Estas tareas deben ser realizadas por personal instruido en el vivero y con apego a los forestales. En campaña siempre se encuentra alguna persona con dichas condiciones.

VI-18) Hormigas: El control de la hormiga es sumamente sencillo y eficiente en la medida que se tenga disciplina para practicarlo. Téngase en cuenta para la verdadera valoración del problema que no requiere aplicar mano de obra especializada. Cualquiera operario debidamente instruido erradica la hormiga.

Generalmente se exagera sobre las condiciones de persistencia de ese insecto convirtiéndolo en un pequeño monstruo que atenta contra toda labor. Es así en la medida que no se practique el control debido.

Repasando continuamente los campos y aplicando los hormiguicidas comunes que se libran a la venta, la hormiga se erradica rápidamente.

La hormiga tiene una determinada conducta y es persistente en ella. Si nosotros carecemos de ella, la hormiga gana. Si ocurre lo contrario, ella pierde. El tema no da para más luego de contar hoy en día con los beneficios de la química.

Para nuestra experiencia constituye un problema muchísimo mayor que la hormiga, el riego, o la siembra bien practicada, sin

aquí, como para atribuir a la hormiga poco menos que la imposibilidad de forestar.  
La hormiga tiene un gran aliado que es la desidia del hombre.

VI-19)

En definitiva, el arte de instalar forestales en nuestro país consiste en imaginar que deben colocarse en el suelo plantas con follajes completos pero con raíces lesionadas para competir por agua con las especies que están adaptadas al desequilibrio actual que tiene nuestro suelo con el clima y con las especies que forman una cobertura disclimática. Por ello, muchas veces, es aconsejable realizar poda del follaje al llevar las plantas al campo según sean las operaciones que se hayan practicado sobre éste y en el vivero.

## VII

### DISEÑO Y EFECTO DE LA CORTINA

- VII-1) El presente capítulo es una breve recopilación bibliográfica. Se han tomado para su redacción aquellos datos que permitieron dar una idea cabal del comportamiento de los vientos al encontrarse con una cortina y de tantos otros que evidenciaron una influencia resultante.
- VII-2) La base de este capítulo es la Nota Técnica N° 59 de la Organización Meteorológica Mundial titulada "Rompevientos y Cortinas de Abrigo". Su título en inglés: World Meteorological Organization - Technical note N° 59 - "Windsbreaks and Shelterbelts".
- VII-3) Muchas partes de la nota N° 59 son traducidas directamente. Otras se han sintetizado, y otras se han omitido, pues hemos entendido que lo importante para la instalación y el manejo técnico de la cortina, era extraer los fundamentos y los datos notorios resultantes de múltiples ensayos.
- VII-4) En definitiva, lo importante del presente trabajo a través de los ocho primeros capítulos es dar los conceptos básicos para que algún interesado quede en condiciones de proyectar la instalación de influencia que su campo necesita. Aunque el presente capítulo es el más importante, estamos convencidos que los seis anteriores son básicos porque en ellos se han planteado los fundamentos de la instalación e intencionalmente, en el entrelíneas se le ha dado un carácter polémico. Estamos seguros que su lectura motivará reafirmar las posiciones personales de los lectores pues el manejo de los seres vivos exige casi siempre una interpretación que en parte es doctrinal. Logrado este propósito habremos hecho una pequeña contribución.
- VII-5) Las variaciones del microclima y del clima del suelo, así como los cambios en la vida de plantas y animales son principalmente consecuencia de la reducción de la velocidad del viento. La extensión horizontal de la zona de reducción de la velocidad del viento es proporcional a la altura (H) de la barrera. El porcentaje de reducción es independiente de la velocidad del viento con pequeñas variaciones.
- VII-6) La permeabilidad de las barreras de resguardo al paso del aire constituye el principal factor que influye en la intensidad de la velocidad del viento al otro lado de ellas. Las barreras de resguardo muy densas producen una fuerte reducción inmediatamente detrás del resguardo, asociada a remolinos y fuerte turbulencia. La distancia que va desde el resguardo



- hasta el punto donde se establece libremente la velocidad del viento es relativamente pequeña.
- VII-7) La zona más extensa de reducción del viento es la que se obtiene con barreras de una permeabilidad del 40 al 50%. El punto donde se registra la velocidad mínima del viento está a una distancia de 4 a 6 veces mayor que la altura de la barrera. El grado de reducción del viento con barreras de espesores diferentes depende principalmente de su permeabilidad.
- VII-8) Otros factores que influyen en la reducción del viento por medio de barreras de resguardo son la rugosidad de la superficie del suelo y la constancia de los vientos. El grado de reducción del viento aumenta a medida que se reduce la rugosidad de la superficie y a medida que aumenta la constancia de los vientos.
- VII-9) La disposición de las barreras de resguardo dependerá de la función a que se destinen. Habrá que tener en cuenta también, la proximidad de otras barreras adyacentes, ya que varias barreras paralelas producen un efecto distinto del de una sola barrera aislada.
- VII-10) No es fácil resolver el problema de determinar qué separación dará los mejores resultados ya que depende de muchos factores. Con bastante frecuencia el sistema rectangular de barreras de resguardo es el que da más protección a causa de las variaciones de la dirección del viento.
- VII-11) La irradiación sólo es reducida por las barreras en sus proximidades inmediatas. Por lo general detrás de los resguardos se registra un ligero aumento de las temperaturas diurnas del suelo y del aire. Las barreras pueden incrementar el riesgo de heladas tardías de primavera en laderas donde se estorba la salida del aire, pero tienen escasa influencia en el peligro de heladas por radiación en terreno llano durante las noches serenas.
- VII-12) Tampoco es uniforme la influencia de las barreras sobre la humedad del aire. En general por la noche se observa un aumento de la humedad relativa y de la cantidad de precipitación del rocío.
- VII-13) Las barreras tienen una fuerte influencia sobre la distribución de las precipitaciones en sus proximidades inmediatas pero no producen un aumento apreciable de la cantidad de precipitaciones registradas en la totalidad de la zona resguardada. En los climas de invierno riguroso y verano seco, la finalidad principal que se persigue al instalar barreras suele ser la de acumular la nieve tras ellas. La formación de ventisqueros depende en gran parte de la densidad de las barreras.
- VII-14) La reducción de la evapotranspiración potencial o real, y de la pérdida de humedad del suelo gracias a la disminución de la velocidad del viento son, con frecuencia, la finalidad principal que se persigue al instalar barreras de resguardo. Sin embargo, la cuantía de la reducción de la evaporación es más pequeña que la reducción de la velocidad del viento, porque la

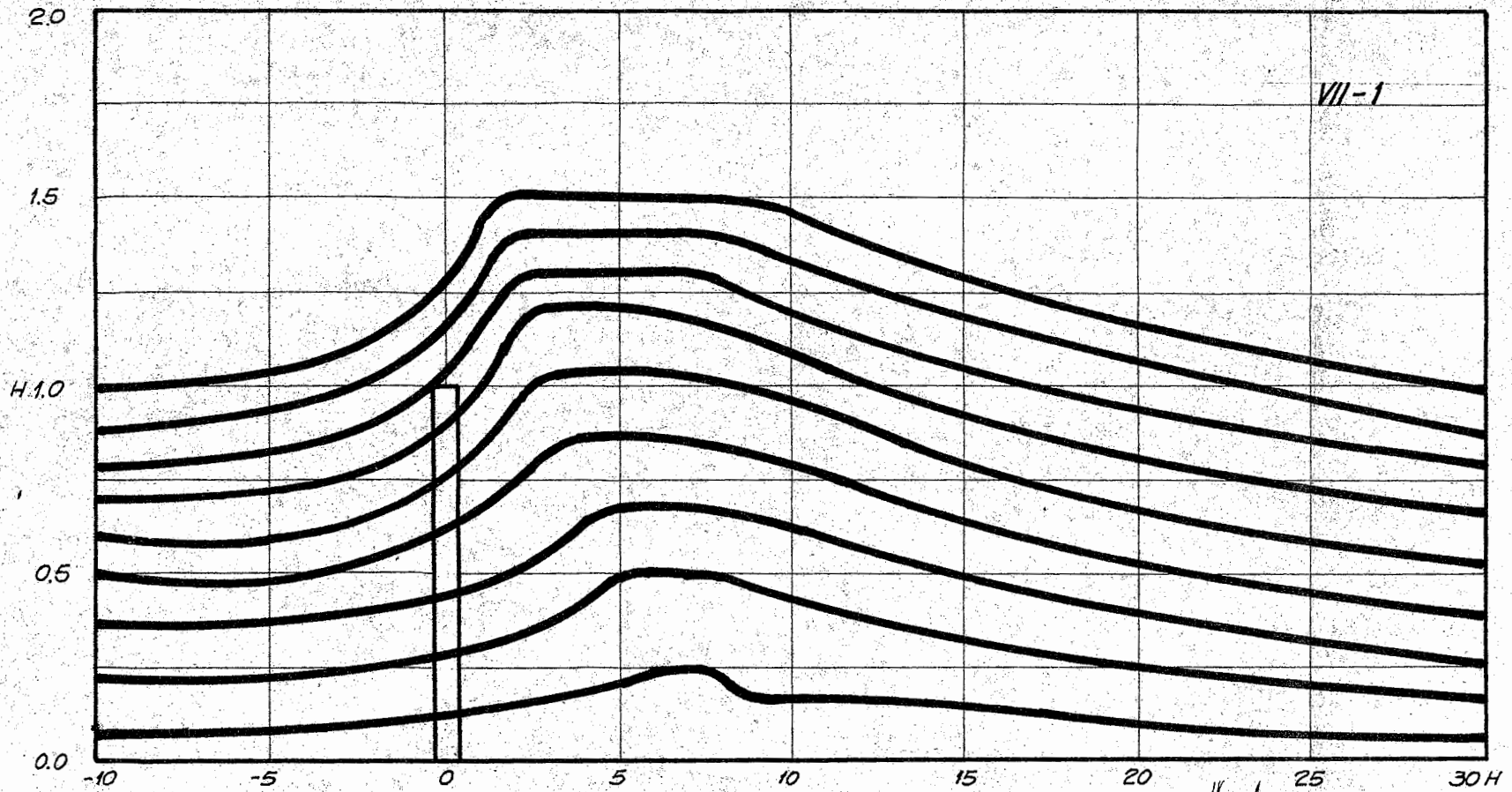
viento, y, en gran parte también, de la cantidad de radiación, en la que no ejercen su influjo las barreras. Detrás de las barreras muy densas, la evaporación puede aumentar, pese a la reducción del viento, a causa de la mayor turbulencia.

- VII-15) No se ha podido observar un aumento del contenido de CO<sub>2</sub> del aire junto a la superficie del suelo a causa de la presencia de barreras.
- VII-16) El efecto de las barreras sobre el crecimiento, el rendimiento y la calidad de las cosechas y los frutos varía según los climas, los suelos y las variedades mismas de las plantas. El efecto principal sobre el rendimiento se debe en la mayoría de los casos al mejoramiento del suministro de agua y en muchos casos a una temperatura más elevada. Frutas y verduras, y otros cultivos especiales, suelen reaccionar más favorablemente a una reducción del viento más que los cereales, las plantas forrajeras y otros cultivos agrícolas. También se puede mejorar el rendimiento financiero de algunas cosechas plantadas en zonas resguardadas con barreras gracias a una mejor calidad y a una maduración más temprana.

#### DEFINICIONES

- VII-17) A) Asociación Forestal Imperial  
Parte I, Londres, 1953:  
British Commonwealth Forest Terminology  
Cortina de resguardo (Shelterbelt) - Una faja de árboles y/o arbustos mantenidos con el propósito de refugio contra el viento, sol y tormentas de nieve.  
(Shelterbelt = Protective belt)  
Rompevientos (Windbreak) - Cortina de resguardo u otro obstáculo mantenido contra el viento.  
(Windbreak = Windbelt)
- B) Sociedad de Forestadores Americanos  
Washington, D.C.  
3ª edición, 1958  
Terminología Forestal:  
Cortina de resguardo (Shelterbelt = belt) - Barrera contra el viento compuesta de árboles y arbustos sostenida con el propósito de proteger los campos de cultivo.  
Cortina de resguardo básica (Shelterbelt basic) - En los grandes llanos, cortina de ancho suficiente como para desarrollar condiciones forestales y que sirve como un baluarte en los planes de protección.  
Cortina de resguardo intermedia (Shelterbelt intermediate = buffer strip) - En los grandes llanos, una cortina de resguardo estrecha establecida como suplemento a una cortina básica.  
Rompevientos (Windbreak) - Una barrera contra el viento de

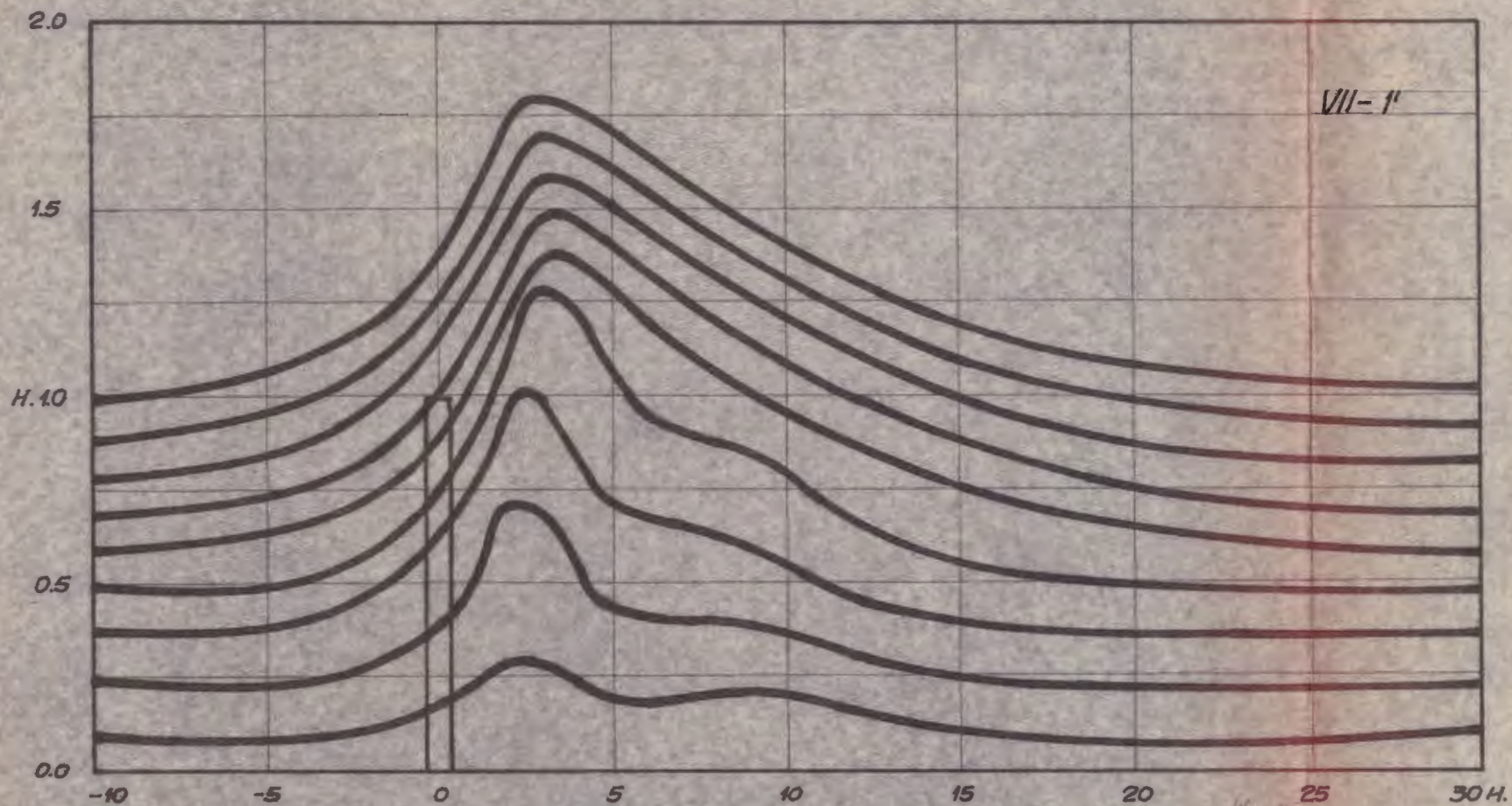
TRAYECTORIA DEL FLUJO SOBRE UNA CORTINA DE DENSIDAD MEDIA: 45-55%



*W. E. Kaiser*  
(KAISER, 1959)



TRAYECTORIA DEL FLUJO SOBRE UNA CORTINA DENSA. PERMEABILIDAD: 15-25%



VII-1'

(KAISER, 1959).





TABLE 1

Velocidades del viento (en % referido al descompado) a diferentes alturas sobre la superficie a b lovento y sotavento de una estera de cañas (45 - 55% de permeabilidad) y de otra densa (15-25%) d una altura H = 2,2 m. Registrado por Nagell (1953) en Puerto de Zuhich. 100% = velocidad del viento al descompado a la altura en que fueron tomadas las medidas.

Distancia	B ARIOVIENTO										SOTAVIENTO											
	10	7	4	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8	10	13	16	19	22	26	30	0	0

(a) Estera abierta de cañas

Alturas medidas en H

4	100	100	100	101	101	103	104	104	104	105	102	101	100	98	97	98	99	100	100%				
3	100	100	100	100	101	105	106	106	106	105	104	102	101	98	95	94	93	93	94	95%			
2,5	100	100	100	99	105	106	106	106	106	102	99	99	98	95	92	87	88	89	91	92%			
2	100	100	99	98	99	106	106	105	104	96	94	92	89	87	87	82	85	87	89	91%			
1,5	100	100	99	97	96	103	100	97	94	87	84	82	80	79	74	79	85	87	89	91	65	71	77
1	100	99	98	95	92	45	52	59	63	67	68	69	71	74	75	82	85	87	89	91	50	61	71
0,5	100	99	95	90	84	47	43	44	46	50	52	54	57	65	70	79	82	87	90	95	50	61	71
0,25	100	98	93	84	78	65	56	46	38	32	34	37	46	58	70	79	86	86	91	95	43	55	67

(b) Estera densa de cañas

4	100	100	100	100	101	104	104	103	101	100	98	98	98	97	98	98	98	99	100	100%			
3	100	100	100	99	98	105	106	105	103	100	98	97	96	94	98	95	95	96	97	98%			
2,5	100	100	99	97	98	105	107	106	103	99	97	95	94	92	94	93	93	93	93	96%			
2	100	100	99	95	95	104	103	100	97	92	90	89	88	87	88	87	87	88	92	95%			
1,5	100	100	99	91	82	98	81	71	66	66	69	72	76	73	79	85	87	89	92	94	46	62	72
1	100	98	94	86	82	22	26	32	39	50	55	60	66	61	72	83	85	88	91	94	40	58	69
0,5	100	98	88	78	67	19	20	25	32	43	48	52	61	60	75	83	86	89	92	94	41	61	72
0,25	100	97	88	75	61	31	23	26	37	45	46	49	60	60	75	83	88	92	94	95	41	61	72

jo se desplaza acentuadamente. Debe notarse que el movimiento del flujo mas arriba comenzó a barlovento y es al principio continuado a sotavento. También a sotavento hay una zona donde continúa la componente ascendente.

De acuerdo con Haegeli (1953) el flujo de aire está afectado sobre el nivel de los árboles hasta una altura cuatro veces mayor que la de la cortina. Inmediatamente encima del obstáculo el flujo es mucho más fuerte; además, a sotavento se desarrolla la reducción del viento sobre la altura del obstáculo a causa del movimiento ascendente del filete.

Calmada la corriente de aire en el lado abrigado es mucho más lenta que la corriente ascendente a barlovento; de este modo la zona de influencia en el lado protegido se vuelve más grande.

Normalmente en un área plana y abierta se incrementa la velocidad del viento con un incremento en la altura. Cerca de la cortina la desaceleración normal del viento se altera por la reducción de la superficie enfrentada al viento y la aparición sobre ella del desplazamiento del flujo.

Kaiser (1959) ha demostrado que la velocidad del viento cerca de la superficie a sotavento a sotavento recupera la energía y la intensidad particularmente desde el fuerte desplazamiento del flujo y que la recuperación es más rápida, que aumenta el gradiente vertical del viento y que fortalece el desplazamiento del flujo. Este comportamiento del flujo cerca del obstáculo está confirmada por las mediciones de Woodruff y Zingg (1955), ambas en el túnel y en el campo; también por Tanaka, Tanizawa (1953) y otros. Los cambios de la distribución vertical de la velocidad del viento frente a la cortina es descrito por Tanaka como sigue: "La distribución vertical de la velocidad del viento no concuerda con la ley logarítmica cerca del seto y con la lineal sobre él. A la distancia de  $20H$  la distribución vertical se aproxima a la función logarítmica". Debajo del vértice máximo del flujo está la zona de mayor reducción del viento. Este vértice máximo se sitúa cerca del obstáculo cuando éstos son densos y es por lo tanto más agudo. Cuando se abren los obstáculos el vértice máximo es más gradual y se ubica, con el viento mínimo, a una mayor distancia de la cortina. La gradual ascensión del flujo en los obstáculos permeables es también seguida por una declinación gradual mayor a  $x$  sotavento, mientras que con obstáculos densos el flujo se eleva y cae más agudamente.

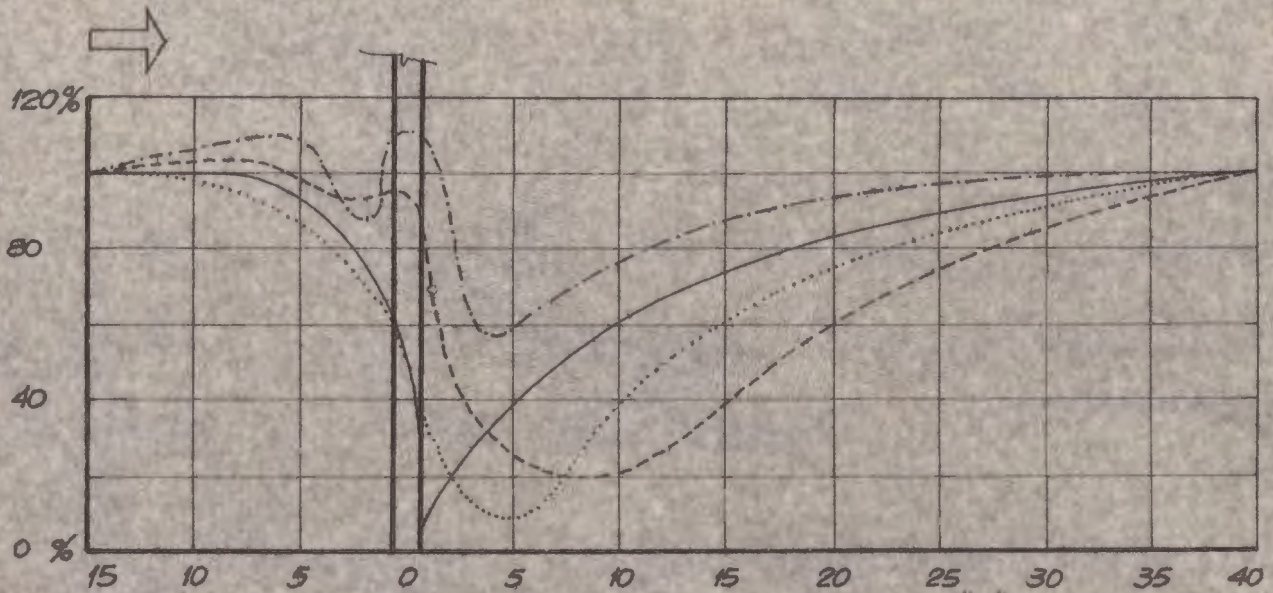
En el descampado se observan fuertes turbulencias detrás de las cortinas densas. Con el desplazamiento del flujo, de acuerdo a la ecuación de Bernoulli, se presentan bajas presiones como con un atomizador, de modo que las partículas de aire por debajo del flujo desplazado están absorbidas ascendentemente. Esta es la causa de la formación de grandes turbulencias detrás de obstáculos densos, mientras que con obstáculos laxos es más reducido ya que el viento atraviesa la valla.

Como muestra la tabla I, la recuperación de la velocidad del viento detrás del abrigo, es un proceso que comienza próximo a la cumbre de la cortina y luego continúa hacia abajo. Esta es también una razón por la cual la mayor reducción de



VELOCIDAD DEL VIENTO EN CORTINAS DE DIFERENTE PERMEABILIDAD. (VII-2)

- IMPERMEABLE
- ..... PERMEABILIDAD MEDIA
- PERMEABLE
- ..... ANGOSTA DE ARRIBA ABAJO

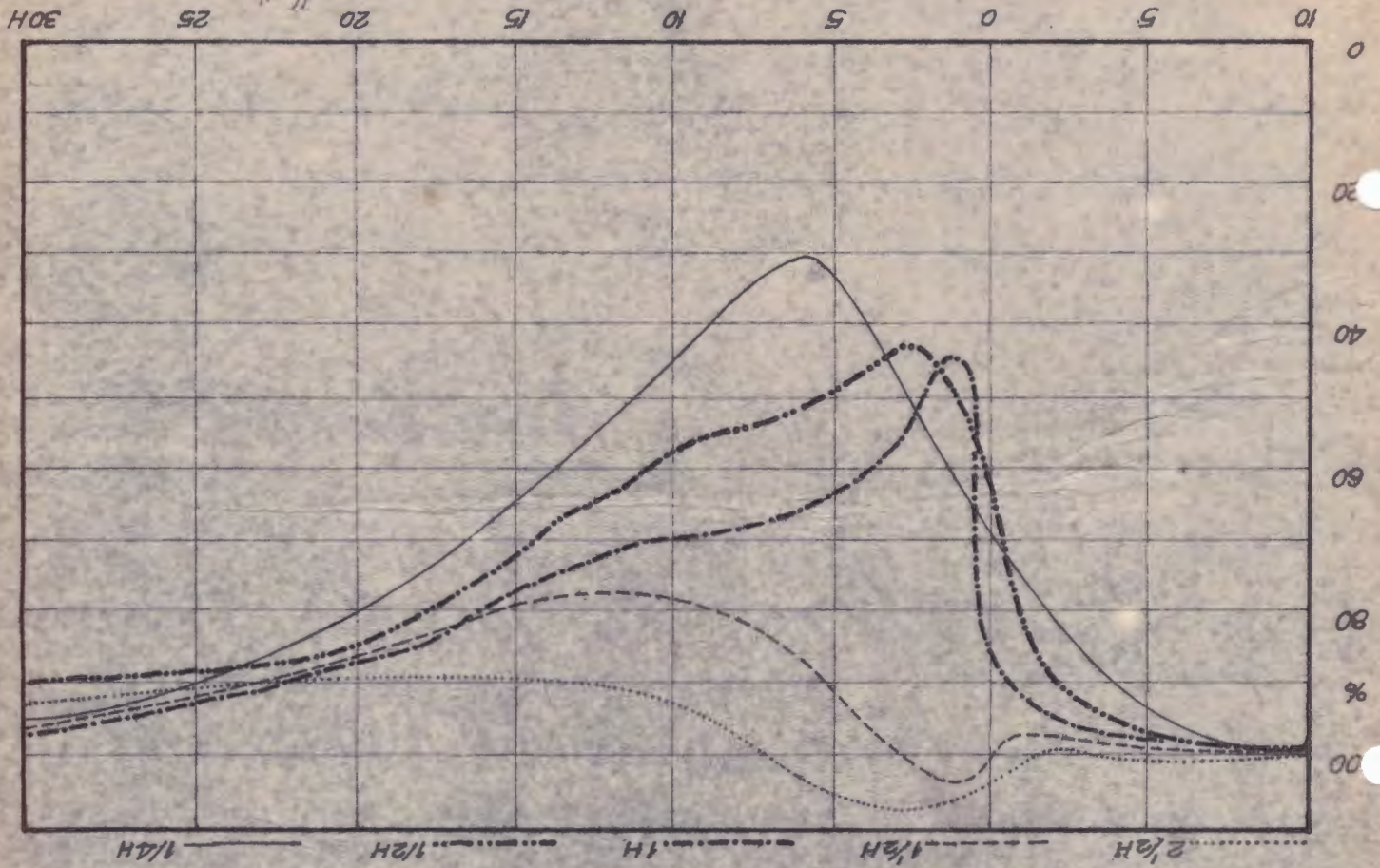


(PANFILOV, 1948)



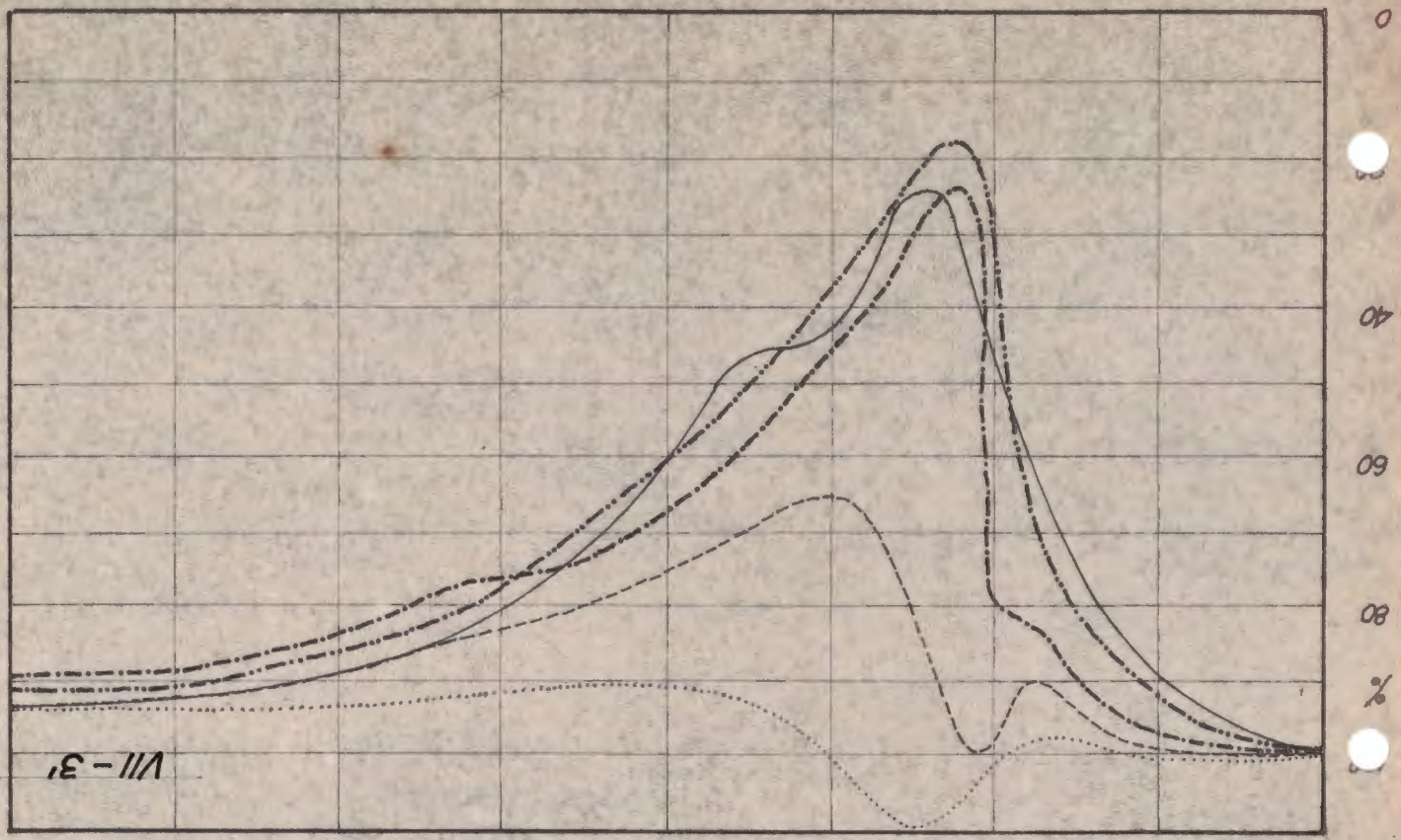
(NAEGELI, 1953)

*Handwritten signature*



VELOCIDAD DEL VIENTO EN % A DIFERENTES ALTURAS EN UNA CORTINA NO DENSA (VII-3)  
PERMEABILIDAD: 45-55%

30 H  
25  
20  
15  
10  
5  
0  
5  
10



VELOCIDAD DEL VIENTO EN % A DIFERENTES ALTURAS EN UNA CORTINA DENSA.  
PERMEABILIDAD 15-25 %  
..... 2 1/2 H  
----- 1 1/2 H  
- . . . . . 1 H  
- - - - - 1/2 H  
————— 1/4 H

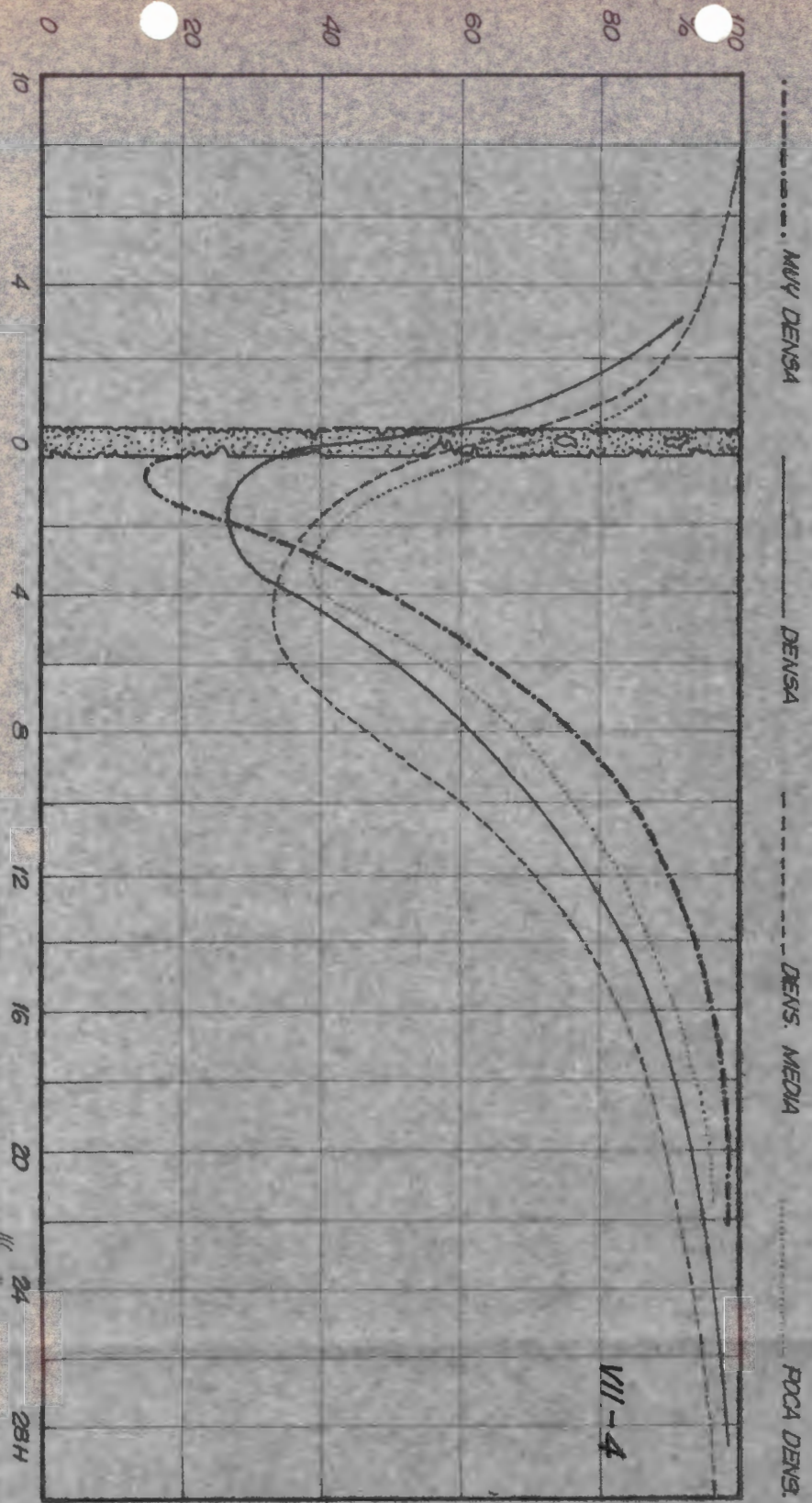
VII-3'

Handwritten signature

(NAEGELI, 1953)



REDUCCION DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO POR CORTINAS DIFERENTES.



VII-4

28H  
(NAEGELI, 1946)

ta distancia de la barrera, y el punto de mayor reducción del viento está más allá del obstáculo, por más próximas que se tomen las medidas.

Esto es un cuadro de distribución cuantitativa del viento frente a los abrigos y es válida generalmente, aunque muestra a menudo considerables variaciones como las de las medidas de las figuras VII-2, 3, y 4.

Para poder comparar los efectos de barreras de diferentes alturas, es usual dar las distancias y por lo tanto la extensión a la cual el viento es reducido en múltiplos de altura de abrigo ( $H$ ). No existe razón para dudar que las distancias sean proporcionales a las alturas de barreras. Kreutz (1958) no considera este principio bastante cierto para distintas alturas de cortinas. Geiger (1951) considera que eso solamente rige para alturas moderadas.

Tanaka encontró que la distancia era algo mayor para una barrera de 1 m. de altura que para otra de 0,50 m., y dedujo que la distancia es proporcional a  $H^{1,06}$ .

Por otro lado la reducción del viento es proporcional dependiente de la altura sobre el nivel de tierra. Se compararán entonces velocidades del viento a iguales alturas medidas en unidades  $H$ . Según eso Blank y Trienes (1955) encontraron que la ley de proporcionalidad es satisfecha en el túnel de viento para alturas de cortinas de 3 a 10 cm. Sólo se presentarían discrepancias cuando las cortinas y los cultivos fueran de la misma altura.

La literatura ofrece una gran cantidad de afirmaciones relacionadas a las distancias a la que llega la reducción del viento a sotavento. Estas varían entre 1 y 10  $H$  a barlovento y entre 8 y 60  $H$  a sotavento. No obstante, de acuerdo con las experiencias rusas, europeas y norteamericanas, se alcanza a 30  $H$  a sotavento y a 5  $H$  a Barlovento, pero, para una reducción del viento del 20 % y más se reconoce únicamente 20  $H$ . No sorprende la gran disparidad cuando se consideran los factores que influyen en la reducción del viento, a saber: permeabilidad, forma y espesor de la cortina, rugosidad de la superficie del suelo, estratificación termal del aire, alturas a que se toman las medidas sobre el suelo, etc. La variedad de afirmaciones es, sin embargo, por la falta de una clara definición de la distancia de influencia del abrigo. Es usual dar la velocidad del viento en medidas relativas. Para ello se expresa como porcentaje de la velocidad del viento al descampado, o simplemente la relación de la velocidad del viento en el abrigo en relación al descampado (relación de velocidades).

La velocidad del viento al descampado se toma como el 100 % ó 1,00. A mayores distancias a sotavento la velocidad se aproxima asintóticamente a la del descampado; así no tiene sentido en dar, como distancia de influencia, la distancia desde la cortina, a la cual el viento recobra el 100 % de velocidad. Aun una reducción del viento entre 5 y 10 % tienen poca significación sobre otros elementos meteorológicos. Woodruff, Read y Chepil (1959) sostienen que la distancia de la zona abrigada termina (hasta donde no se presenta erosión), donde



de la cortina se tome en el punto en que la reducción del viento llega al 20 % o a lo más al 10 %.

Una dificultad ulterior surge con la definición de viento sereno en el descampado. En el caso de una cortina simple la velocidad puede ser medida a bastante distancia, pero en una región cruzada por varias cortinas simples la rugosidad resultante ante de la superficie a menudo provoca un viento verdaderamente interrumpido.

En el túnel de viento Blenk y Trienes (1955) usaron como viento quieto, la velocidad medida sin la presencia de cortinas. Otra razón para la discrepancia en los datos se apoya en las diferentes alturas a que se toman las medidas.

En el descampado el anemómetro es colocado normalmente a la altura del ojo, o sea entre 1,20 y 1,60 m.

Debería acordarse una altura convencional, por ejemplo 1,50 m., o alturas a una relación simple con la altura de la cortina: 0,1 - 0,2 - ó 0,5.H.

Aun subsistirían gran variedad de efectos si se tomaran en consideración todos esos factores.

La figura VII-4 (Naegeli 1946) servirá como un ejemplo que muestre las curvas de velocidad del viento logradas en diferentes tipos de barreras. Una reducción a sotavento de 20 %, a lo más, fue registrada a distancias entre 7 y 18 H, y del 10 %, a lo más, entre 9 y 23 H.

Frankenberger (1951) trajo cierto orden, aunque insuficiente, al encontrar una ecuación basada en las medidas de Naegeli (1946) sobre sus rejas:

$$S = 1 - \frac{V}{V_F} \approx 1 - \frac{a}{9}$$

S = efecto del abrigo

V = velocidad del viento a la distancia a desde la barrera

V<sub>F</sub> = velocidad del viento al descampado.

Para la distancia a se elige como unidad la diferencia entre la altura H de la cortina y la altura del anemómetro.

Marcó el centro de la escala en el centro de la cortina y no en su margen a sotavento.

El autor confirma esta ecuación para a mayor o igual 8; con ella se realizaron los siguientes valores:

a : 8    10    12    14    16    18    20    25    30    35

S : 0,57-0,46-0,37-0,29-0,23-0,19-0,15-0,09-0,05-0,03.

Esta ecuación es sin embargo incompleta ya que no incluye la posición del viento mínimo.

de área perforada de la cortina. Puede ser fácilmente dete-  
 minada para obstáculos artificiales pero no para los natura-  
 les, lo que aun no ha sido determinado satisfactoriamente.  
 Gr undman y Niemann (1954) consideran haber encontrado un pa-  
 rámetro satisfactorio para expresar la densidad de la barrera:  
 consiste en la relación entre la mayor reducción de la veloci-  
 dad del viento al abrigo y la velocidad del viento al descam-  
 pado, o la relación entre la velocidad del viento al descubier-  
 to y la velocidad del viento a cierta altura de la cortina, lo  
 que da la fuerza del desplazamiento del flujo.  
 Estas relaciones sin dudas dependen de la densidad, pero están  
 influenciadas por otros factores, por lo que la sugerencia no  
 puede ser satisfactoria.

TABLA II

Distribución vertical de las componentes horizontales del vien-  
 to a sotavento de una empalizada de 1,50 m. de altura (permea-  
 bilidad media: 50 %) sobre una loma de arenas estériles, expresa-  
 da en porcentajes de velocidad del viento a  $H = 1$  (1,50 m.) en  
 puntos no resguardados (Kaiser, 1959).

Distancia a la cortina	1	3	5	7	9	11	13	17	21.H
Alturas									
1,00.H	52	57	62	63	64	72	68	76	76 %
0,75.H	37	36	44	47	52	57	58	64	68 %
0,50.H	41	34	33	41	48	55	56	64	70 %
0,25.H	49	35	27	34	40	48	48	57	64 %

En las tablas I y II y en las figuras del 1 al 4 puede verse  
 la diferencia básica en la distribución del viento detras de  
 los obstáculos de diferentes densidades. Pueden ser suplemen-  
 tadas con los datos siguientes de Naegeli (1946):

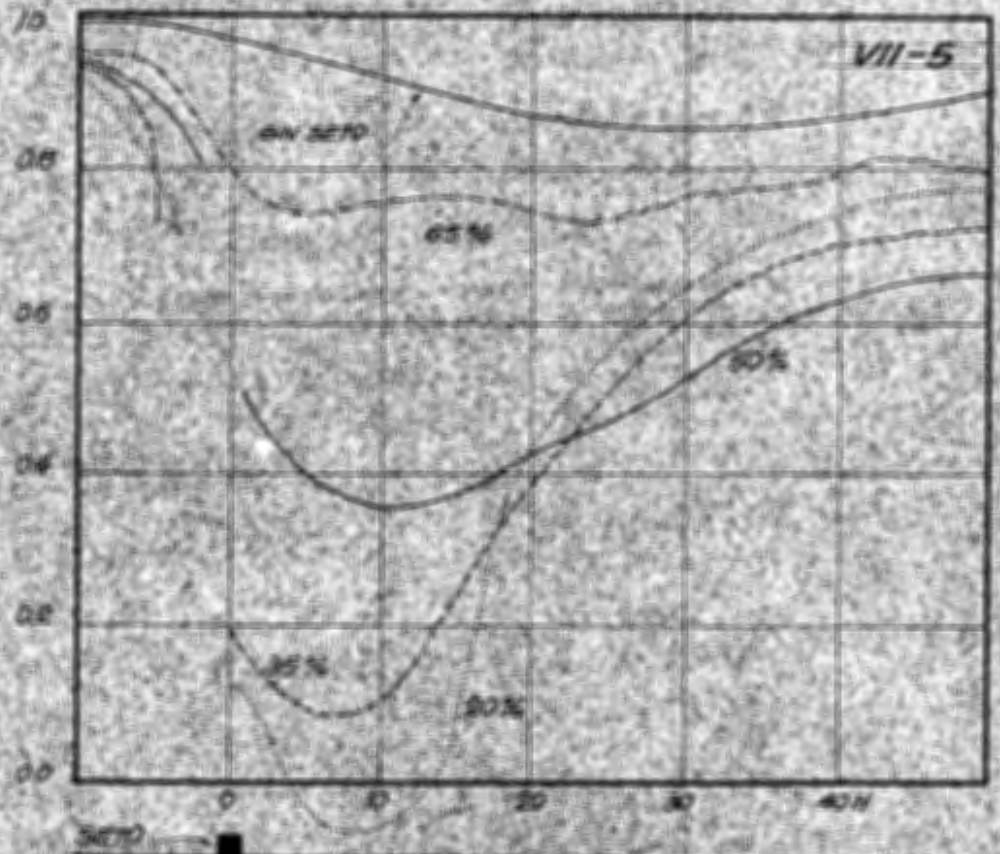
TABLA III

Velocidad media del viento en cortinas de diferentes densidades  
 y distancias. A: floja; B: densidad media; C: densa; D: muy  
 densa. Distancias en alturas de cortinas (H).

	barlovento		cortina	sotavento								
	5	0		0	2,5	5	10	15	20	0,1	0,2	0,3
A :	98	98	67	49	41	65	82	92	98	54	70	80 %
B :	99	87	57	45	35	48	72	85	94	44	61	72 %
C :	99	85	48	29	33	58	80	90	97	44	65	76 %
D :	99	85	35	22	46	72	87	93	98	52	71	80 %

VELOCIDAD DEL VIENTO  
EN M/S ANTES Y DES-  
PUES DE SETOS CON  
DIFERENTES GRADOS DE  
PERMEABILIDAD (%).

SETO EN EL TUNEL DE  
VIENTO ALTURA = 30cm.  
ABERTURAS = 5cm.



(BLANK & TRENK 1956)



TABLA IV

	Velocidad del viento al abrigo <u>adriente</u> <u>mínimo</u>		Distancia del viento mínimo desde el abrigo
	Adyacente	Mínimo	
A	62 %	34 %	3.H
B	56 %	34 %	3,5.H
C	38 %	26 %	1,5.H
D	18 %	14 %	0,5.H

Inmediatamente detrás de una barrera muy densa la reducción del viento es la más intensa; aumentando la permeabilidad ella es menor. Con un viento mínimo, la reducción del viento es también una función de la permeabilidad.

En cortinas densas la posición de la mayor reducción del viento es muy cercana a la cortina; más lejos si es de densidad media.

De acuerdo con George (1960) el máximo de reducción del viento se presenta inmediatamente a sotavento de una cortina de 10 filas, situándose a 2,4 H en cortinas con 5 - 7 filas.

Ha quedado confirmado que si la altura de los cultivos son menores que  $1/2 H$ , las cortinas de densidad media prueban ser las mejores; si crecen a  $1/2 H$  o más, las cortinas densas pueden ser las mejores pero produciendo otras desventajas no previstas: turbulencias, malas condiciones de desecamiento, etc.

De acuerdo a muchas experiencias, inmediatamente detrás de una cortina impermeable el viento está casi calmo y cuando retorna a tierra a sotavento es muy turbulento.

Una cortina de permeabilidad media con numerosos huecos pequeños distribuidos regularmente en la cortina actúan como una criba, evitando la turbulencia sobre una gran extensión.

El tercer tipo de cortina, llamada permeable en la terminología rusa, es un monte con grandes agujeros rectilíneos a través. Estas cortinas en la U.R.S.S. son comunes: troncos gruesos de 1-2" sin malezas ni árboles achaparrados. Con tales cortinas atadas puede evitarse que el viento penetre en las partes bajas, particularmente cerca de la superficie.

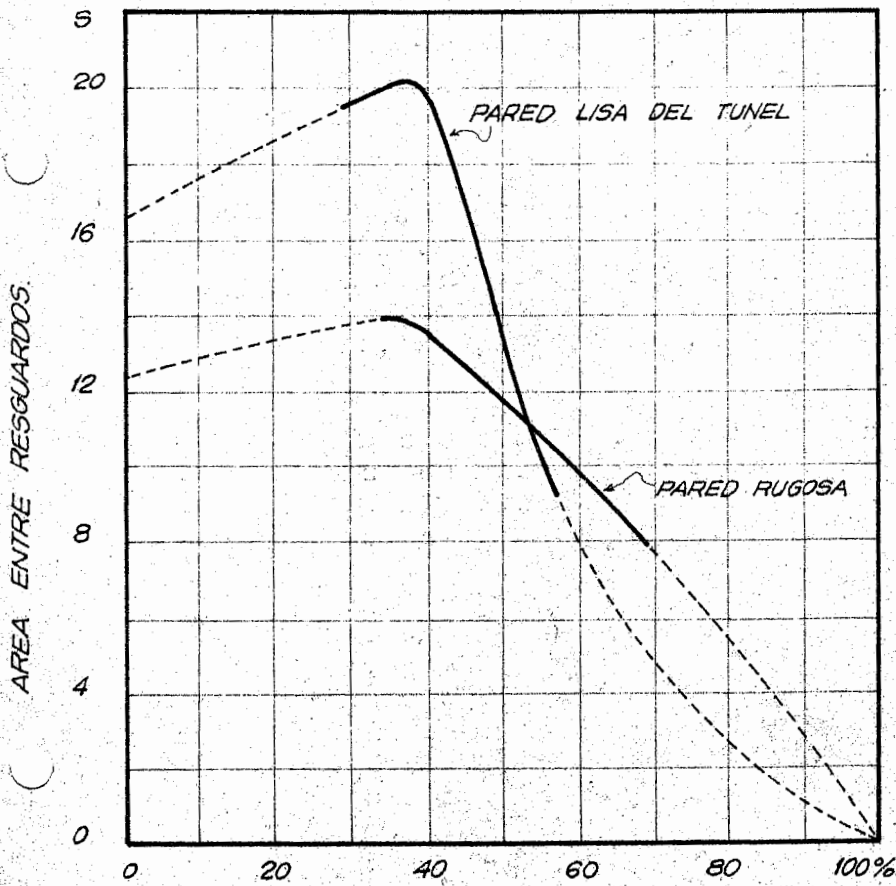
Blenk y Trienes investigaron el significado de la permeabilidad detrás de un fleje de estaño de 30 mm. de altura en el túnel de viento a alturas medidas a  $H/6$  y  $H/2$ . Los flejes tenían distribuidos agujeros de  $\phi = 5$  mm. y se registraron permeabilidades de 20 - 35 - 50 y 65 %.

El fleje con 50 % de permeabilidad registró la mayor distancia en la reducción del viento (Fig. 5).

Tanaka (1953) encontró una velocidad de viento mínima negativa, es decir, un flujo invertido. Esto ocurrió casi inmediatamente detrás de cortinas densas y sólo brevemente detrás de cortinas poco densas.



DEPENDENCIA DEL ABRIGO EN % DEL AREA (VII-6)  
PERFORADA.



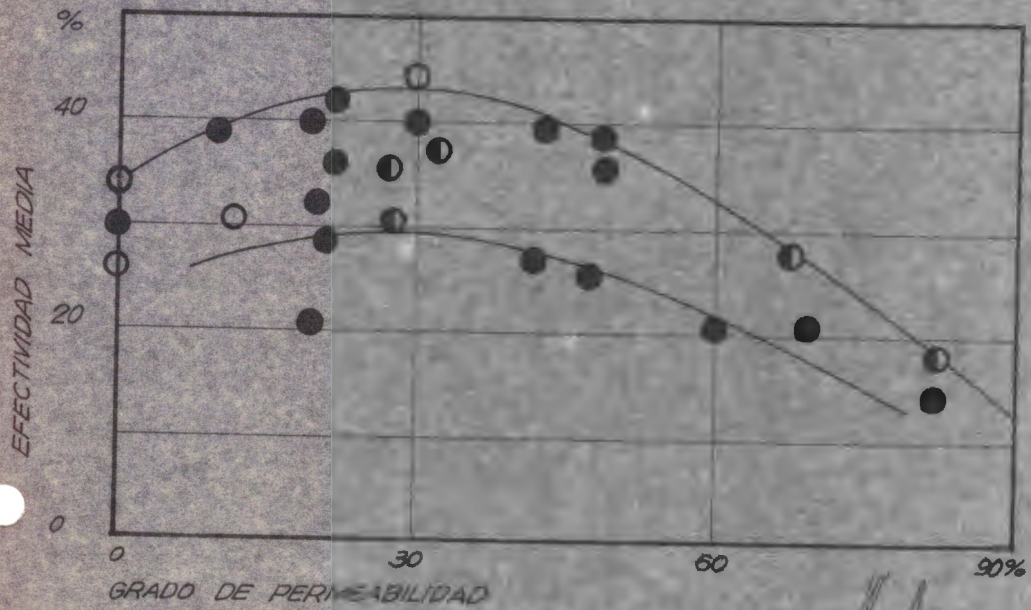
% DE AREA PERFORADA : 0 = RESGUARDO SOLIDO ; 100 =  
SIN RESGUARDO (JENSEN, 1954).

*Handwritten signature*

DEPENDENCIA DEL ABRIGO MEDIO PARA EL AREA 0-30H  
SOBRE LA PERMEABILIDAD DEL ROMPEVIENTOS.

- KUTSCHERJAWICH, 1940
- DJALLOVIC, 1939
- PANFILOV, 1943

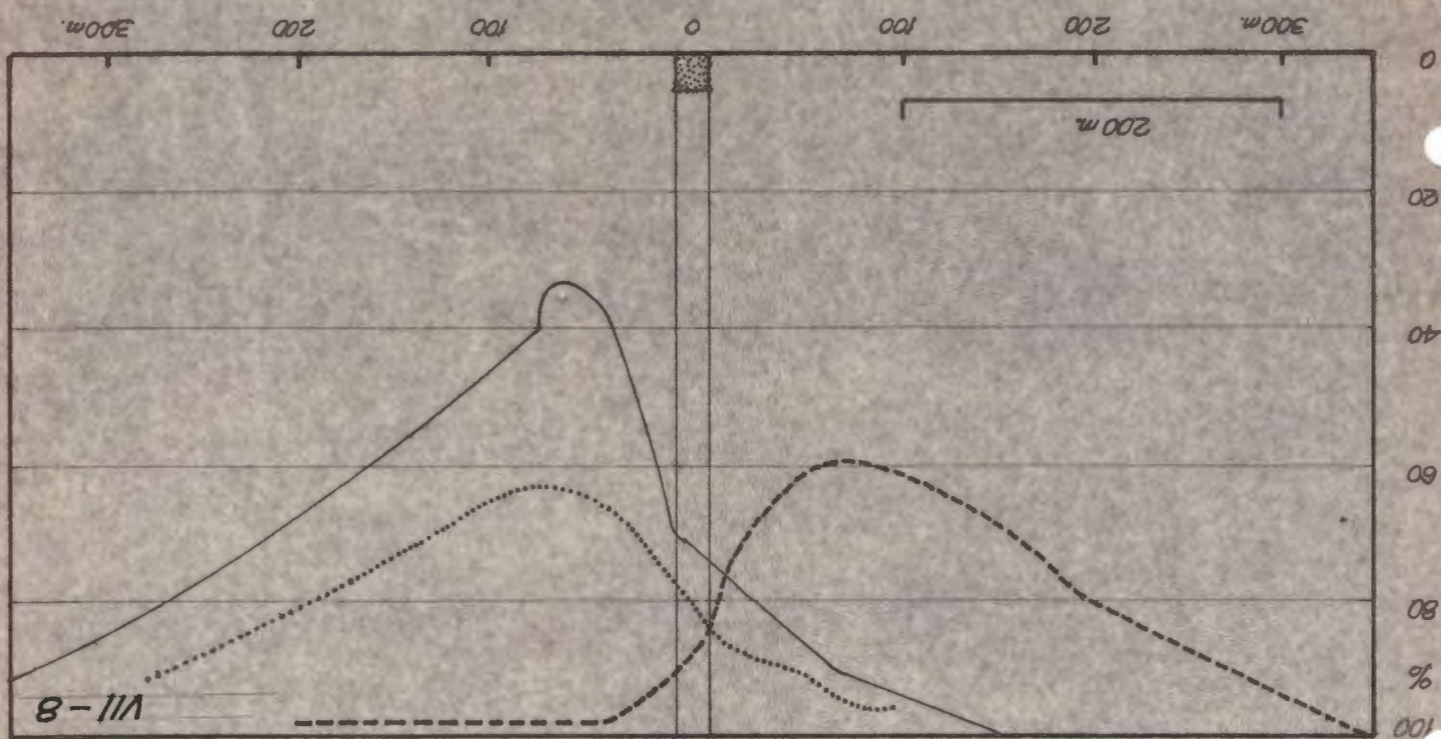
(VII-7)



*[Handwritten signature]*

(NAEGELI, 1946)

*Handwritten signature*



E.N.E.

VIENTO ENE: --- INVIERNO

VIENTO WSW: — VERANO, ..... INVIERNO

ABRIGO PRODUCIDO POR UNA CORTINA DE HOJA CADUCA DE H=16m. EN INVIERNO Y VERANO.

VII-8



Este viento invertido fué más fuerte detrás de una pared impermeable de 90 cm. de altura y a una altura de 20 cm. a una distancia de 3 H.

La turbulencia presente en cortinas densas también se evidencia con tubos Pitot.

El problema de la mejor permeabilidad fué completamente examinada por Jensen (1954). Resultó mejor una permeabilidad del 40 % para una altura de medición de 0,4 H (Fig. 6).

Tani (1960) usando una red de pescador como cortina en el túnel de viento, estableció que una densidad al menos del 30 % es necesaria para lograr una protección suficiente.

Schultz y Kelly (1960) obtuvieron los mejores resultados con rejas bajas de 25 % de permeabilidad. Más económico, sin embargo, fueron rejas del 60 % de permeabilidad debido a su costo más bajo.

Konstantinow (1950) muestra que cortinas de permeabilidad media (20 - 40%) con muchos huecos pequeños tienen los mejores efectos.

Una permeabilidad de 40 - 50 % puede ser obtenida por varios tamaños y formas de aberturas. Según Naegeli, Konstantinow y otros, son más efectivas muchas aberturas pequeñas.

Blenk y Trienes (1955), en el túnel de viento, compararon tres flejes de 30 mm. de altura con una permeabilidad de 50 %, pero con diferentes tamaños de aberturas.

La distribución del viento detrás de las que tengan aberturas de 2 y 5 mm. de diámetro fué casi igual. El fleje con aberturas de 8 mm. redujo el viento a una distancia considerablemente más corta.

Al descampado, donde el grado de permeabilidad es difícil de estimar, van der Linde clasificó cuidadosamente ciruelos silvestres foliados y setos densos de tejos, disponiendo barreras de álamo lombardo entre aquellas de densidad media.

Los eucaliptus hacen buenas barreras de densidad media en áreas cálidas y semiáridas, pero de acuerdo con Duncan (1950) las cortinas de álamos delgados de 20 m. de altura son del tipo muy abierto y menos efectivas.

Las cortinas con árboles deciduos varían su densidad con la estación.

Según Flensburg (1940), las diferencias estacionales con cortinas poco densas fueron ligeras; en otoño, las cortinas densas asumen el carácter de medias, y, las medianas, poco densas.

El efecto protector de cortinas defoliadas, sin embargo, no se deja de lado.

La figura 8 muestra las condiciones del viento en una cortina de densidad media de 16 m. de altura con y sin follaje (Krugskjell (Naegeli, 1946).

Según Jensen (1954) y Nøkkentved (1938) las cortinas ~~defolias~~ deciduas dieron el 60 % del abrigo con follaje.

En Alemania nororiental, Frauken y Kaps (1957) encontraron alrededor del 50 % menos de reducción del viento en cortinas sin follaje de 3, 4, y 7 filas.



DIRECCIONES DEL VIENTO A 0.25 H AL ABRIGO DE UN ROMPEVIENTOS PERMEABLE Y DE OTRO DENSO (MURO DE CAÑAS)

VII-9

POCO DENSO

DENSO

0.5

1.5

2.5

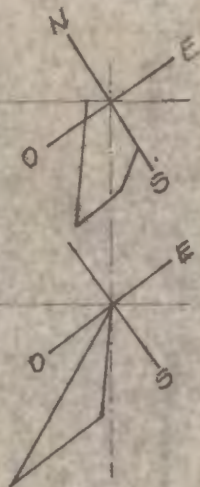
3.6

5.0

6.5

8.5

11.5 H



(NAEGELI, 1953)

Similares evaluaciones fueron hechas por van Eimern (1957) en cortinas de aver de 2 filas de 12 m. de altura con sotobosque.

El significado del follaje es descrito por Frederick (1960): "Se concluye, por lo tanto, que en un área de numerosos pero bien espaciados árboles deciduos adultos o grupos de ellos.... luego de la defoliación el viento aumenta cerca del 25 % sobre la exposición promedio y tanto como el 40 % sobre exposiciones casi vacías de árboles, y lentamente disminuye en la misma cantidad cuando aparecen las hojas y se desarrollan....." Y George (1960) escribe: "la cortina foliada.... dió a 5-6H ventajas sobre la cortina defoliada.

Los experimentos de Woodruff (1954) en el túnel de viento con un suelo áspero dieron las siguientes medidas de reducción del viento con medidas realizadas a 0,1 H sobre la superficie ( ver también la fig. 57)

TABLA V

Reducción del viento.....	75 %.....	50 %.....	25 %
	múltiplos de altura		
Pared sólida.....	13,0.....	15,5.....	21,5
10 filas con follaje.....	10,6.....	14,0.....	19,8
10 filas sin follaje.....	- .....	8,0.....	14,8

Como ya se mencionó, cortinas de diferentes densidades difieren también en el grado de turbulencia y en el flujo remolinado a sotavento, según demostraron Naegeli (1953) y Kreutz (1956) con experimentos de humos: "Los remolinos aumentan con la densidad de la cortina.

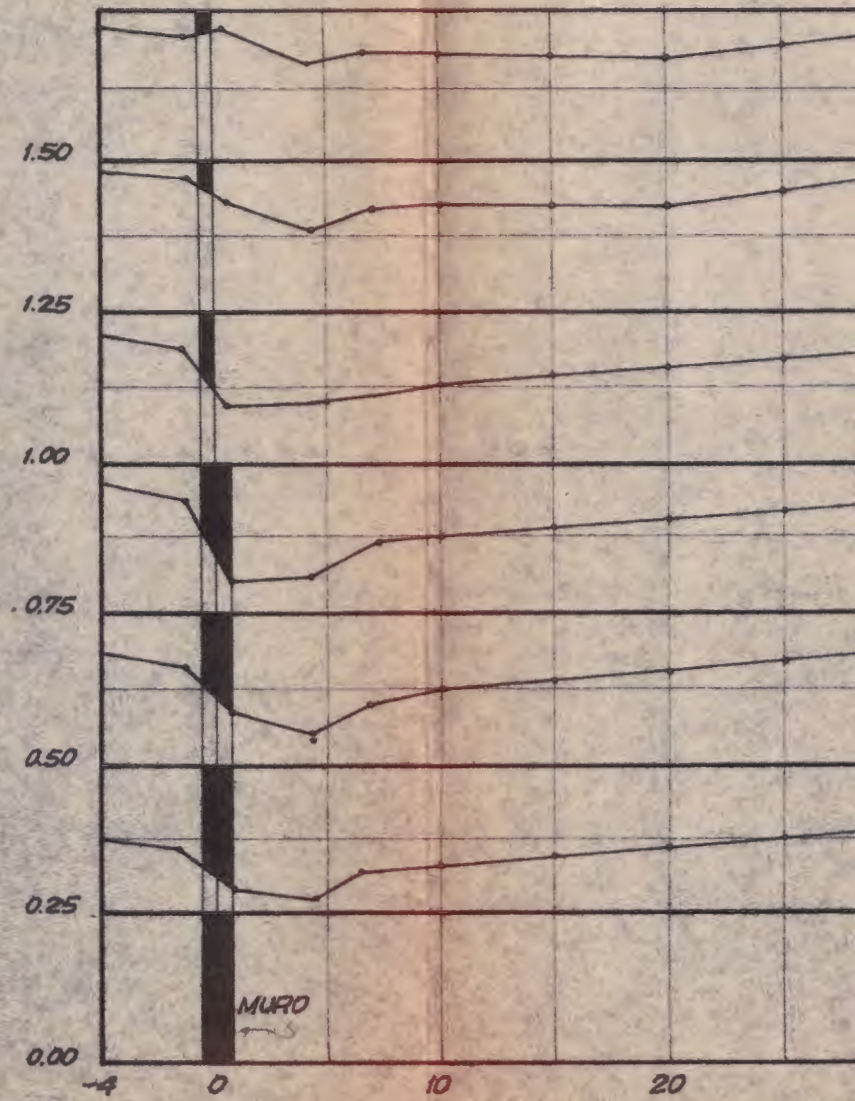
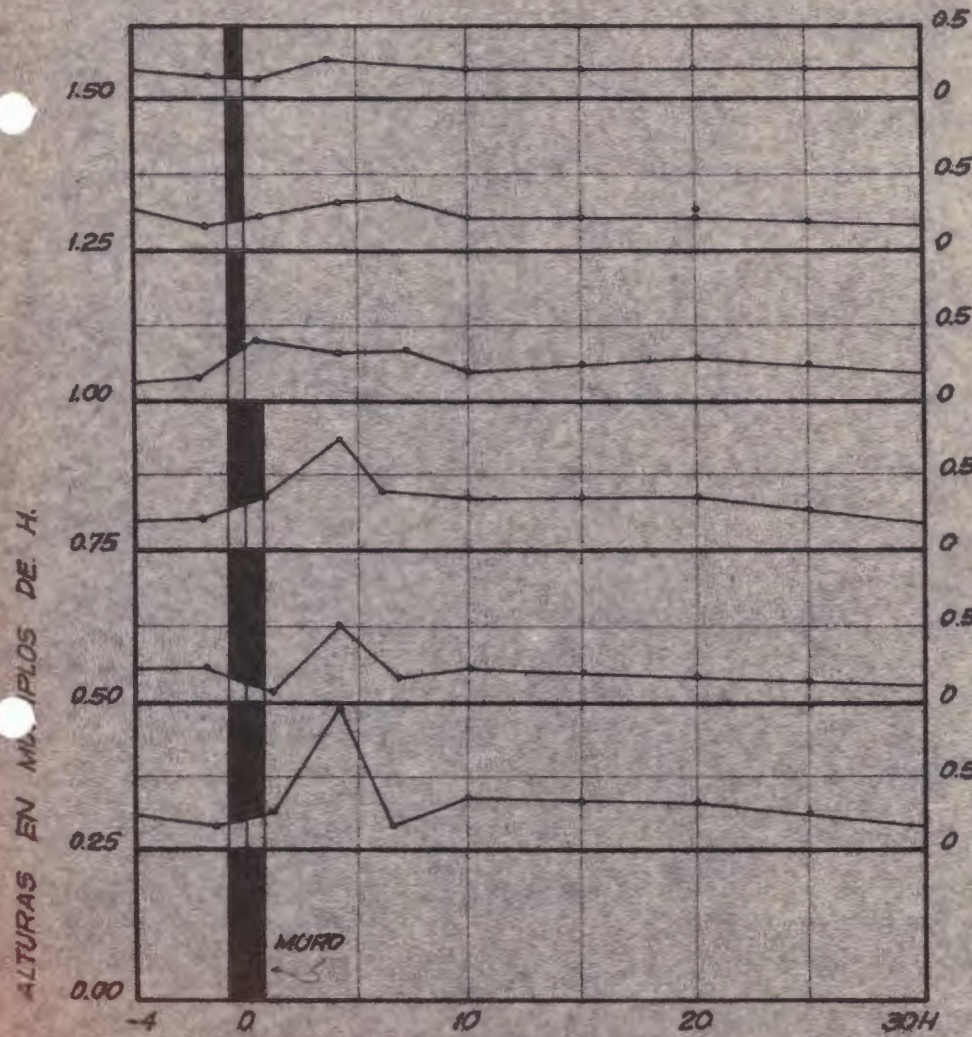
Lamentablemente no existe una clara definición de turbulencia, no existiendo un método para ser medida. La clarificación de las condiciones de turbulencia es, sin embargo, importante, porque la evaporación aumenta no solamente con la velocidad del viento, sino también con la turbulencia. La turbulencia es también de interés en otros aspectos y tiene desventajas tales como el vuelco detrás de las cortinas densas. Naegeli (1953) determinó la turbulencia mediante cambios de la dirección del viento, esto es, por la frecuencia de la dirección del viento en cada punto de medida (Fig. 9).

A una distancia de 2,5H detrás de cortinas densas, con un viento de dirección constante, registró todas las direcciones posibles de viento, pero raramente aquella del original. La zona de turbulencia se mueve más próximo a la cortina cuanto más densa es. La posición de la mayor turbulencia no es completamente idéntica con la de la mayor reducción del viento horizontal, pero fué por lo común a una distancia a la cortina ligeramente mayor (Naegeli, 1953).

En la tabla I y Fig. 3 el incremento de la velocidad del viento al abrigo de una cortina densa, medida a 0,25H es desigual. Entre 4 y 5H la velocidad del viento alcanza desde el 37 al 42 %; entre 6 y 7H solamente 45-46 %, y entre 8 y 9H desde el 49 al 54 %. La detención en la recuperación de la velocidad del viento a 6H se debe a la mayor turbulencia en ese punto según Naegeli. Van Eimer aun encontró repetidamente un peque-



TURBULENCIA (IZQUIERDA) Y VELOCIDAD DEL VIENTO A SOTAVENTO DE UN MURO; PERMEABILIDAD: 40%





no viento máximo con el consecuente mínimo a 8-9H detrás de un seto denso. Woodruff (1954) encontró este máximo más acusado detrás de una pared sólida en el túnel de viento (1957). Kaiser (1959) indicó que una componente vertical del viento no fue determinable en el punto indicado por Naegeli. Demostró que los anemómetros continuaron registrando correctamente la velocidad del viento horizontal solamente cuando el nivel del anemómetro no fue inclinado más que  $40^{\circ}$  sobre la horizontal. Kaiser atribuye este máximo y la detención del incremento del viento a la fuerza de turbulencia en ese punto, la cual simulaba un fuerte factor de viento horizontal. Beumbach (1953) ha probado que en flujos turbulentos el anemómetro pudo registrar un incremento, como consecuencia de la turbulencia, arriba del 30 % sobre un flujo igualmente fuerte pero menos turbulento.

La presencia de turbulencia fuerte en la zona de la mayor reducción del viento fue también indicada por Friedrichs (1953) en registros de temperaturas detrás de un seto denso. Después, midiendo irregularidades de la velocidad del viento detrás de cortinas de 10 filas de árboles de 7,5 m. de altura y a una altura de 1,20 m., Woodruff (1959) encontró una zona de turbulencia aumentada y con remolinos desde 0 a 10H.

Basándose en las medidas de Blenk y Trienes (1955) detrás de una reja de 2 m. de altura con un viento incidiendo a un ángulo de  $65^{\circ}$ , Kaiser (1959) calculó y representó la distribución vertical de la turbulencia (Fig. 10). Pudieron ser registrados valores individuales simultáneos de velocidad de viento desde todos los puntos de medida dentro de 8,5 minutos.

La distribución vertical media de la velocidad del viento obtenida de esta experiencia se representa en el lado derecho de la figura 10. El lado izquierdo muestra las variaciones de los valores individuales como una medida de la turbulencia; se ve una zona de turbulencia aumentada cerca de la tierra y próxima al viento mínimo, y otra zona inmediatamente detrás de la reja, un poco por debajo del borde superior. Esta zona próxima al suelo, marca el área calma a la izquierda por la ascensión del flujo de aire desde el suelo y descendiendo detrás de la cima del flujo. El grado de turbulencia aumenta detrás de la cortina y vuelve a la normalidad solamente a una distancia de 20 - 25H (Tanaka, 1955).

Kaiser, por eso, tiene razón al sostener que las nociones de "protección al viento" y "reducción del viento" no son iguales. Las alteraciones de la turbulencia son para incluirse en la noción de protección del viento.

VII-21)

Las mediciones de Naegeli en Suiza (1953), de Ford en Dakota del Sur y en Wyoming, y otras, muestran que cortinas estrechas de paredes verticales y lisas ofrecen protección suficiente. Las cortinas de árboles y arbustos, sin embargo, requieren cierto espesor y una sección transversal que es muy frecuentemente rectangular.

No siempre está determinada la forma y el espesor de la cortina respecto a la más eficaz reducción del viento; la silvicultura también juega un papel importante. A causa del mantenimiento, sus cuidados y posibles usos para otros propósitos,



En tales cortinas parte de la madera puede ser usada en cualquier aplicación sin que se dañe apreciablemente la reducción del viento y son capaces, a menudo, de renovarse a sí mismas, llenándose los huecos dejados por la madera muerta con los nuevos crecimientos. Raramente dejan esos grandes agujeros el efecto perjudicial de boquilla. Como la distancia del efecto protector de la magnífica cortina es proporcional a su altura, frecuentemente - en U.R.S.S. por ejemplo - se considera una ventaja instalar cortinas para que alcancen su máxima altura en función del suelo y del clima; para ese propósito se seleccionan los árboles y los arbustos. Las cortinas anchas, sin embargo, usualmente crecen el altura más fácilmente que las angostas pero menos densas.

El problema de la elección de cuáles árboles y arbustos son los adecuados para dar la mejor protección contra los vientos no está claro en ninguna parte, debido a los grandes daños que pueden sobrevenir en forma de tormentas, decrecimientos, insectos, y enfermedades.

Las poblaciones densas de Europa Central y Occidental, como resultado también de la extensión del clima marítimo, son comunes las cortinas angostas de pocas filas de árboles y arbustos. Además Olbrich (1952) insiste en que una protección constante a los vientos sólo puede lograrse si setos estrechos de 4 m. de altura tienen por lo menos 2 filas; cortinas de 10 m. de alto por lo menos 3 filas, y cortinas de 20 m. de altura por lo menos 5 filas. Naegeli (1954) indica que es suficiente una sola fila si la cortina presenta una cara lisa e ininterrumpida verticalmente, pero conservadas permanentemente en buenas condiciones; las cortinas bajas deben tener 2-3 m. de espesor, y las altas por lo menos entre 10 y 15 m.

En el sur de Francia, próximo a Avignon, se han instalado muchos rompevientos forestales de una sola fila que sirven como protección contra los vientos más fuertes. Los huecos inevitables son cerrados por esteras de cañas. En U.R.S.S. son comunes anchos de 5 a 20 m. Panfilov (1937) propuso cortinas de sólo dos filas de árboles (probablemente avenidas). Estas cortinas, según Popov (1960) y Lebedev (1940 - 60) son ventajosas en sitios bien soleados y en condiciones climáticas favorables al crecimiento forestal debido al agotamiento menor del suelo, pero por otra parte este modelo es incierto para cortinas en U.R.S.S.

En U.S.A. fue propuesto por Bates (1934) la cortina estándar de mucha cumbre con la idea de que la sección transversal siguiera aproximadamente la trayectoria del flujo, el viento sería deflectado ascendentemente dando una mejor protección. Según Kittredge (1948) solamente las cortinas de no menos de 6 filas desarrollan las cualidades requeridas para monte. Woodruff y Zingg considerando los Grandes Llanos opinan que, "las cortinas anchas tienen la ventaja de proveer protección temprana y tardía debido a las varias especies de árboles y arbustos que aquellas incluyen". "Elas también proporcionan las llamadas condiciones forestales, un hábitat de propaga -

una superficie considerable". La permeabilidad también se altera invariablemente con el espesor de la cortina. En función del suelo, del clima y del propósito hay que relacionar la forma, el ancho y la altura de la cortina. Por ejemplo, la forma de cumbrera o de trayectoria de flujo, es a menudo la única ensayada contra los vientos en las costas y tierras altas. Si varios factores deciden el ancho y forma de las cortinas, los efectos de las últimas sobre las condiciones del viento deben ser conocidos. En verdad, Bates (1944) señala que la protección de las cortinas muy anchas no es tan grande como la de las más angostas, y, en una publicación también recomienda cortinas de 3 ó 4 filas. Woodruff y Zingg señalan que los efectos del ancho, densidad y forma sobre el viento es casi imposible distinguir, pero recalcan que sobrevienen condiciones de flujo completamente diferentes si el ancho de la cortina es considerablemente mayor que su altura.

Según Naegeli (1954) la cuestión del ancho es, sin embargo, secundario comparado con el de la densidad considerando el problema del viento en el campo. Konstantinov (1950), Byallovic (1939-40) y Popov (1960) también dan evidencias de que el efecto protector de diferentes anchos, pero de la misma permeabilidad, es el mismo. En general puede decirse que la distancia de la reducción del viento decrece cuando la cortina excede de cierto ancho. En el túnel de viento, Blank y Trienes (1955) registraron una reducción de viento del 40 % detrás de modelos impermeables de 30 mm. de altura a una altura de  $H/6$  y a las distancias siguientes: detrás de una cortina de 1 mm. de ancho, sobre  $28H$ ; detrás de otra de 39 mm. de ancho, sobre  $12H$ ; y detrás de otra de 300 mm. de ancho, sobre  $11,5H$ .

Según Alisov-Drozdov-Rubinstein (1956) cortinas entre 15 y 30 m. de ancho reducen el viento suficientemente; cortinas más anchas no presentan ventajas, particularmente cuando necesitan reajustes especiales para dotarlas de suficiente permeabilidad. Solamente se ejecutan cortinas más anchas cuando también son necesarias para reducir la erosión del agua superficial. Para Judin (1950) el ancho más adecuado para una cortina forestal de buena permeabilidad debe ser entre 8 y 25 m. Komarov (1960) considera innecesario emplear cortinas forestales que contengan más de 10-12 filas de árboles. En Alemania Noroccidental, Franken y Kaps (1957), estudiaron el efecto de cortinas de 7,5 m. de altura, con 4, 7 y 10 filas de 10 filas de árboles. Las bandas fueron de árboles deciduos y la de 10 filas tenía además tres filas de pinos. La cortina con 10 filas dio la mejor protección, especialmente en invierno; en las otras el efecto protector disminuyó un poco con el número de filas, probablemente a causa de que se volvían muy abiertas. La diferencia en verano no fue lo suficientemente grande a favor de la cortina ancha de 10 filas.

Blank y Trienes (1955) también estudiaron el efecto de diferentes formas de cortinas en el túnel de viento con cuatro modelos impermeables de 30 mm. de altura. Uno de ellos fue de 1 mm. de ancho, los otros tres de 15 mm., de los cuales uno fue de sección transversal rectangular con bordes afilados; los otros dos fueron redondeados en diferentes grados. El modelo más redondeado en el borde superior tuvo la menor extensión de reducción de viento; aquél menos redondeado tuvo una extensión un poco mayor, y, el mejor demostró ser la lámina

de bordes afilados de 1mm. de ancho. Blenk y Trienes (1955) igual que Naegeli (1953), por lo mismo, recomendaron cortinas cuyo borde superior no fuera muy redondeado. Kaiser (1959) demostró que la resistencia de la cortina al flujo influenció acentuadamente la reducción del viento. Empleó dos rejas similares que inclinó  $30^\circ$ , una a barlovento y otra a sotavento. La última tuvo menor resistencia aunque la misma permeabilidad. Hasta una distancia de 12H tuvo un efecto apreciable sobre la reducción del viento, mientras que a grandes distancias la diferencia es despreciable. La reducción del viento a 3H detrás de la reja fue: para la reja inclinada a barlovento, 79 %; para la otra, 65 %; y a 5H, 77 % y 70 % respectivamente.

Schultz y Kelly (1960) examinaron la diferencia del efecto protector con rejas verticales e inclinadas a  $65^\circ$ . La diferencia fue pequeña. Alguna ventaja en la inclinada fue compensada por la pérdida en altura (10 % para  $65^\circ$ ). Woodruff y Zingg (1952) compararon en el túnel de viento una protección vertical (1/16" de espesor) con una pared impermeable de sección triangular, con un cilindro, y con una maqueta de una cortina forestal. Todas tenían 4" de altura. Se encontraron los siguientes valores de reducción del viento a una altura de 0,1H (tabla VI).

TABLA VI

	la reducción fue realizada en 75 %	50 %	25 %
	hasta una distancia de		
reparo vertical.....	13,0	15,5	21,5H
triangular.....	10,5	15,0	20,5H
cilíndrica.....	7,0	9,0	14,0H
maquete forestal.....	----	13,5	27,0H

La mayor extensión para una reducción de al menos 25 y 50 % fue lograda en la maquete forestal a causa de su permeabilidad. La menor extensión fue registrada por el cilindro con la resistencia al flujo más pequeña. En este experimento, la formación del flujo fue independiente del valor absoluto de la velocidad del viento.

Woodruff y Zingg (1953) ensayaron en el túnel de viento cortinas triangulares en maquetas de árboles y arbustos, estas fueron de diferentes anchos y de diferentes formas triangula-

res.

Las maquetas A, B, C y D fueron de 10 filas; E de 7, y F de 5. La fila más alta (ápice del vértice del triángulo) fue en el modelo A la novena fila (iniciación de barlovento), en C la séptima. Los modelos B y D fueron el reverso de A y C. El modelo E fue más alto en la quinta, y F en la cuarta fila.

El ascenso y descenso a cada lado de la fila más alta de árboles, fue completamente uniforme. La altura promedio de la fila más alta de árboles, fue completamente uniforme. La altura promedio de la fila más baja de arbustos fue 1,5" y la de la fila más alta 6". El piso del túnel fue tratado con grava (granos de 1/4 a 1/6"). Los resultados de estas medidas se dan



en la tabla VII.

TABLA VII  
Reducción del viento detrás de diferentes maquetes a 0,1H  
(Woodruff y Zingg, 1953)

Modelo	Distancias con una reducción de al menos			Índice de protección, (área bajo la curva)	Efectividad por árbol y por unidad de longitud H de la cortina
	75%	50%	25%		
10 - C	11,5H	16,1H	29,0H	22,4	0,62
5 - F	9,1H	14,5H	26,4H	18,3	0,87
10 - B	10,2H	14,3H	25,5H	19,8	0,55
7 - E	10,3H	13,9H	24,8H	18,1	0,67
10 - D	9,6H	13,8H	24,5H	19,5	0,53
10 - A	9,3H	12,8H	23,4H	20,0	0,56

La mayor resistencia del modelo B dió una mayor extensión de reducción comparada con A. Woodruff y Zingg comentan lo siguiente: "Surge que la protección máxima se obtiene en cortinas de 10 filas. Es cierto en ambas superficies y en la parte más elevada. La elección de un segundo proyecto dependerá de qué elevación será la considerada.

Una cortina tipo A de 10 filas parece deseable si la protección superficial contra la erosión del suelo es el objetivo principal; sin embargo, si se necesita proteger puntos sobre el suelo, tales como huertos, ganado, edificios rurales, etc., se prefiere cortinas tipo B de 10 filas.

Si se ignoran los rasgos de autopropagación del monte, y las especies de árboles pueden ser plantadas para oponerse al ataque de insectos y enfermedades, la cortina de 5 filas puede ser muy adecuada. Estas cortinas se acomodan perfectamente bien para la protección del suelo y muy bien para los sitios altos; su efectividad por los árboles es alta, y la total protección del área utilizada es lo más importante del ensayo..... Las cortinas de 5 y 7 filas ofrecieron casi tanta protección como las de 10". Y George (1960) señala igualmente: "El mejor diseño fue la V invertida con los árboles más altos hacia sotavento de la línea media".

La forma de cortina puede ser alterada cambiando el grado de permeabilidad en la vertical. Para cortinas forestales grandes, particularmente las de la parte europea surentrional de la U.R.S.S., Konstantinov (1950) recomienda una permeabilidad media de 30 % dada por numerosos huecos pequeños; la parte baja cercana al suelo tendrá, sin embargo, el mayor número de huecos (50-60 % y más). De este modo el viento penetrando algo más fuerte por debajo, puede prevenirse la turbulencia cerca del suelo en forma más efectiva.

La curva 3 de la figura II muestra la velocidad del viento detrás de tales cortinas. Llenan esta condición los árboles con un buen crecimiento de copa y cuyo desarrollo más abajo no sea totalmente cerrado. Tanaka (1956) determinó por otro lado que la extensión de la reducción del viento, a medida





*Kühlewind*

(KÜHLEWIND, 1955).

que la turbulencia decrece, sí será muy permeable el desarrollo inferior.

Estos hechos solamente se presentan contradictorios a los de Jensen (1954) y a los de Blenk y Trienes (1955), en los cuales se muestran mejores los incrementos de permeabilidad desde abajo hacia arriba. Ellos no cierran inmediatamente los árboles altos, pero sí cortinas de arbustos y árboles bajos, cuyas alturas promedios fueran marcadamente dominadas por árboles altos solos a intervalos no demasiado grandes (entre 1 y 3 veces la altura del primero).

Kuhlewind-Bringmann-Kaiser (1955) denominan "superestructura" a esos árboles altos (fig. 11). Kreutz (1956) también afirma que esta forma de barrera con una primera línea desigual ofrece mayor resistencia al flujo de aire que una barrera con una primera línea pareja. La distribución del viento más bien irregular detrás de tales cortinas es balanceada prontamente. Woelfle (1938) es otro que recomienda estas formas de barreras, y Stenbing (1952) encontró la mayor precipitación de rocío desde 7 a 9H detrás de una plantación con una primera línea desigual, contra un máximo depósito de rocío detrás de un seto denso de altura pareja desde 2 a 3H.

Con los setos, entonces, es aconsejable plantar adicionalmente árboles solos que crezcan bien sobre sus alturas promedios, mientras que en áreas donde cortinas anchas de forestales para protección extensiva, la permeabilidad debe ser un poco mayor cerca de la tierra que a nivel de las copas. Los montes y muchas cortinas forestales anchas, esto es, aquellas con anchos varias veces mayores que las alturas, son siempre obstáculos muy densos.

Las condiciones del flujo sobre tales obstáculos son también completamente diferentes. Gaborn (1956) es de la opinión que la relación de ancho y alto determina densidad en primer lugar, pero si la densidad aumenta hasta el 80 %, es el efecto del ancho de la cortina sobre el flujo quien se vuelve particularmente perceptible.

La cuestión de que si cortinas forestales muy anchas ofrecen mejor protección al viento que las angostas, está respondido por Blenk-Trienes (1955), Naegeli (1954), Woelfle (1936), Miller (1956), van der Linde (1958), Kreutz y Walter (1958), Jensen (1954), Nøkkentved (1938) y Marcel (1958).

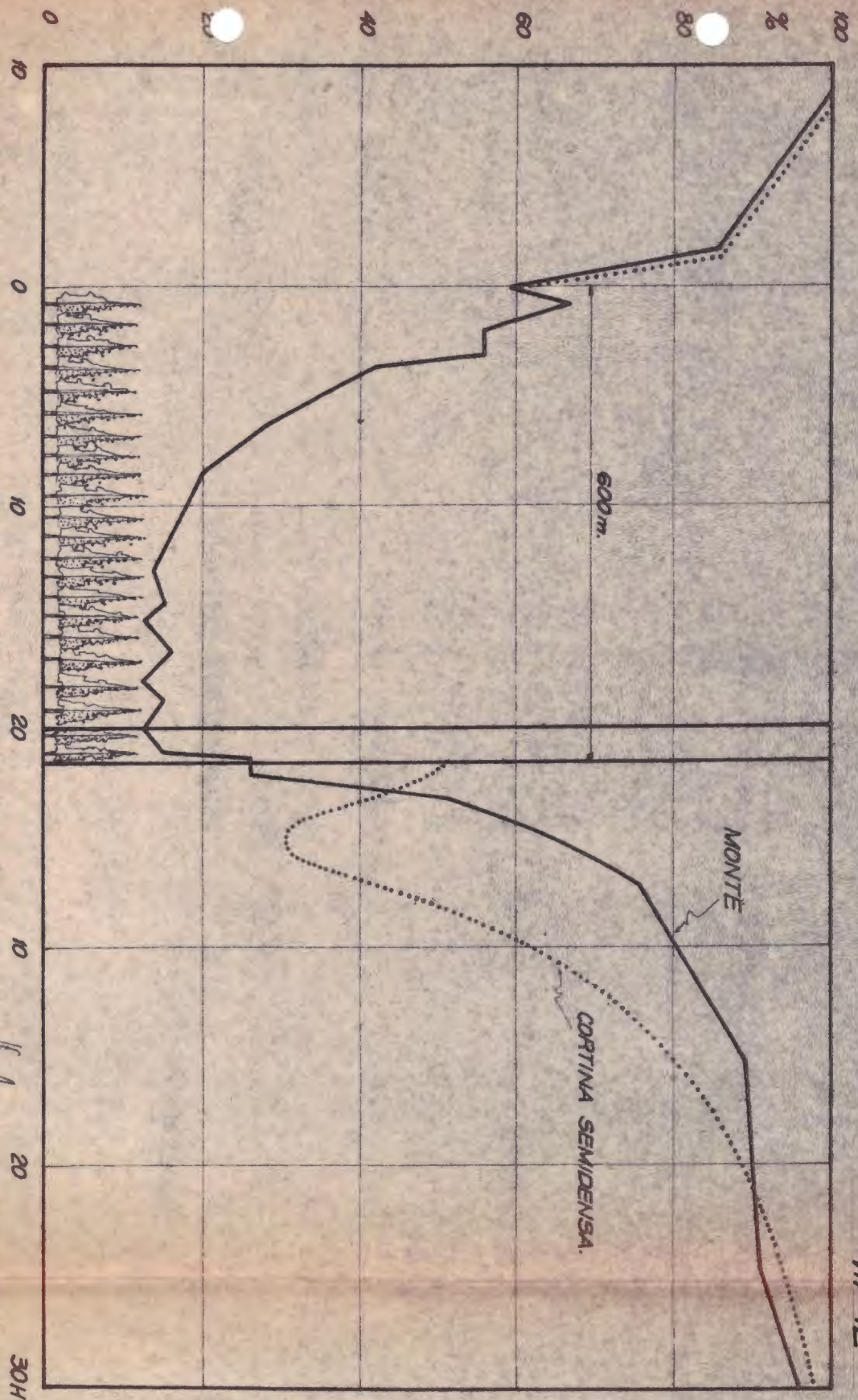
Los seis primeros adjudican a los montes una considerable menor extensión a la reducción del viento en proporción ~~xxxxxx~~ ~~xxxxxx~~ con su altura que los últimos. Müller (1956) registró una reducción del 50 % a 6 y 8H y el 20 % a 12H detrás de dos gajas anchas forestales en el Jura suave. Detrás de setos anchos existe cerca del 50 % de reducción a 11-14H y 20 % a 15-19H.

Más contundente es la comparación hecha por Naegeli (1954) en relación al efecto de una estera estrecha de cañas de 50 % de permeabilidad, con una cortina de pinos de 20 m. de ancho y con un monte de pinos de 600 m. de espesor. (Fig. 12).

La tabla VIII y la figura 12 muestran para el monte ancho un efecto protector considerablemente más pequeño incompatible con la anchura.



VELOCIDAD DEL VIENTO DURANTE EL RECORRIDO EN UN MONTE DE CONIFERAS (ALTURA MEDIA: 28m)  
 Y EN UNA CORTINA SEMIDENSA.



VII-12

*Handwritten signature*

(NAEGELI, 1954).

TABLA VIII

Velocidad promedio del viento a sotavento de diferentes obstáculos. Medidas en porcentajes de la velocidad en el descampado (Naegeli, 1954).

Intervalo.....	0-5	5-10	10-15	15-20	0-24H
Estera de cañas..	52	37	56	74	55 %
Cortina.....	40	38	72	85	61 %
Monte.....	55	75	83	89	86 %

En montes de crecimientos más altos, la extensión absoluta de la protección, es por supuesto, frecuentemente mayor. Aparte de que su influencia sobre el microclima en sus inmediaciones puede ser mayor que la de las cortinas de la misma altura. Los bosques grandes también desarrollan en grado mayor un clima propio que afecta bastante el clima de los alrededores (Naegeli, 1954). Un efecto similar encontró Naegeli (1946) detrás de un gran huerto aunque era estrecho comparado con el monte, sin embargo considerado denso debido a su espesor. Una plantación de esa clase también causó una reducción de viento menos extensa a sotavento que una cortina normal.

La distribución de la velocidad del viento se podrá ver en la figura 12. A barlovento de un monte y de una cortina el decrecimiento de la velocidad del viento fue casi igual. Sin el monte la velocidad del viento decreció rápidamente hasta cierta distancia del lado de barlovento y se registró un viento bajo constante, en este caso de 11 a 14 % del viento en el descampado. Este flujo bajo fue mantenido por el viento sobre la copa de los árboles y alterado con la composición del monte. En contraste con las cortinas la velocidad mínima del viento aumentó otra vez inmediatamente y en forma completa.

Según Jensen (1954), Woelfle (1936) y Pfeiffer (en Naegeli, 1954), un nuevo estado de equilibrio para la velocidad vertical del viento aumenta liberándose sobre el monte, mientras que sobre cortinas angostas esta ascensión de las componentes de la velocidad del viento faltan. Detrás de los bordes de los montes también existen zonas con acentuados remolinos (Pfeiffer 1938; Naegeli, 1954).

Nykkentved (1938) y Jensen (1954) tienen una opinión opuesta: el efecto de reducción del viento en los montes se extiende más allá que el de las cortinas. Las mediciones de Nykkentved, sin embargo, son muy inciertas (Jensen, 1954), tanto como que él no cuenta con una refutación de la evaluación anterior.

Verdaderamente, Jensen (1954) demostró en el túnel de viento un efecto protector creciente con una cortina impermeable muy ancha contando con una superficie ondulada, el cual se volvió despreciable cuando el ancho excedió de 50H. Pero este resultado obtenido en el túnel no ha sido aun confirmado en el campo.



VII-22)

Los accidentes del terreno (rugosidad) en una gran medida determinan el incremento vertical de la velocidad del viento cerca de la tierra. En consecuencia los diferentes accidentes del terreno son un parámetro para los diferentes grados de reducción del viento en la cortina. El incremento de la velocidad del viento ~~maximaximax~~ con la altura puede ser expresado aproximadamente por una función de potencia o por una función logarítmica (Letten, 1939; Sutton, 1955; Kaiser, 1959c).

$$u/u_1 = (z/z_1)^{1/p}$$

La función logarítmica tiene la siguiente forma:

$$u = \frac{u_x}{k} \ln \frac{z+z_0}{z_0}$$

o aproximadamente, donde  $z$  es grande respecto a  $z_0$

$$u \approx \frac{u_x}{k} \ln \frac{z}{z_0}$$

en donde  $u$  es la velocidad del viento a la altura  $z$   
 $u_x$  es la velocidad de arrastre que depende esencialmente del gradiente de cambio de viento con la altura  
 $k$  es la llamada constante Karman ( $\approx 0,4$ )  
 $z_0$  es el parámetro de rugosidad que depende de los accidentes o rugosidad del suelo.  
 Todas las medidas están dadas en cm./seg.

TABLA IX

Medidas de la rugosidad  $z_0$ (cm.) y del exponente  $p$ .

	$z_0$	$p$	
Nieve.....	0,5	5,0	Según Paeschke(1937)
Campos en barbecho.....	2,1	5,0	
Remolacha azucarera.....	6,7	3,0	
Pastos bajos.....	3,2	3,85	
Pastos altos.....	4,0	3,6	
Trigo.....	4,5	3,5	
Arroz (80 cm. de altura).....	18,0		
Papales altos (30 cm.).....	3,5		Según Tani, Inoue, e Imai(1955)
Trigo (80 cm.).....	20,0		
Trigo ( 5 cm.).....	0,05		
Superficie de hielo.....	0,001		Según Sutton (1953).

Frankenberger (1951) registró medidas sobre un mástil de 70 m. de altura en un paisaje cruzado en cruz por varios setos Quickbon, cerca de Hamburgo, dando a  $z_0$  un valor de 145 cm. en verano y 90cm. en invierno.

Como el flujo a sotavento recibe los ímpetus del flujo que está sobre él, la velocidad del viento al descampado se recobra más tempranamente. Esto ocurre en mayor grado sobre superficies rugosas que sobre las lisas. Al mismo tiempo, el punto de mayor reducción de viento (viento mínimo) se sitúa más cerca de la cortina en superficies rugosas. Así, los dife

rentes grados de rugosidad causan un estiramiento o compresión de la curva de distribución del viento. En el túnel de viento, que posee una superficie generalmente más lisa que el descampado, la extensión de la protección del viento es más grande por lo común. Arugando la superficie la extensión puede ser muy reducida según Woodruff (1955), Blank-Trienes (1955), y Jansen (1954). Según Bleak y Trienes (1955) las curvas de distribución del viento medidas en el túnel pueden convertirse al descampado multiplicando las distancias a la cortina por 0,4 ó 0,5, pero, existe el problema de convertibilidad de medidas del túnel al descampado. Kaiser supone que las curvas de viento tras el mismo objeto u objetos similares en superficies de diferentes rugosidades solamente difieren en una magnitud horizontal (sobre la horizontal). Da un factor de extensión para un cierto grado de reducción de viento, es decir, que la distancia a la cual una reducción de viento de  $s\%$  es registrada en el túnel, debe multiplicarse por el factor de extensión dada la distancia a la cual ocurre la misma reducción a sotavento de obstáculos en el descampado. El factor de extensión  $d_s$  es:

$$d_s = \frac{x_s^F}{x_s^K} = \left( \frac{1 + \frac{z/p^F}{z/p^K}}{1 + \frac{z/p^K}{z/p^K}} \right)^2 \cdot \frac{\ln H \frac{K}{z_0^K}}{\ln H \frac{F}{z_0^F}}$$

$x_s^F$  es la distancia a la cual se registra al descampado la reducción  $s$  del viento cerca del suelo.

$x_s^K$  es la distancia a la cual el mismo grado de reducción del viento es registrado en el túnel de viento.

$H^F, y_H^K$  son las alturas de las cortinas al descampado y en el túnel en la misma unidad  $x$

$z_0^F, z_0^K$  son los parámetros de rugosidad registrados en el descampado y en el túnel.

$p^F, p^K$  son los exponentes proporcionales de la ecuación de potencia de la velocidad del viento incrementada con la altura.

Para la distancia del viento mínimo, esto es, el punto de la mayor reducción del viento, la teoría de Kaiser (1959) da un factor de extensión diferente  $d_{min}$ .

$$d_{min} = \frac{x_{min}^F}{x_{min}^K} = \frac{a(p^K)}{a(p^F)} \cdot \frac{\ln H \frac{K}{z_0^K}}{\ln H \frac{F}{z_0^F}}$$

$a$  es una cantidad dependiente de  $p$ , la que alcanza un valor de 0,20 cuando  $p = 2$ ; 0,14 cuando  $p = 5$ ; 0,12 cuando  $p = 9$  y 0 cuando  $p = \infty$ .

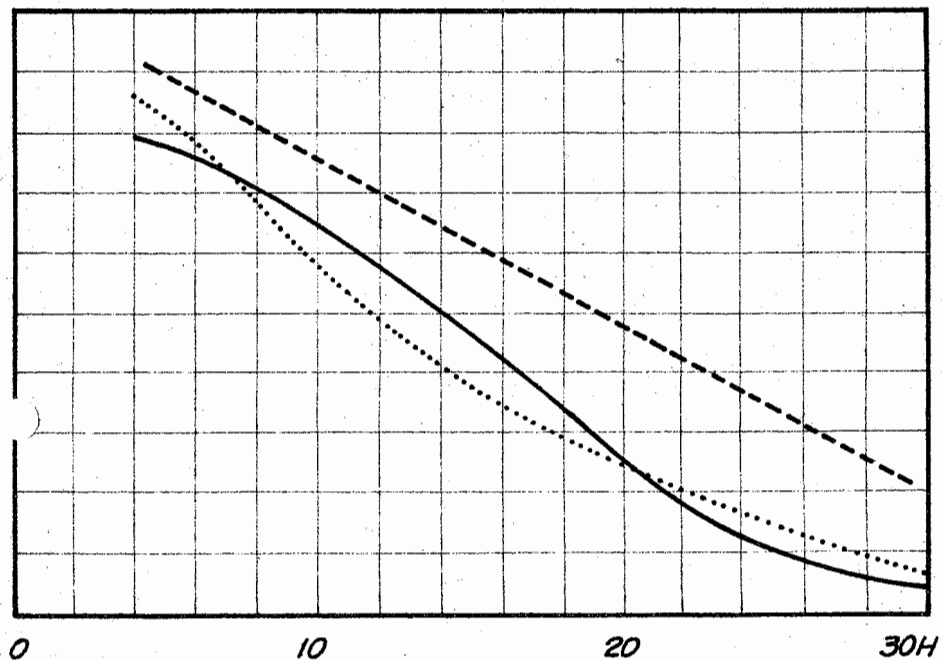
Si  $z$  como la altura en que han sido tomadas las medidas es grande comparada con el parámetro de rugosidad  $z_0$ , entonces  $z_0$  se determina fácilmente.

COMPARACION DE CURVAS AL ABRIGO EN EL TUNEL Y EN EL DESCAMPADO CON DIFERENTES PARAMETROS DE RUGOSIDAD ( $Z_0$ ).

VII-13

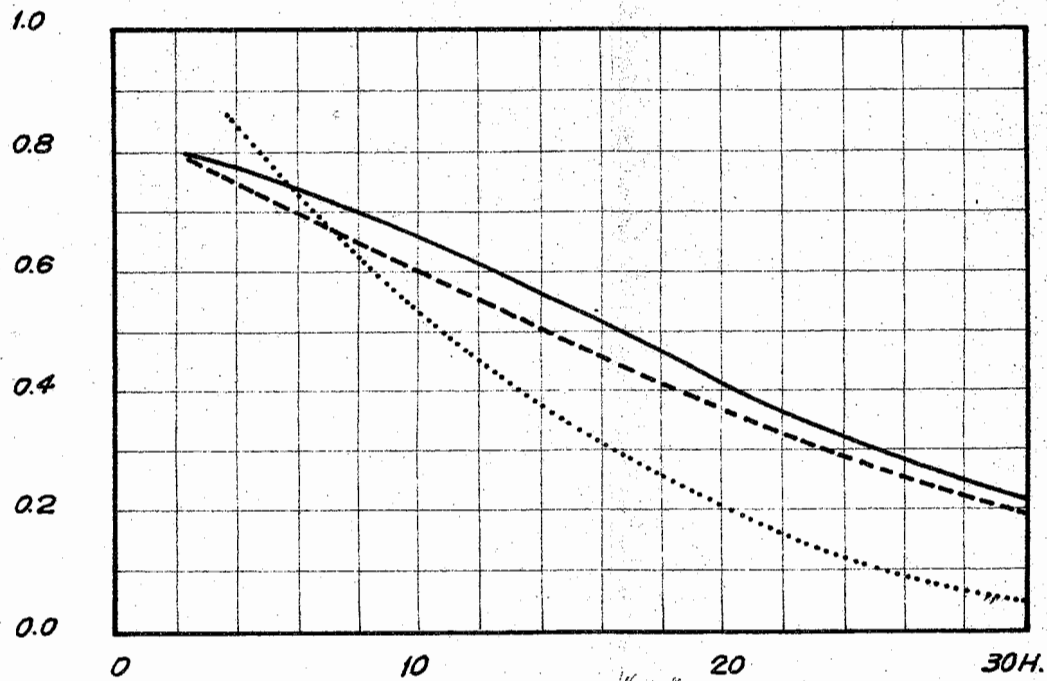
\_\_\_\_\_ DESCAMPADO : SUELO RUGOSO  
 ..... TUNEL : PISO RUGOSO  
 - - - - - TUNEL : PISO LISO

PERMEABILIDAD : 38% ; ALTURA DE LAS MEDICIONES : 0.4 H



\_\_\_\_\_ DESCAMPADO : SUELO MUY LISO  
 ..... TUNEL : PISO RUGOSO  
 - - - - - TUNEL : PISO LISO

PERMEABILIDAD : 45% ; ALTURA DE LAS MEDICIONES : 0.4 H



  
 (JENSEN, 1958).

En un sistema coordinado con una ordenada logarítmica para  $z$  y una abscisa lineal para la velocidad  $u$  del viento, la función de la distribución vertical de la velocidad del viento es una línea recta que intersecta la ordenada a la altura  $z_0$ .

Las medidas del viento hechas por Naegeli (1953) detrás de esteras de cañas densas fueron hechas con  $z_0 = 1$  cm. y  $p = 5$ . Las medidas de Blenk (1955) en el túnel con una superficie lisa se dieron para  $z_0 = 0,0002$  cm. y  $p = 9$ . Desde estos cálculos de Kaiser (1959) un factor de extensión promedio:

$$d = \frac{1}{2}(d_s + d_{\min.}) = \frac{1}{2}(2,3 + 1,5) = 1,9$$

estuvo de acuerdo con los resultados de las medidas.

En Japón, Tani (1952, 1958) también ha vuelto a tomar el problema de la conversión de las medidas del túnel al descampado. Introdujo una longitud "L" característica para la zona de protección:

$$L = U(h) \cdot T_0(h) = h \cdot \log\left(\frac{h}{z_0}\right)$$

$h$  : altura de la cortina en cm.

$z_0$  : parámetro de rugosidad

$U(h)$  : velocidad del viento proporcional al logaritmo de la altura  $h$ .

$T$  : longitud del remolino más largo, también proporcional a la altura  $h$ .

Haciendo a

$$U = z^{1/p}, \text{ Tani encuentra que aproximadamente}$$

$$L = h(1+p)p$$

Longitudes características similares  $L$  también dan la magnitud de la reducción del viento, lo que Tani confirma en el experimento.

Igualmente, una fórmula útil para las maquetas la ofrece Jensen (1958). Es una simplificación de lo que independientemente estableció la fórmula de Kaiser. Jensen dice que los flujos de aire deben ser mirados como similares en obstáculos similares (cortinas, casas, etc.), si la siguiente ecuación se satisface:

$$Z_0 / z_0 = H / h$$

$Z_0$  y  $z_0$  son parámetros de rugosidad al descampado y en el túnel.

$H$  y  $h$  son las longitudes proporcionales de los objetos, alturas en el caso de las cortinas.

Jensen también dió pruebas experimentales.

Sobre el lado izquierdo de la figura 13 la distribución del viento detrás de una cortina de 3,5 m. de altura ( $z_0 = 4,5$  cm.) está representada por una línea continua.

La línea punteada muestra la curva del viento detrás de un  $\text{mm}^2$  modelo en el túnel de 5 cm. de altura donde  $z_0 = 0,0011$ . La



altura a la cual fueron tomadas todas las medidas fué a  $0,44H$ . Las curvas para las dos primeras cortinas concuerdan en la mayor parte. La del último modelo difiere apreciablemente. Para los primeros dos modelos la proporción  $H/z_0$  fué 78 y 56 respectivamente, para el otro 4500, lo que significa que los dos primeros modelos, cuyas distribuciones de viento concuerdan, tienen una proporción para  $H/z_0$  del mismo orden. El lado derecho de la figura 13 contiene las curvas de viento para las siguientes cortinas: modelo de 5cm -  $z_0 = 0,09$  (punteada); modelo 5cm. -  $z_0 = 0,0011$  (rayada). La línea continua representa los resultados detrás de una reja de 2,5m. de altura en la costa oeste de Jutlandia; la reja estaba sostenida sobre una tierra pantanosa lisa y completamente chata, por lo tanto horizontalmente cubierta del agua de las mareas. El parámetro de rugosidad registró solamente  $z_0 = 0,018$ . Se admite que aun al descampado se presenta una reducción del viento en gran magnitud. La proporción  $H/z_0$  es en estos tres casos: para el piso rugoso del túnel 56, para el piso liso 4500 y en la superficie lisa en el descampado 14.000.

A causa del gran significado del parámetro de rugosidad para el efecto protector de cortinas y rompevientos, para futuras investigaciones, deberán determinarse los grados de rugosidad midiendo al viento a distintas alturas en el descampado.

Las diferentes rugosidades de la superficie de la tierra explica porqué que Flensburg y Nækkentved (1938, 1940) en Dinamarca, y Marzell (1926) en el Plano Húngaro, encontraron tales valores, considerablemente más grandes para las medidas de la misma reducción del viento para cortinas, que Naegeli encontró en Suiza. Una reducción de al menos del 20 % fué registrada en Dinamarca sobre distancias de 18 a 27H, en Suiza solamente sobre 7 a 18H. Naegeli explica la diferencia por la menor fuerza de la turbulencia del flujo del aire en Jutlandia y Hungría que la existente en Suiza, atribuyendo las diferentes turbulencias solamente por causa de las distintas rugosidades de la tierra. Tanaka (1955, parte 5 y 6) menciona que la medida de protección en la costa en Japón, es más pequeña que en el interior por la misma razón. Karschon (1958) confirma que en Israel cerca de la costa, la reducción de los vientos del Mediterráneo alcanza más distancia que los vientos de tierra adentro. Por consiguiente una sola cortina sobre una superficie libre tiene un alcance mayor de influencia que sobre una superficie arrugada por la topografía o por otros obstáculos. Por otra parte, el viento sobre un paisaje accidentado es generalmente más débil que sobre otro libre y liso.

La medida del grado de rugosidad  $z_0$  puede también ser usado en superficies rugosas como una medida de efecto protector (Schultz y Carlton, 1958). Un campo de espárragos tenía caballones de alrededor de 45 cm. de altura a intervalos de 2,10 m. Midiendo el viento a seis alturas sobre los caballones y registrando los valores medidos sobre una escala logarítmica, se encontró un valor para  $z_0$  de 10 a 15cm. Si se pusieran rejas de 1,2 m. de altura y 61 m. de largo a más de 31 m. de espesor los caballones,  $z_0$  desciende cerca de la altura de los surcos. Con dos filas de cebada en cada surco entre caballones,  $z_0$  su-

bió a 12,5 cm. sobre la altura del caballón con un viento perpendicular; a 5 cm. sobre ellos con viento paralelo; a 25 cm. con viento oblicuo a un ángulo algo menor que  $90^{\circ}$ , debido a que la cebada ofrece mayor resistencia al viento oblicuo.

El significado de la alteración del paisaje ha sido mejor demostrado por Jensen (1954). Desarrolló medidas en Jutlandia a lo largo de dos líneas paralelas a 50 km. extendidas desde la costa del Mar del Norte en línea recta a la costa báltica. La primera línea corría a través de la tierra solamente un poco accidentada por bosques y filas de árboles y arbustos; la segunda atravesaba tierra mucho más accidentada. El total de obstáculos resguardantes en la segunda línea fue alrededor de tres veces mayor que en la primera. La relación de la velocidad del viento medida al viento geostrópico produjo 0,38 sobre la costa del Mar del Norte; 0,29 al descampado en el territorio interior; pero solamente 0,21 sobre la línea muy accidentada. Naegeli (1961) también mostró que los accidentes causados por numerosos árboles establecidos solos y en grupos produjo gran protección, e indicó la gran importancia de esta clase de protección al viento para las praderas llanas con árboles esparcidos de los trópicos y subtrópicos.

- 0 -

La reducción del viento detrás de las cortinas se altera de acuerdo a la estratificación termal del aire (gradiente vertical de temperatura). Con un gradiente estable el viento es reducido a una distancia mayor que bajo condiciones inestables.

Con gradiente estable el aire debe hacer un esfuerzo mayor para soplar sobre el obstáculo. Con una estabilidad creciente la cantidad de flujo que penetra al obstáculo aumenta a costa del desplazamiento del flujo, y, el ímpetu para el retorno del flujo a la tierra a sotavento, también se vuelve más débil.

En condiciones inestables el intercambio de las velocidades horizontales del viento es mayor, es decir, el flujo superficial a sotavento se levanta más rápidamente. La prueba de estos hechos fué suministrada por Smalko (1955) y Alisov, Drozdov, Rubinstein (1956) señalan que la influencia de las cortinas con inversiones llega más lejos que con la estratificación inestable. Van Eimern (1957) determinó que, a sotavento de una cortina de dos filas de acer de 12 m. de altura, la distribución del viento por día, cuando el estrato de aire fué inestable, fué más semejante que la dada por una cortina densa. Por la noche más semejante a una barrera de densidad media. Durante el día el viento fué reducido a menor distancia, el viento mínimo fué más bajo y más próximo a la cortina que durante la noche.

Una variación similar con la hora del día la menciona Maryama (1954). Por otra parte Woodruff, Read y Chepiel (1959) pudieron probar una diferencia en la reducción del viento por filas de árboles con grados de turbulencias diferentes según la hora del día.

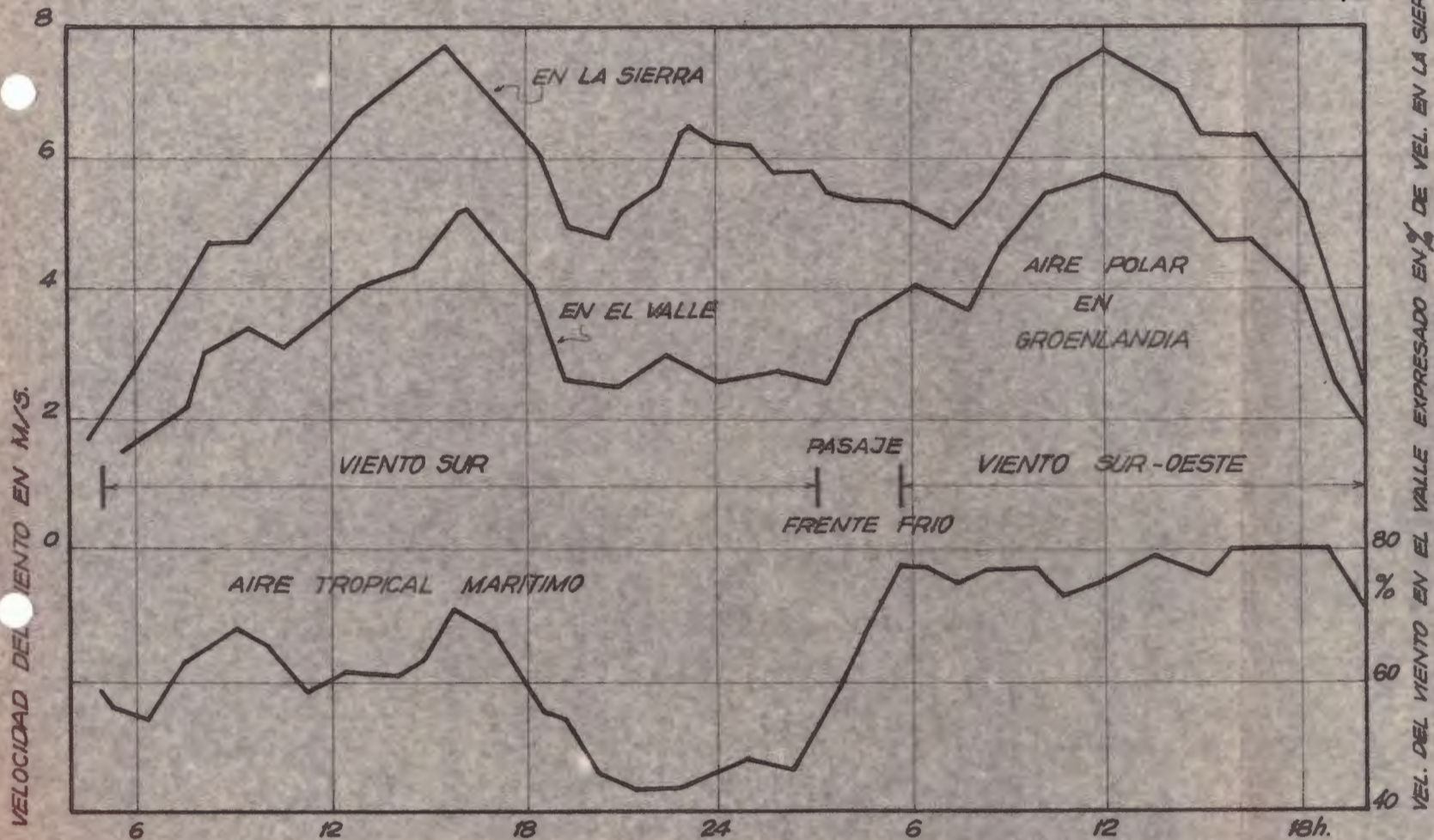
El efecto de diferentes grados de estabilidad del aire sobre la reducción del viento es ciertamente una de las principales causas de la gran diversidad de datos registrados sobre la distancia a que las cortinas tienen su efecto.

Con registros hechos durante varios meses van Eimern (1956,57) encontró que con un viento casi perpendicular a una cortina de acer de dos filas, la reducción del viento a una distancia de  $4H$  varió entre 37 y más de 80 % (valores medios por hora) y a  $8H$  entre 14 y 68 %. Si se desea encontrar un valor medio para la reducción del viento que se aproxime al 2%, al final de 36 horas de medidas tomando la dirección perpendicular del viento se logrará a la distancia de  $4H$  tan sólo. A distancias mayores el número de horas puede ser un poco menor (van Eimern, 1957). Durante tiempos cortos o por medidas equivocadas, pueden surgir valores que permitan arribar a un juicio concluyente en relación al efecto protector de una cortina. Las capas termal cambian también con el estado del tiempo y con el carácter de las masas de aire que componen el flujo. En Europa Central las masas de aire polar están más estratificadas que las tropicales. Esta diferencia se vuelve perceptible también en el efecto protector de las cortinas. Scultekrus (1958) recomienda una investigación más acabada sobre la frecuencia de diferentes masas de aire y su consecuente influencia sobre el flujo frente a los obstáculos, cosa posible



MARCHA DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO EN UNA SIERRA Y EN EL VALLE A SOTAVENTO DE LA PRIMERA (MONTAÑAS EIFEL - VIENTO PERPENDICULAR A LA SIERRA Y AL VALLE).

VII-14



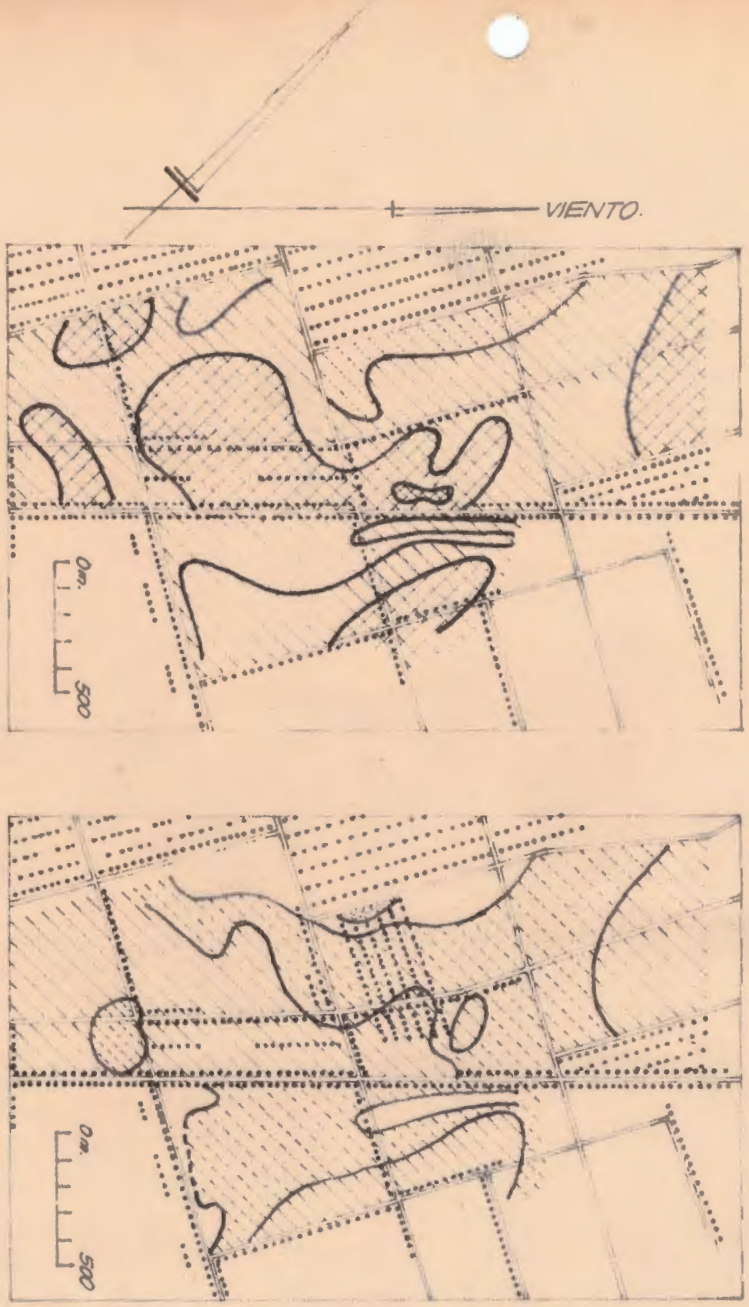
21 DE ABRIL

22 DE ABRIL

(KAISER, 1959).

*Handwritten signature*



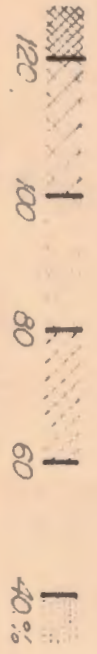


VII-15

FIG. 15

DISTRIBUCION DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO (VIENTO SW) EN REICHSGWAL-  
DE CERCA DE KLEVE (SCULTEIUS, 1959)

IZQUIERDA: INTERVALO ENTRE 1000 mb. y 850 mb. 11-13°C  
DERECHA: " " " " " 6-9°C



11-13°C  
6-9°C

solamente por una evaluación estadística realizada durante mucho tiempo. Un juicio sobre protección promedio estará también basado en la frecuencia de aparición de las masas de aire de diferentes estabildades.

La influencia de diferentes masas de aire sobre los flujos de aire pueden ser apreciadas en el siguiente ejemplo: Scultetus (1958) registró esos valores de la reducción del viento a las distancias dadas sobre un cultivo de habas detrás de una cortina de abetos en el área del Sena en Westphalia:

Reducción del viento	60	50	40	30	20	10	0%
----------------------	----	----	----	----	----	----	----

14/VII/52, 14-17 hs.

masas de lares de aire marítimo del W

	60	70	90	105	140	215	265 m.
--	----	----	----	-----	-----	-----	--------

9/VII/52, 12-15 hs.

masas tropicales de

aire marítimo del WSW	45	70	80	115	180	240	390 m.
-----------------------	----	----	----	-----	-----	-----	--------

Aunque el viento oeste encuentra el obstáculo en ángulo recto, y el viento WSW algo oblicuamente, el efecto protector del viento WSW en la masa de aire más estable continúa más lejos. Scultetus (1958) confirma este resultado con medidas realizadas con el evaporímetro de Fische. Una evaporación de 90 % del valor para el descampado se alcanzó detrás de la cortina a las distancias siguientes:

	Masa de aire marítima polar.	Masa de aire marítima tropical.
Mañana.....	110	280 m.
Tarde.....	80	180 m.
Noche.....	200	180 m.

La figura 14 muestra el curso de la velocidad del viento en un valle y en una sierra vecina medida en m./seg., y de la velocidad del viento en el valle en porcentajes de las de las sierras (Kaiser, 1959). Se ve cómo, desde 3 a 6 en punto, la reducción del viento cambia en el valle con el cambio de la masa de aire.

En un área cruzada con muchas cortinas y setos cerca de Cleves, bajo Rin, Scultetus midió la distribución horizontal de la velocidad del viento y la comparó a la velocidad del viento en una sierra vecina. La figura 15 da el resultado de las medidas con un viento SW: a la izquierda con una diferencia en temperatura de 11 a 13°C., a la derecha de 6 a 9°C. entre los niveles de 1000 a 850 mb., según las medidas de radiosonda de De Bilt a 80 km. de distancia. La reducción del viento es considerablemente mayor con las condiciones de aire más estable que con las más inestables.

VII-24)

Para comparar los efectos de la reducción del viento por las cortinas se aplican valores relativos, por lo tanto, en puntos tranquilos en el descampado, el viento se da como el 100 %. Dándole este valor, se supone en consecuencia que la reducción del viento es independiente del valor absoluto de la velocidad del viento al descubierto. Según las investigaciones teóricas de Kaiser (1959), esta suposición está justificada, y, en la mayoría de los casos presentados por Leorch (1959), para cortinas de 4 a 6 m. de alto en Israel, tanto naturales como artificiales; y Woodruff en el túnel de viento no estableció ese factor. Naegeli solamente registró al descampado velocidades de viento por debajo de 2 m/seg. Las medidas de Denwy (1936) para pocos puntos a corta distancia de la cortina, dieron un decrecimiento de reducción del viento con vientos al descampado de una velocidad por arriba de 5 m./seg.. Tani (1960) midió una reducción de viento particularmente grande por debajo de 1 m/seg. con tubos Pitot en el túnel de viento con una red de pescador (90 por 90 cm.) usada como cortina. Sobre una superficie casi cuadrada de 2 1/4 há. rodeada por todos los lados por montes (figura 45), Kreutz encontró (1956) un promedio de reducción de viento del 50 % respecto a un viento en el descampado de 2 m./seg., y 32 % con otro de 4 m./seg. Según Bjallovic (1939) el efecto protector de cortinas de poca permeabilidad en la U.R.S.S., se dan incrementos de 1 % si el viento al descampado aumenta su velocidad desde 2 a 7 m./seg.; y, según Ioseliani (1958) de 2 a 3 % con un aumento de 9 a 17 m./seg. Sobre 200 lecturas anemométricas en el SE de Rusia europea, Golubeva (1941) y Gorsemin (1946) establecieron un efecto protector promedio de 37 % con un viento al descubierto de 3 a 5 m./seg., de 38 % de 5 a 7 m./seg., y de 40 % a 7 m./seg., lo que es un aumento insignificante. Bates (1911) - ver Kittredge, 1948 - encontró una influencia diferente en la reducción del viento con una velocidad ascendente de viento al descubierto para diferentes tipos de barreras.

TABLA X

Velocidad del viento en % del viento al descubierto a una distancia de 5H a sotavento de diferentes cortinas, con diferentes vientos al descampado.

Velocidad del viento al descampado.....	5	10	15	20 mph
Cortina abierta de álamos con cimas altas y angostas.....	69	60	56	50 %
Cortina de pino blanco ( <i>P. monticola</i> ) con cimas bajas y densas.....	20	24	25%	-

Uno de los autores muestra un decrecimiento, el otro un incremento de reducción del viento con velocidades crecientes de viento al descampado. Van Simern (1956, 1957) no encontró relación entre la reducción del viento y el valor absoluto de la velocidad del viento detrás de una cortina de acer de dos filas de 12 m. de altura con tallar, pero sin follaje. En verano, sin embargo, la distancia de reducción aumentó un poco con velocidades de viento más altas a las alturas de 1,5



y 3 m., la cual al mismo tiempo decrece el grado de la mayor reducción del viento y el punto del viento mínimo cae un poco más allá de la cortina.

TABLA XI

Velocidad relativa media del viento a una altura de 3 m. detrás de una cortina de acer de dos filas, con diferentes velocidades de viento al descampado (Van Eimern 1956, 1957).

Vel. al descampado:	3,0-3,9	4,0-4,9	5,0-5,9	6,0-6,9	7,0-7,9 m/s
Distancia:	1.3H	62	60	63	72
	4.0H	36	38	46	53
	8.0H	47	48	48	50

Con un viento al descampado más débil, la curva de distribución del viento se aproximó a la de una curva detrás de una cortina densa; con un viento al descampado más fuerte la curva resultó semejante a otra detrás de una cortina de densidad media u abierta. Una observación similar hizo Uhlig (1954). Como conclusión parece probable que la velocidad absoluta más alta del viento tuvo en sí misma una influencia no inmediata sobre el porcentaje de reducción del viento, pero, que el grado de permeabilidad de cortinas naturales puede ser influenciado por la fuerza del viento al descampado. Significa que en el ejemplo dado la cortina densa foliada actúa más simplemente similarmente a una permeable con un viento fuerte y más parecida a una densa con vientos ligeros. Judin (1950) señala que un viento fuerte puede también forzar hacia abajo la rama de los árboles de modo que la permeabilidad aumenta aparentemente. Por otra parte, Woolfe (1939) observó que en una cortina de pino el viento más fuerte redujo la permeabilidad pues forzando el nivel de ramas éstas actuaron como cortinas venecianas.

VII-25)

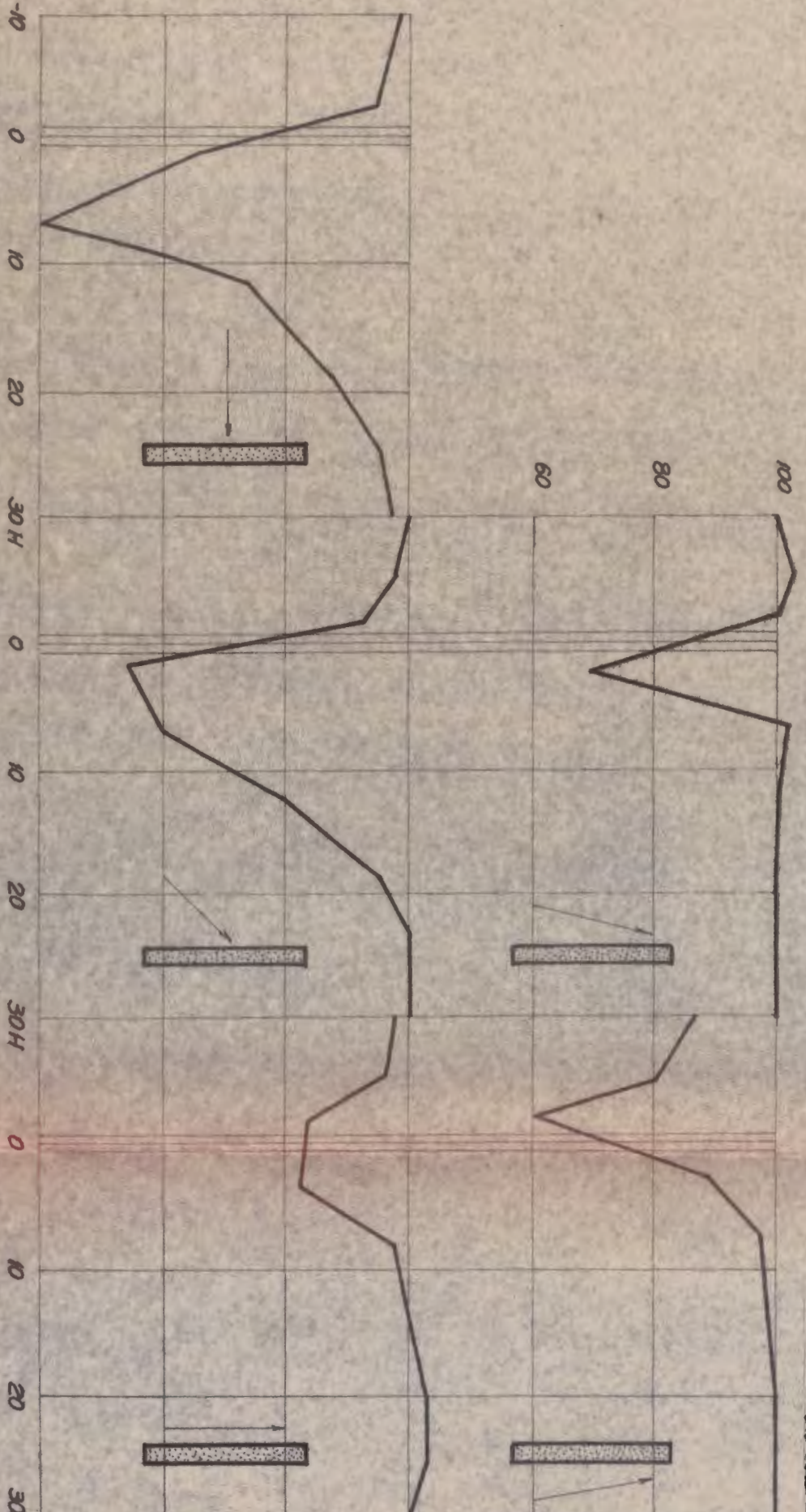
El efecto de la cortina es mayor cuando el viento incide perpendicularmente a ella. Con el decrecimiento del ángulo de incidencia (entre la dirección del viento y la dirección de la barrera), la zona protegida decrece por razones geométricas obvias. Pero, para un efecto protector el grado de permeabilidad puede también ser alterado, y el aspecto geométrico solo no es suficiente.

De acuerdo con las medidas de Lawrence (1955) sobre vallas de 15,3 m. de altura, la distancia a la cual el viento fue reducido al 20 % y al 40 %, comparado con la reducción del viento soplando perpendicularmente a la cortina, disminuyó a un ángulo de incidencia de 75° alrededor del 5 %, a 60° entre 5 y 15 %, a 45° entre 40 y 50 %, y a 30° entre 65 y 70 %. Según las medidas de Karschon (1956), igual que otras de Karschon y Heth (1958), en cortinas de pasto elefante (*Paspalum purpureum*) de 4 m. de altura, la distancia no es muy influenciada cuando el viento varía desde 25 a 50° de la normal. Frauken y Kaps (1957) llega a una conclusión similar. Detrás de una cortina de acer de dos filas de 12 m. de altura van E



VELOCIDAD DEL VIENTO EN DEPENDENCIA DEL ANGULO DE INCIDENCIA VALLA: TEJIDO DE FIBRA DE COCO; PERMEABILIDAD: 50%

VELOCIDAD DEL VIENTO EN %.



*Handwritten signature*

(KAISER, 1955)

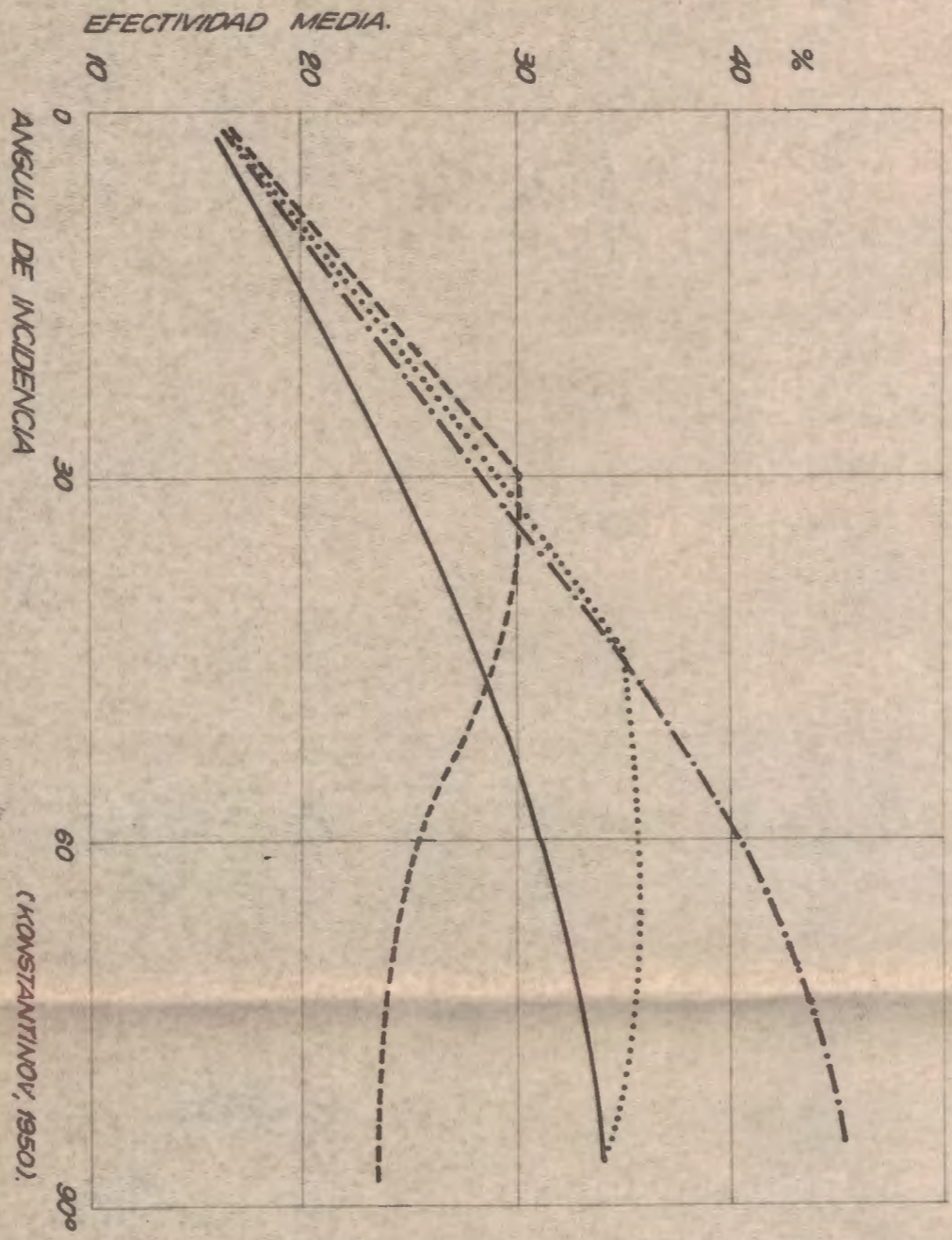


DEPENDENCIA DE LA EFICACIA MEDIA CON EL ANGULO DE INCIDENCIA Y CON EL GRADO DE PERMEABILIDAD.

VII - 17

PERMEABILIDAD

- 0 %
- · - · - · 30 %
- 60 %
- - - - - 80 %



(KONSTANTINOV, 1950).

mera (1957) registró una reducción de viento de 70 % con un ángulo de incidencia de 56° a 120 m., de igual modo que a 135 m. con una incidencia de 90°. Las medidas extraídas por Kaiser (1959) para una valla hecha con tejido de coco (50 % de permeabilidad) se muestran en la figura 16, de acuerdo a que la influencia de la reducción del viento es solamente leve con ángulos de incidencia de más de 45°. A 45° el alcance disminuye alrededor de  $\frac{1}{2}$ . Aun con un viento soplando paralelamente a la cortina se presenta una reducción detrás de ella arriba de 5H. Van Eimern (1954) también encontró una zona angosta de viento reducido próximo a la cortina con un viento paralelo. Bringman y Kaiser (1954) midió en cortinas de maíz, resultando que la protección al viento fué caso 50% con un ángulo de incidencia de 45°. La misma figura está dada también por Woodruff y Zingg (1955). Estos hallazgos están confirmados por la tabla siguiente de Gorsenin (1946):

TABLA XII

Velocidad del viento detrás de cortinas según el ángulo de incidencia del viento en ellas. (Ángulo de incidencia de 90° = viento perpendicular a la cortina).

Angulo de incidencia	Promedio de ángulos de incidencia.	Velocidad del viento en % de la velocidad en la parte central del campo entre cortinas a diferentes distancias de la cortina.									Promedio del efecto protector. (1).	
		10	30	100	200	425	200	100	30	10	Arriba de 200 m.	Arriba de 425 m.
60 - 90°	79°	11	27	66	92	100	104	98	89	80	42	22
45 - 68°	56°	12	30	71	93	100	102	98	91	85	37	19
23 - 44°	34°	14	45	81	96	100	105	93	93	87	30	15
8 - 22°	11°	30	61	89	95	100	99	94	94	86	22	12

(1).- El promedio del efecto protector es el decrecimiento promedio de la velocidad del viento en un campo de 30H de longitud entre cortinas, expresado como porcentaje de la velocidad del viento en el descampado.

Otros autores de la U.R.S.S. (Bjallovic, Dzetoveckij, Joseliani, Matjakin, Samuhina) demuestran que una deflección de la dirección del viento de 30 a 45° causan un decrecimiento sin importancia en el efecto protector. Según ~~Budyko~~ Budyko (1952) y Konstantinov (1953), el efecto protector con un viento paralelo a la cortina es aproximadamente  $\frac{1}{4}$  del logrado con un viento perpendicular. La permanencia del efecto protector con un viento paralelo es una consecuencia de la variación inevitable de la dirección del viento y de la fricción sobre la cortina. Este efecto debe ser mayor en cortinas forestales anchas que en la valla de Kaiser. La figura 17 ilustra claramente la dependencia del efecto protector de las cortinas de diferentes densidades sobre el ángulo de incidencia del viento según Konstantinov (1950), en la cual, los valores calculados concuerdan con los medidos. Ella muestra que el

efecto protector, con una deflexión del viento sobre alrededor de 30° de la perpendicular, decrece un 10 % en cortinas de mayor permeabilidad que un 30 %. Para cortinas impermeables la relación es aproximadamente la misma. Con cortinas del 60 % de permeabilidad y tanto más con 80 %, el efecto protector de un viento soplando oblicuamente a 45 % es, sin embargo, mayor que aquél perpendicular a la cortina. Con un viento oblicuo la dirección es también influenciada próximo a la cortina. Cerca de la tierra a barlovento, el viento es deflectado un poco en la dirección de la cortina como puede verse en la tabla siguiente según Bringman - Kaiser (1954).

T ABLA XIII

Dirección del viento en el descampado y en un punto de comparación par a varias cortinas de maíz dispuestas NE a SO de 3 m. de altura, 3 m. de ancho, y separadas a 12 m. s

Horas	En el descampado.	Entre cortinas	En el descampado.	Entre cortinas
10-11	-	-	OSO - NO	NO
11-12	SO	ONO	NO - O	ONO
12-13	SO	O	OSO -	O
13-14	OSO	ONO	OSO -	O
14-15	O	ONO	OSO -	ONO
15-16	O	ONO	OSO -	ONO
16-17	O	ONO	-	-

Detrás de la cortina 3 y 4 la reducción del viento se vuelve aun débil. La primera cortina a sotavento realiza la mayor reducción. Luego de la cortina 4 el efecto protector aumenta un poco, variando un poco y sin ninguna tendencia uniforme después. Estas medidas registran exactamente lo opuesto de un efecto acumulativo. Las medidas de Woodruff y Zingg (1955) con sistemas de cuatro cortinas en el túnel también muestran un ~~efecto acumulativo~~ efecto no acumulativo, pero si un grado aumentado de turbulencia en el flujo de aire luego de pasar la primera cortina. Esto indica que cuando varias cortinas paralelas se plantan, el intervalo entre ellas no aumentará, pero al final es lo mismo. El aumento de turbulencia para la primera cortina a barlovento también lo demuestran Blenk y Trienes (1955), y también Kroutz y Walter (1960) entre otros, en el túnel de viento. El alcance de la protección con 2, 4, 6, y 10 cortinas (de 10 ó 50 % de permeabilidad) una detrás de la otra a intervalos de 2, 4, 6, y 10H, decreció menos de cortina a cortina que al resguardo (barlovento) de una sola cortina. Con este experimento en el túnel, donde se trabaja con un viento menos turbulento que al descampado, se nota particularmente el aumento de turbulencia en la primera cortina a barlovento y al mismo tiempo, un decaimiento del efecto protector de las cortinas subsiguientes.

Jensen (1954) ha estudiado la velocidad del viento detrás de las dos y tres últimas cortinas paralelas en el túnel de viento. Los ensayos fueron hechos con setos modelos de 5 cm. de



de altura con 48 % de permeabilidad sobre piso liso y rugoso; escribe: "Independientemente del número de vallas y de sus espacios entre sí, la última tendrá siempre curvas de abrigo cayendo más rápidamente hacia cero que la curva de una sola valla. La razón es que las vallas al frente aumentan la turbulencia de la corriente de aire". Esta circunstancia es considerablemente más acentuada en el piso liso que en el rugoso. Estos hallazgos están confirmados por Tanaka (1956, 1957/2) quien ha estudiado un sistema de varios setos paralelos (setos de mimbre) tanto en el Túnel como en el descampado. Ha escrito: "El seto múltiple de dos cortinas tuvo una relación tan alta de velocidad de viento ( $V/V_0$ ) como la de una cortina sola, 4 a 8 % a una distancia de 20 veces la altura del seto a sotavento; el abrigo con tres cortinas tuvo un incremento de 1 a 4 % en relación a la velocidad del viento en comparación al abrigo de dos cortinas; y, el abrigo de cuatro cortinas tuvo un incremento de 1 a 2 % en la relación, a una distancia de 10H a sotavento en comparación con el abrigo de tres cortinas....."

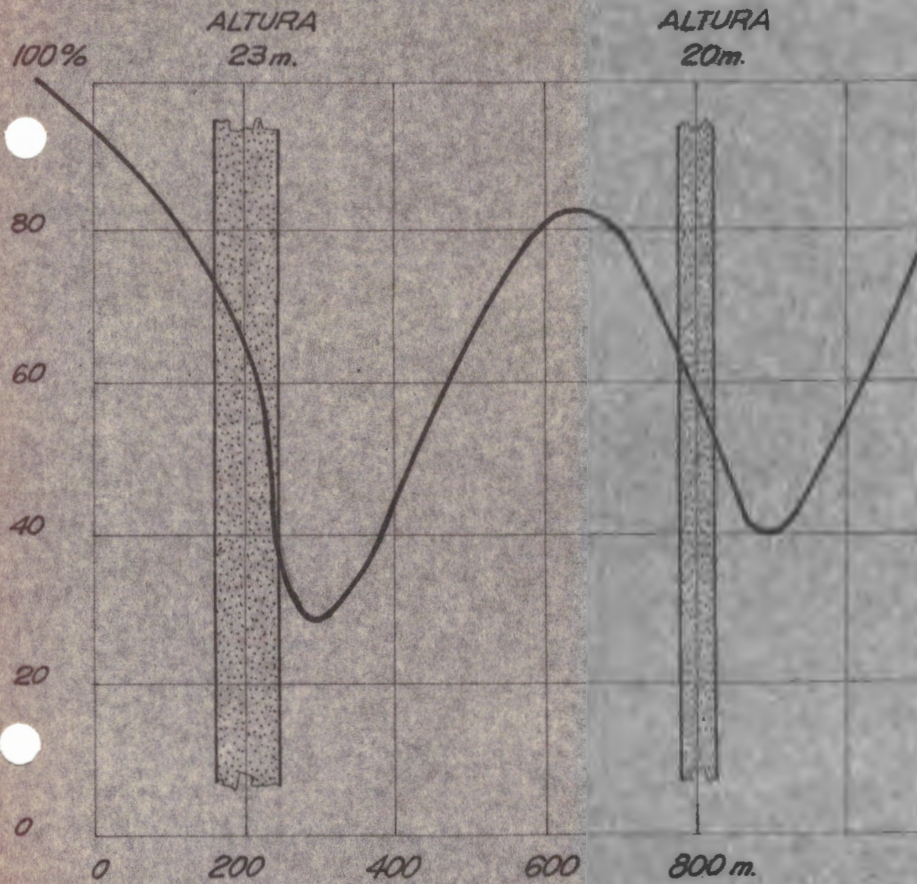
La turbulencia aumenta al principio y parece mantenerse si el número de cortinas aumenta posteriormente. Tanaka continúa: "En ambos experimentos (en el túnel y en el descampado) la relación de velocidad del viento exactamente detrás de los setos decrece en proporción al número de cortinas; pero, próximo a la distancia de 15H la recuperación de la ~~relación~~ relación de velocidad del viento vuelve a crecer más velozmente". En proporción al aumento del número de cortinas, el punto de la máxima velocidad del viento avanza a sotavento desde los setos en el experimento del túnel, pero experimentando en el campo cultivado fué casi constante. Así, la relación entre el ancho (número de cortinas) de cortinas forestales y la función reductora para la velocidad del viento, la relación de velocidad del viento decrece notoriamente en relación al aumento del número de cortinas según pase de tres o cuatro de ellas, pero si el número aumenta a más, no hay un decrecimiento mayor. De este modo, la relación entre el ancho de cortinas forestales ~~según experimentos en túnel y en campo~~ y el grado de abrigo con más cortinas alcanza más rápidamente la recuperación de la velocidad del viento a la distancia de 10H y aun más a sotavento, aunque el descenso de la velocidad del viento sea mayor próximo al seto a sotavento.

Numerosas medidas con sistemas de cortinas al descampado fueron hechos por Nørskov (1958). De ellas Jensen (1954) concluye que la reducción del viento entre dos cortinas en un sistema de 7 a 10 cortinas paralelas es prácticamente independiente de cuántas cortinas el viento haya cruzado antes, y, que la reducción es esencialmente determinada por la sola característica de dos cortinas vecinas.

En Japón, Yamamoto (1960) investigó cómo la erección de obstáculos afecta a las cortinas cuando están delante y detrás de ellas. Si se colocan a una distancia de 2 a 3H de la cortina, Nageli (1946) también menciona un ejemplo de la influencia en la dirección. Con una cortina en dirección N a S el viento

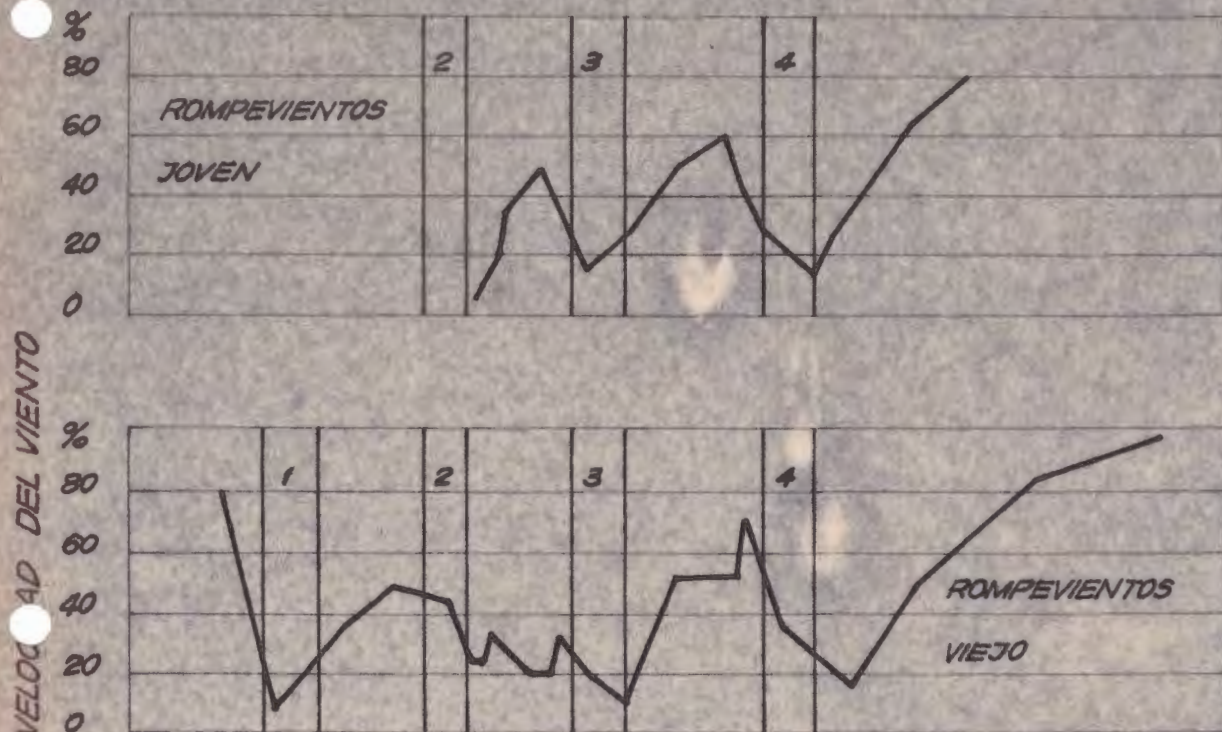
EFFECTO DE DOS CORTINAS SOBRE LA VELOCIDAD DEL VIENTO

VII-18



*Naegeli* (NAEGELI, 1943).





100 m.

*Naegeli*

(NAEGELI, 1943).



al descampado ~~xxxxxx xxxxxx~~ varía entre el NO y el SO, pero principalmente entre el O y el OSO. En la inmediata vecindad de la cortina, sin embargo, el efecto del viento fué apreciablemente extenso, es decir, las direcciones fueron más regularmente distribuidas entre ONO - SE que en el descampado, y aun al SSO el viento subió. Los cambios en la dirección del viento demostrado por W oel- fle (1936), Kreutz (1956), y Lawrence (1955) hay solamente valores apreciables a una distancia mayor de 1H. Sin embargo, aun a barlovento la deflexión del viento es débil comparada con el viento al descampado, aunque usualmente menos que con un viento perpendicular.

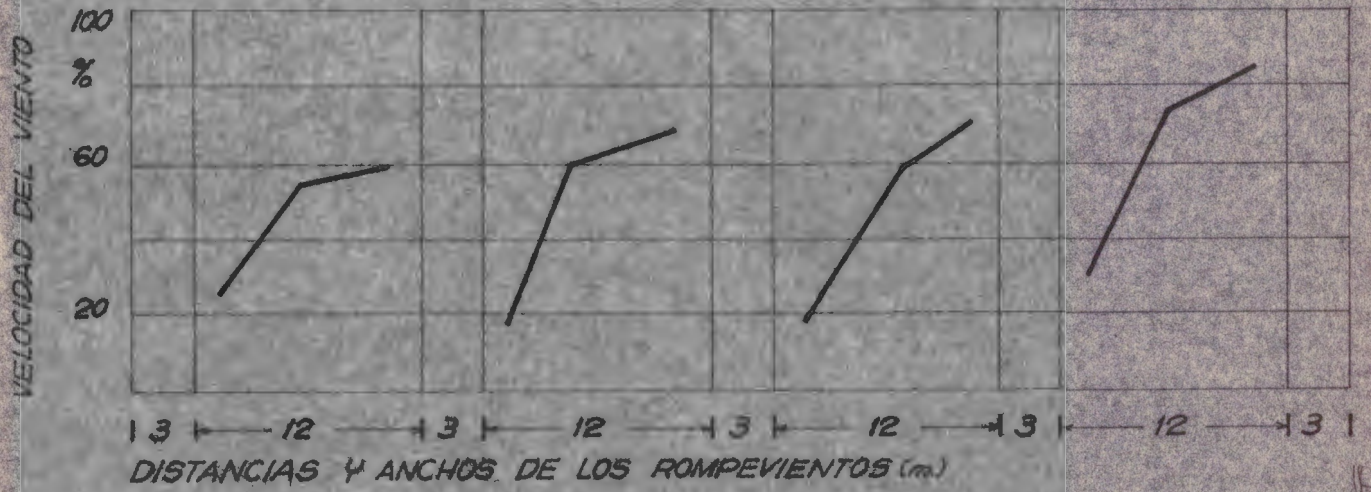
VII-26)

Una cortina sola ofrece una limitada reducción del viento. Para la protección de grandes superficies es necesario la instalación de varias cortinas. Un sistema de cortinas paralelas o una red de cortinas paralelas o una red de cortinas paralelas cruzadas es muy interesante. Pero el problema se presenta, o sea, cuál es el mejor intervalo para las cortinas. La simple aplicación de los resultados obtenidos antes no es suficiente a causa de que un sistema de varias cortinas alteran la rugosidad de la tierra. Pero primero consideremos los resultados de experimentos con cortinas múltiples.

La figura 18 muestra la distribución de la velocidad del viento Naegeli (1943) ha medido oblicuamente a la cortina de 20 m. de altura en Epinette, y la cortina de 550 m. y 23 m. de altura en Champs-Bonnet en el valle Swis de Rhone. La cortina a occidente es alrededor de 75 m. de ancho, 600 m. de largo y consiste en coníferos y árboles deciduos; la cortina a oriente es de 44 m. de ancho, consistiendo originalmente sólo de spruce, pero completada hacia afuera con álamos temblones, robles y acer. La distancia entre las cortinas es más o menos 28H de la cortina occidental.

A barlovento de la primera cortina la reducción del viento comienza cerca de 7H como con una cortina sola. Entre las cortinas la fuerza del viento al descampado ~~ni~~ nunca es recuperada. Ciento cincuenta metros antes de la segunda cortina, esto es a 6,5H, el efecto a barlovento comienza más tarde, y la máxima velocidad del viento se registra en ese punto a 86 %. El viento mínimo de 25 % ~~xxxxxx primera cortina xxxxxx~~ se presenta detrás de la primera cortina más bien densa, y es 40 % cerca de 3H detrás de una más permeable. Esta ilustración muestra cómo no influyen las dos cortinas sobre otra, lo cual es opuesto al común punto de vista y particularmente al dado por ~~Rohwedder~~ Rohwedder (1952) que afirma que la reducción del viento de la primera cortina aumenta la de la segunda. Karschon (1956), Karschon y Beth (1958), Loerch (1960), George (1960), Staple y Lehane (1955) y Kretz tampoco encontraron un efecto acumulativo detrás de cortinas en ~~una~~ red. También es esta la conclusión que dan las medidas de Naegeli (1946) sobre 3 y 4 cortinas una tras otra en Rossboden cerca de Ghur. Hay tres cortinas de coníferos de 11, 13, y 16 m. de ancho (de izquierda a derecha en figura 19). La altura de la cortina es de 5,50 m. Una parte más vieja de la plantación (fig. 19, mitad

ROMPEVIENTOS. H = 1.50



(KAISER, 1959).

*Handwritten signature*

inferior) tiene intervalos similares, pero una altura media de cortina de 10 a 12 m. Cuarenta metros al frente de la primera cortina existe otra cortina joven de 5,50 m. de altura y 20 m. de ancho; en comparación con aquellas cortinas viejas, se ha vuelto más estrecha. La ilustración, verdaderamente, muestra una reducción irregular del viento en las cortinas individuales, pero no se percibe un efecto acumulativo.

Los experimentos sistematizados para este problema demandan numerosas cortinas paralelas de la misma clase sobre un suelo uniforme incluso, lo que es solamente posible en el túnel de viento y con cortinas pequeñas. Es especialmente notorio el resultado logrado por Kaiser (1959) con 12 cortinas de maíz de 3 m. de altura, 3 m. de ancho y distanciadas 12 m. La figura 20 da los resultados de las medidas del viento detrás de las primeras cuatro cortinas paralelas en % a la velocidad del viento al descampado; la velocidad del viento detrás de la segunda cortina es menor e inmediatamente ~~atrás~~ ~~del~~ ~~delante~~ ~~de~~ ~~la~~ ~~tercera~~ ~~es~~ ~~mayor~~ ~~que~~ entre cortinas 1 y 2; el efecto protector medio de la segunda cortina es en todo un poco menor porque ella actúa como un obstáculo muy denso. Pero, si dos cortinas contiguas son de poca densidad, actúan como una cortina de mayor densidad. En relación a estas ideas de Kaiser (1959), deben registrarse a causa de su importancia. El considera que los sistemas extensivos de protección aumentan la aspereza de la superficie del suelo como un todo y ofrece más resistencia que una superficie ni protegida. En consecuencia hay una reducción de la velocidad del viento en todos los sitios del sistema. El utiliza como ejemplo las condiciones del viento en la costa. Sobre el mar el flujo de aire está en un estado de equilibrio debido a la menor rugosidad de la superficie. Este estado se disturba en la costa. Dentro de una zona de transición de 50 a 100 Km. de ancho, el flujo se adapta por sí mismo a las condiciones más ásperas de tierra firme hasta que eventualmente un nuevo estado de equilibrio sobrevenga.

Una sola cortina instalada en un plano extenso tan sólo presenta un disturbio transitorio del viento y del equilibrio del flujo. Un sistema extenso de protección al viento conduce a un nuevo equilibrio del flujo debido a la mayor aspereza de la superficie; y, automáticamente, el flujo se vuelve gradualmente más lento en la zona de transición a lo largo de un sistema de cortinas contiguas. Según Kaiser esto importa no solamente al viento sino también a otros elementos microclimáticos y al crecimiento de las plantas.

Basándose en las medidas de las 12 cortinas paralelas de maíz Kaiser señala que la transición a un nuevo equilibrio del flujo del aire no se logra inmediatamente sino por una oscilación no periódica. La extensión de la zona de transición se ajustará en el primer sitio al grado de aspereza creciente. Alisov (1956) entendió que la mayor rugosidad causada por cortinas paralelas solamente conduce a la reducción del viento luego que el viento ha cruzado varias cortinas. De esto Kaiser concluye



que la distancia mínima a que se extiende la zona de transición con un sistema de cortinas altas es de algunos kilómetros. En áreas más grandes el efecto acumulado de sucesivas cortinas puede esperarse solamente en la zona de transición; fuera de ella la rugosidad uniforme de la superficie tendrá un efecto para cada cortina más bien uniforme. Kaiser, por otra parte, recomienda para una reducción constante del viento, cortinas de la misma clase a iguales intervalos, pero nunca con intervalos lentamente crecientes. Sólo en los setos de fajas considera recomendable disminuir los intervalos o aumentar las alturas de cortinas para apresurar la reducción de la velocidad del viento en la zona de transición. Kaiser señala que la primera de varias cortinas ejerce la mayor reducción del viento ~~en la zona de transición~~ por el aumento de la turbulencia. Con pocas cortinas no hay tiempo de pasar la zona de transición y el estado de equilibrio no se logra aun sobre la nueva rugosidad del suelo.

VII-27)

El problema de cuál es el mejor intervalo para cortinas paralelas no está resuelto aun para el nivel del suelo. Debido a que muchos factores deben ser tenidos en cuenta, no es posible una contestación completa. La respuesta no sólo depende de la forma, densidad y altura de la cortina y la posible medida de la reducción del viento; se debe considerar también la frecuencia de las direcciones individuales del viento, particularmente la dirección predominante o la que más daño produce al suelo o a las plantas. También es importante la diferencia de la dirección del viento y su fuerza que de acuerdo a las estaciones se obtendría una economía de la humedad del suelo, cuando ocurre erosión, y cuando para las cosechas, la nieve cubre o se observan condiciones de florecimiento. El intervalo entre cortinas es igualmente dependiente de su objetivo particular. Si sólo se desea una mejora general en el suelo y microclima para el crecimiento y producción de cosechas, hay otras condiciones para el intervalo de cortinas. Algunas veces la cortina ~~lim~~ limitará la velocidad del viento a cerca de 5 u 8 m./seg. En otros casos es suficiente reducir la velocidad media del viento a cierta cantidad. La naturaleza del suelo a menudo juega un papel tan grande como las condiciones meteorológicas. Tampoco hay que olvidar los costos de instalación y los cuidados de las cortinas y el espacio que ellas necesitan. Tampoco existe una respuesta concreta sobre el mejor intervalo en relación a la mejor protección a los cultivos o la producción o sobre su influencia en el clima del suelo (humedad del suelo). El uso económico de máquinas y plantamiento de cultivos exigen que el intervalo entre cortinas no sea demasiado chico. Desde el punto de vista aerodinámico conviene que sean pequeñas cortinas altas a largos intervalos o cortinas bajas a cortos intervalos. En los establecimientos se tiende a favor de cortinas más altas y campos más grandes. La altura final máxima de una cortina depende de la clase de árboles y su turno en su suelo y clima. La decisión de elegir cortina sería muy fácil si se supiera más sobre la influencia en el microclima, particularmente sobre la economía de la humedad a diferentes distancias de

la cortina. Estas dificultades en la elección de intervalos y la necesidad de ulteriores experimentos están especialmente apoyadas por Woodruff (1956), Raschke (1957), Kreutz (1958) y Kaiser (1959).

Si una cierta velocidad de viento es excedida únicamente en el 2 ó 5 % de los casos, puede establecerse el intervalo entre cortinas. Pero las condiciones meteorológicas básicas son desconocidas en la mayoría de los ~~xxxx~~ sitios. Kuhlevind-Bringman-Kaiser (1955) han calculado sobre bases climatológicas la eficiencia de cortinas en uso en el área arenosa del Sena en Westphalia, en donde el intervalo entre cortinas no debe sobrepasar 10H si una reducción del viento de 45 % no es alcanzada sobre toda la superficie. Con éstas la velocidad del viento difícilmente alcanzará 8 m./seg., lo cual es el límite para la erosión por viento. Extender la zona de reducción sobre una sola cortina con un viento perpendicular se considerará como la mayor distancia posible permitida entre cortinas para el abrigo de granjas (Van der Linde - Wendenberg, 1950). Así, el efecto protector a barlovento de la segunda cortina protege un poco menos que la primera. De acuerdo al tipo de cortina este límite extremo se alcanza a 30 ó 40H. Para los suelos negros del sur de las estepas rusas, 10 a 11 m. se da como la ~~la~~ altura media de cortinas de follaje completo, 14 a 16 m. en suelos negros normales y 18 a 20 m. en los suelos negros pesados de las estepas arbeladas. Tomando una extensión de 30 a 40H, entonces el máximo intervalo entre cortinas será 450 m. para los suelos del sur, 500 a 600 para los normales (Balcugov, 1954), y 700 a 800 para los suelos negros pesados. En la zona de suelos pardos, Krylov (1956) señala un intervalo de 300 m.; con campos irrigados, 800 a 1000 m. Reducir un intervalo a menos de 10H no aumenta el efecto protector (Kreutz, 1958). Las ventajas de la protección puede perderse por la creación de remolinos. Solamente en situaciones especiales puede desatenderse este límite mínimo, como menciona van Rhee (1958) luego de sus experimentos relacionados a la producción de frutos, donde el incremento neto de manzanas y peras fué mayor con un intervalo de cortinas de álamos de 4 a 8H. Van der Linde (1955), sin embargo, recomienda por otras razones intervalos de 12 a 15H para huertos en climas ventosos. Para huertos de citrus en California, Metcalf (1936) recomienda 100 m. entre cortinas de eucaliptus (más o menos 6H), entre las cuales se instalarán 14 filas de citrus. Un caso extremo de intervalo muy pequeño lo menciona Chenil (1949) sobre área arenosa en China del Norte, donde cortinas de sauces con una altura media de 4 m. fueron plantadas a intervalos de 20 m. Tales intervalos pequeños son económicos solamente para un uso intensivo del suelo. Para las condiciones de Europa Central, Kreutz (1956), cita intervalos de 20 a 30H, mientras que con una malla de cortinas ortogonales da un intervalo mayor para las cortinas principales. Raschke considera que los mejores intervalos son los de 15H. El camino en el cual las frecuencias de las direcciones de vientos pueden influenciar la reducción media del viento puede observarse en la tabla siguiente:

TABLA 14

Distribución media del viento durante un año en Hamburgo y en Dodge City, Kansas ( Koeppen - Geiger, "Handbuch der klimatologie", 1938).

	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	O
Hamburgo	7.8	7.5	11.1	13.8	7.3	<u>20.2</u>	17.0	13.0	2.5 %
Dodge Cit y	12.3	12.8	4.5	<u>25.1</u>	17.3	6.7	4.9	15.2	1.4 %

Consideremos las cortinas de densidad media y su efecto de reducción según Naegeli (1946) con un viento perpendicular: 56 % de 0 a 10H a sotavento, 39 % de 0 a 20H, y 28 % de 0 a 30H; y para una incidencia de 45 % el efecto protector se reduce a la mitad.

En Hamburgo la cortina corre de norte a sur y en Dodge City de NE a SO. Lograr en Hamburgo una reducción media de 25 % será por medio de una separación de 17H entre cortinas, y en Dodge City con una separación de 21,5H.

Staple y Lehane (1955) consideran el intervalo de 20H usado en América como favorable cuando el transporte de suelos y daños a las plantas son posibles con un fuerte viento oblicuo de menos de 45°. Basándose en medidas propias, Kaiser (1959) ha usado la siguiente comparación: suponiendo que con un viento oblicuo de 45° la reducción desciende a la mitad, y omitiendo el viento paralelo y los efectos a barlovento, encontré que en Cleves, Bajo Rin, para la frecuencia de distribución de las direcciones del viento detrás de una sola cortina instalada oblicuamente a la principal dirección del viento, a una distancia de 25H presenta menos del 25 % de reducción, mientras la reducción principal entre 0 y 25H fue alrededor del 15 % contra una de 36 % para la misma extensión con un viento perpendicular. Con la misma suposición, medidas tomadas en la estación de crecimiento entre dos cortinas de 8 m. de altura y separadas en 36H cerca de Düren, Rhineland, mostró que la reducción media fue entre cortinas menos que el 10 %, y que sobre la distancia total entre ellas se logró aun una reducción media de 18,5 %. Valores similares fueron logrados por Alisov (1956). La sobreprotección de las zonas protegidas de ambas cortinas es la razón de por qué la principal reducción es mayor entre ellas que a sotavento de una sola cortina.

Para una distancia de 0 a 25H detrás de ella y entre dos cortinas perpendiculares, existe una reducción principal del viento de 15 y 25 % (Kaiser, 1959). La segunda cortina aumenta el efecto para el área entre cortinas alrededor de 2/5. Doblando la distancia entre cortinas de 25 a 50H necesariamente limita la reducción al 12,5 %. De esto Kaiser concluye que en la Europa Central que el límite máximo para el intervalo entre dos cortinas es 40H.

Woodruff (1956) realizó investigaciones concluyentes sobre este problema con modelos en el tunel de viento; señala: "La ra-



zón principal para instalar cortinas es reducir la velocidad del viento. La cantidad y tipo de reducción, sin embargo, depende de los objetos y propósitos de la protección: control de depósitos de nieve; protección de gente y ganado; reducción del transporte del suelo por el viento".

Debe notarse que en el medio oeste de América las cortinas tienen un significado especial para el control del suelo y para los cúmulos de nieve. Bates (1944) señala que para tales propósitos y para la protección de edificios y ganado, arriba del 5 % de la tierra del área debe ser ocupada por cortinas. Woodruff (1956) ha experimentado con diferentes sistemas de cortinas "principales" y "suplementarias" sobre una superficie rugosa en el túnel de viento. Los modelos fueron de ramillas de juniperus. Aplicó los siguientes sistemas:

- |    |   |                               |     |   |             |            |          |
|----|---|-------------------------------|-----|---|-------------|------------|----------|
| A) | 7 | filas de cortinas principales | más | 2 | grupos de 3 | filas sup. | (7-3-3)  |
| B) | 7 | "                             | "   | 2 | "           | 2          | "        |
| C) | 7 | "                             | "   | 2 | "           | 1          | (7-2-2)  |
| D) | 3 | "                             | "   | 2 | "           | 1          | (7-1-1)  |
| E) | 1 | "                             | "   | 2 | "           | 1          | (3-1-1)  |
|    |   |                               |     |   |             |            | (1-1-1). |

La altura de las filas de árboles y ar bust os, tomando 2,5cm. en el túnel como 1,5 m. en el descampado, fué: para las 7 filas de la cortina principal 7,5', 15', 20', 25', 30', 17,5' y 10'.

La primera y última fila de la cortina fueron árboles; la cortina de 2 filas de dos de árboles con arbustos en la fila a sotavento. La cortina de 1 fila consiste de árboles con arbustos entre ellas. El intervalo entre ~~estas~~ filas fue 3m. para el descampado, con 3 m. dentro filas de árboles y 1,5 m. entre arbustos. Las medidas fueron tomadas y descritas a 12 diferentes alturas sobre la tierra. La tabla 15 da una síntesis de los resultados obtenidos:

TABLA 15

TABLA 15

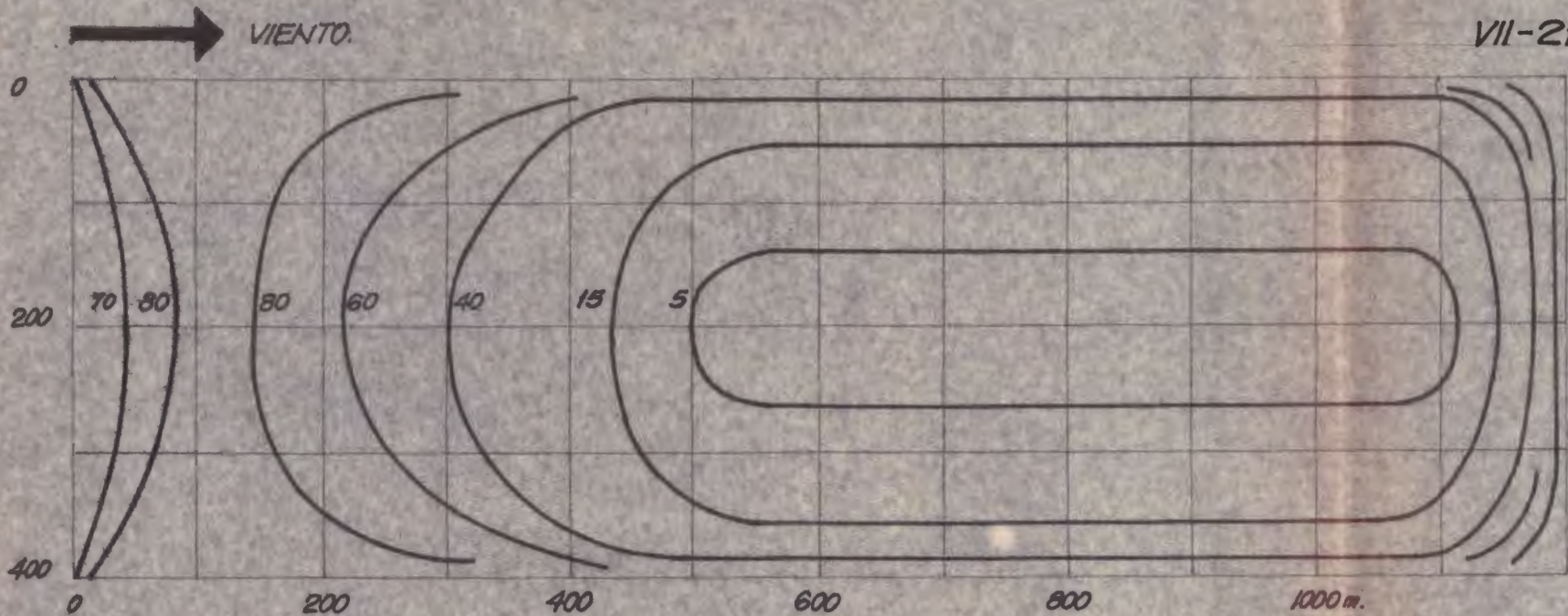
Resumen de datos comparados de cortinas combinadas. Las reducciones indicadas a 50 y 75 % son aquellas obtenidas con espaciamentos de 50 y 75 % respectivamente (Woodruff, 1956).

	Intervalo de espaciamiento en tres.....				Area entre cortinas con reducción de.....				Distancia total en el sistema....(2)		Distancia ocupada por tres filas (3)	Distancia neta protegida y porcentaje de anchura total. Reducción de.....			
	Principal y 1ª suplem.		1ª y 2ª suplementaria		50%		75%		50%	75%	H	H <sup>2</sup>	50%	75%	
	H	H	H	H	H <sup>2</sup>	%	H <sup>2</sup>	%	H	H	H	H <sup>2</sup>	%	H <sup>2</sup>	%
7-1-1	19	15	11	6	25,0	77,4	10,0	46,9	32,5	21,5	3,0	28,5	87,6	16,5	76,5
7-2-2	22	14	14	7	27,2	69,8	10,6	44,2	39,0	24,0	3,7	34,6	88,7	18,4	76,6
7-3-3	20	13,5	12	6	23,2	65,0	8,0	34,5	35,7	23,2	4,3	30,1	84,3	13,9	59,9
1-1-1	17	(1)	13	-	17,0	56,1	--	--	30,3	--	1,0	22,1	73,0	--	--
3-1-1	12	(1)	12	-	8,4	33,6	--	--	25,0	--	1,7	9,3	37,2	--	--

- (1) Single and three-row principals did not produce a continuous 75 per cent reduction, therefore, no "best" spacing interval tests were run.
- (2) Total distance includes spacing between and within belts plus one-half of a row width added to the outside of both the first and last belt in a system. One row width is the distance between rows and is equal to 0.333H.
- (3) Sum of distance between rows in belts plus one-half of a row width to either side of a given belt. A one-row, two-row, three-row and seven-row belt would, therefore, be 0.333H; 0.666H; 1.0H and 2.333H respectively.
- (4) Net distance is defined as the length of protected area after deductions for the length of ground used by the belts and for those areas immediately to the leeward of the belt, where velocities do not reach the desired level of reduction because of the air jets.

REDUCCION MEDIA DEL VIENTO EN UN CAMPO DE 400 X 1200 m. RODEADO DE CORTINAS DE 16.00 m. DE ALTURA COMPARADO CON EL VIENTO EN EL DESCAMPADO.

VII-21

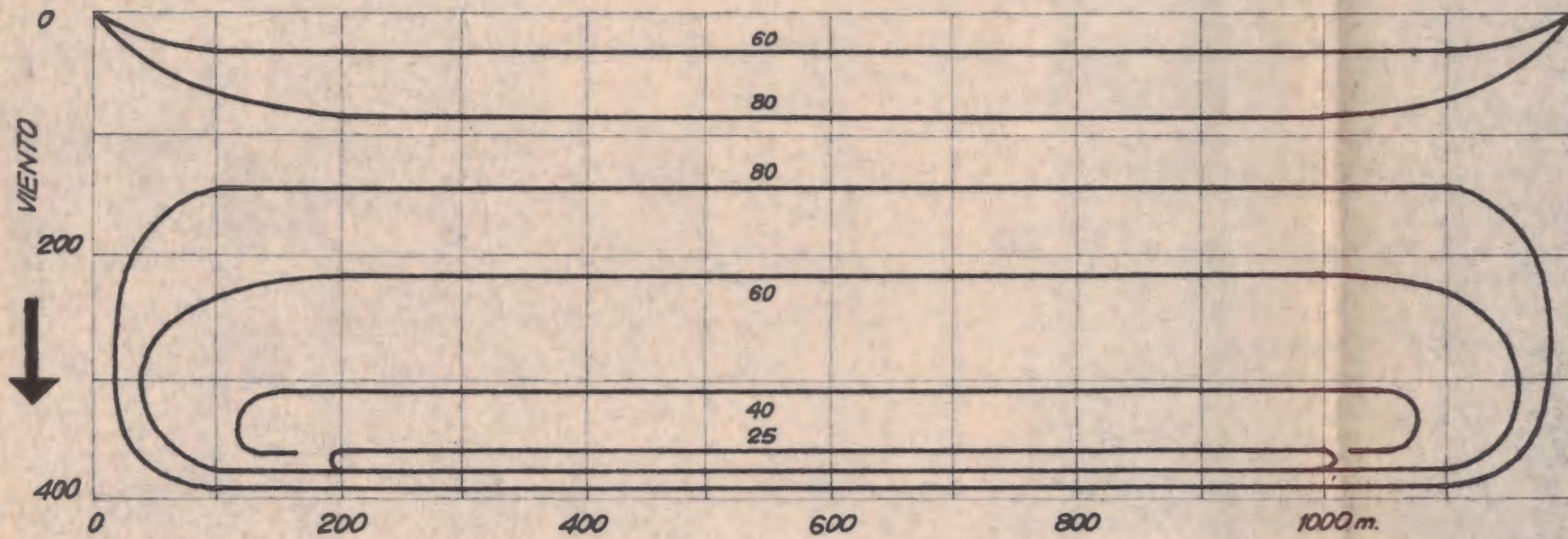


(KONSTANTINOV, 1956).



REDUCCION MEDIA DEL VIENTO EN UN CAMPO DE 400 X 1200 m. RODEADO DE CORTINAS DE 16 m. DE ALTURA  
COMPARADO CON EL VIENTO EN EL DESCAMPADO

VII-21'

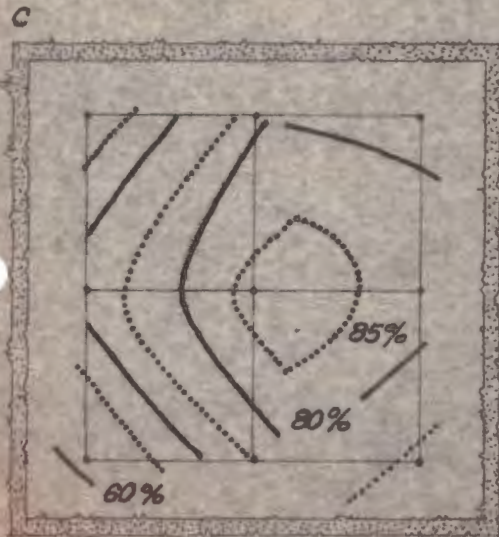
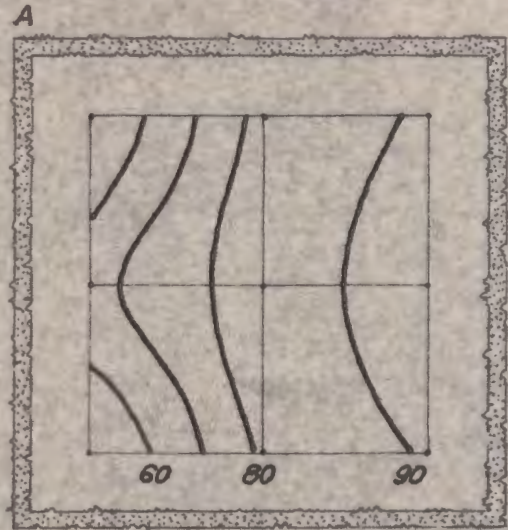
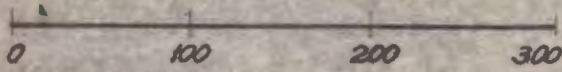
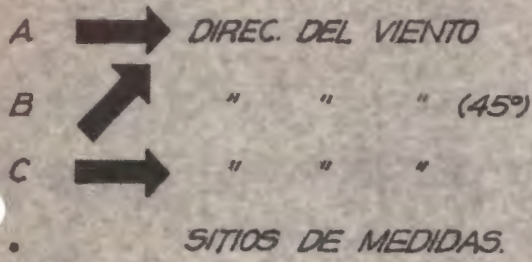


(KONSTANTINOV, 1956)

*Handwritten signature*

VELOCIDAD DEL VIENTO EN UN CAMPO CUADRADO PROTEJIDO POR UN SETO DE ESPINO BLANCO DE 4m. DE ALTURA.

VI-22



(KAISER, 1959).



Con un óptimo intervalo el sistema 7-1-1 tiene la mayor superficie protegida (columnas 6 y 8), y la superficie protegida más pequeña se encuentra entre cortinas de los sistemas 1-1-1 y 3-1-1. Estas cortinas están probablemente demasiado abiertas. El sistema 7-2-2 puede ser usado con el intervalo más grande entre cortinas, y el sistema 7-3-3 el intervalo óptimo es aun mayor que para el sistema 7-1-1. Según Woodruff el intervalo mejor para la cortina principal y primera suplementaria existe a  $20H$ , si la parte del área con al menos 50 % de reducción es tan grande como sea posible. Las dos cortinas suplementarias deben estar separadas entre  $11$  y  $14H$ . Estas distancias están entre los límites de  $10$  y cerca de  $30H$  para las condiciones de Europa Central; pero ellas son pequeñas a causa de su significado para la contención de erosión que en áreas menos expuestas a la erosión.

VII-28)

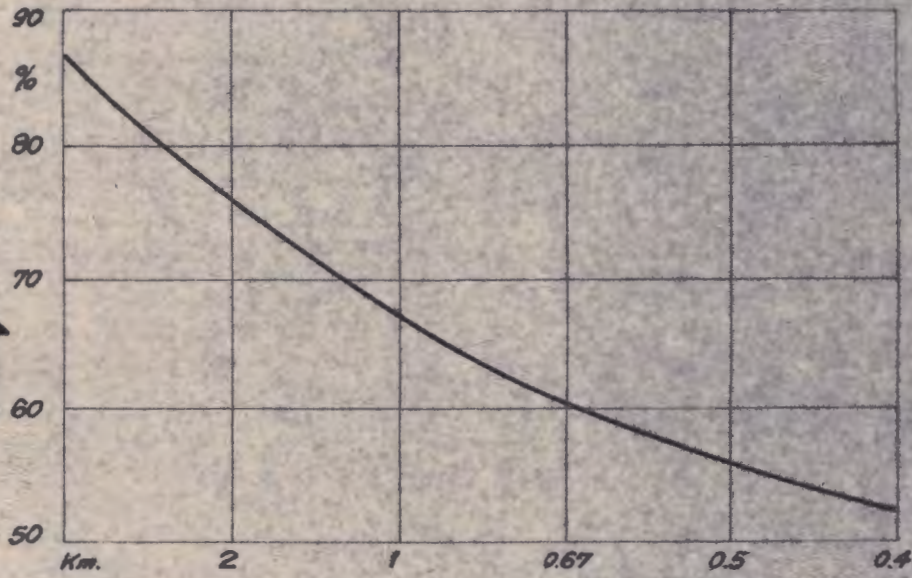
El sistema de cortinas paralelas es importante donde la dirección del viento más frecuente excede significativamente a otras o donde los vientos perjudiciales soplan desde una dirección. Pero si otras direcciones tienen también una influencia considerable una red ortogonal de cortinas proveen una protección más eficiente. Este tipo de cortinas es usado ampliamente, especialmente en los grandes sistemas de la U.R.S.S. Tales redes tienen varias ventajas. La orientación de las cortinas adquiere menos importancia; si el viento sopla oblicuo o paralelo a la cortina también es detenido. No obstante es ventajoso ubicar la cortina principal perpendicular a la dirección principal del viento. Los intervalos entre cortinas principales pueden ser considerados más grandes que aquellos existentes entre las paralelas, si se desea lograr la misma reducción de  $x$  viento para la superficie protegida. Según Kaiser (1959) los intervalos para las principales cortinas perpendiculares y paralelas debe ser incrementado a  $50H$ . Finalmente la reducción principal del viento sobre el área encerrada es superior aun, la cual debe ser buscada para la uniformidad de las condiciones del suelo y crecimiento de las plantas. La reducción del viento en tales campos encerrados pueden ser vistos en la figura 21, compuesta por Alisov (1956) sobre los hallazgos de Konstantinov (1951). En esta ilustración se muestra la distribución de la velocidad del viento en una "célula estándar" de  $400$  por  $1200$  m. ( $aH = 16$  m.;  $25.75.H^2$ ). Según Konstantinov (1953) la máxima protección con una cortina de  $15$  m. de altura en un campo encerrado perimetralmente de  $500$  por  $1200$  m., es 40 %. Esta forma rectangular es considerada más ventajosa que una cuadrada para los casos donde falta una dirección de viento predominante. Un cuadro similar de velocidad media de viento es dado por Kaiser (1959) en la figura 22. Este muestra la distribución en un cuadrado con un seto espinoso (*Crataegus oxyacantha*) con una altura de algo más de  $4$  m. El área es alrededor de  $275$  por  $275$  m. Con un viento soplando a  $45^\circ$  hay una distribución simétrica a la diagonal. Con la base de la principal frecuencia de direcciones de viento y esas dos demostraciones, Kaiser ha calculado la principal frecuencia de la distri -



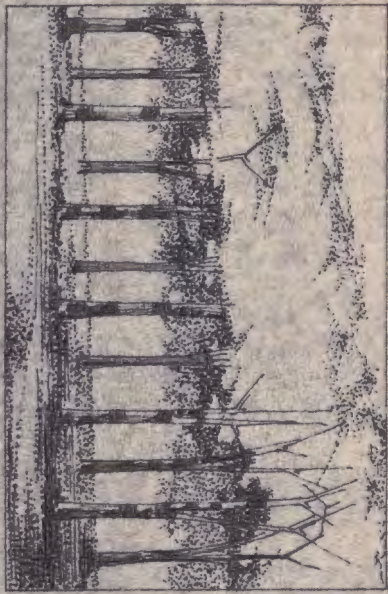
EFFECTO TOTAL DE CORTINAS FORESTALES CIRCUNDANTES A UN CAMPO RECTANGULAR CON DISTANCIAS DIFERENTES DE CORTINAS CRUZADAS - DISTANCIA A LA CORTINA PRINCIPAL: 1 Km.

VII-23

PRINCIPAL DIRECCION DEL VIENTO EN EL CAMPO RESGUARDADO

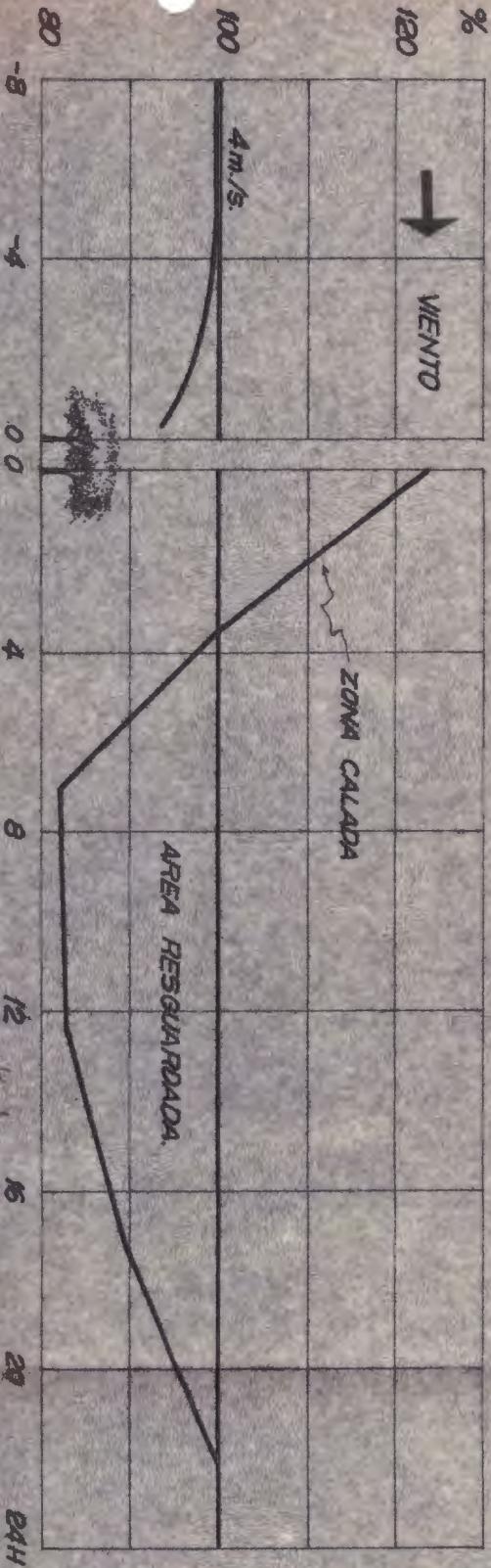


(ALISOV, 1956)



EFFECTO SOBRE LA VELOCIDAD DEL VIENTO A 1.5m. DE ALTURA DE UNA DOBLE FILA DE ARBOLES SIN ARBUSTOS EN LA LINEA BAJA.

VII-24



KÜHLWEIND, 1955.



bucción del viento. Las isostaquias nuevas forman círculos concéntricos principalmente. La reducción principal del viento para toda el área es aun 20-25 %, aunque el intervalo entre cortinas fué algo más que 50H.

Alisov-Drozdoz-Rubinstein (1956) sobre el hallazgo de Panfilov, Djallovic, Gersenin y Kucerjavyh, dan la siguiente velocidad principal de viento en porcentaje sobre el descampado para parcelas de 400 por 400 m.: 63% con una altura de cortina de  $H = 10$  m. y un viento perpendicular a la cortina principal; 75 % con un viento paralelo a ella. Con una altura de cortina de 15 m., estos valores decrecen a 52 y 72 % respectivamente.

En la figura 23 la principal dirección de viento está dada para una parcela rodeada por cortinas (Alisov, 1956), donde las cortinas principales están a intervalos de 400 m. pero donde el intervalo entre las cortinas cruzadas es de diferentes tamaños. Para la parcela estándar de 400 por 1200 m. la velocidad principal del viento es 70 % del descampado y 51 % para un cuadrado de 400 por 400 m.

Según Kuhlewind-Bringman-Kaiser (1955), cortinas de 10 m. de altura y más pueden recomendarse para tierras de cultivos con cortinas principales a 250 ó 300 m., las perpendiculares separadas a 500 ó 600 m. siendo el área incluida alrededor de 15Há. Siendo las cortinas de 3m. de ancho la pérdida de tierra es de 1 y 20 %. Solamente para cultivos especiales y de jardín y para control de erosión por viento son estos intervalos demasiado grandes. Para campos de pastoreo en Europa Central se usan más los setos que las cortinas de árboles altos. Los mismos autores consideran setos de  $H = 5$ m. separados 200 - 300 m., lo que es suficiente para áreas cuadradas de 6 a 9 Hás. Sin embargo, en una discusión sobre este problema Kaiser (1959) llega a la conclusión que en Europa Central, las cortinas de altura media y a intervalos medios son más favorables que aquellas. En general han probado su mérito rejas o mallas de 250 a 500 por 1000 m., donde clima del suelo, microclima y producción de granos deben ser mejorados.

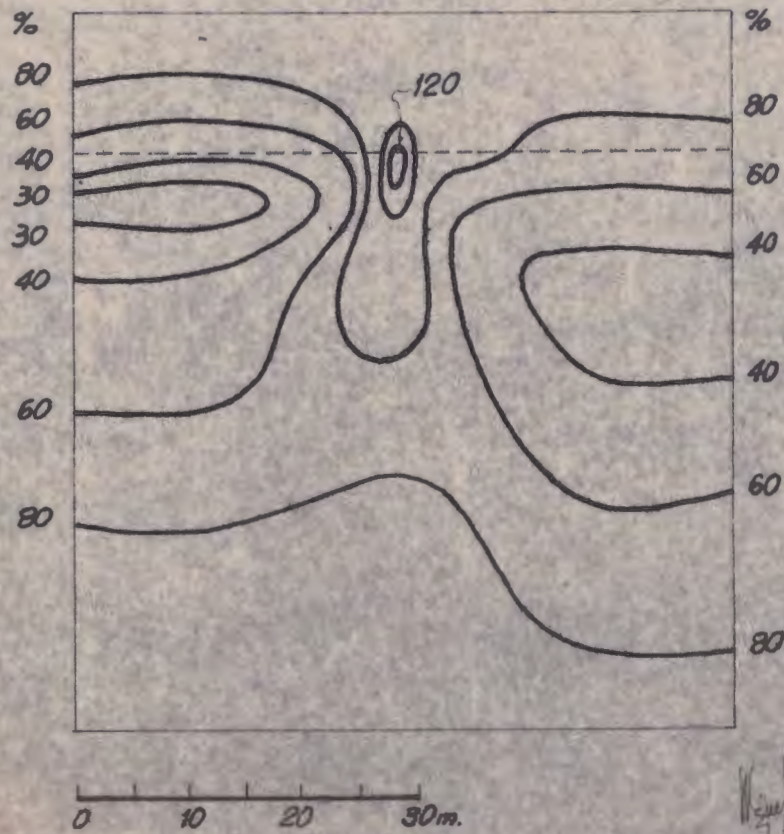
VII-29)

Ne es posible siempre instalar cortinas sin aberturas. Las entradas a las carreteras, las líneas de alta tensión y otras cosas requieren una interrupción en la cortina. En las aberturas y en los extremos de las cortinas es inevitable una desventaja en el abrigo. Las aberturas actúan como canales cuando su tamaño es comparable con la altura de la cortina (Blenk-Trienes, 1955). En tales canales la velocidad del viento puede subir sobre la del descampado. Esto ha sido siempre observado en las avenidas, o en filas de árboles sin subcrecimiento. La figura 24 muestra las medidas del viento perpendicular a una avenida de dos filas de árboles en la región del bajo Rin. Los árboles eran de 15,5m. de altura, y los espacios entre los troncos largos estaban enteramente libres. A una altura de 1,5 m., en la vecindad inmediata a la cortina, la velocidad del viento sube a 120 % del descampado. El incremento del viento fué registrado a 3-4H a sotavento. Naegeli (1946) ha mostrado igualmente este efecto dañino a través de espacios de 3m. de altura entre troncos de álamos en una avenida de 36 m. de altura. Como los



EFFECTO DE UN BOQUETE EN UN ROMPEVIENTOS SOBRE LA VELOCIDAD DEL VIENTO. EL ROMPEVIENTOS DE LA IZQUIERDA ES VALLA DENSA, EL DE LA DERECHA, VALLA SEMIDENSA.

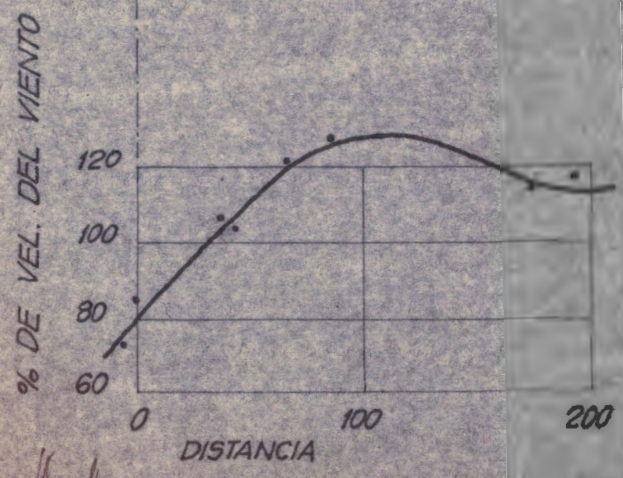
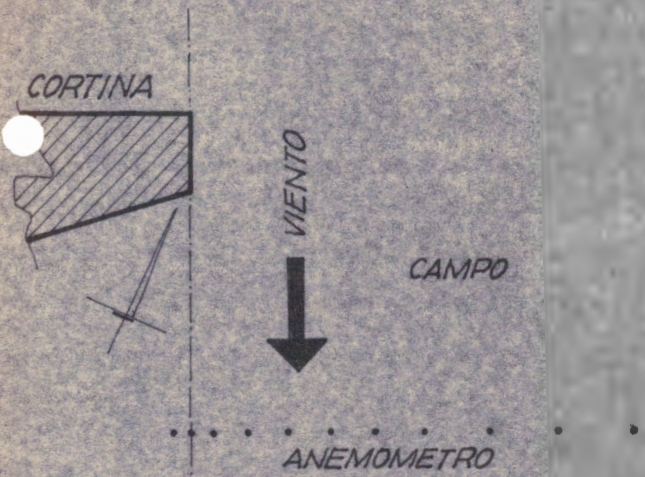
VII-25



(NAEGELI, 1953)

VELOCIDAD DEL VIENTO EN UN REMO.  
LINO DE UNA CORTINA.

VII-26



*Naegeli*

(NAEGELI, 1943)

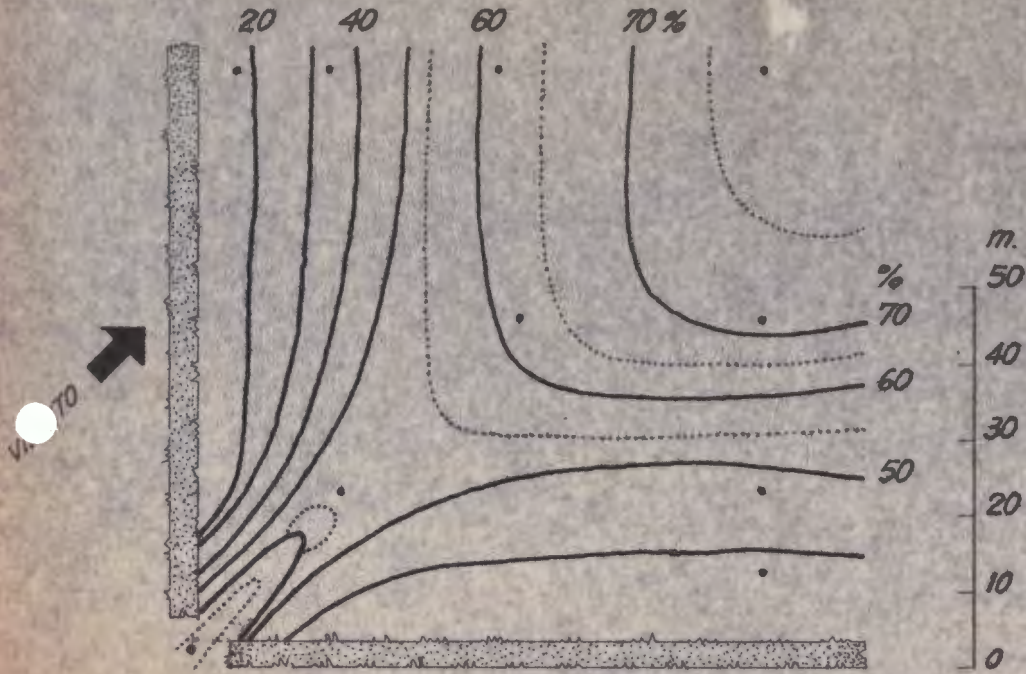


VII-27

ROMPEVIENTOS DE 2m. H.

EFFECTO DE LOS BOQUETES EN LA ESQUINA DE CAMPOS RESGUARDADOS.

ROMPEVIENTOS DE 4m. H.



VIENTO

50

m.

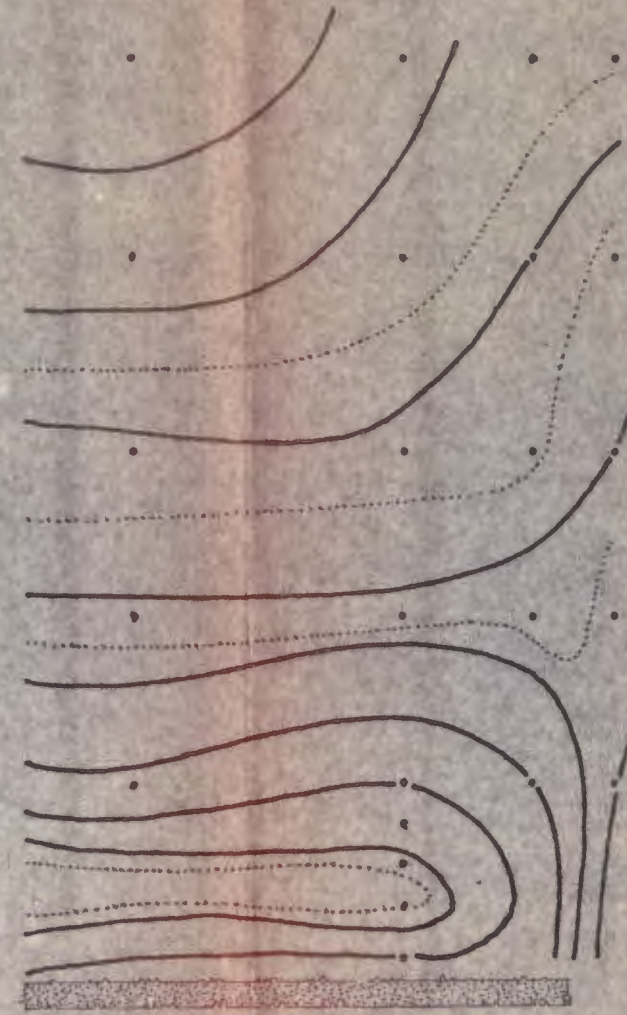
40

30

20

10

0

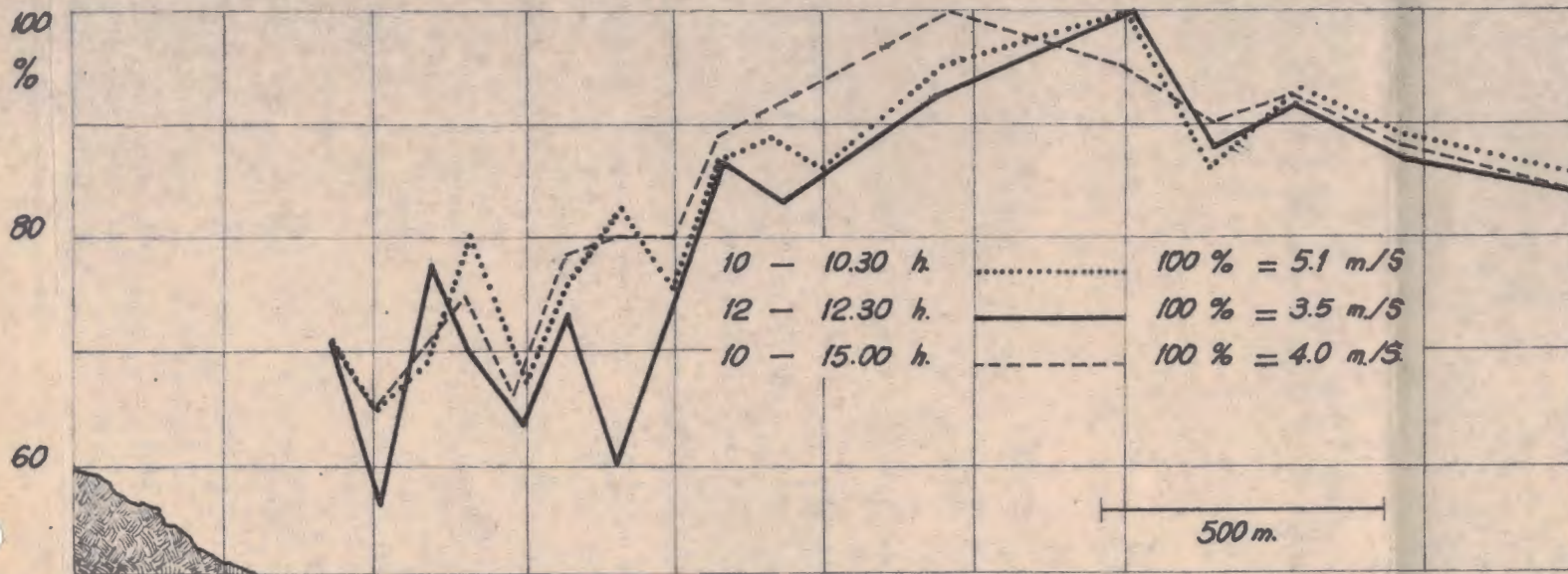


Kaiser (KAISER, 1959).



VELOCIDAD DEL VIENTO A SOTAVENTO DE UNA COLINA EMPASTADA CERCA DE HAMBURGO.  
 23 DE NOVIEMBRE DE 1953 - VIENTO PERPENDICULAR A LA COLINA.

VII-28

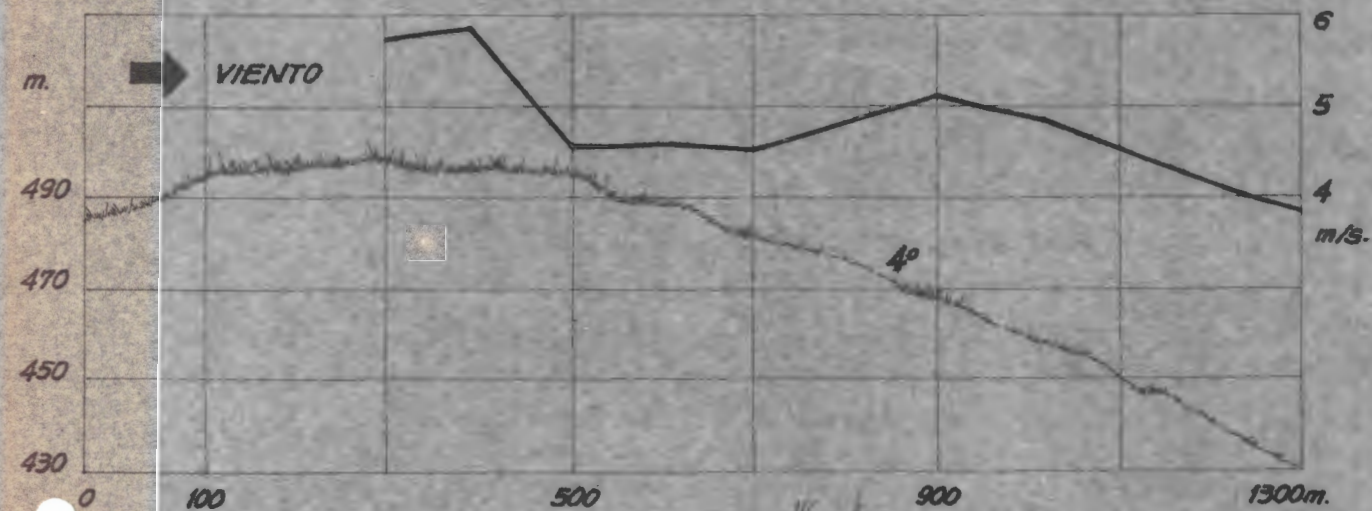


11/24/53

(van EIMER, 1956).

VELOCIDAD DEL VIENTO A 1.50m. SOBRE UNA LADERA EN VOSSENACK-EIFEL;  
21-VI-51

VII-29a



(KAISER, 1954)

espacios fueron más pequeños aquí, el incremento estuvo a una distancia alrededor de 1H. Las avenidas con espacios libres entre troncos dan una buena protección sobre el conjunto, pese a todo; en algún caso ellas sirven eficazmente para incrementar la rugosidad de la superficie. El viento incrementado en los espacios reduce el peligro de acumulación de nieve sobre las carreteras. Kreutz y Schubach (1960) llegan a recomendar cortinas de dos filas con espacios entre los troncos (álamos libres de ramas bajas).

Más dañinos son los boquetes en los rompevientos. En la figura 25 Naegeli (1953) da un cuadro importante. Este experimento entre dos esteras se hizo un boquete en la estera de cañas laxas y la densa que distaban entre sí cerca de 4,5H. En ese boquete el viento subió a 120%. El incremento del viento empezó a una distancia a barlovento de 5H y continuó acusándose entre los 14 y 18H a sotavento. Un incremento considerable es también posible en los extremos de cortinas como muestra la figura 26.

Sin embargo, en muchos casos, especialmente en entradas de carreteras las desventajas de los boquetes pueden ser reducidas o aun evitadas totalmente. Kuhlwind (1955) da muchos ejemplos de esto. Las entradas a carreteras pueden ser mejoradas con cortinas que corran paralelas a la principal o a la más perjudicial dirección del viento. El efecto de boquilla puede ser debilitado por pantallas, también permitiendo la entrada del viento pero de modo que corra oblicuamente a la cortina, o plantando al lado de la carretera contra el viento una segunda cortina, al menos por un corto recorrido.

Para rechazar el incremento de viento en los boquetes, Tanaka (1956/1957) en el Japón, sugiere plantar la llamada "sodegaki". Estas son secciones cortas de rompevientos que comienzan a ambos extremos de los boquetes de la cortina y corren perpendiculares, oblicuos o aun en zig-zag a diferentes inclinaciones respecto a la cortina interrumpida.

Con la "sodegaki zigzagueante" el efecto de boquilla es completamente detenido.

Las dos figuras 27 a y b, muestran que las entradas dentro de dos cortinas perpendiculares no acusan incremento en el viento. Como las cortinas reducen incluso el viento paralelo a ellas en su vecindad inmediata, el viento es aun más débil en tales aberturas que en el descampado. La segunda ilustración de igual manera muestra la entrada a una carretera en la esquina de dos setos perpendiculares. Ahí el viento sopla oblicuamente a la cortina. La velocidad del viento en el boquete fué solamente el 65-70% del descampado.

VII-30)

Se ha obtenido bastante conocimientos acerca de rompevientos en llanuras, pero, la protección en regiones de colinas y montañas es igualmente, por no decir más importante que en los llanos. La razón para que exista un conocimiento incompleto en esas regiones es fácilmente visible. El cambio de la forma de la superficie causa por sí mismo reducciones e incrementos del viento, desviaciones, remolinos y efectos de entubamiento; el curso de la trayectoria puede ser desviado por



pequeños cambios en la dirección y en la fuerza del viento. Primeramente consideramos el efecto protector de la misma colina (van Riemer, 1955). En el borde sur del valle completamente llano del Elba con cerca de 10 Km. de ancho, cerca de Hamburgo, el buzamiento algo empinado de las colinas boscosas de Hamburgo se extienden casi exactamente de este a oeste ( $92$  a  $272^\circ$ ). Próximo a la línea de los anemómetros la cumbre alcanza 50 a 70 m. sobre las tierras bajas. Perpendicularmente al curso del buzamiento la velocidad del viento fué medida a 1,80 m. sobre una línea de 2,3 Km. de longitud. La figura 28 da los valores de la velocidad del viento que soplaban casi perpendicularmente al buzamiento. La mayor velocidad del viento fué registrada desde 1,3 a 1,6 Km. en la pendiente, esto es, con un valor estimado de  $H=60$ , a alrededor de 22 a 27H.

Puede señalarse que en la zona de mayor reducción del viento ocurren tres mínimas con una máxima entre ellas. La reducción mayor fué tan sólo del 40 %. De esto se concluye que el viento fué muy turbulento siguiendo la naturaleza desigual de las cumbres. Con la ayuda de globos radiosonda, la dirección del viento fué medida a una altura de 25m. a distancias de 240 y 2150 m. del buzamiento; con un viento soplando casi perpendicular a él, la dirección en ambos puntos de medida fué casi la misma. Cuando el viento tiene una gran componente paralela a la pendiente, o sea, cuando sopló en ángulo oblicuo al se-  
to, en las tierras bajas, fué deflectado a la izquierda al punto próximo de la pendiente.

La tabla 16 puede dar una idea del grado de viraje obtenido de observaciones simultáneas con intervalos de un minuto.

TABLA XVI

Dimensión promedio del viraje a la izquierda del viento a un punto próximo a la pendiente comparado con la dirección del viento en un punto en el descampado, 4 de setiembre de 1953

Dirección del viento al descampado	Viraje a la izquierda	
	12 - 13hs.	14 - 15hs.
$270^\circ = W: 360^\circ = N$		
280 - 290°	24°	20°
270 - 280°	20°	15°
260 - 270°	19°	9°
250 - 260°	12°	-
250°	2°	-

El viento desde  $270$  a  $290^\circ$  aun sopla un poco oblicuo hacia la pendiente, o sea, la pendiente aun deflecta al viento a 240 m. de distancia. Pero el viraje a la izquierda con vientos soplando desde  $250 - 270^\circ$  solamente debe ser explicada por el viento en el punto próximo a la pendiente teniendo cu-

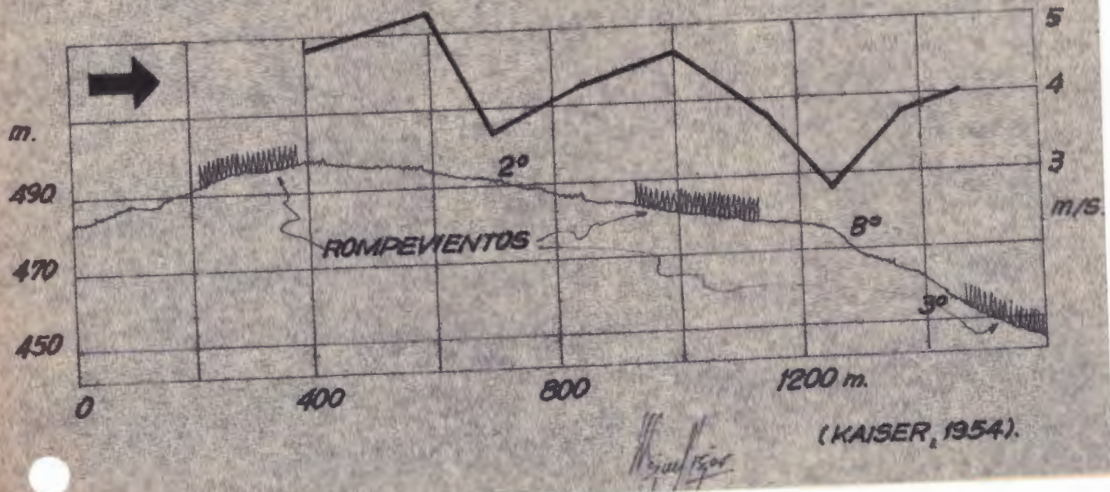
bierto solamente una corta distancia, y, más lejano de él, una mayor distancia sobre el descampado en tierras bajas. Así, el posterior, ha encontrado considerablemente menos fricción con la tierra que aquél que vuelve al punto próximo a la pendiente sobre la cumbre arbolada de la colina. La misma ocurrencia puede ser indicada para una pendiente diferente. En un caso el punto de mediciones distante de la pendiente muestra una dirección promedio de  $264^{\circ}$ , el próximo una de  $248^{\circ}$ . Según esto es probable que la colina influya la dirección del viento no solamente por su propio curso sino también por la rugosidad variante de su cubierta. Yoshino (1957, 1958) ha hecho experimentos en Japón concernientes a las direcciones del viento en varias secciones de un valle pequeño en un plano alto con una anchura en la cumbre de 80 a 360 m. Ha estudiado la ocurrencia del viento en el valle alto, cambios en la dirección, remolinos y velocidad a barlovento y sotavento de la pendiente. Encontró repentinos cambios y en sitios, reversiones en la dirección del viento para las pendientes y el fondo del valle. Con un viento soplando perpendicularmente al curso del valle, hubo al principio un decrecimiento acentuado de la velocidad del viento próximo al seto más arriba en la pendiente de sotavento. A barlovento el incremento con la altura fué mayor que el decrecimiento en la pendiente de sotavento. Yoshino (1957) escribe para el caso en que el viento sople perpendicularmente al valle: "Las condiciones del viento en el valle profundo corresponde al caso de la parte posterior de un rompevientos, y en un valle plano las condiciones del viento recuerdan a la parte posterior de un rompevientos angosto. Esto es, una velocidad mínima apareció justo debajo del borde superior de la pendiente del valle en el lado sombreado en un valle profundo, pero apareció en el fondo del valle de un valle plano (poco profundo).

En relación a experimentos relacionados a la distribución de  $SO_2$ , Lawrence (1960) ha registrado el curso del viento a nueve alturas diferentes sobre una pendiente norte desde 750 a 1150'. El fondo del valle (750') fué abrigado; la velocidad del viento incrementó a 850', sobre la cual, hubo una zona a 1050' con cambios más pequeños en el grado de la velocidad del viento, y sobre ella, a 1150', la velocidad del viento incrementó muy agudamente. En consecuencia, aun sobre el promedio tomado en muchos meses, la velocidad del viento en las pendientes no siempre incrementa uniformemente con la altura.

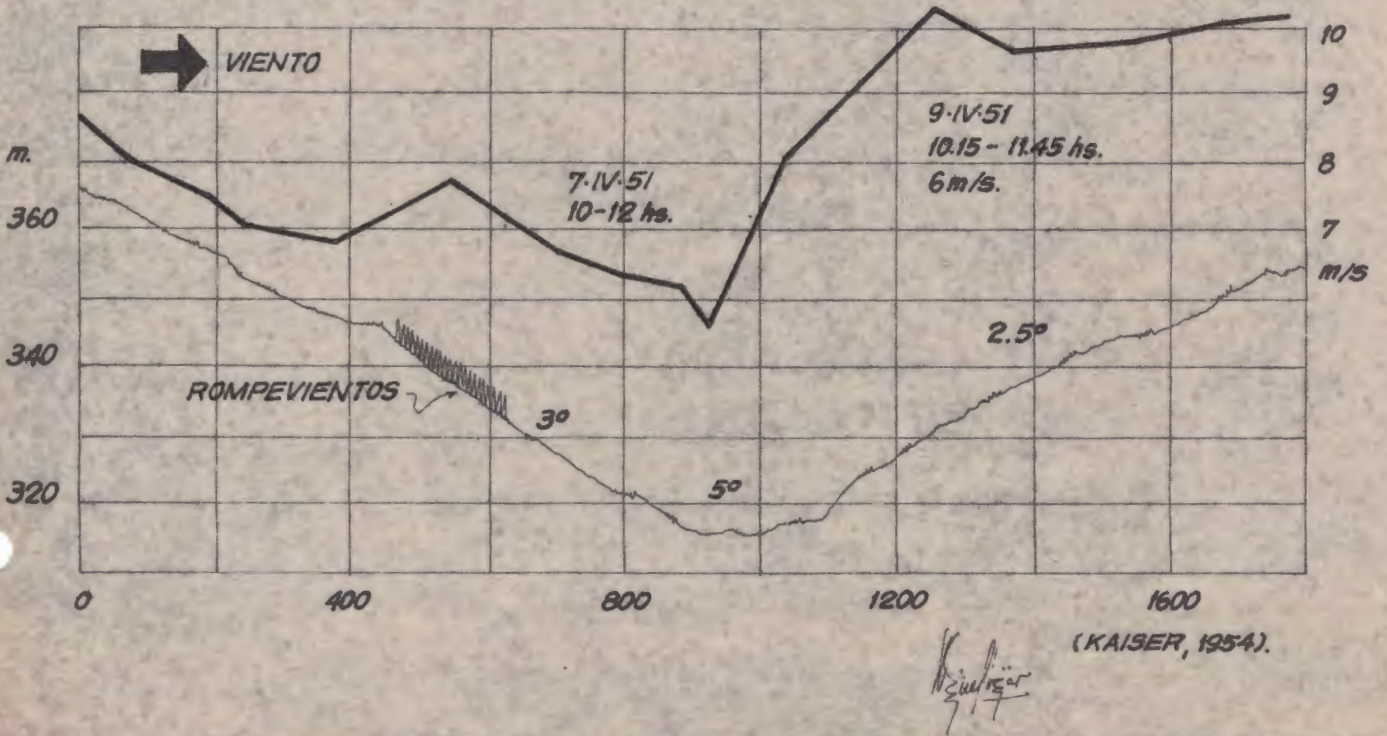
En razón de dar una base para el establecimiento de las cortinas, Kaiser (1954) tomó varias medidas a 1,50 m. sobre el suelo, las que confirmaron las observaciones de Yoshino como puede verse en la figura 29 a-c. En el ejemplo de la figura 29 a, la mayor velocidad del viento dominó cerca de la cresta y aun traspasó cerca de 100 m. en la pendiente de sotavento. Cuando se establece una reducción aguda del viento fué seguida al punto de medida a 900 m. (600 m. detrás de la cumbre) por un sitio con mayor velocidad de viento. Luego que la velocidad del viento decreció más lejos al pie de la pendiente, la velocidad máxima de viento en la pendiente a sotavento tomó la forma de una turbulencia particular. Estos puntos recuerdan aquella ve-



VELOCIDAD DEL VIENTO A 150m. SOBRE UNA LADERA EN VOSSE-NACK-EIFEL. 26.VI.51. VII-29b



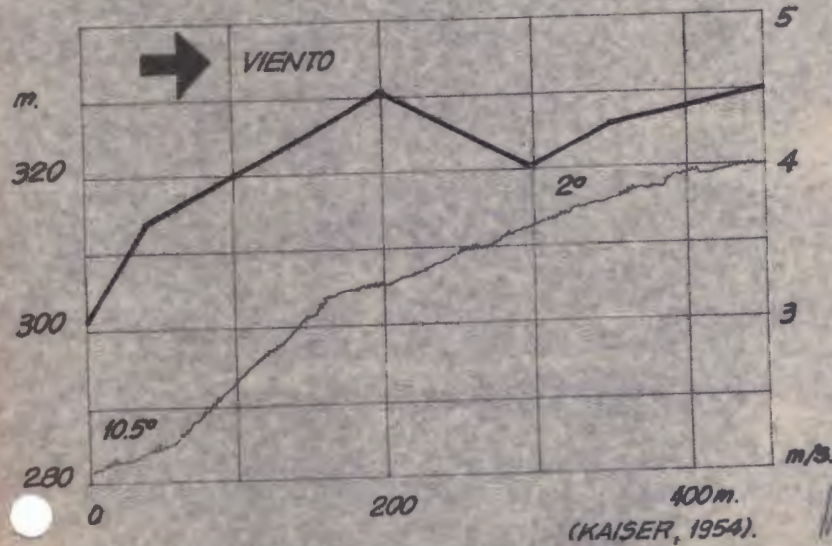
VELOCIDAD DEL VIENTO A 15m. SOBRE LA LADERA EN LICHTENAU-WESTFALEN. 26.VI.51 VII-29c





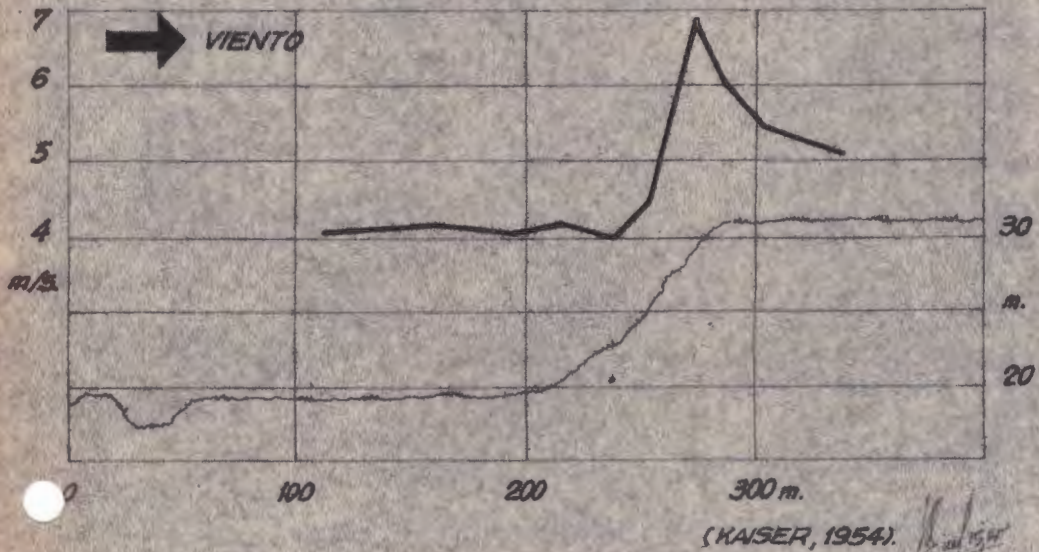
VELOCIDAD DEL VIENTO A 1.50m. SOBRE LA LADERA EN LICHTENAU-WESTFALEN. - 12-IV-51

VII-29d



VELOCIDAD DEL VIENTO A 1.50m. SOBRE LA LADERA Y TERRAZA EN WEEZE-RHINELAND - 12-VI-51.

VII-29e



locidad máxima de viento detrás de una pared sólida descrita por Woodruff (fig. 57) y detrás de un seto denso (van Eimern, 1954). Kaiser fue también capaz de establecer una zona de viento turbulento súbito, aun para pendientes de sólo 2%. En una pendiente que ha sido tempranamente arbolada los daños del viento han ocurrido precisamente en esos puntos (fig. 29 b). También Woelfle (1939, 1950), indica que, tanto como en la cumbre existe una zona peligrosa para arbolados también en la mitad de la pendiente a sotavento, en la que en la mitad superior muestra menos daño por tormentas. La zona de viento sur es frecuentemente señalada por un aplastamiento de la esquiña (fig. 29 c). La posición del viento sur en la pendiente, según esta observación, debe ser el mismo con una tormenta como con una velocidad del viento de 5 m./seg. Solamente la estratificación termal puede efectuar cierta dilatación de acuerdo al estado del tiempo (Kaiser, 1954). Con vientos muy débiles, Kaiser encontró, sin embargo, las zonas débilmente marcadas. Solamente de 3 a 4 m./seg. se presentó el viento sur en pendientes de 3 a 4°. Per o Woelfle (1939, 1950) señala que el flujo se comprime contra pendientes de 5 a 8° en huecos anchos libres de árboles.

Las figuras 29b-d dan ejemplos para situaciones con un viento oblicuo a la pendiente. El viento sur es claramente reconocible sobre la pendiente a sotavento. Las pendientes a barlovento también tienen una velocidad de viento máxima y mínima. La máxima es aun tan grande como aquella del borde superior de la pendiente. Ello es el resultado de un cambio agudo en el grado de la pendiente; en la figura 29c de 5 a 2,5°, en la 29d de 10,5 a 2°. También fueron indicados por Lawrence (1960) efectos similares de diferencias topográficas pequeñas.

Aun pequeñas diferencias de alturas de unos pocos metros, especialmente en una terraza, dan una diferencia apreciable en la velocidad del viento, en la turbulencia y en la erosión (Figura 29 e) (Kaiser, 1954).

En el borde superior de una pendiente empinada de 11,5 m. se observó claramente una alta velocidad máxima de viento.

El viento se mantuvo débil detrás del borde, pero se mantiene fuerte en el llano delante de la terraza.

Las observaciones de Sapoznikova (Alisov, 1956) están en particular refiriéndose a la velocidad del viento a 2 m. de altura en diferentes superficies comparada con el viento en tierras llanas.

Alisov (1956) señala que el aire con una estratificación inestable tiende a correr sobre una colina alomada, pero con una estratificación estable más bien la bordea, y ocurre una ~~maximización~~ reducción mayor de viento a sotavento con una estratificación estable.

Kaiser (1954) concluye que en estas u otras tierras el viento forma por si solo areas grandes o pequeñas de acuerdo a la formación topográfica. Señala luego que en la dirección del viento, su velocidad se incrementa detrás de pendientes cóncavas. La posición, intensidad y extensión de esas zonas de viento más débil y más fuerte dependientes de la topografía requiere un examen ulterior en cada caso.

- TABLA 17 -

Relación de la velocidad del viento, medido a una altura de 2 m. sobre diferentes topografías con la velocidad del viento en tierras llanas (Sapoznikova, 1951)

Cumbre a una altura de 20-50 m.		
a)	con una pendiente de 7-12°	1,55
b)	" " " " 4- 6°	1,25
Colina de 10 m. de altura, pendiente 5-8°		1.20
Buzamiento con pendiente de 7-12°		
a)	buzamiento a barlovento, arriba: 1,5; abajo:	1.00
b)	" " paralelo al viento, arriba: 1,5; abajo:	1,10
c)	" " a sotavento, " " 1,2; " "	0,60
Huecos con pendientes de 5-4°		0,90
Cañada - a) paralela al viento:		0,60
b) perpendicular al viento:		0,50

Kuhlewind (1955) llegó a conclusiones relacionadas a la erección de cortinas en zonas colinosas sugiriendo la erección de cortinas sobre la pendiente a sotavento delante de la zona de viento repentino, porque las cortinas en la cumbre no contienen esos vientos repentinos o apresurados. Existen pocos estudios de cortinas en regiones montañosas.

Un intento inicial para aclarar esas cuestiones lo hicieron Blenk y Trienes (1955) en el túnel de viento. Las colinas y valles de una superficie ondulada en el túnel se alinean perpendicularmente a la dirección del viento y, en una sección horizontal la formación de la tierra tiene un desarrollo sinusoidal. La distancia de valle a valle fue 1000 mm. en el túnel de viento; la altura mayor sobre el suelo del valle fue 30 mm. La verdadera altura del piso fue ajustada tomando en la dirección del viento

$$h(x) = 15(1 - \cos \frac{2\pi x}{1000}) \text{ mm.}$$

El ángulo de la pendiente a la altura media fue alrededor de 5,5°. Se formaron dos ondulaciones empezando y finalizando con un valle. Basándose en la altura del seto de  $H = 30$  mm., cuando  $x = 0$ , a 33,3H y 66,7H en las colinas, cuando  $x = 16,7H$  y 50H. El modelo de seto fue una lamina de 1 mm. de espesor.

La figura 30 muestra la velocidad del viento con y sin setos. Los resultados tambien estan dados en la siguiente tabla.

- Tabla 18 -



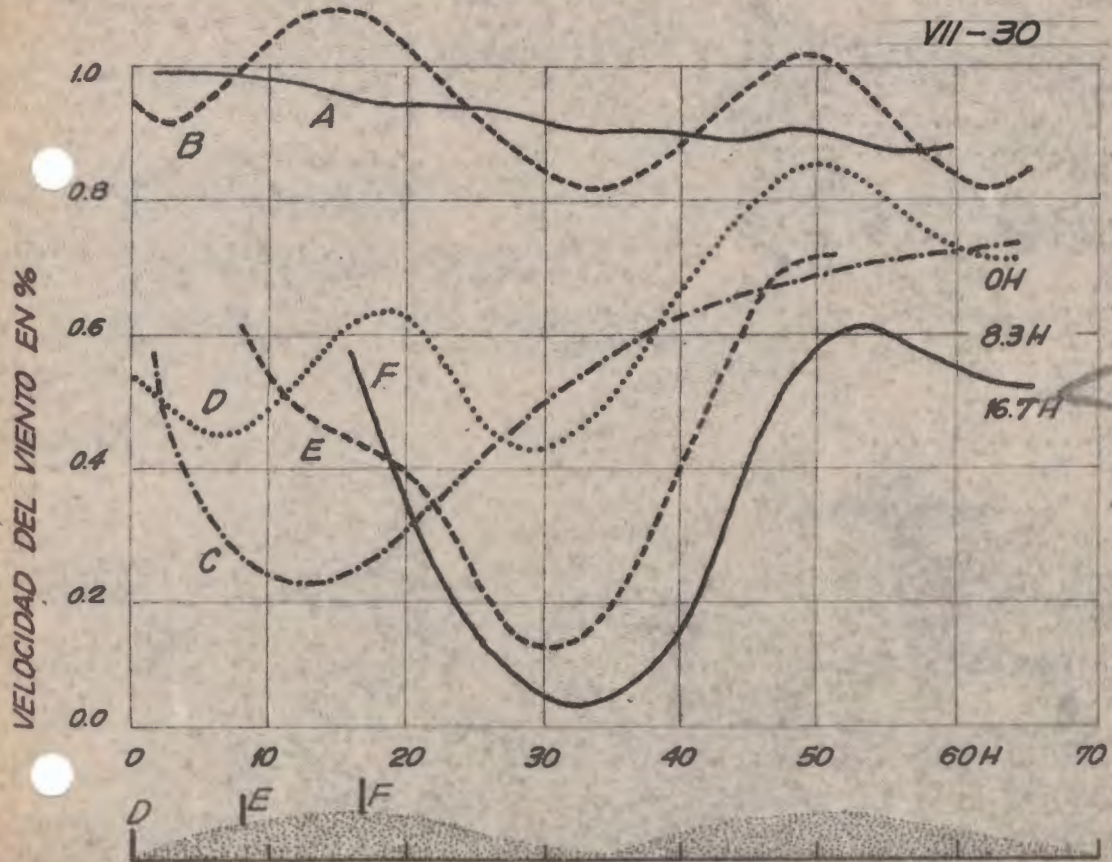
VELOCIDAD DEL VIENTO SOBRE UNA SUPERFICIE ONDULADA EN EL TUNEL DE VIENTO DETRAS DE UN SETO. PERMEABILIDAD: 48%.

A — SIN SETO SOBRE PISO PLANO

B — SIN SETO SOBRE PISO ONDULADO

C — SETO EN PISO PLANO A 0 H.

D·E·F — RESPUESTA CON SETO A DISTANCIAS 0-8.3-16.7H RESPECTIVAMENTE EN SUPERFICIE ONDULADA.



(BLENK - TRIENES, 1956).

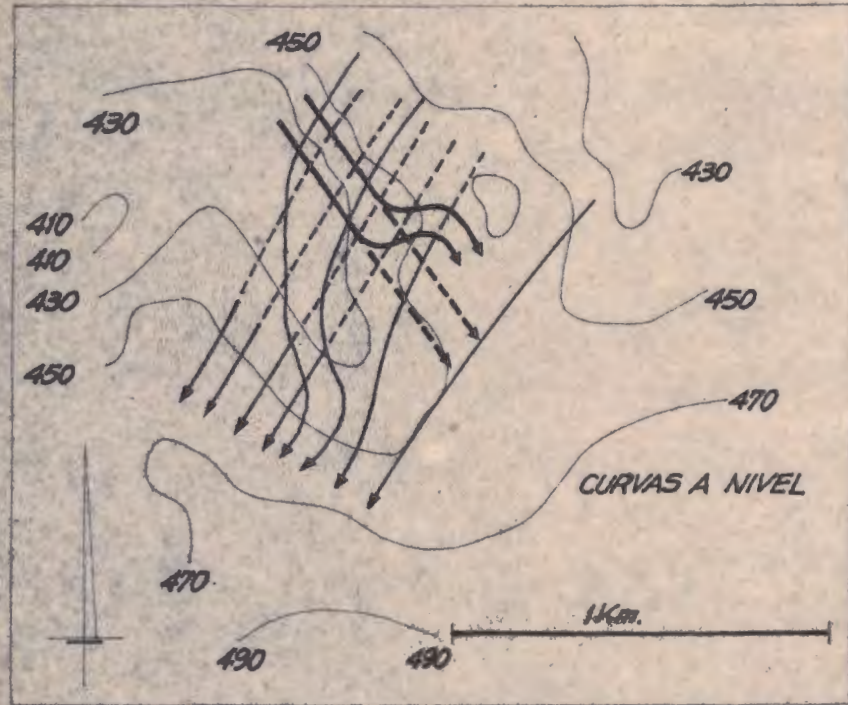
Reducción media del viento sobre tierras onduladas con y sin setos en el túnel de viento (Blank y Trienes, 1955). La altura sobre cada medida se tomó a H/2.

Distancia desde el seto.....	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	per H
Seto con x = 0 (piso del 1 <sup>er</sup> valle)	49	51	47	42	40	38	31	24	21	18	%
Seto en la mitad de la cumbre a barlovento.....	58	60	72	74	67	55	42	34	28	23	%
Seto en la 1 <sup>a</sup> colina.....	70	78	81	77	66	50	40	34	30	26	%
Seto en la 1 <sup>a</sup> pend. a sotavento.	51	51	54	43	33	29	26	24	-	-	%
Seto en el fondo del 2 <sup>o</sup> valle...	46	39	29	26	24	24	-	-	-	-	%

Sobre esta superficie lisa, la velocidad del viento decrece un poco, aun en la ausencia de un obstáculo (fig. 30). Sobre una superficie ondulada sin setos el viento sigue notoriamente la ondulación de la superficie, esto es, el viento máximo se alcanza en la cumbre y el mínimo en el valle. La distribución de la velocidad del viento es sinusoidal. Esta distribución también permanece si un seto se levanta contra el recorrido del viento. Pero los setos en la cuesta a barlovento y en la cumbre reduce más el viento que los setos situados en el valle y en la pendiente a sotavento. Un seto al pie de la primera colina tuvo un efecto mayor que otro en el valle intermedio entre las dos colinas. Estas medidas solamente representan una orientación inicial. La turbulencia en estos ejemplos no es realmente muy grande y apenas es posible una conversión cuantitativa a las condiciones del descampado. No fueron registrados vientos repentinos y las condiciones en el descampado también difieren de las pruebas en el túnel de viento porque en él no se reproducen sistemas de viento para diferentes tiempos.

Slater (1945) da ejemplos de formación de remolinos y corrientes verticales en regiones montañosas en relación a depósitos de erosión y otras materias transportadas por el viento tales como esporas, semillas e insectos. Señala que los remolinos aparecen particularmente en pendientes a sotavento e indica diferentes caracteres para la turbulencia. De acuerdo a Caborn (1957) el efecto de planos ligeramente inclinados puede establecerse desde las determinaciones de Ford: "Sobre tierra llana el viento es reducido al 50% o más hasta 10,5H; sobre pendientes descendentes de 1 a 2 %, hasta 12H de la cortina; y, sobre pendientes ascendentes, hasta 8H solamente".

Para obtener mayor conocimiento sobre los efectos de las cortinas en regiones montañosas y de colinas, antes de planificar las cortinas es necesario realizar determinaciones en el área misma. Existen muchos ejemplos de esos servicios regionales climatológicos; Kuhlewind et al. (1955); Kreutz - Schubach - Walter (1955); Aichele (1957); Van Eimern (1958); Kreutz - Schubach (1958-1960); Kreutz - Schubach - Walter (1955). También han producido modelos con los cuales ensayaron varias direcciones de viento en el túnel (fig. 33). Las mediciones de vientos regionales están, casi siempre, limitadas por el tiempo y los instrumentos. Sin embargo a veces la exposición general del viento puede ser determinada a cierta extensión por medios simples. Thomas (1959) describe una instalación en numerosos sitios pequeñas banderas de paño de forma rectangular de superficie 126"² (813 cm²). De acuerdo a la fuerza del viento las banderas se deshilachan luego de cierto tiempo y su superficie disminuye. Por esta razón, Thomas lo llama método del "harapo". Con vientos que se mantienen por debajo de 25 m.p.h. (= 11 m/seg), la reducción de la bandera indica una velocidad media del viento. De este



- VIENTO SUPERFICIAL } ASCENDIENDO DESDE EL NE.
- - - VIENTO ALTO }
- VIENTO SUPERFICIAL ASCENDIENDO DESDE EL NNW.

*Walter*

(KREUTZ · SCHUBACH · WALTER, 1955).



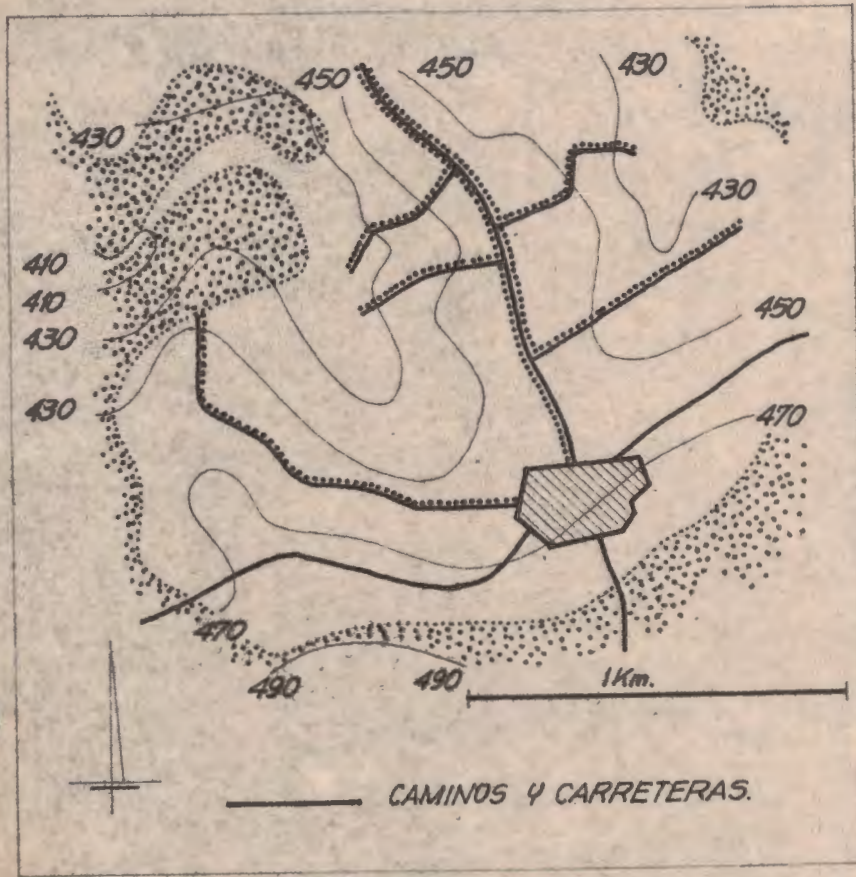
modo se ha determinado dónde es más necesaria la protección.

Otro modo de estudiar el problema a la vez de determinar la dirección ~~dominante~~ dominante del viento, es por la observación de los árboles y sus extremos de copas (Plegnik, 1957; Runge, 1957, 1959). De acuerdo con Weischet (1955) solamente pueden compararse árboles aislados o árboles de la misma especie, de la misma edad y espesor en una fila. El dice que la deformación apical de los árboles es el resultado del efecto acumulativo de los vientos constantes con particular observación de los ventarrones ocasionales. Por ejemplo, los pinos de las Islas Canarias están deformados por los vientos constantes del NE, los que raramente alcanzan fuerza de ventarrón, y que esa deformación no se produce por ventarrones ocasionales que allí soplan desde otras direcciones. Distingue las diferentes resistencias de las especies forestales contra la deformación de sus ápices y a la inclinación de sus troncos. *Populus nigra* se inclina con deformación apical en la dirección del viento. *Pinus silvestris* se deforma notablemente con inclinación del tronco. El autor también distingue el grado de deformación causado por el viento y la capacidad de deformación. En definitiva surge de todo ello la diferente capacidad de los árboles a la resistencia del viento, dando la siguiente escala de resistencia creciente a los vientos: *Prunus avium*; *Pinus silvestris*; *Sorbus aucuparia*; *Populus alba*; *Malus communis*; *Pirus communis*; *Fagus sylvatica*; *Aesculus hippocastanum*; *Populus nigra* var. *italica*; *Tilia* sp.; *Acer campestre*; *Picea excelsa*. Para la comparación el autor propuso la siguiente tabla de capacidad de deformación:

Grado de deformación	<i>Prunus avium</i>	<i>Sorbus aucuparia</i>	<i>P. alba</i> <i>M. communis</i> <i>P. communis</i>	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Aesculus hippocastanum</i>
parcial	1	2	2 - 3	3	4
completa	1 - 2	2 - 3	3	4	-

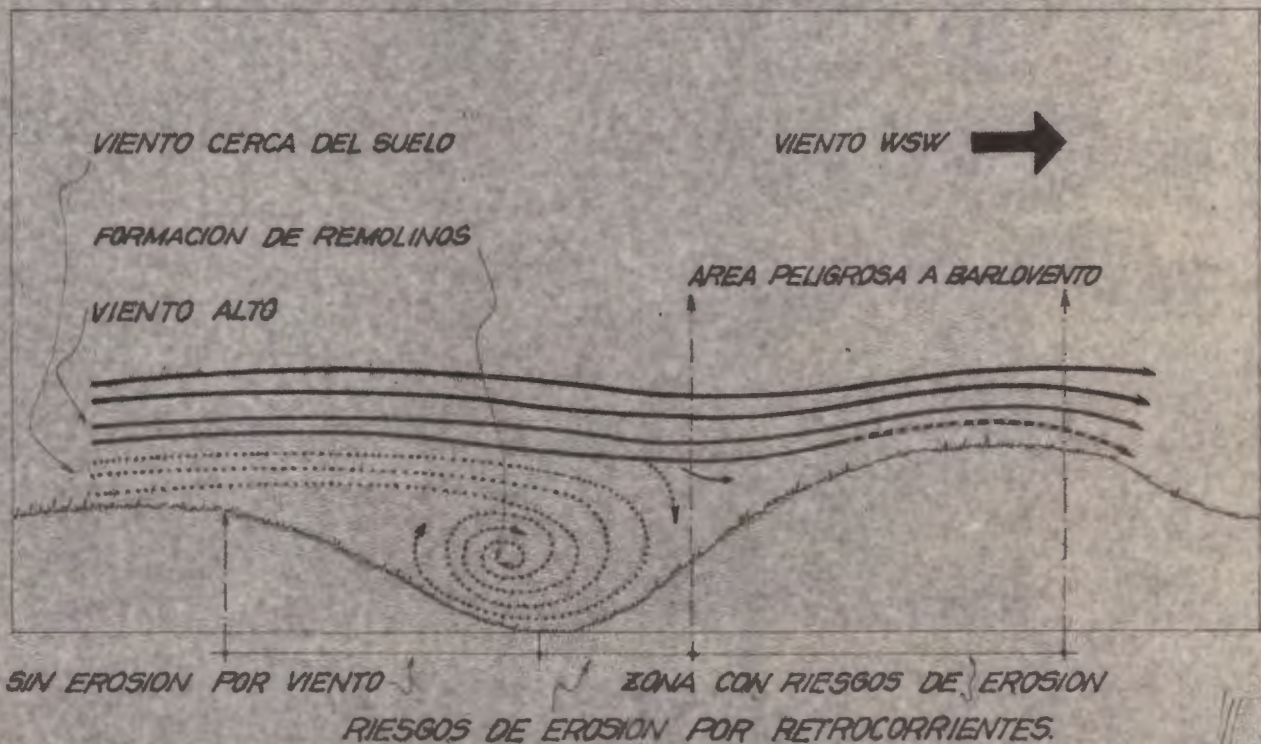
Esta tabla señala que la influencia del viento para deformar completamente el ápice de *Fagus sylvatica* debe ser alrededor de cuatro veces mayor que para *Prunus avium*. Por supuesto que fueron sacados con instrumentos por servicios regionales mejores indicaciones relacionadas a la protección del viento.

La figura 31 muestra los resultados de esas medidas de acuerdo a Kreuzschubach - Walter (1955) para el valle Hausen en Hessen. Con un viento NE sobre la fila, la "superficie del viento" (flechas finas) sobre la pendiente NE de la colina (esquina SO de la ilustración) es primeramente deflectado al N y solamente retoma la dirección NE cerca de la cresta, incluso aun por el lado resguardado. Aquí los filetes están comprimidos. La pendiente está marcada por vientos fuertes y turbulentos, porque la "superficie del viento" y los vientos superiores se encuentran aquí. El curso de los filetes no fueron dependientes de la fuerza del viento en este ejemplo. Con vientos de velocidades más altas, sin embargo, el grado de turbulencia del viento deflectado se incrementa, y con él, el daño que produce la nieve acumulada, persistencia de condiciones invernales, volteo de cereales y daño del viento. Dos gruesas líneas corren desde NO a SE en esta ilustración. Estas representan filetes en otros días con otras direcciones de viento, y, el viento NO es deflectado muy fuertemente a través de un pequeño lateral del valle. La figura 37 mues-



(KREUTZ · SCHUBACH · WALTER, 1955).

CORRIENTES DE AIRE EN EL MODELO DE LA ARTESA "HAUSEN". DIRECCION DEL VIENTO PERPENDICULAR A LOS EJES DE ARTESAS.

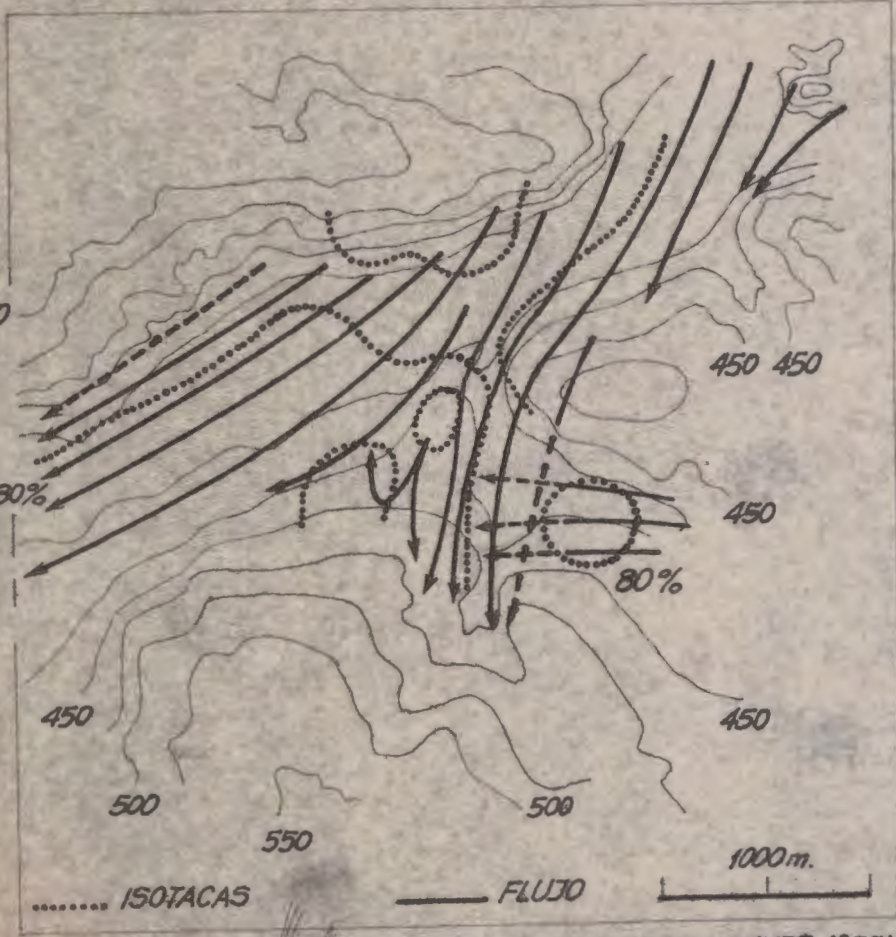


RIESGOS DE EROSION POR RETROCORRIENTES.



TRAYECTORIA DEL FLUJO Y VELOCIDAD RELATIVA DEL VIENTO EN UN TERRENO SE-  
RRANO CERCA DE NEUBURG-DANUBIO.

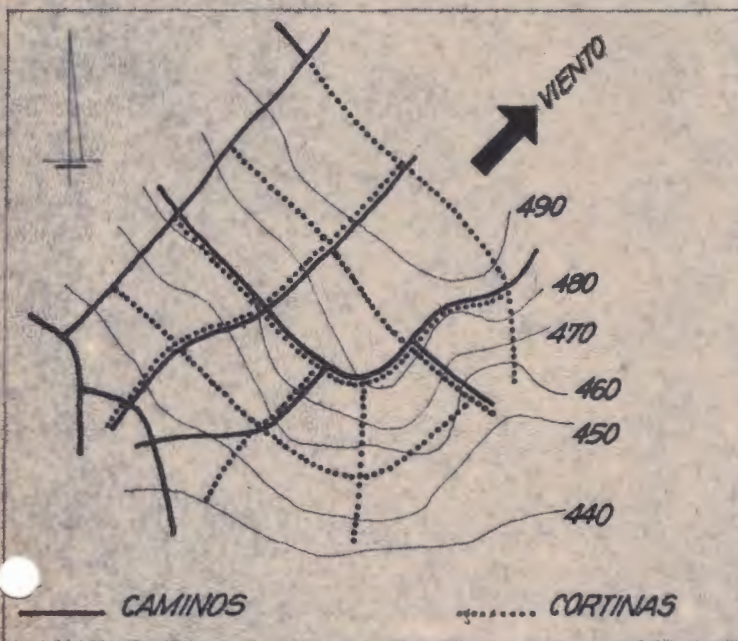
VII-34



(KREUTZ · SCHUBACH · WALTER, 1955).

PLAN DE CORTINAS EN UN TERRENO  
COLINOSO.

VII-35



(KÜHNLEIN AND - 1955)



tra el plan propuesto por Kreutz et al. (1955) para rompevientos en el cual la malla de carreteras ya existentes allí tuvieron que ser tomadas en consideración. Las cortinas fueron plantadas especialmente para la protección de la pendiente expuesta NE (colina en el ángulo SO de la figura) y contra el daño de los vientos fríos del N y del E. Los autores dan otros ejemplos para otros sitios. En sus medidas la dirección más frecuente del viento fueron la O y la SO, pero, el viento E es considerado importante por su sequedad. La figura 33 ilustra la corriente de aire para el valle Hausen de la figura 31 con un viento OSO - un resultado obtenido con un modelo en relieve en el túnel de viento. El piso del modelo fue esparcido con arena fina para revelar los sitios posibles de erosión. La ilustración muestra una pendiente protegida a sotavento. En el valle y en el piso de la pendiente a barlovento se forma una contracorriente y un remolino, similar a lo ilustrado por Slater (1945). Ocurrió una turbulencia muy grande en la parte más baja de la pendiente a barlovento, la que incrementa el daño de erosión tanto como la fuerza que tiene el viento en el sector medio y superior de la pendiente a barlovento.

Van Eimern (1958) da otro ejemplo del curso de la corriente y de la velocidad del viento (la última en porcentajes de la velocidad del viento en la cumbre de la colina) en una región montañosa (Fig. 34). Esta ilustración, con corrientes de aire para otras direcciones de viento, sirve para la planificación de las cortinas, pero las condiciones de humedad en el suelo y el grado de exposición a las heladas se han tomado también en consideración. Kuhlwind et al. (1955) también han descrito los métodos de servicios climáticos Regionales antes de planificar la cortina, y así Burckhardt (1960) describe uno por el cual el grado de exposición a heladas tardías puede obtenerse por mediciones tomadas en unos pocos meses y muestra mapas a gran escala. El ejemplo dado por Kuhlwind et al. (1955) se compone como sigue: comienza con una descripción de las condiciones agroclimáticas con particular interés al suelo, sus cualidades y usos, continuando con una descripción de las condiciones climatológicas, entre otras cosas una tabla de frecuencia de la dirección del viento y precipitación. Las medidas de las corrientes de aire están presentadas en detalle, incluso alteraciones provocadas por la topografía. Sobre estas bases se hace el plan de cortinas. Muchos de estos planes se han desarrollado en Alemania subdividiendo con cortinas grandes espacios considerando la existencia de carreteras y cursos de agua. Uno de esos planes de abrigo en una región libre del peligro de heladas tardías se da en la figura 35 de acuerdo con Kuhlwind et al. (1955). Consiste esencialmente en una malla de cortinas paralelas y perpendiculares entre las que hay perpendiculares a la principal dirección del viento que están menos distanciadas que las otras. En la medida de lo posible las cortinas fueron plantadas sobre curvas a nivel, caso de prevención de erosión por agua y también para facilitar las aradas.

Resumiendo el plan de cortinas en zonas colinas: la variedad de condiciones para las corrientes de aire hace necesario un estudio particularizado. No obstante pueden darse reglas básicas aplicables a la instalación; en lo posible instalar las cortinas perpendicular y paralelamente a las curvas a nivel; necesidad de una buena protección de la pendiente a barlovento y en la cumbre; protección de la pendiente a barlovento contra los vientos del norte ( se refiere al Hemisferio Norte). Donde el peligro de heladas tardías puede ser aumentado por las cortinas debe tenerse cuidado que no se formen sobre la cortina corrientes de aire frío construyendo boquetes a las cortinas o desviándolas de las curvas a nivel. En algunos casos, sin embargo, debe determinarse si el daño que

puede producir una cortina que incremente las heladas sea o no mayor que el beneficio que produzca.

VII-31) En relación a lo indicado por los autores hemos desarrollado en Firaxrajá (1964) sobre Cuchilla Palomeque un procedimiento de campo que nos prestó gran utilidad para la construcción de espectros de viento relacionados a la topografía, que, coincidentemente tiene similitudes con el "método del harape". No se utilizaron banderas sino finos hilos de plástico (tansa) con un globo en un extremo. El otro se ataba a la punta de una caña de 4 m. de longitud. En la misma punta se montó en escuadra una varilla de madera de 50 cm. y de 1 por 2". Sobre el ángulo de 90° que formaban ambas piezas se cruzó otra varilla similar a modo de hipotenusa sobre la cual se pintaron rayas de 10 en 10 grados. Un operario ayudante a caballo calzaba la base de la caña al estribo por medio de un pequeño gancho de alambre. Se medía la altura del estribo al suelo y se sumaba a la longitud de la caña. En la base de la misma caña se había construido el mismo triángulo; el hilo corto ahora se ataba a 50 cm. del suelo. Otro operario también a caballo portaba el plano zonal con curvas a nivel y elementos naturales balisados a los efectos de ubicar los puntos de toma de datos. En el plano estaban numerados los puntos de toma y en planilla aparte esos mismos ~~numeros~~ números con columnas a llenar con los datos relevados. Los datos levantados en el campo eran: dirección del viento y ángulo del hilo. Este ángulo del hilo para cada punto relevado fue la nueva unidad usada en el espectro por carecer de anemómetro. Evidentemente no existe relación lineal entre velocidades del viento y ángulos del hilo. No se estableció la relación (vectorial) y los espectros se realizaron en unidades angulares. Para vientos fuertes hubo que lastrar el globo con un pequeño peso ya que a ~~cierta~~ partir de cierta velocidad del viento el hilo acusaba variaciones ilegibles de los ángulos. La caña estaba prevista con una plomada a los efectos de realizar tomas verticales con ella. Las planillas tenían columnas indicando presencia y ausencia de lastre en el globo.

El trabajo de gabinete consistía en pasar al plano sobre los puntos balisados la dirección del viento la que se señalaba por un vector que a su vez daba la intensidad del viento. Ese vector se dimensionaba de acuerdo a las unidades angulares a una escala adecuada. Se establecían clases angulares de 5 en 5°. Luego se unían por medio de una línea curva los puntos promedios en cada clase. De este modo surgían "curvas a nivel" como si se hiciera un relevamiento plani altimétrico. Aunque el método era imperfecto por lo rudimentario del equipo daba una representación aceptable del comportamiento del flujo en relación a la topografía. No era así en relación a los fenómenos de turbulencia que hubo que señalarlos por pautas. Se establecieron cinco grados (numerados del 1 al 5) deducidos del comportamiento del globo en el aire. Estos grados tenían cierto significado puesto que el globo desarrollaba diseños rítmicos pues establecía secuencias rítmicas diferentes según donde se establecía la observación. Aparentemente había un "lenguaje" que no pudimos descifrar al faltar nos el tiempo por cesantía de contrato. No hubo criterio para establecer pautas de posibles daños para la producción. Nunca se hicieron relevamientos bajo lluvia.

El mapa obtenido es un espectro ~~cojles~~ sumamente interesante el diseño que surge a barlovento, a sotavento, y en laterales de una colina o sierra; también detrás o delante de un monte indígena, galpones, cortinas existentes, o de cualquier obstáculo que se oponga al paso del viento. A nuestro entender, el método es bueno dentro de su imperfección y sobre todo por lo práctico. El relevamiento detallado se realiza con nota

ble rapidez. Todo ello permite proyectar cortinas con un criterio al menos. De otro modo, es imposible formar criterio en el campo. El problema reside en saber qué influencias ejercerán las cortinas adulta sobre una determinada topografía. Emprender semejante tarea a nivel particular no debe recomendarse, salvo convenio de investigación con el propietario.

VII-32) En relación a los aspectos económicos de la instalación entendemos lo siguiente: cualquier estudio presupuestal sobre un determinado proyecto no tendrá vigencia más que para un plazo breve. Tampoco pueden darse presupuestos con coeficientes y variables porque tampoco se mantienen relaciones en los precios.

De todos modos cabe dar una orientación muy general que depende de los criterios siguientes: es más práctico, económico y quizás también más técnico instalar una cortina mediante una selección de especies que tengan aptitud general a la resistencia de vientos que discriminarlas por su relación a los suelos; existen técnicas ya descritas que permiten un eficiente arraigo y desarrollo aun que una cortina se disponga sobre una secuencia de suelos, y seguramente esa cortina a de ser más eficiente pese a alguna diferencia que originen los suelos que otra con los cambios de especies que mejor correspondan a esa variante en los suelos dentro de ciertos límites.

En regiones colinosas que en nuestro país están dedicadas al pastoreo extensivo, no parecería recomendable instalar cortinas cuidadosamente estudiadas sobre la base de espectros cólicos zonales. Es posible pagar bien a un profesional para realizar los estudios detallados relacionados con refugios ganaderos para situaciones de post-parto y post-esquila.

Para la instalación de montes maderables en esas regiones sí valdrá la pena un estudio inicial de espectros cólicos según un recorrido direccional para instalar la primera banda forestal de protección a las otras especies elegidas.

VII-33) Para la zona arrocera adjuntamos las figuras nominadas Arrozal "33" para aplicación en los campos temporalmente manejados para ganado. En suelos típicos arroceros, planosoles, puede incluirse con éxito Eucalyptus saligna, E. robusta, E. botryoides, E. paniculata, si se practica un cuidadoso trabajo cultural con el arado cincel. La forestación del arrozal es uno de los renglones indiscutiblemente necesario tanto para uso interno como para aprovechamiento integral de la tierra, pero requiere un prolijo inventario situacional y una franca decisión de apoyo permanente por parte de la Empresa. La instalación deberá proyectarse sobre un plan estricto de manejo de suelos y ese plan cumplirlo inexorablemente para beneficio del arroz, del ganado, y para hacer posible la forestación. De otro modo mejor es no forestar. En zona arrocera las líneas de drenaje pueden ocuparse con montes que provean diversidad de maderas, pero, como se dijo debe existir un plan relacionado a la tierra y no un plan administrativo como pudiera existir dentro de la arrocera mejor organizada. Algunos arroceros han comenzado a conceptuarse en cuanto a la necesidad de diversificar la producción, y es éste un síntoma encomiable. No obstante nos consta que es éste otro fenómeno de europeización. Nuestra recomendación, no comprendida por supuesto, ha sido no diversificar al modo extranjero, sino planificar con todo rigor tres renglones suficientemente importantes: arroz - agricultura forrajera y su pastoreo - forestación.



VII) 34

Las figuras siguientes no necesitan comentario relacionado, explicita diversos aspectos de las influencias de las cortinas; humedad del suelo, incidencia en la producción, etc.

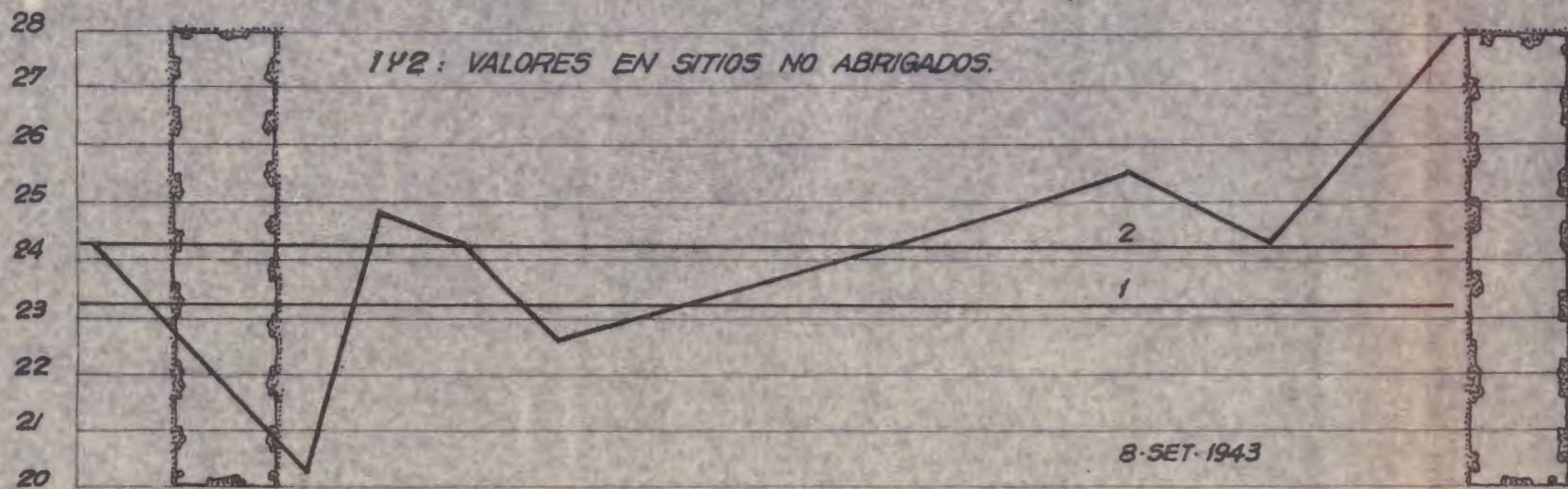
OMBUES DE LAVALLE - Setiembre de 1971.

Miguel Kröger

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Miguel Kröger', written in a cursive style.

TEMPERATURAS MAXIMAS TOMADAS A 2cm. DE H. ENTRE SETOS

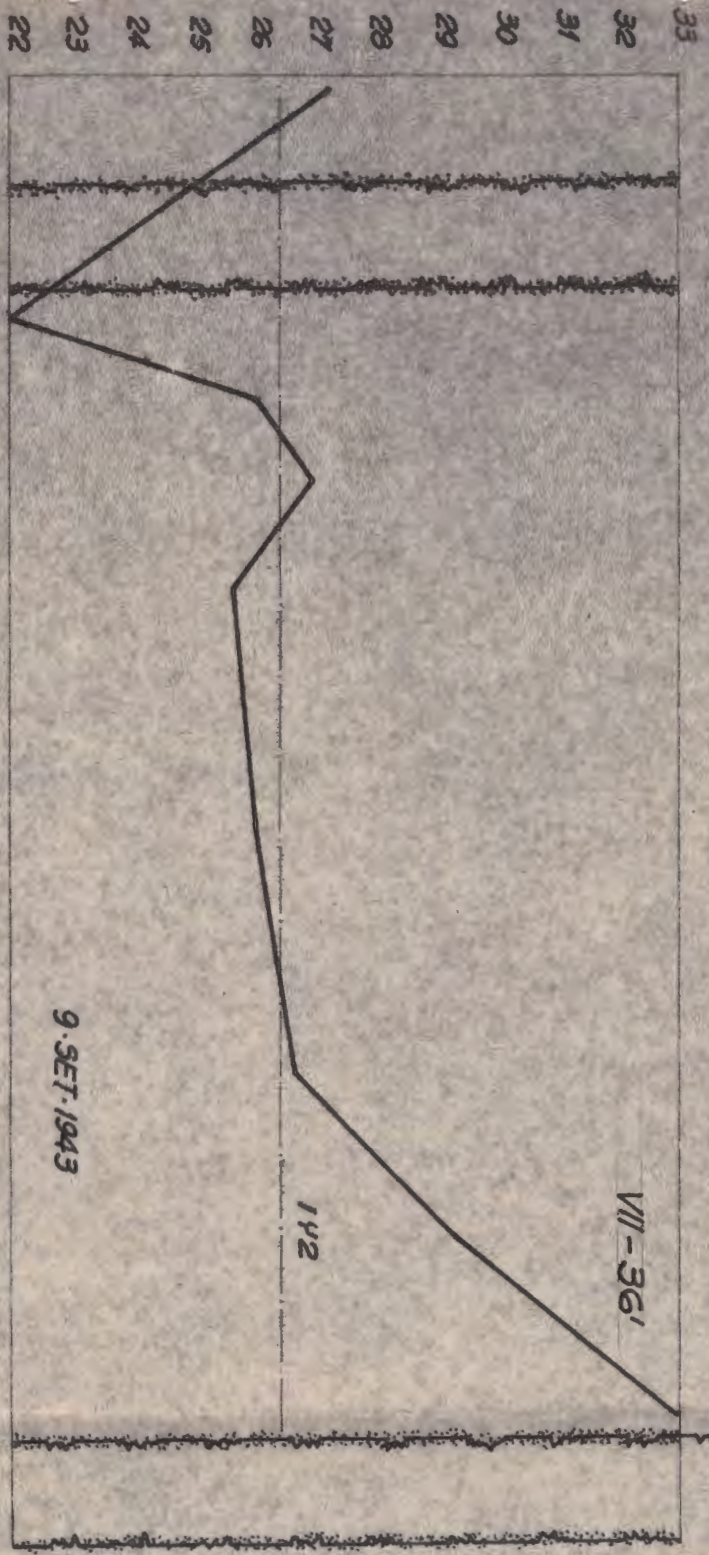
VII-36



(VAN DER LINDE, 1950).

W. van der Linde

TEMPERATURA MAXIMA A 2cm. ENTRE SETOS - 142 VALORES EN SITIOS NO ABRIGADOS



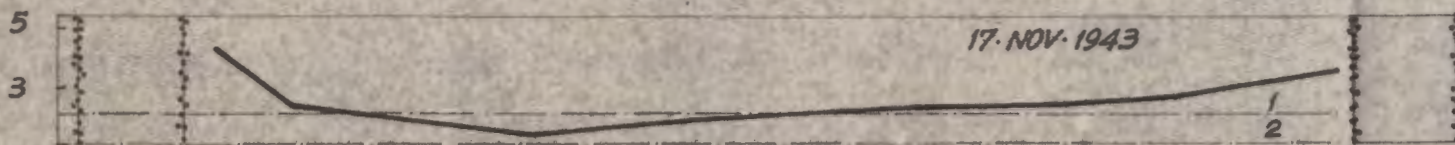
9 SET. 1943

VAN DER LINDE, 1950.

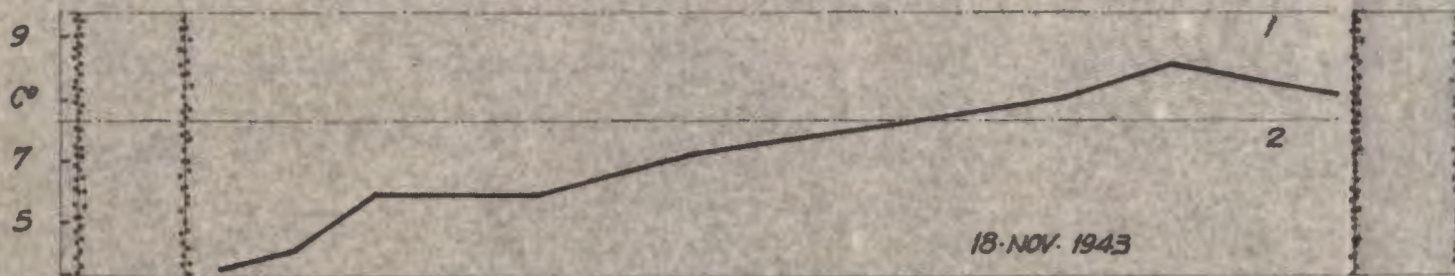


TEMPERATURA MAXIMA A 2cm. ENTRE SETOS.

VII-36"



142 VALORES EN SITIOS NO ABRIGADOS

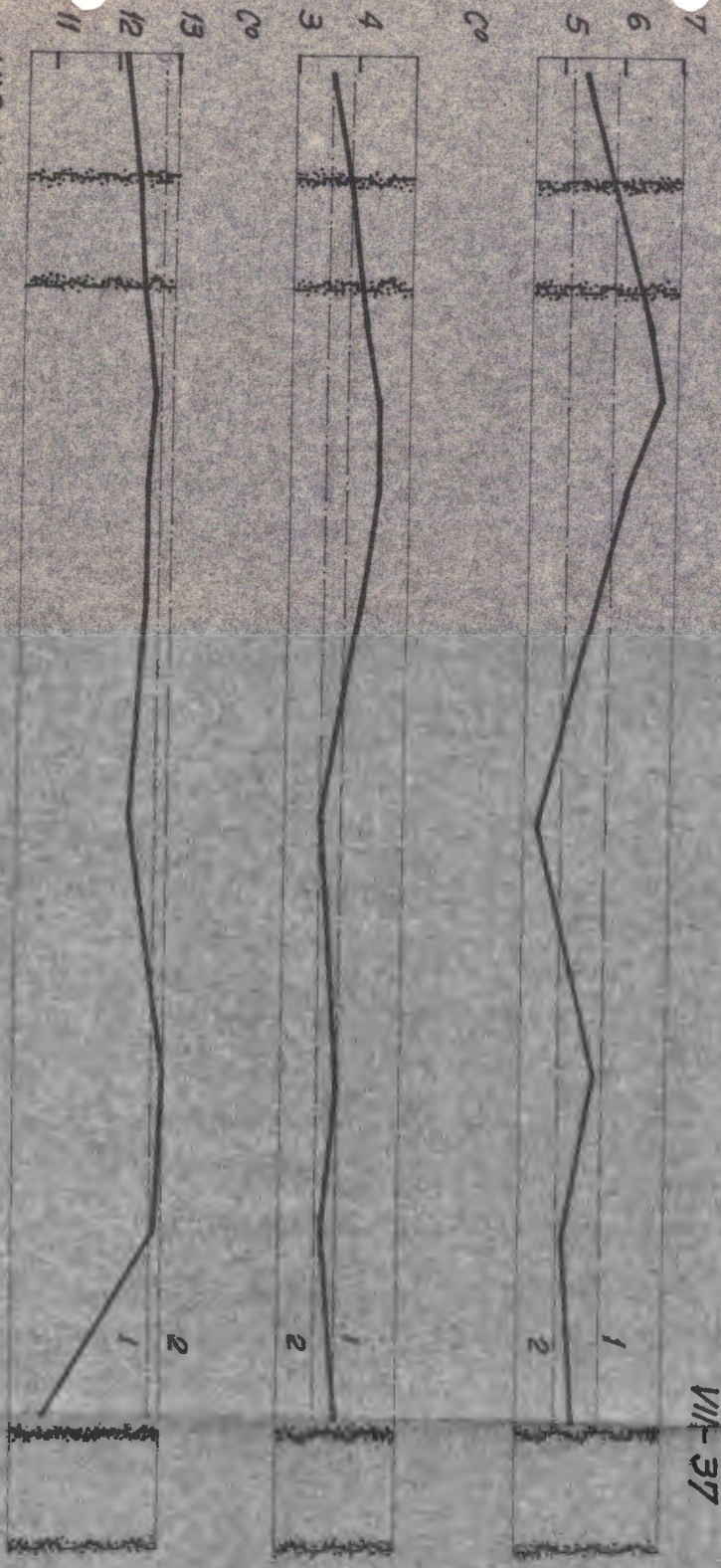


*Handwritten signature*

(VAN DER LINDE, 1950).

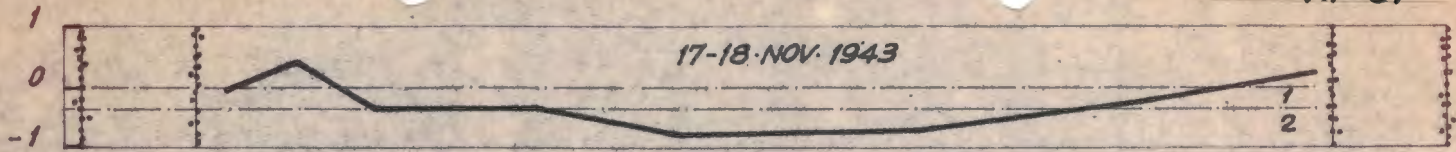
TEMPERATURA MINIMA A 2cm. DE UN SUELO DESNUDO ENTRE SETOS.

VII-37

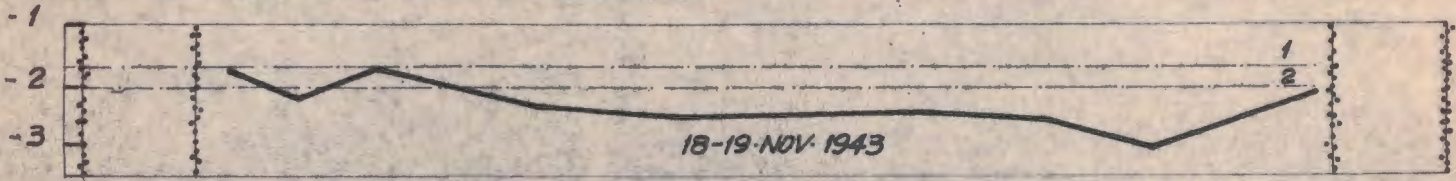


1 y 2 VALORES EN SITIOS NO ABRIGADOS

(VAN DER LINDE, 1950.)



142 VALORES EN SITIOS NO ABRIGADOS.

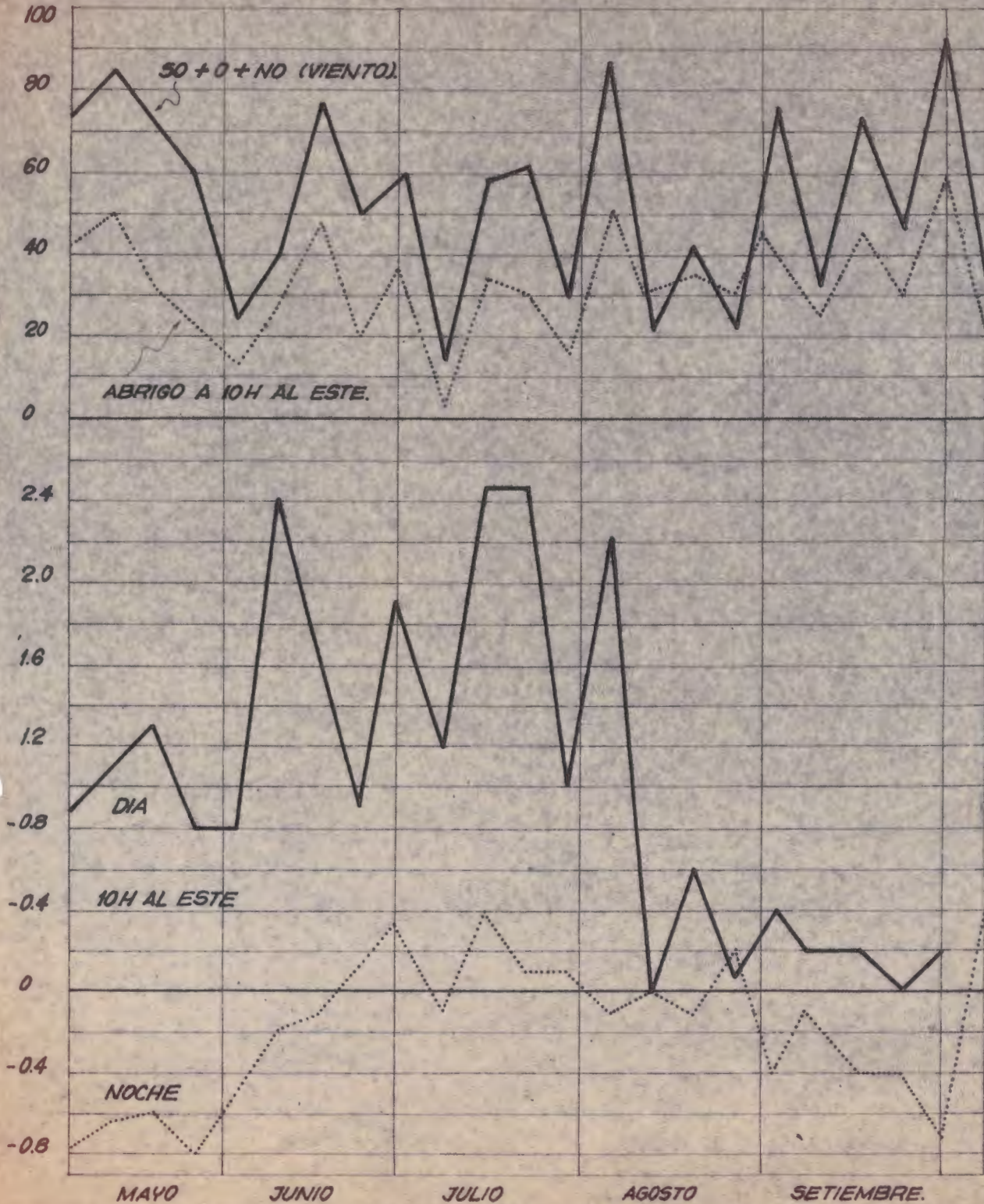


(VAN DER LINDE, 1950).



VIENTO OESTE EN % DEL TOTAL (LINEA LLENA). ABRIGO % Y AUMENTO DE TEMPERATURA DURANTE DIA Y NOCHE A 10H AL ESTE DE UNA VALLA, MEDIDAS TOMADAS EN EL VERANO DE 1955. PROXIMO A COPENHAGEN.

VII-38

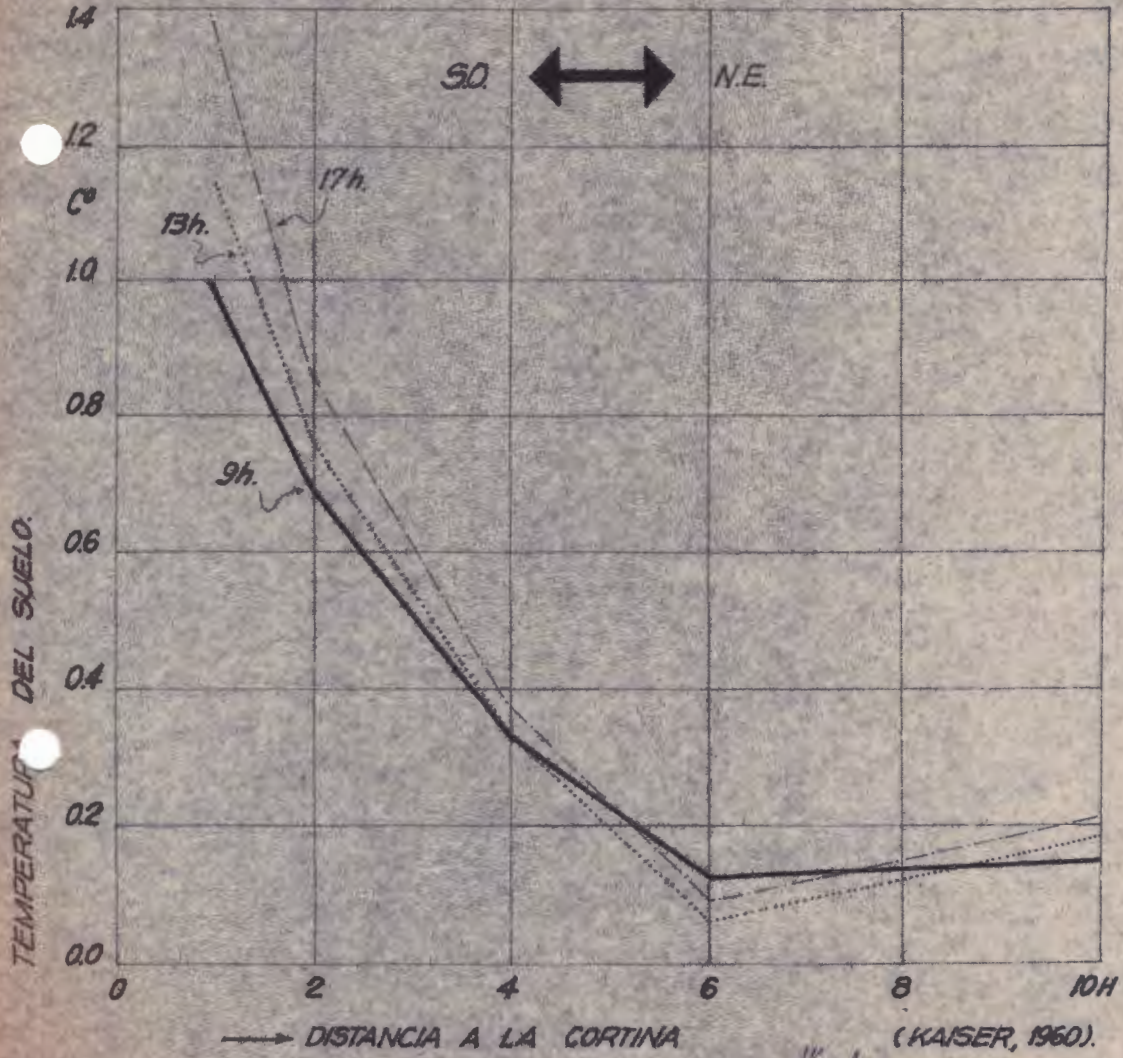


(ASLYNG, 1958).-



TEMPERATURA DEL SUELO (DESPROTEGIDO) A UNA PROFUNDIDAD DE 20 cm.; 25 JULIO - 20 AGOSTO 1957. CAMPO CON REMOLACHA AZUCARERA.

VII-39

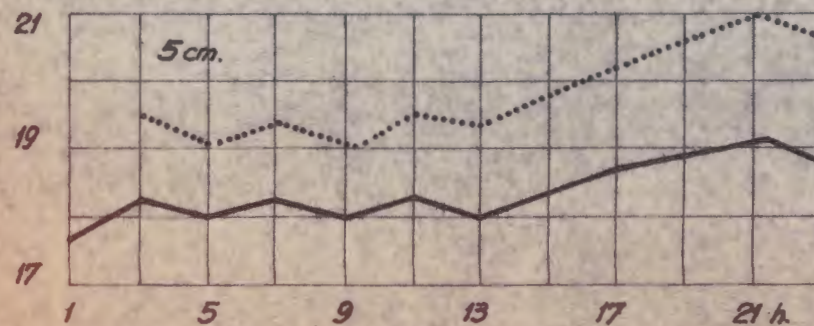
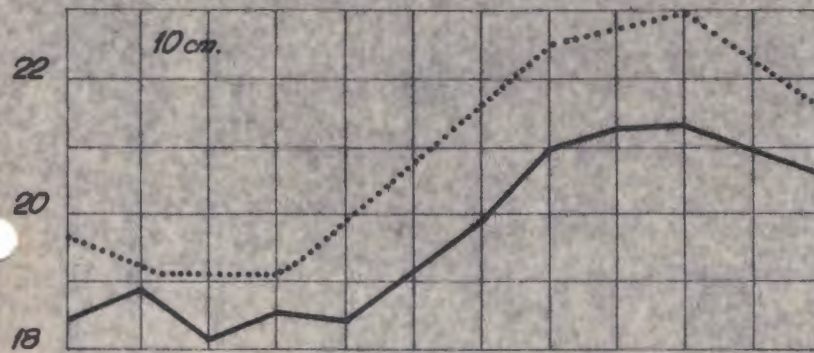
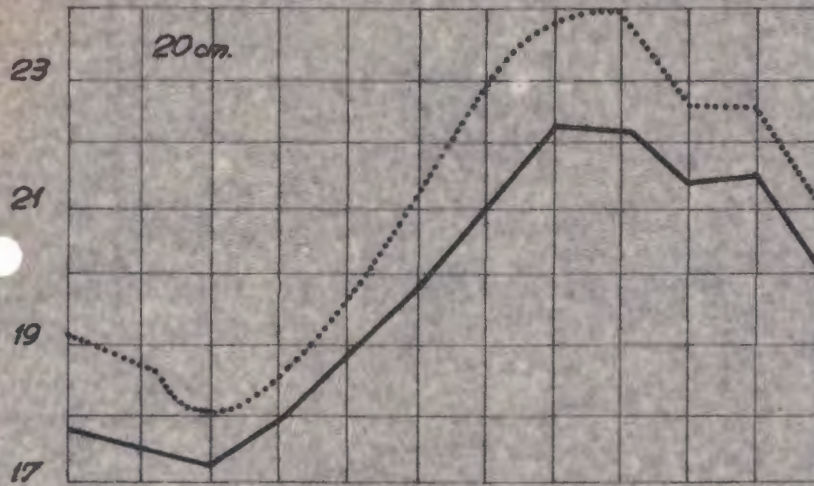


ESTEPA KAMENNAJA

CURSO DIARIO DE LA TEMPERATURA AL SOL  
BAJO TRIGO DE INVIERNO EN JUNIO DE 1948.

———— CAMPO ENTRE CORTINAS  
..... DESCAMPADO

VII-40

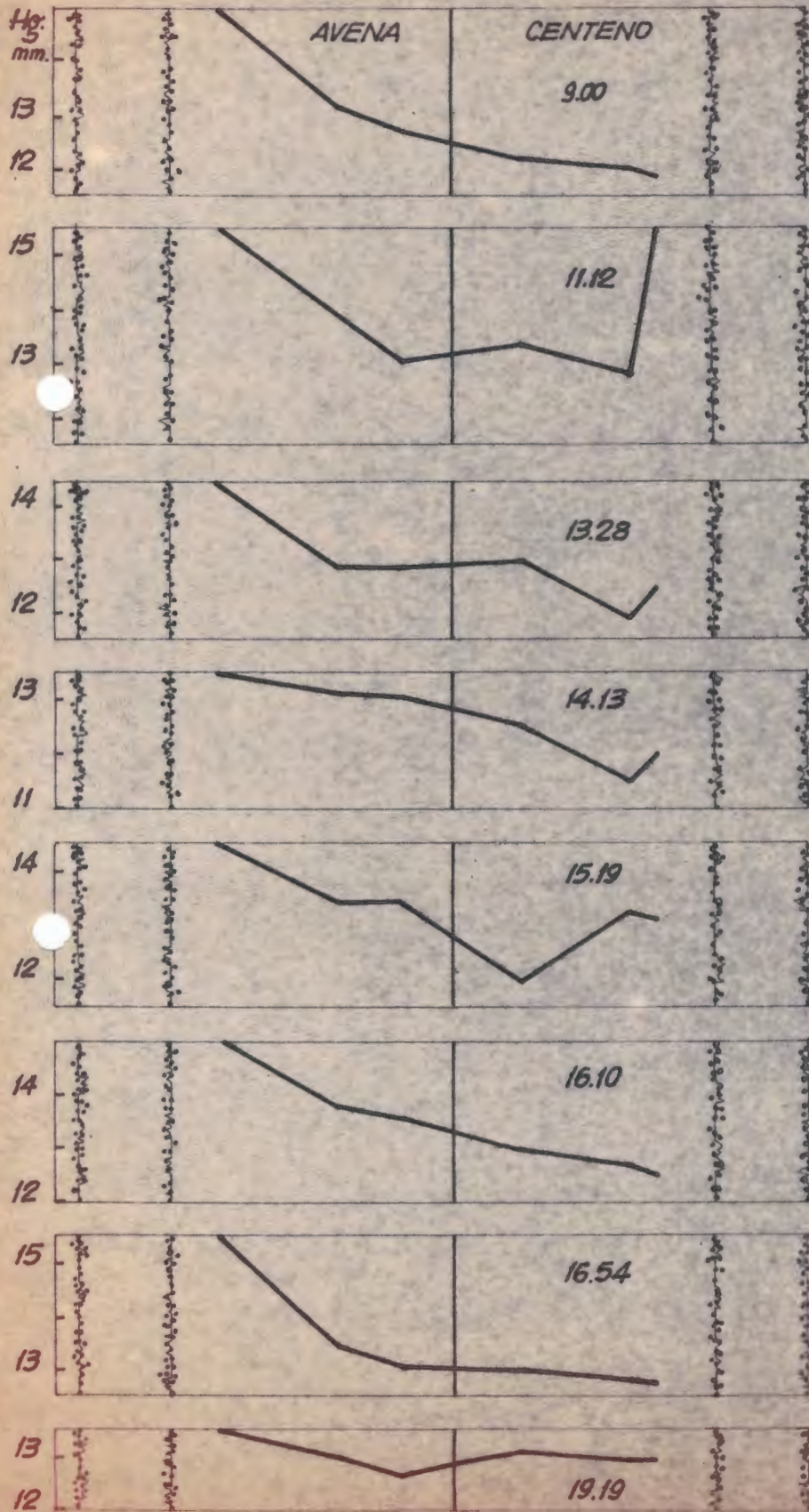


(BURNACKIJ, 1955).



PRESION DE VAPOR ENTRE SETOS A LA ALTURA DE LA ESPIGA (1.20m.) EN DISTINTAS HORAS DEL 3 DE JULIO DE 1947. VIENTO: 050-0 (45° AL EJE DEL STAND)

VII-41

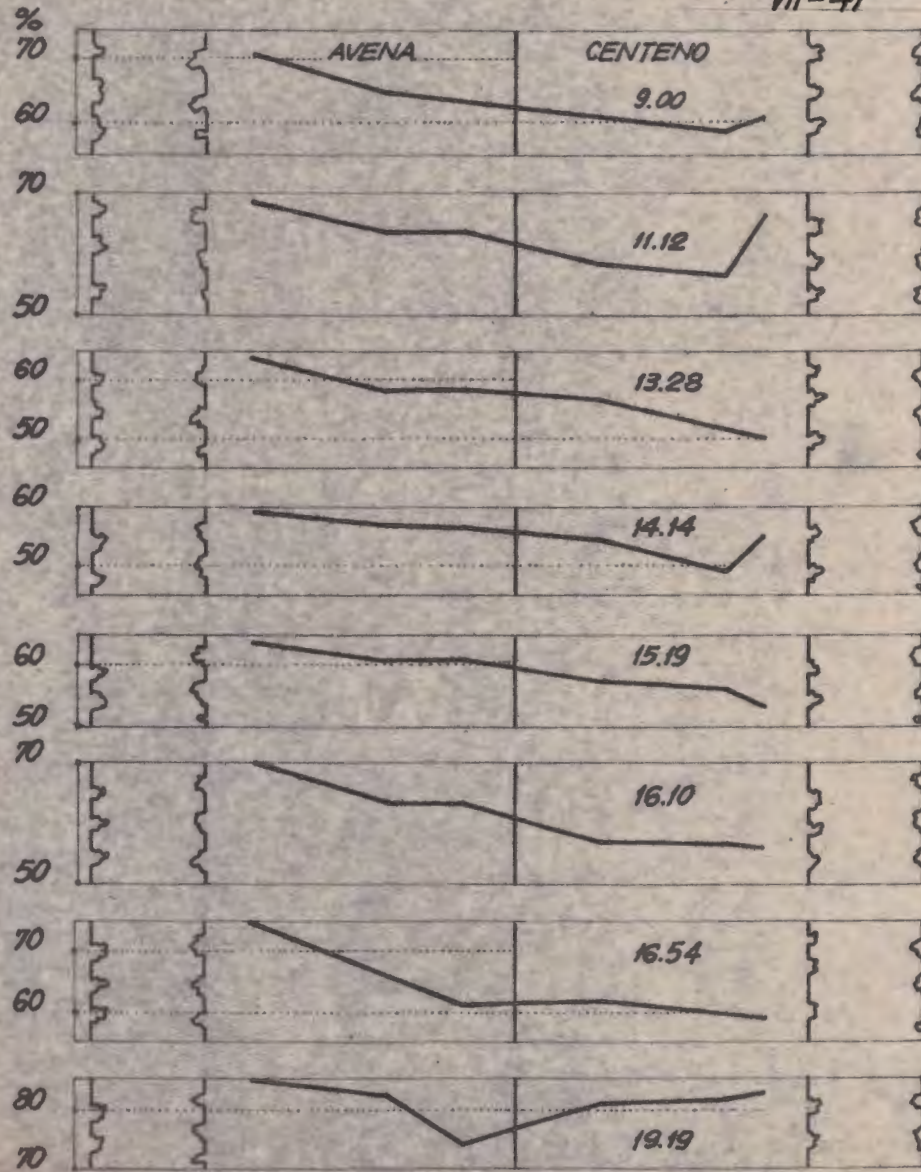


(VAN DER LINDE, 1950).

HUMEDAD RELATIVA EN UN CULTIVO DE GRANOS ENTRE SETOS A LA ALTURA DE LA ESPIGA (1.20) EN DISTINTOS MOMENTOS DEL DIA 3 DE JULIO DE 1947.

VIENTO: 090-0 (45° AL EJE DEL STAND). (ESTERA KAMENNAJA)

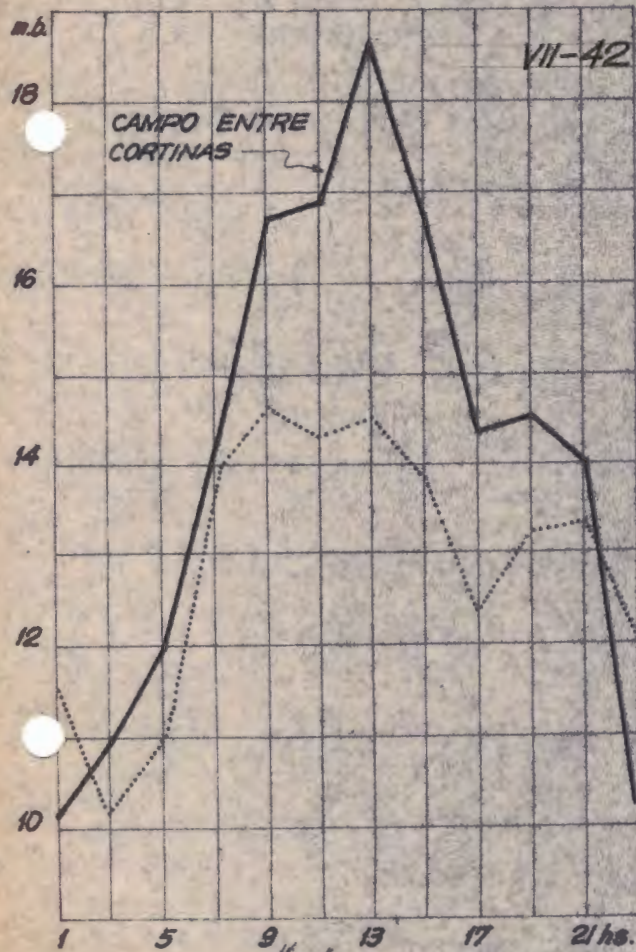
VII-41'



(VAN DER LINDE - WOUDEBERG, 1950).



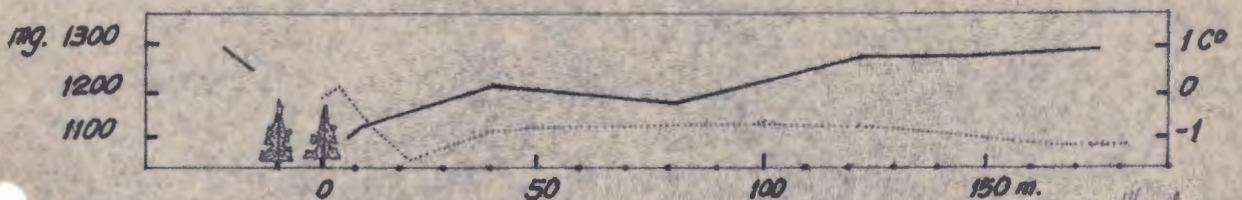
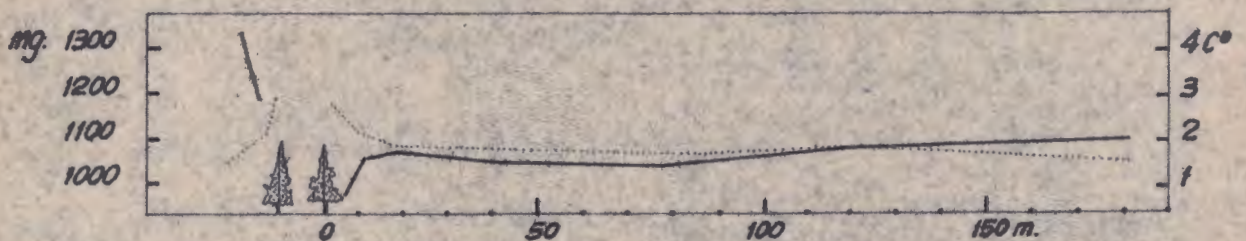
CURSO DIARIO DE LA PRESION MEDIA DE VAPOR SOBRE TRIGO DE INVIERNO - ESTEPA KAMENNAJA, PRIMERA MITAD DE JUNIO DE 1948.



(BURNACKIJ, 1955)

CANTIDAD DE ROCIO (—) Y TEMPERATURA MINIMA (.....) CERCA DEL SUELO A SOTAVENTO DE UN ROMPEVIENTOS. NOCHE CLARA Y CALMA.

VII-43

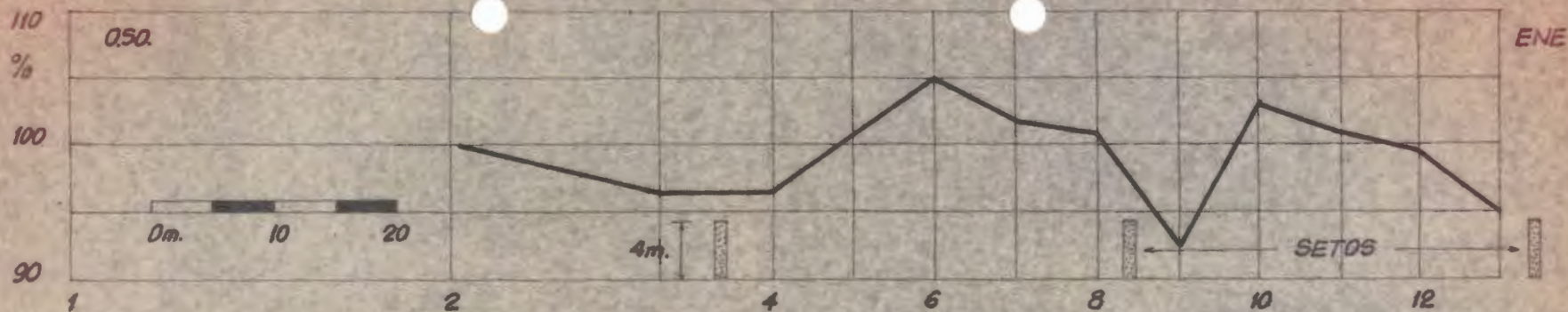


(VAN EIMERN, 1954)



DISTRIBUCION DE LA LLUVIA EN UN AREA ABRIGADA

VII-44



(KARSCHON, 1956).

*[Handwritten signature]*

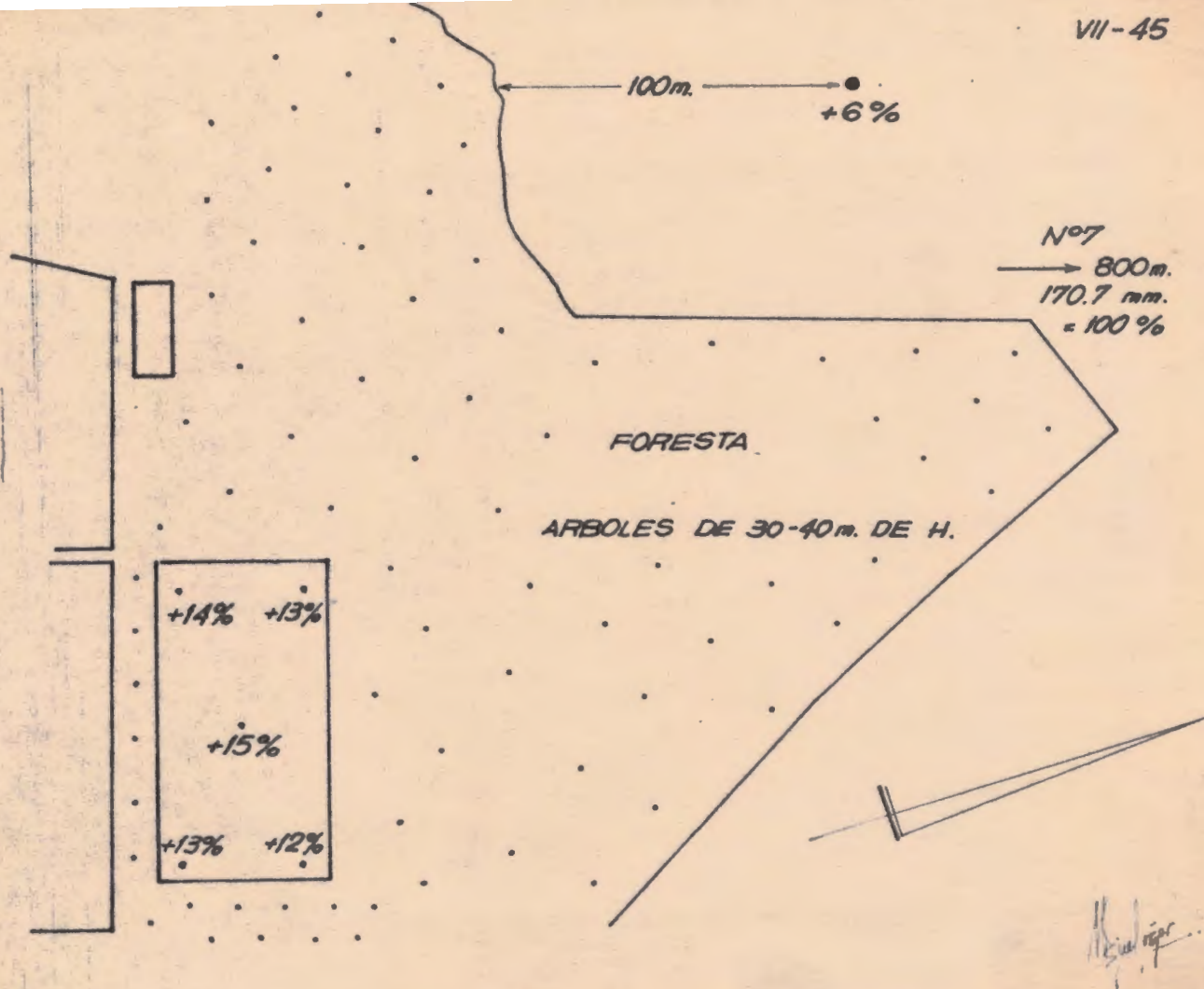
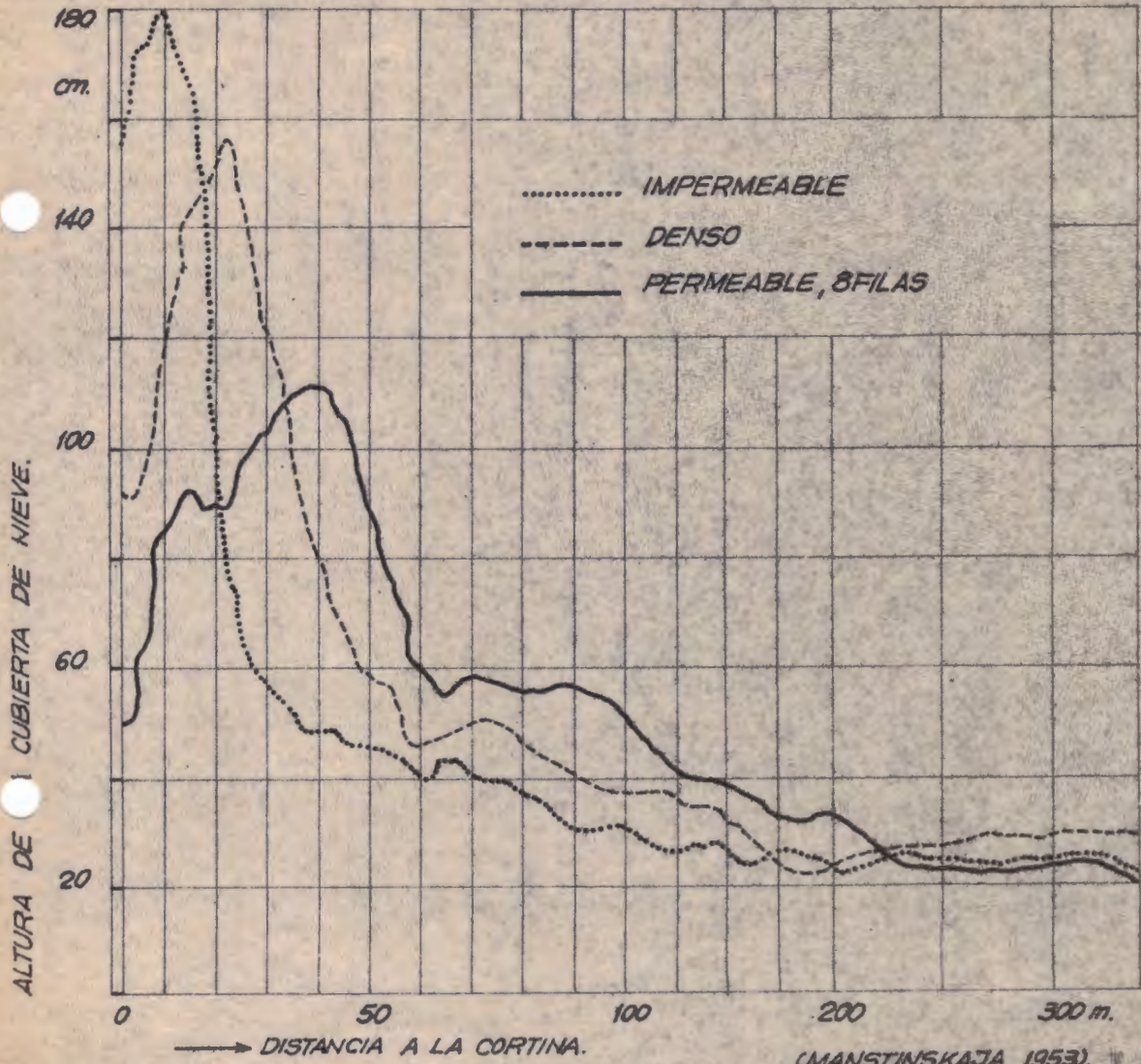


FIG. 45.- INCREMENTO DE PRECIPITACION EN EL JARDIN DEL CASTILLO SCHWETZINGEN, PROTEGIDO POR UNA FORESTA. JULIO-NOVIEMBRE 1951.  
(KREUTZ, 1952)

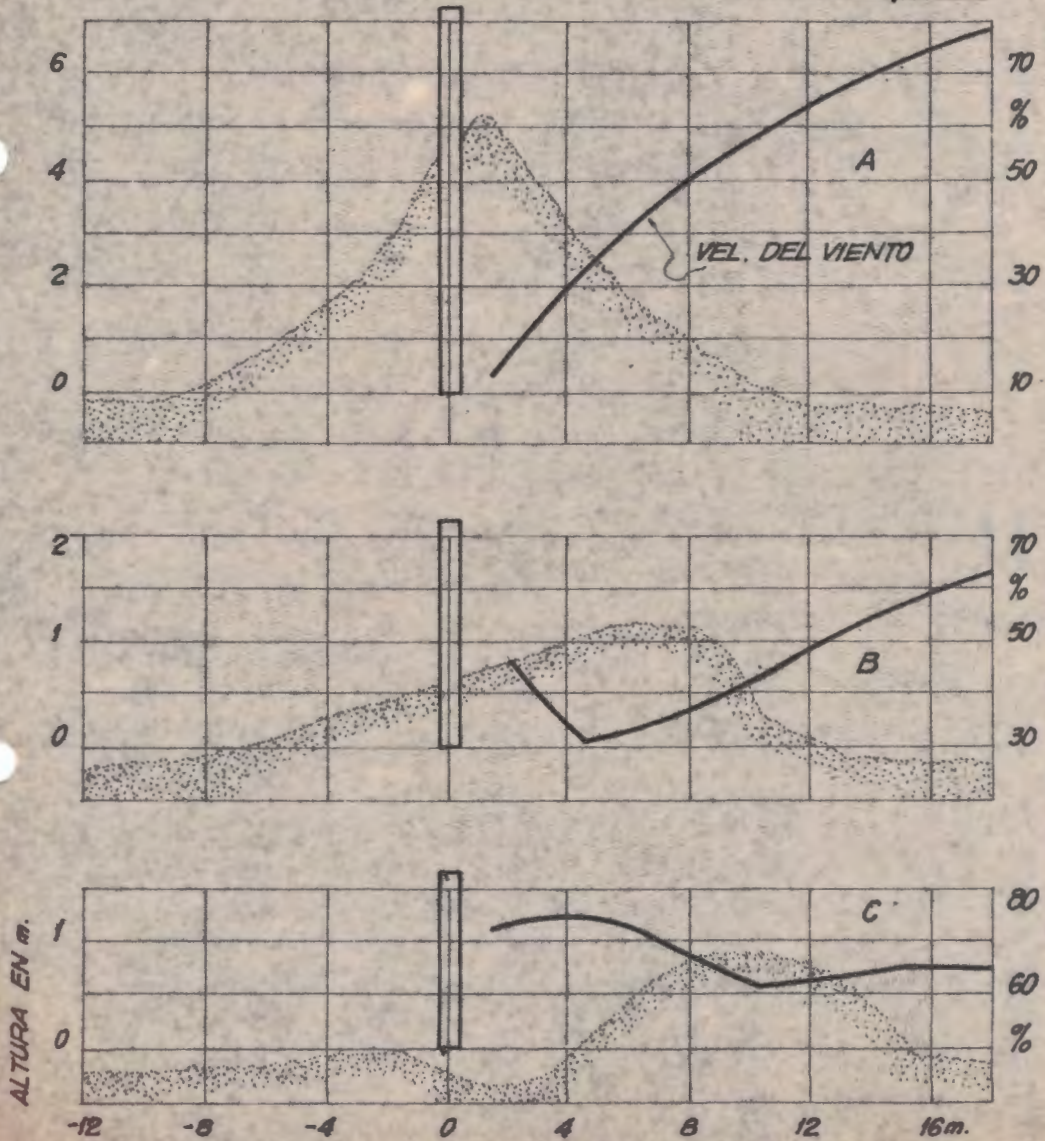




VELOCIDAD DEL VIENTO Y ACUMULACION DE ARENA PROXIMA A DIFERENTES VALLAS.

- A). VALLA IMPERMEABLE LUEGO DE 7 años DE INSTAURADA. VIENTO A 1.4 m.
- B). VALLA PERMEABLE LUEGO DE 2 años. VIENTO A 37.5 m.
- C). VALLA PARA NIEVE LUEGO DE 5 1/2 meses. VIENTO A 45 cm.

VII-47



(KAISER, 1959).

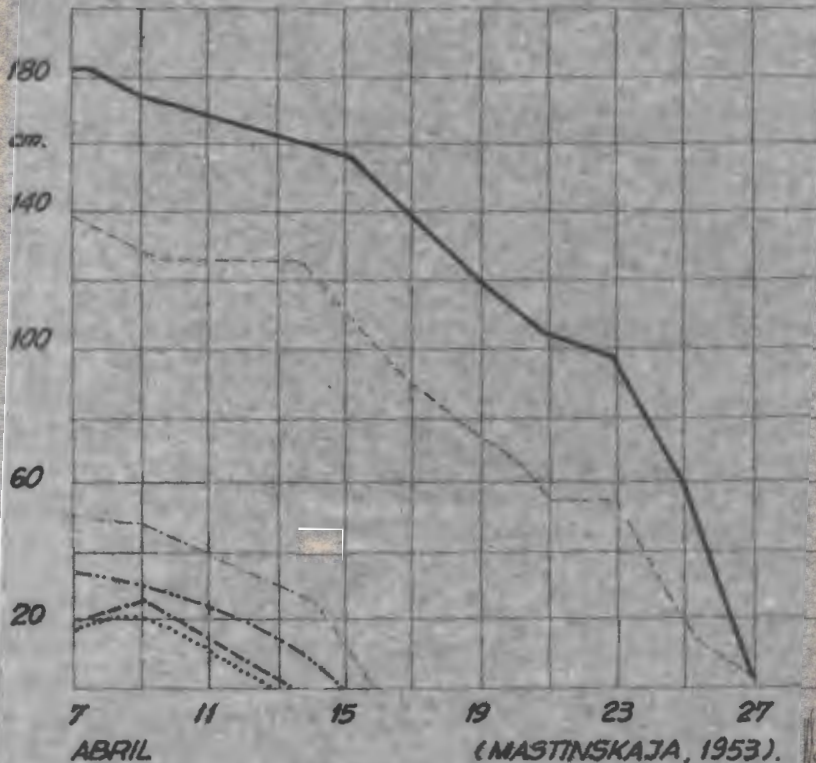
*Handwritten signature*

CURSO DE LA NIEVE FUNDENTE ENTRE CORTINAS  
DENSAS. ESTEPA DE ORENBURG, 1952.

VII-48.

- SIN CORTINA
- - - - - 15 m. A BARLOVENTO
- - - - - 30 m. " "
- · - · - 15 m. " SOTAVENTO
- · - · - 50 m. " "
- CENTRO DEL CAMPO.

ALTURA DE LA CUBIERTA DE NIEVE.



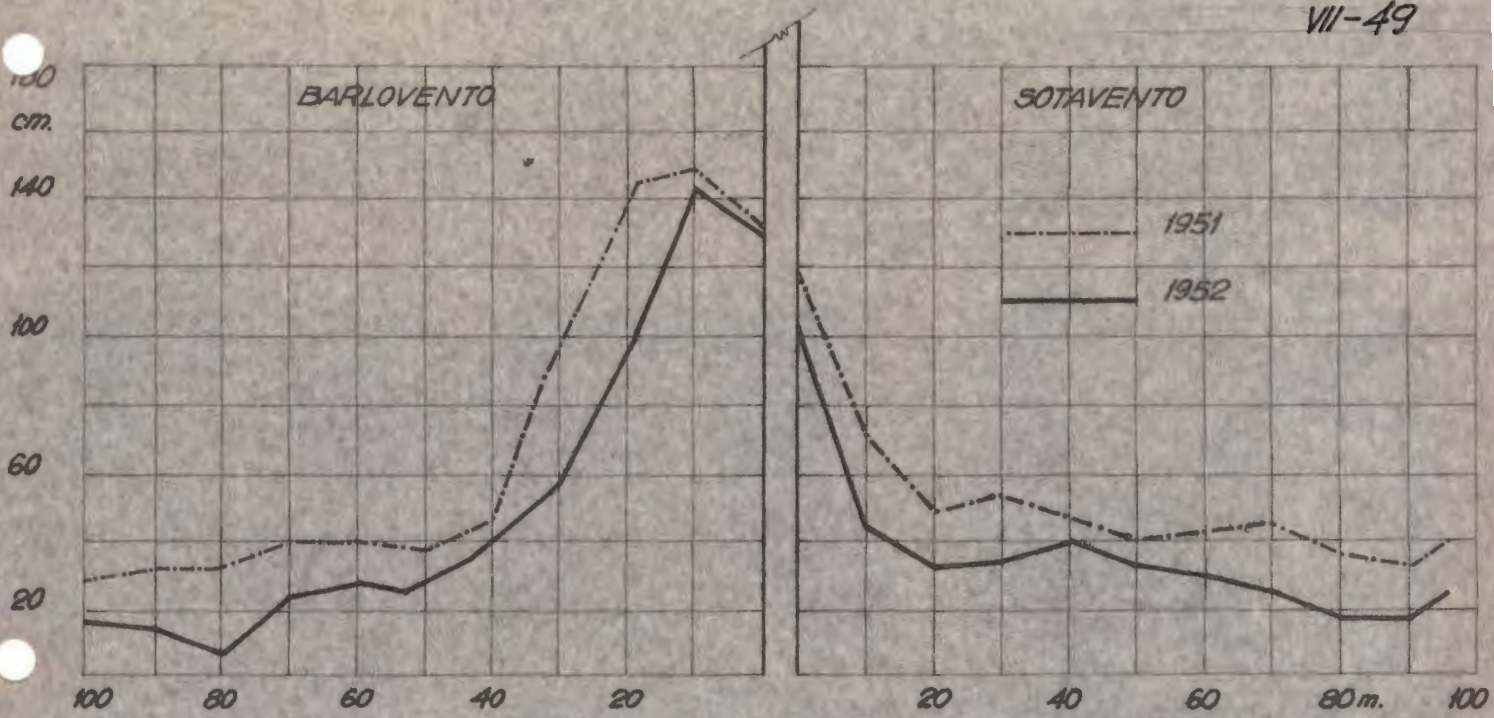
(MASTINSKAJA, 1953).

*M. S. For*



ALTURA MAXIMA DE LA CUBIERTA DE NIEVE A AMBOS LADOS DE UNA CORTINA DENSA.

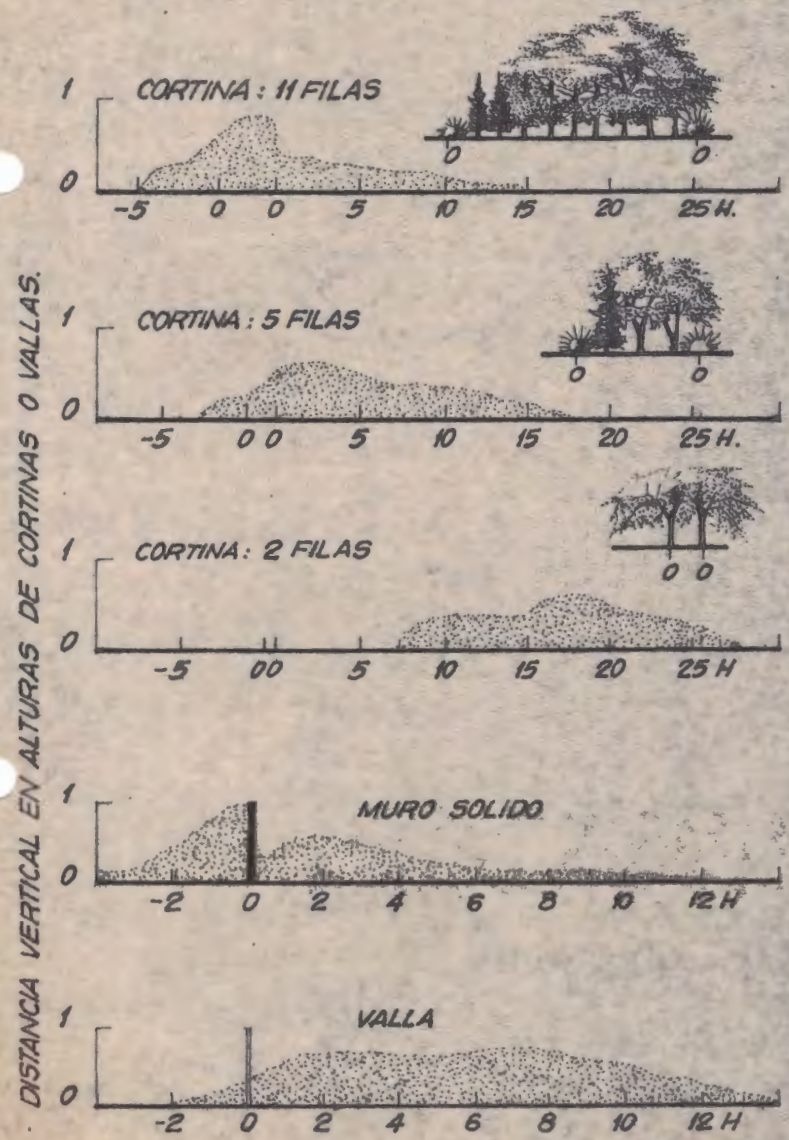
VII-49



(MASTINSKAJA, 1953).



PERFILES DE NIEVE DEPOSITADA POR CORTINAS DEFOLIADAS, UN MURO Y UNA VALLA.  
 VELOCIDAD DEL VIENTO: 15.9 m.p.h. A 12.5 cm.  
 SOBRE EL PISO DEL TUNEL. VII-50

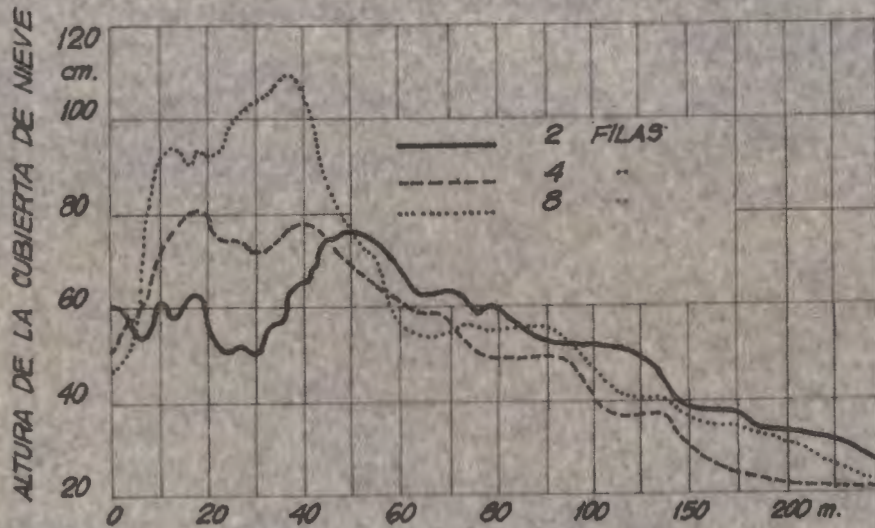


*Handwritten signature*

(WOODRUFF, 1954).

ACUMULACION DE NIEVE A SOTAVENTO DE CORTINAS PERMEABLES CON ESPESORES DIFERENTES.

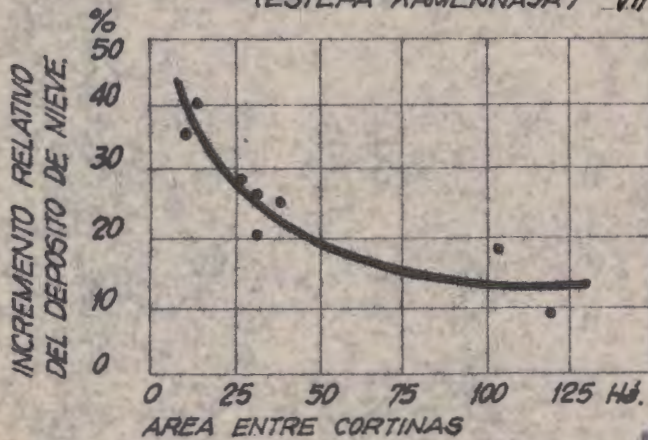
VII-51



(GOLUBEVA, 1941).

INCREMENTO RELATIVO DEL ALMACENAMIENTO DE NIEVE ENTRE CORTINAS COMPARADO CON EL DESCAMPADO.

(ESTEPA KAMENNAJA) VII-52



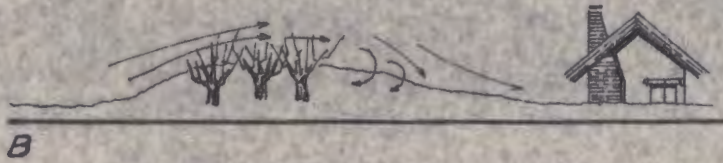
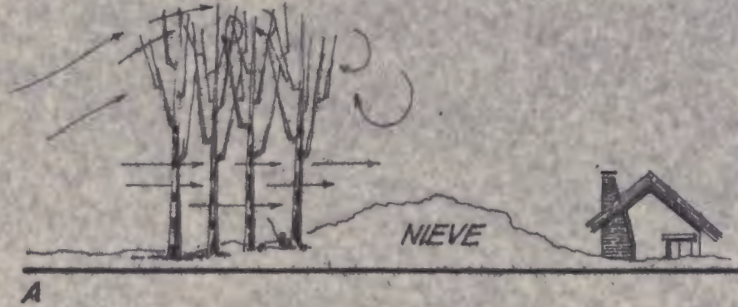
(KONSTANTINOV, 1953).



PREVENCIÓN DE ACUMULACIÓN DE NIEVE POR MEDIO DE CORTINAS EN TORNO A LOS EDIFICIOS EN PRADERAS CANADIENSES.

- A - NO ADECUADO
- B - POCO ADECUADO
- C - MUY ADECUADO

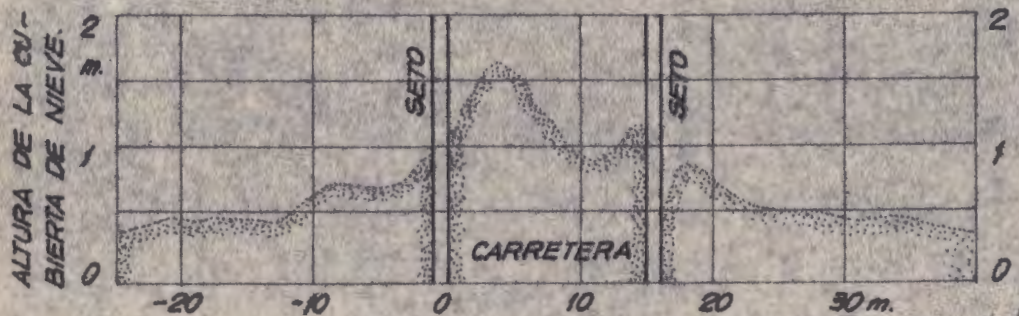
VII-53



(PATTEN, 1956).

ACUMULACIÓN DE NIEVE POR DOS SETOS SITUADOS A LOS BORDES DE UNA CARRETERA. 2 DE FEBRERO DE 1952 EN KONZENZ.

VII-54

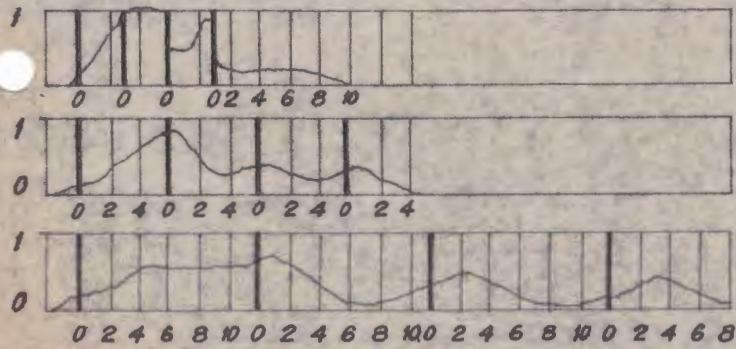
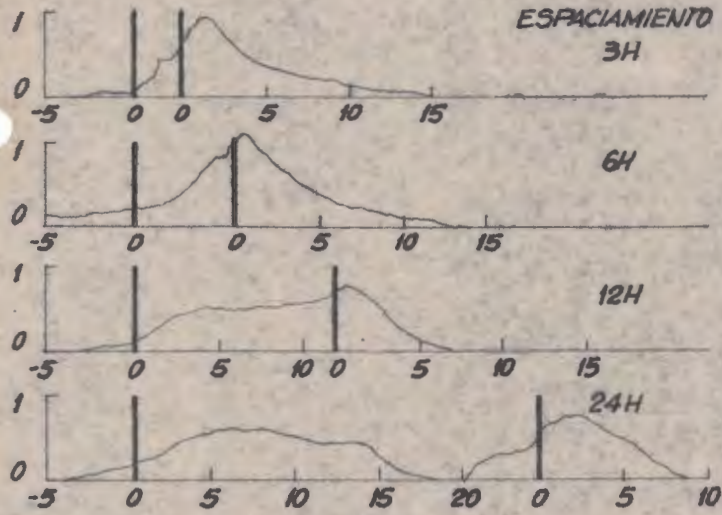


(KÜHLEWIND, 1955).



PERFILES DE NIEVE OCASIONADOS POR VALLAS DE NIEVE

VII-55

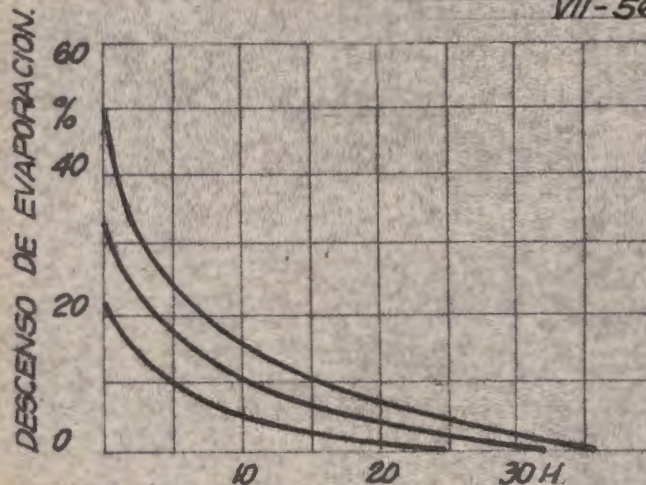


*Woodruff*

(WOODRUFF, 1954).

DESCENSO DE EVAPORACION SEGUN LA DISTANCIA A LA CORTINA.

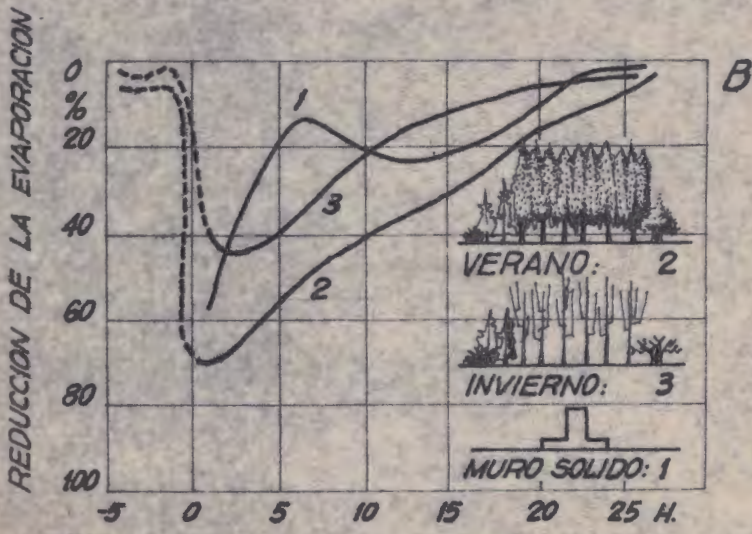
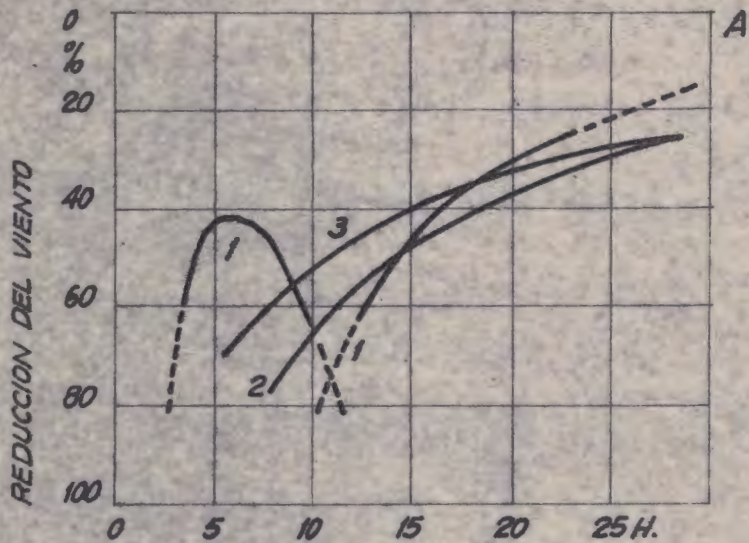
VII-56



*Konstantinov*

(KONSTANTINOV Y STRUSER, 1953).

REDUCCION DE LA VELOCIDAD APLICADA INDEPENDIENTEMENTE DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO. PARA B LA VEL. DEL VIENTO FUE 27.3 m.p.h. MEDIDA EN EL CENTRO DEL TUNEL. VII-57



(WOODRUFF, 1954)

*Handwritten signature*



RESERVA DE HUMEDAD PRESENTE EN UNA CAPA DE SUELO DE UN METRO A DIFERENTES DISTANCIAS DE UNA CORTINA. REGISTRO DESDE ABRIL A OCTUBRE

A, B - PROMEDIO EN 3 AÑOS BAJO TRIGO DE VERANO

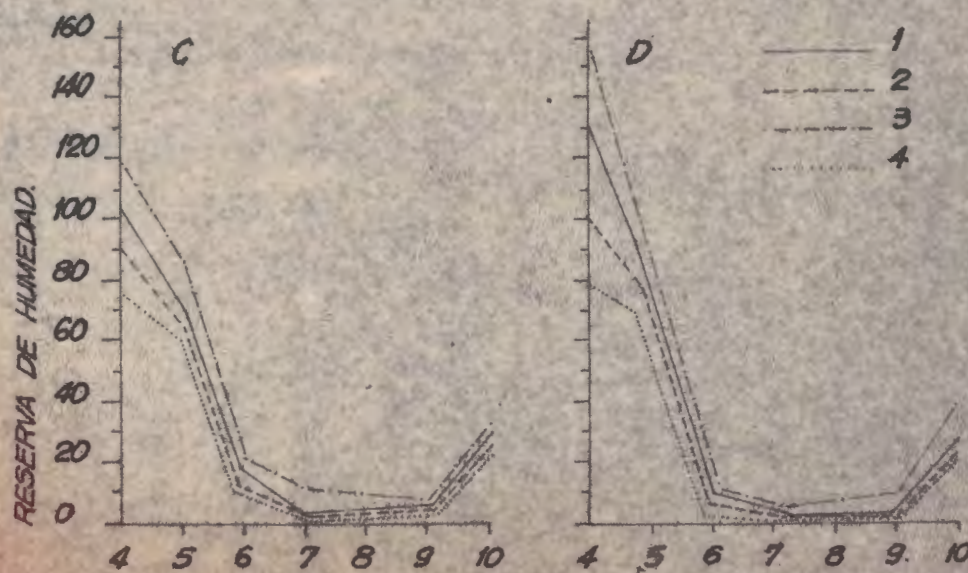
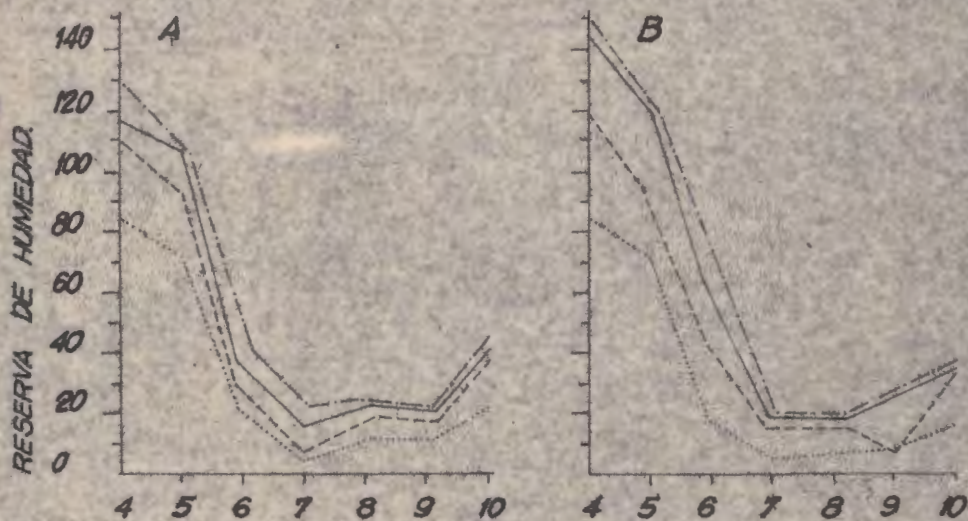
C, D - PROMEDIO EN 2 AÑOS BAJO PASTO

A, C - SOTAVENTO

B, D - BARLOVENTO

VII-58

DISTANCIAS: 1 = 15m.; 2 = 50m.; 3 = 100m.; 4. CENTRO DEL CAMPO.

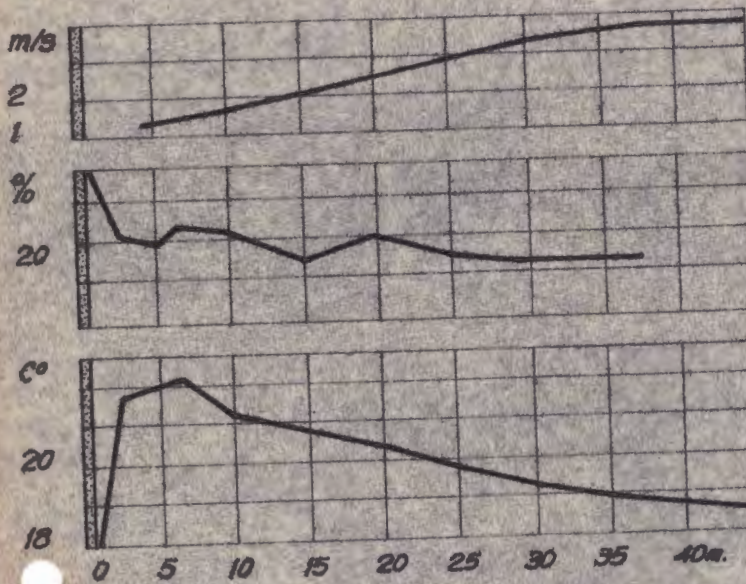


(MASTINSKAJA, 1954)



VELOCIDAD DEL VIENTO A 1m. DEL SUELO; TEMPERATURA A 0-10cm. DE PROFUNDIDAD A SOTAVENTO DE UN SETO ESTRECHO Y ALTO. 5-MAYO-1952

VII-59



VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO. 11-14h.

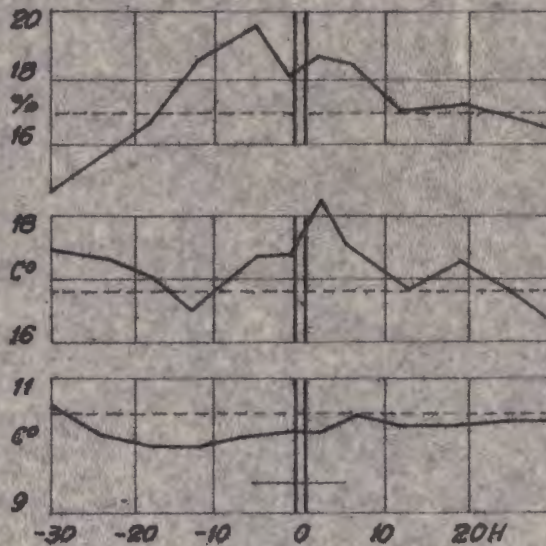
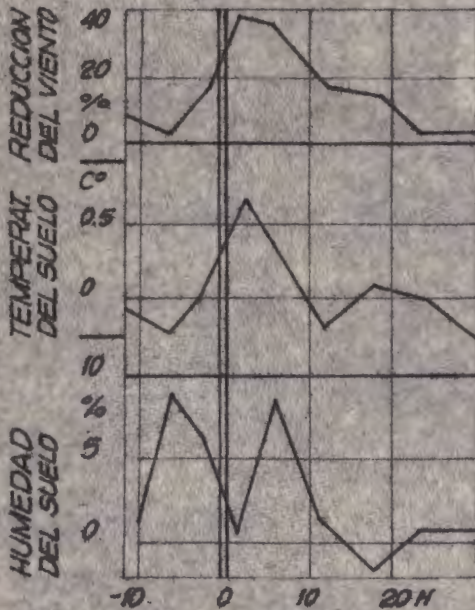
HUMEDAD MEDIA DEL SUELO. (PESO %).

TEMPERATURA MEDIA DEL SUELO A LAS 15hs.

(KÜHLEWIND, 1955).

REDUCCION DEL VIENTO (83cm.), HUMEDAD DEL SUELO (10-30cm.), TEMPERATURA DEL SUELO (20cm.) MEDIDAS ENTRE FILAS DE REMOLACHA AZUCARERA EN SUELO FRANCO ARENOSO, TEMPERATURA MINIMA (40cm. SOBRE LA SUPERFICIE). TODAS LAS MEDIDAS A AMBOS LADOS DE UNA VALLA (DENSIDAD = 50%) EN COLOGNE-WAHN.

VII-60



HUMEDAD DEL SUELO 25 JUNIO 1958 16h.

TEMPERAT. DEL SUELO JUNIO 25 DE 1968 16h.

TEMPERAT. MINIMA. 5 JULIO 1968

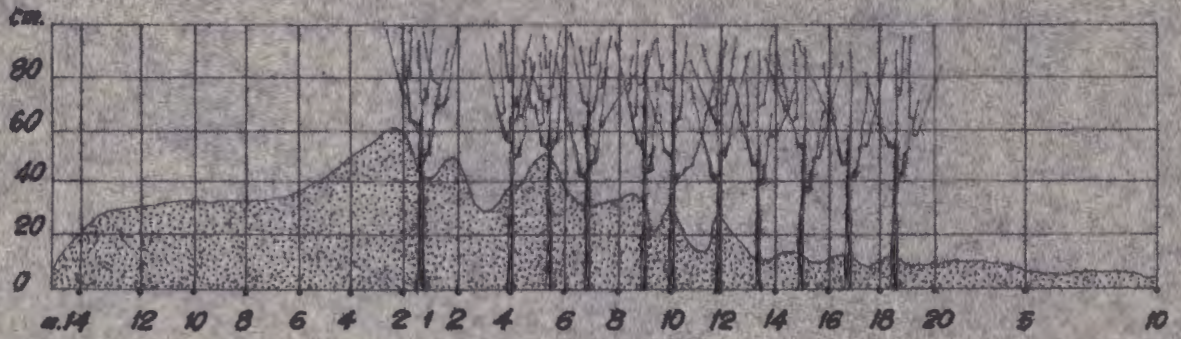
IZQUIERDA: VALORES MEDIOS. DIFERENCIA CON EL DESCAMPADO. 15-25 JULIO 1958  
 DERECHA: VALORES INDIVIDUALES. 1958

(KAISER-1960)



ACUMULACION DE POLVO LUEGO DE UNA TORMENTA DE TRES DIAS EN UNA CORTINA DENSA DE 6m. DE ALTURA Y 20m. DE ANCHO. MARZO-1939 EN EL CAUCASO DEL NORTE.

VII-61

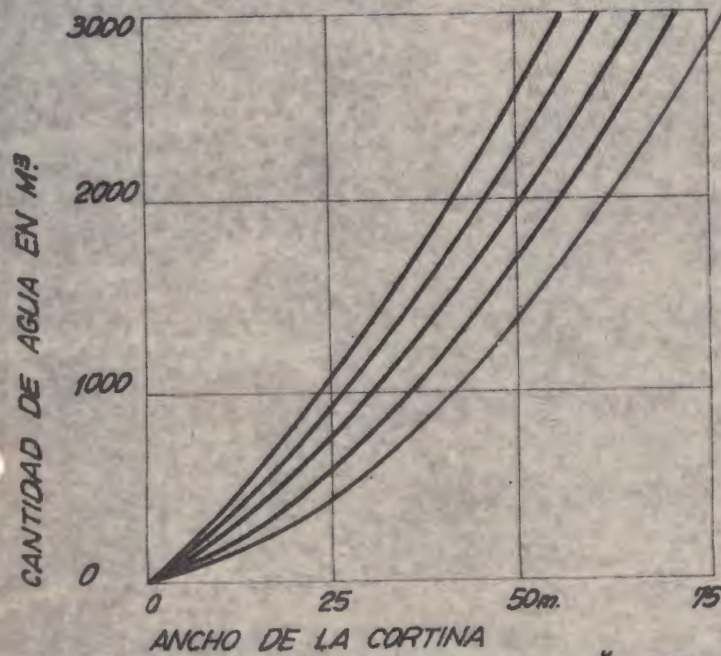


(BOLUBEVA, 1941).

RELACION ENTRE ANCHOS DE CORTINAS, ANGULO DE LAS PENDIENTES Y CANTIDAD DE AGUA DETENIDA POR UNA CORTINA DE 100m. DE LONGITUD.

VII-62

ANGULO DE LA PENDIENTE  
0.2° 1° 3° 5° 10°

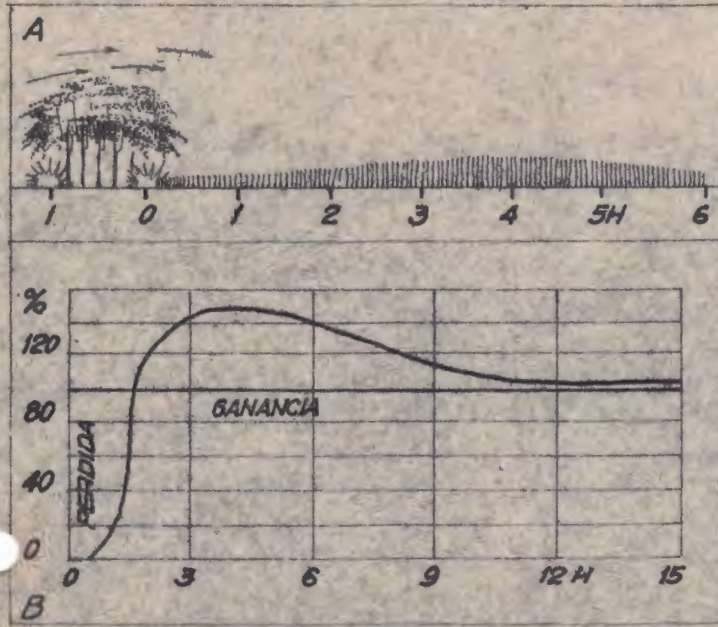


(L'VOVIČ - 1950).



SECCION TRANSVERSAL DE UN ROMPEVIENTO Y UN CAMPO PROTEGIDO (A). - REPRESENTACION DIAGRAMATICA DEL PESO DE LA COSECHA A DIFERENTES DISTANCIAS DEL ROMPEVIENTOS.

VII-63

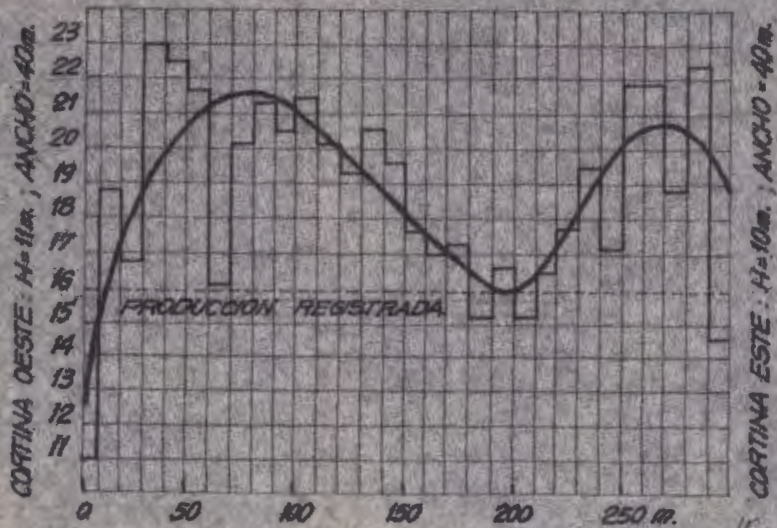


(BATES 1957).

*Handwritten signature*

PRODUCCION DE SEMILLAS ENTRE CORTINAS.

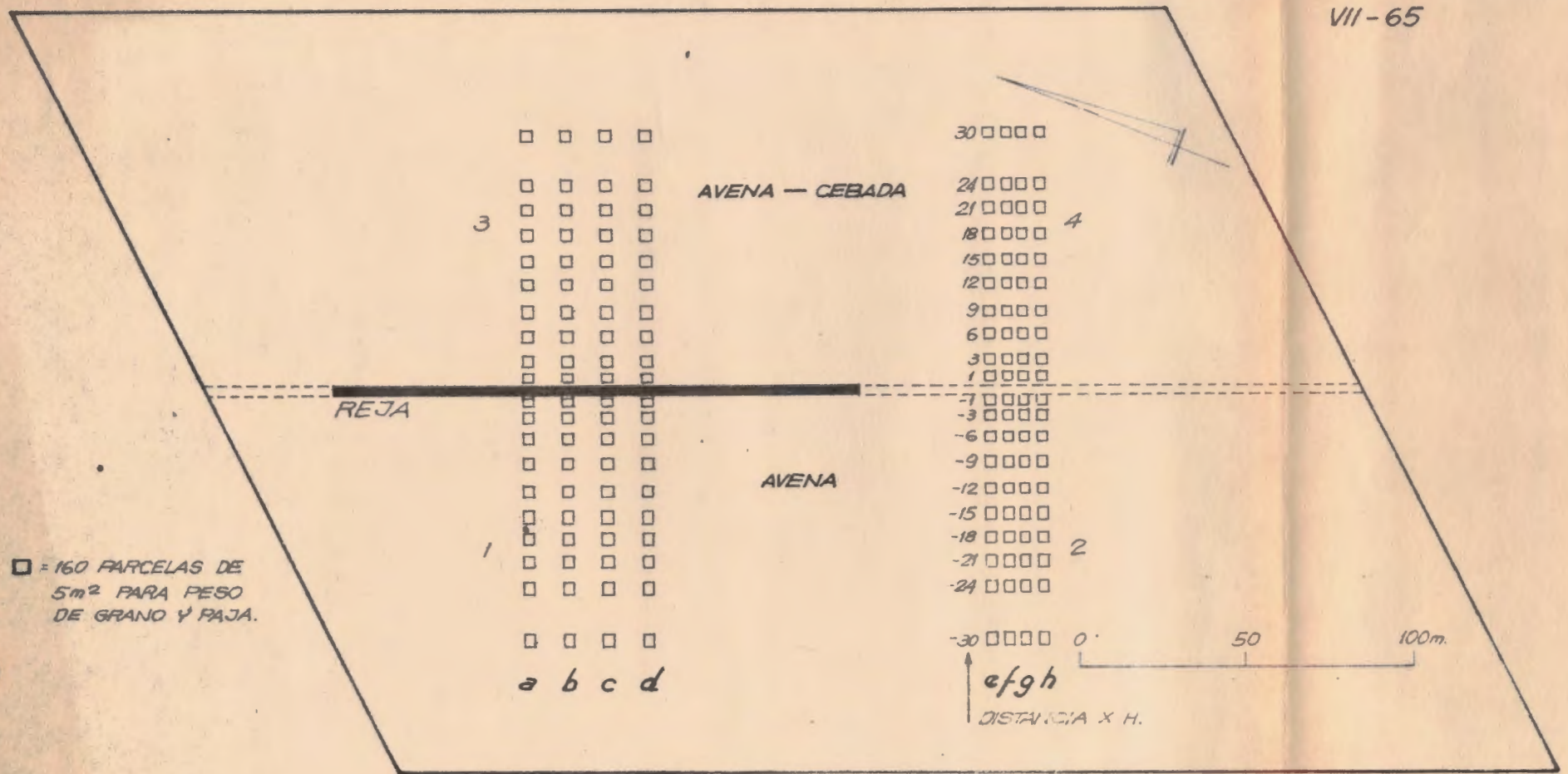
VII-64



(OLBRICH, 1949).

*Handwritten signature*





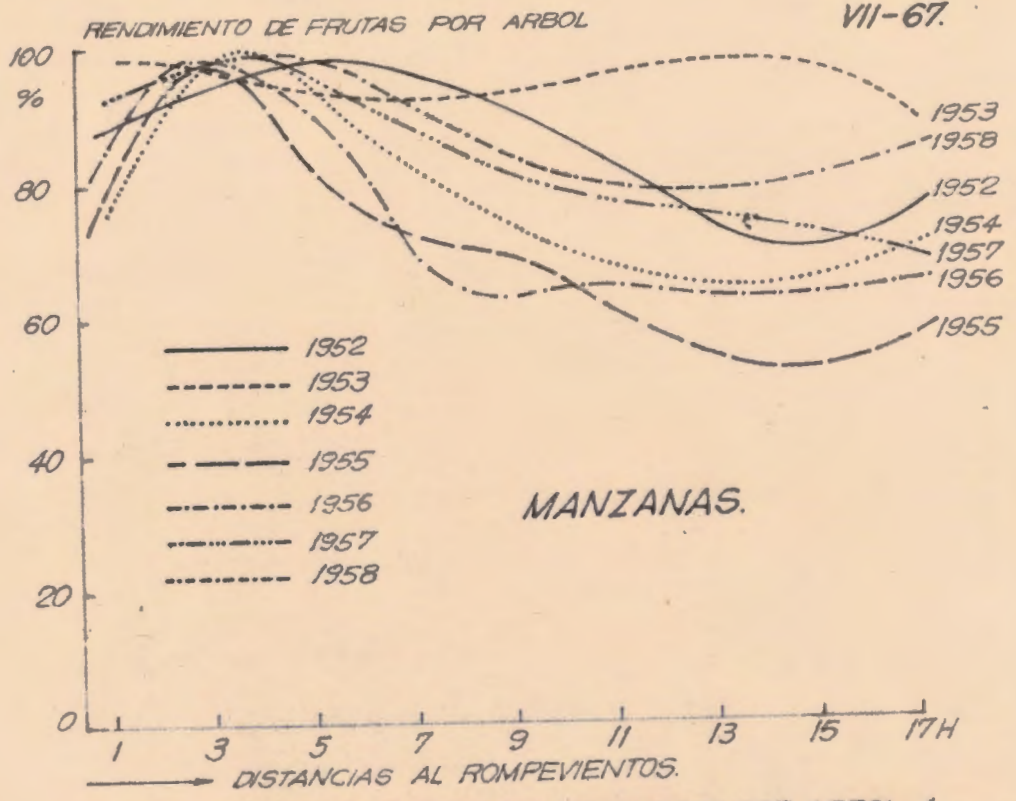


FIG. 67.- RENDIMIENTO DE FRUTAS (PROMEDIO) POR ARBOL A DIFERENTES DISTANCIAS DEL ROMPEVIENTOS (VAN RHEE, 1959)

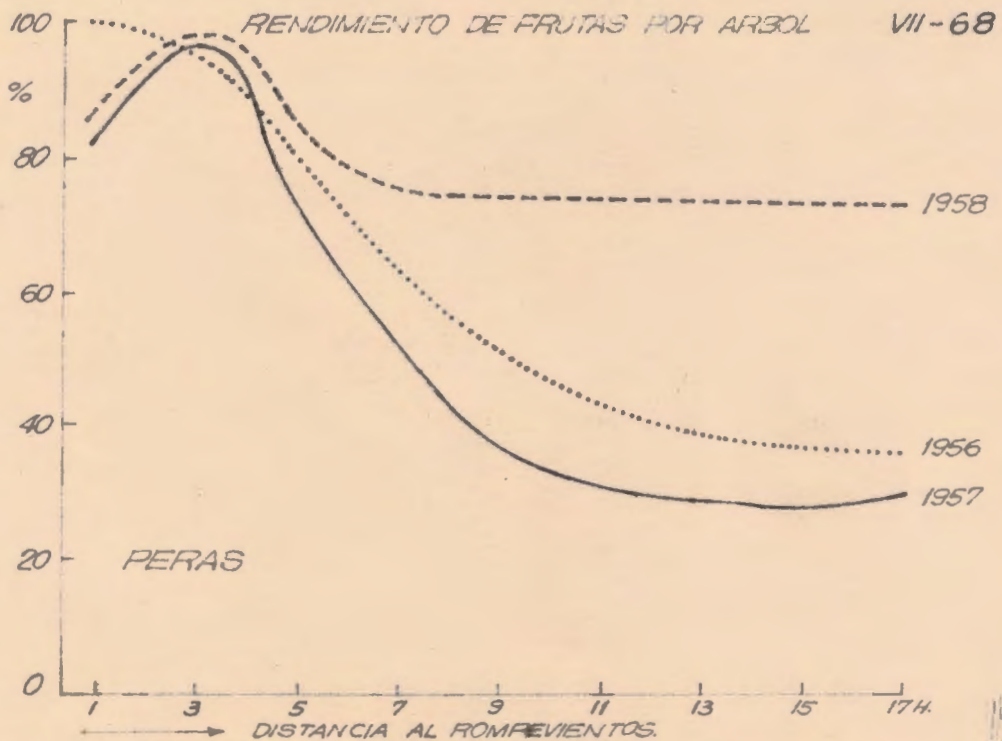
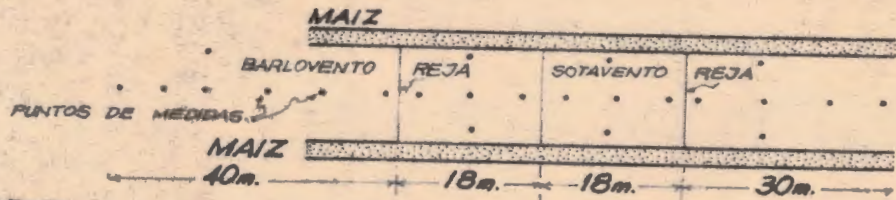


FIG. 68.- RENDIMIENTO PROMEDIO DE FRUTAS POR ARBOL A DIFERENTES DISTANCIAS DEL ROMPEVIENTOS.

(VAN RHEE - 1952)



I. PLAN.



II. RESULTADOS (PROMEDIO)

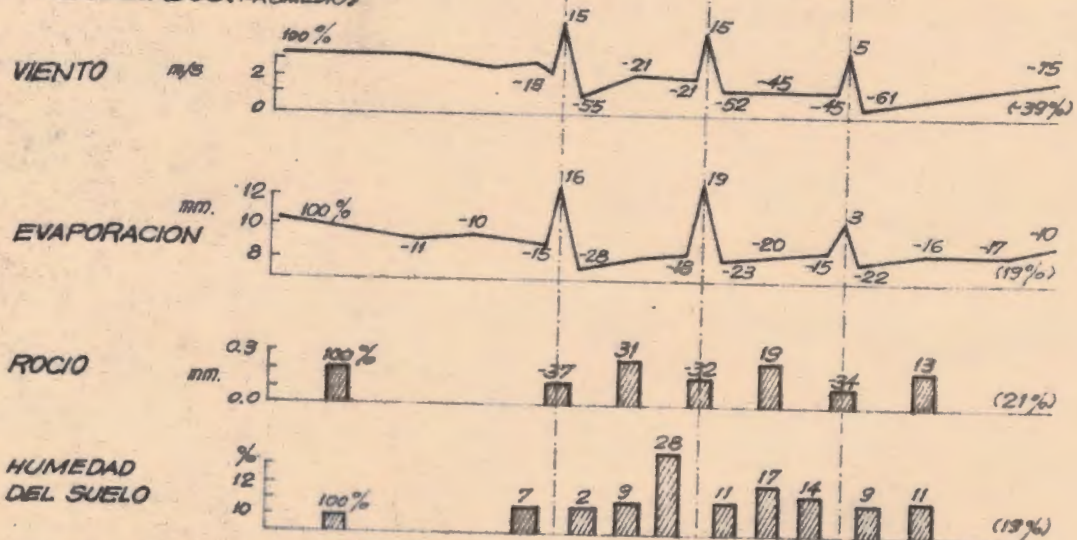


FIGURA 71a. - RESULTADOS DE UNA PRUEBA DE ABRIGO AL VIENTO EN EL VERANO CALIENTE Y SECO DE 1949. (KREUTZ-1952).

TEMP. PROMEDIO DEL AIRE : MAX. BARLOV. 24.2°C, SOTAV. 26.7°  
 MIN. " 10.4°C, " 11.7°

INCREMENTO PROM. DE PRODUC. DE POROTOS DEBIDO AL ABRIGO  
 +57.4%

*Kreutz*

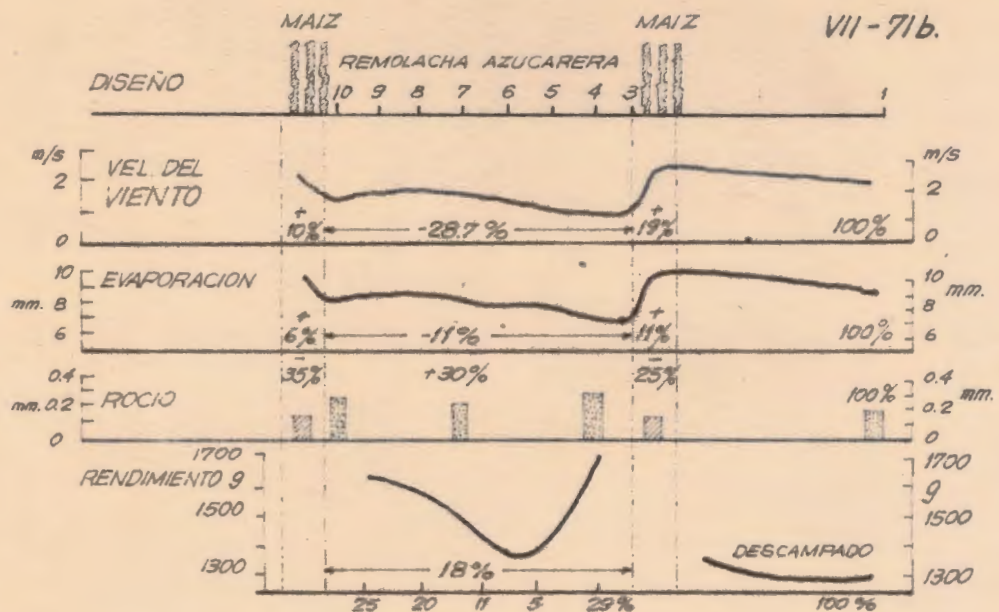


FIG. 71b

DISEÑO Y RESULTADOS DE UN ENSAYO CON FILAS DE MAIZ COMO ROMPEVIENTOS (KREUTZ, 1952).



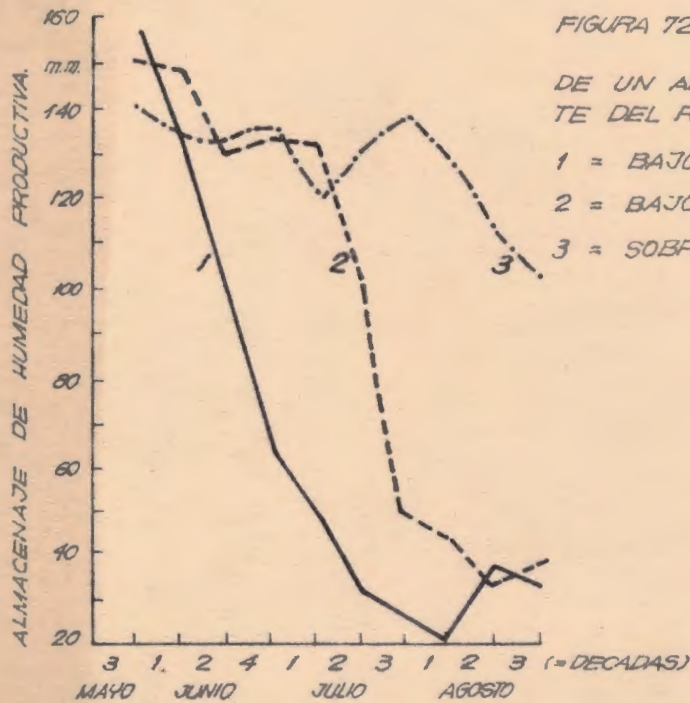


FIGURA 72.- CURSO DE LA HUMEDAD DEL SUELO EN UN ALMACIGO DE ROBLES DE UN AÑO DE EDAD EN 1952 (REGION ESTE DEL RIO VOLGA) - (LUKINA, 1954)

- 1 = BAJO UNA CUBIERTA DE TRIGO DE VERANO
- 2 = BAJO UNA CUBIERTA DE GIRASOL
- 3 = SOBRE TIERRAS ESTERILES.

VII-72.

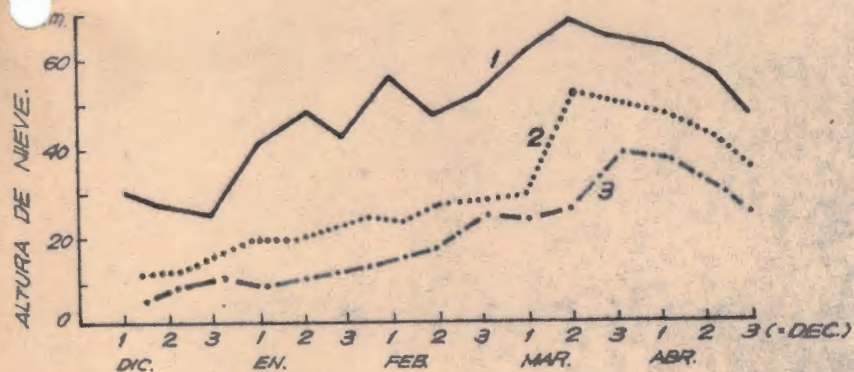


FIGURA 73.- ALTURA DE LA NIEVE DURANTE EL INVIERNO DE 1951/52 SOBRE UNA CORTINA FORESTAL (REGION ESTE DEL RIO VOLGA) - (LUKINA, 1954).

- 1 = EN ALMACIGO DE ROBLES CON TALLOS DE GIRASOL
- 2 = " " " " " RASTROJO DE TRIGO
- 3 = SOBRE TIERRAS ESTERILES.

VII-74.

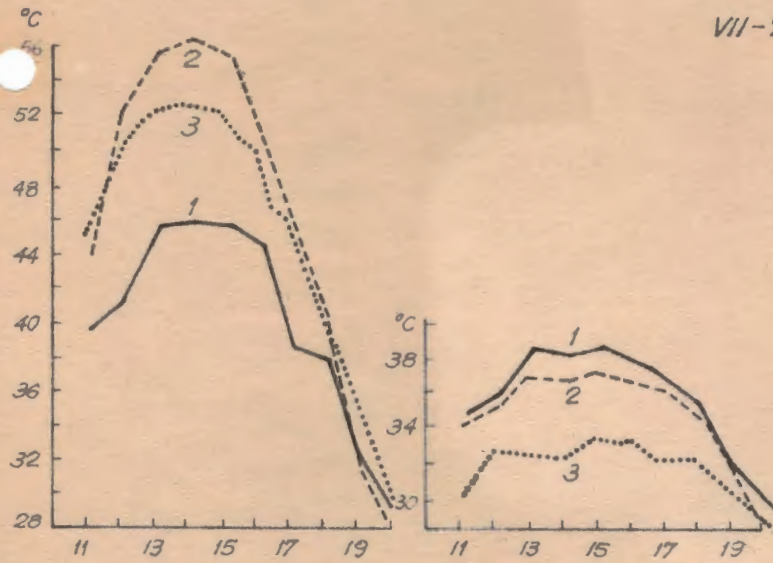
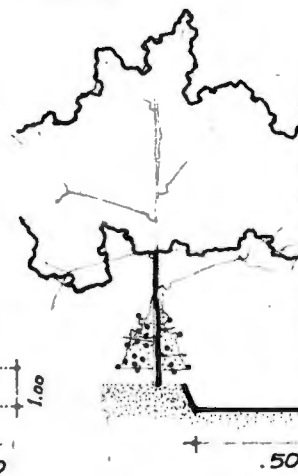
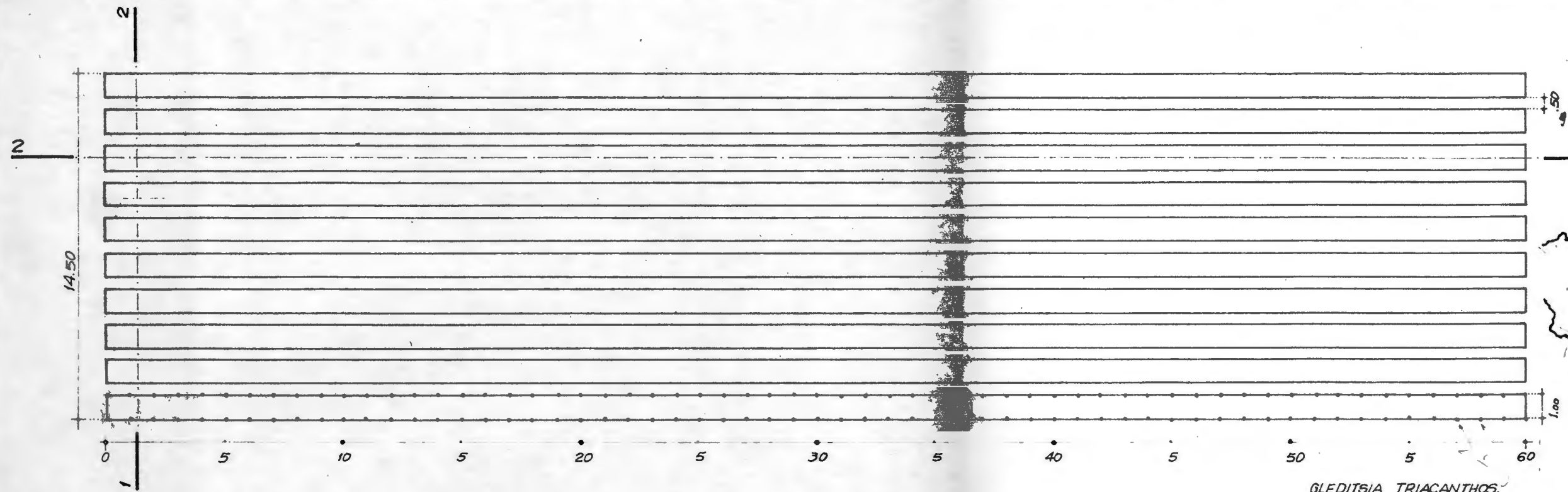


FIGURA 74. - TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE DEL SUELO (IZQUIERDA) Y DEL AIRE (DERECHA) EN UN ALMACIGO DE ROBLES, 11 de AGOSTO de 1951 (REGION ESTE DEL RIO VOLGA (LUKINA, 1954)

- 1 = BAJO UNA CUBIERTA DE CENTENO
- 2 = EN CORREDORES ENTRE CENTENO
- 3 = SOBRE TIERRAS ESTERILES.

MODELO DE ALMACIGO PARA 1.500.000 DE SEMILLAS DE TAXODIUM DISTICHUM (CIPRES CALVO). CUBIERTA DE SOMBREADO: MELIA SEMPERVIRENS, GLEDITSIA TRIACANTHOS,



GLEDITSIA TRIACANTHOS.  
CANT. = 1220.

ESCALA: 1/200

23.700 SEMILLAS/Kg.  
GERMINABILIDAD MEDIA: 40%  
TIEMPO DE GERMINACION: 32 DIAS.  
FACULTAD GERMINATIVA: 2 AÑOS.  
RECOLECCION: JUNIO.

CANTIDAD Y SUP: 100 gr. / m.<sup>2</sup> ; 2370/m.<sup>2</sup>  
M<sup>2</sup> ALMACIGO = 600  
Kg. SEMILLA = 64  
Nº SEMILLAS = 1.500.000  
Nº DE PLANTULAS = 600.000

RIEGO: ASPERSION.

ESCALA: 1/200

AGOSTO DE 1971 MIGUEL KRÖGER

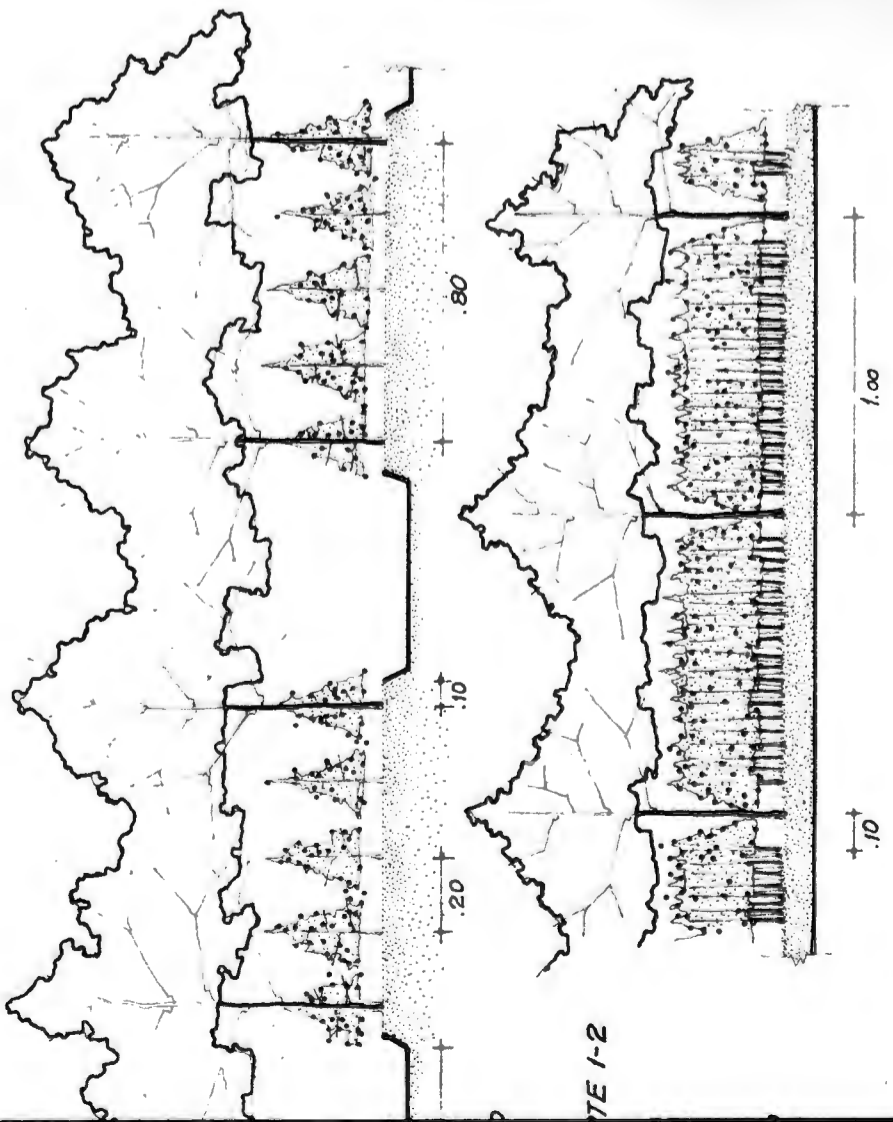
ESCALA: 1/200

*[Handwritten signature]*



*ULMUS AMERICANA, FRAXINUS LANCEOLATA, ETC. — 600.000 PLANTULAS.*

CORTE 2-3



CORTE 1-2

MODELO DE ALMACIGO PARA 1.000.000 DE SEMILLAS DE EUCALYPTUS PANICULATA. CUBIERTA DE SOMBREADO: MELIA SEMPERVIRENS

UNIDAD DE SIEMBRA SEGUN CORTE 1-2 PARA 1000.000 DE SEMILLAS. AL REPICAR A 5x5 cm. (400/m<sup>2</sup>), 180 m<sup>2</sup> SOPORTAN 72.000 PLANTULAS - 700.000 / 1.800 m<sup>2</sup>



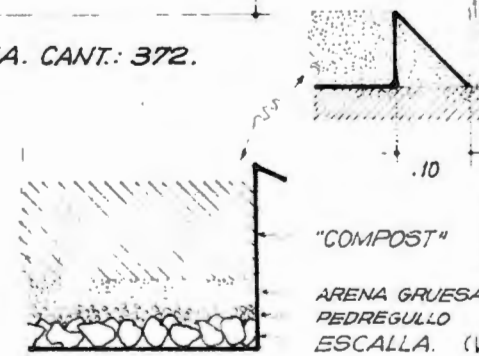
GLEDITSIA O MELIA. CANT.: 372.

120.000 SEMILLAS/Kg. (CON PARAFISIS).  
 GERMINABILIDAD MEDIA: 70-90 %  
 TIEMPO DE GERMINACION: 15 DIAS (SIEMBRA 1º SET.)  
 FACULTAD GERMINATIVA: 5-10 AÑOS (SEGUN ESP.)  
 RECOLECCION: SET. - OCT.

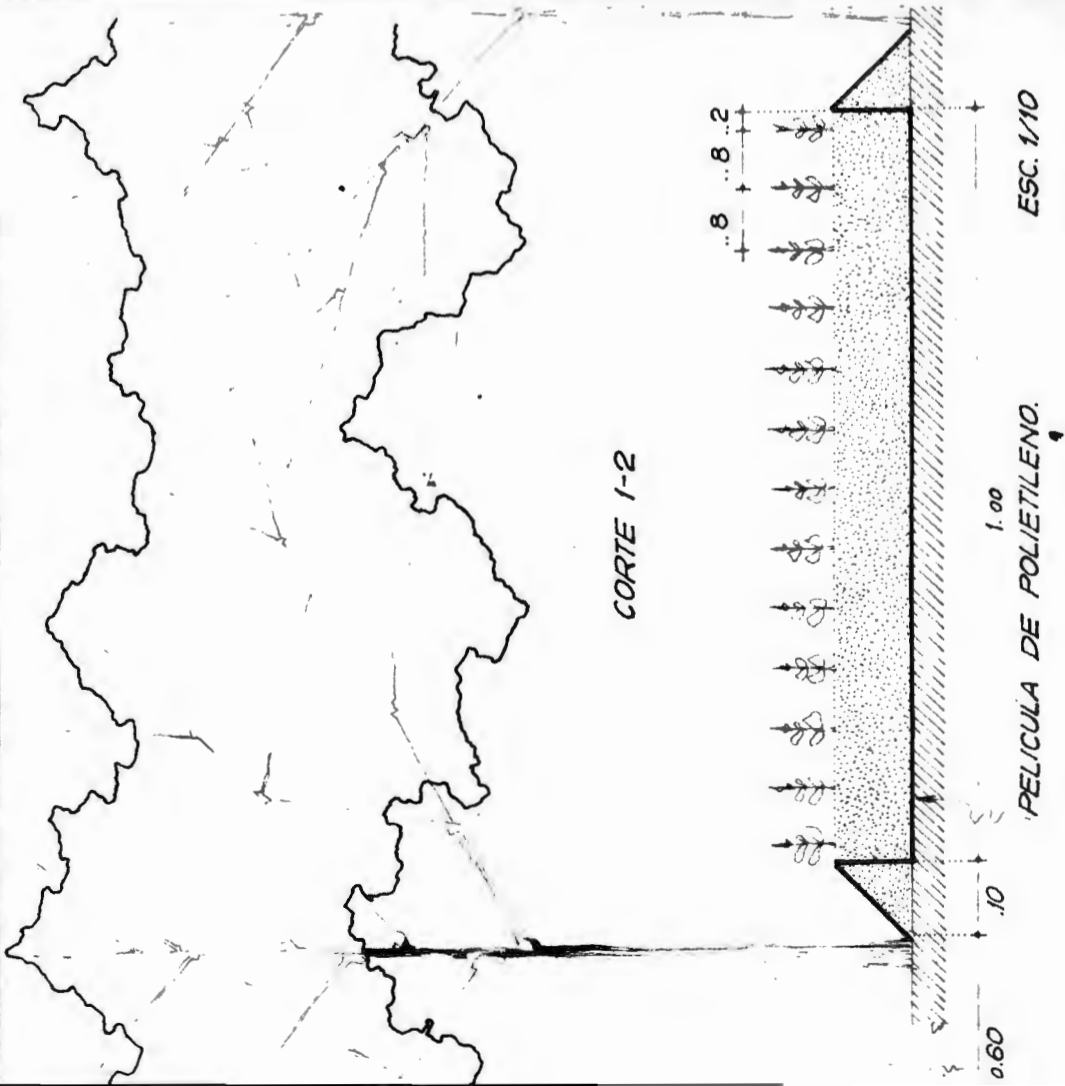
CANTIDAD Y SUP.: 50 gr./m<sup>2</sup> ; 2.500/m<sup>2</sup>  
 M<sup>2</sup> ALMACIGO = 180  
 Kg. SEMILLA = 8.5  
 N° SEMILLAS = 1.000.000  
 N° PLANTULAS : 700.000.

RIEGO: ASPERSION

ESCALA: 1/100



LEDITSIA TRIACANTHOS — 700.000 PLANTULAS.



CORTE 1-2

ESC. 1/10

PELICULA DE POLIETILENO.

AGOSTO DE 1971 MIGUEL KRÖGER

EXTO.



CORTE TRANSVERSAL DE 100m. DE UN MONTE DE LATIFOLIADAS PARA ACONDICIONAMIENTO DE LINEAS DE DRENAJE — M

EUCALYPTUS PANICULATA

MELIA AZEDARACH

FRAXINUS LANCEOLATA

TAXODIUM DISTICHUM

FRAXINUS LANCEOLATA MELIA AZEDARACH

SIN PASTOREO. RE-  
TARDACION DE PLU.  
VIALES.

10.00

-50

-40

-30

-20

-10

0

10

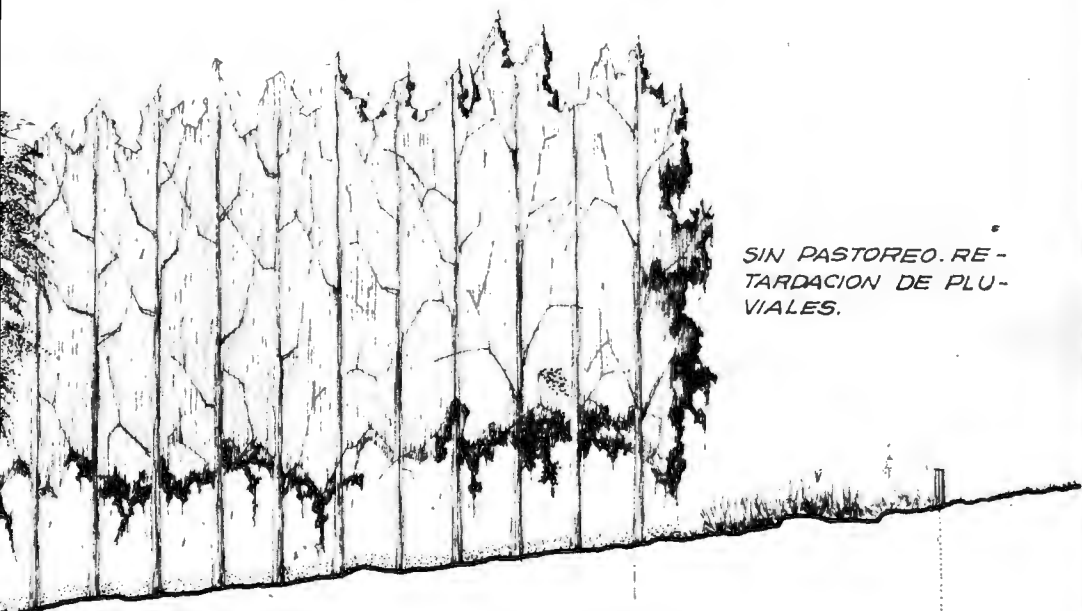
20

ESCALA: 1/250



ING DE PAJA DE CEREALES Y MALEZAS

EUCALYPTUS PANICULATA.



SIN PASTOREO. RE-  
TARDACION DE PLU-  
VIALES.

10.00

AGOSTO DE 1971 M. KRÖGER

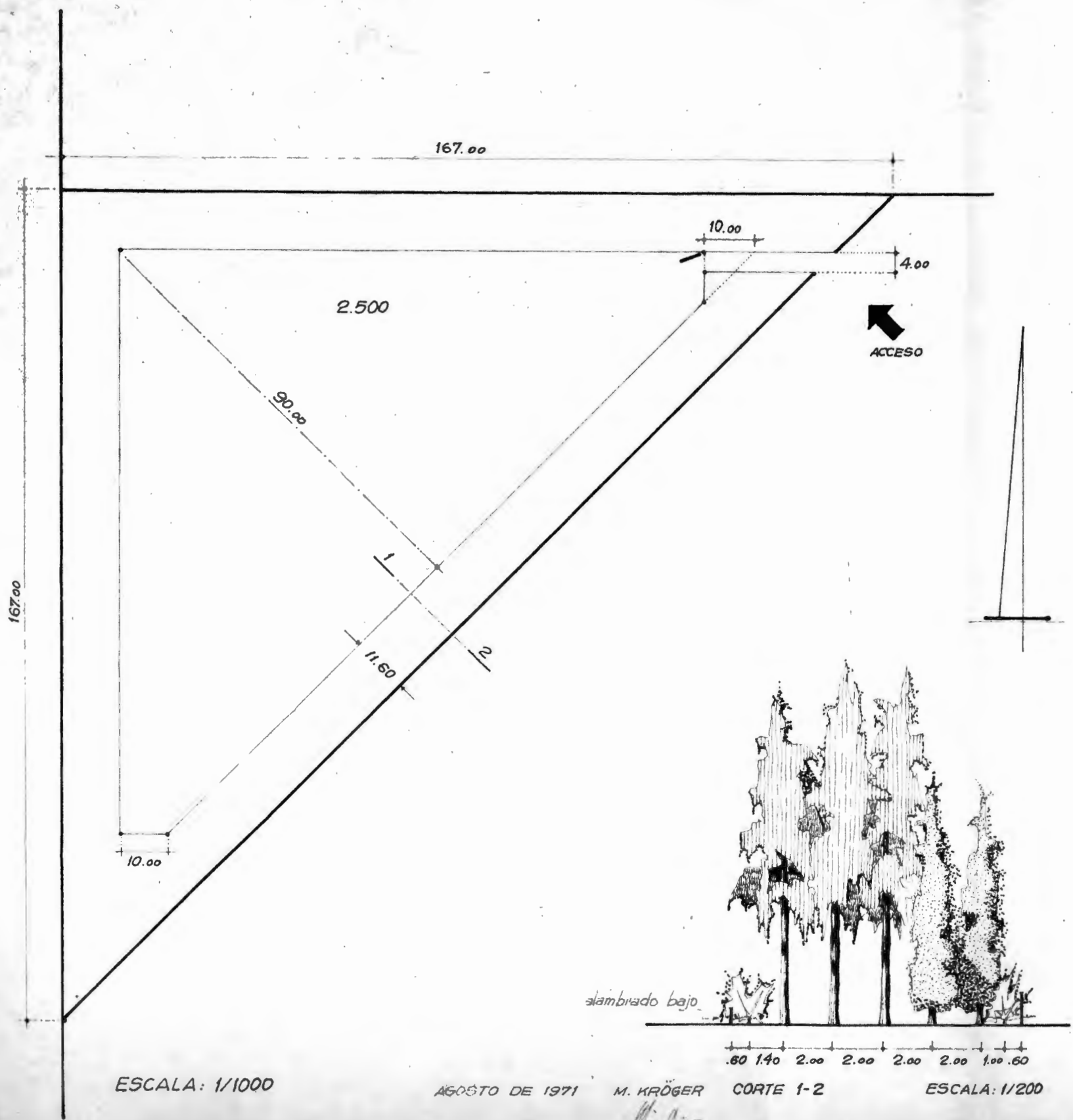
*M. Kröger*  
24/8

30

40

50

MODELO DE REFUGIO ESQUINERO PARA 2500 LANARES.



ESCALA: 1/1000

AGOSTO DE 1971

M. KRÖGER

CORTE 1-2

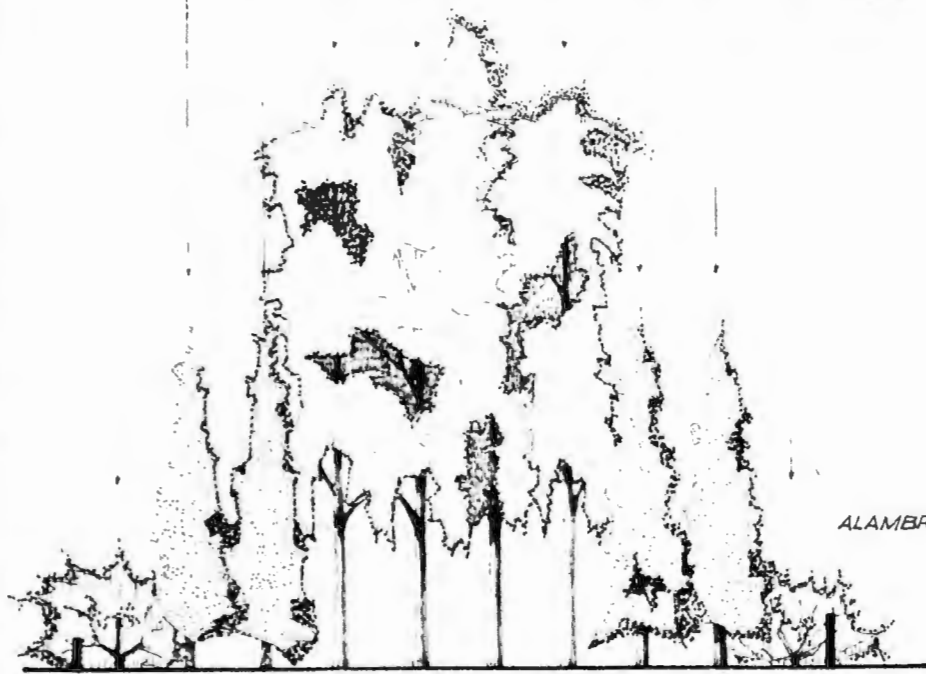
ESCALA: 1/200

*M. Kröger*



① ② ② ③ ③ ③ ③ ② ② ①

MODELO DE REFUGIO Y PRA-  
DERA PARA 3500 LANARES.



ALAMBRADO ALTO

1.00 2.00 2.00 2.00 2.00 2.00 2.00 2.00 2.00 2.00 1.00

① PYRACANTA COCCINEA.

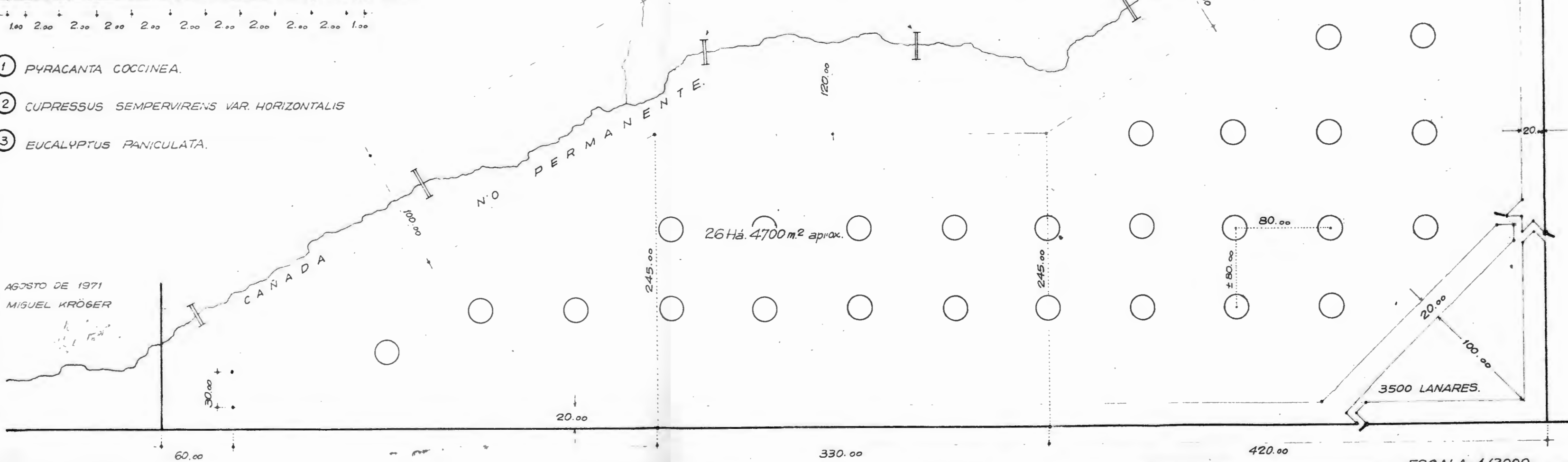
② CUPRESSUS SEMPERVIRENS VAR. HORIZONTALIS

③ EUCALYPTUS PANICULATA.



GLEDITSIA TRIACANTHOS

ACONDICIONAMIENTO DE CAÑADAS.

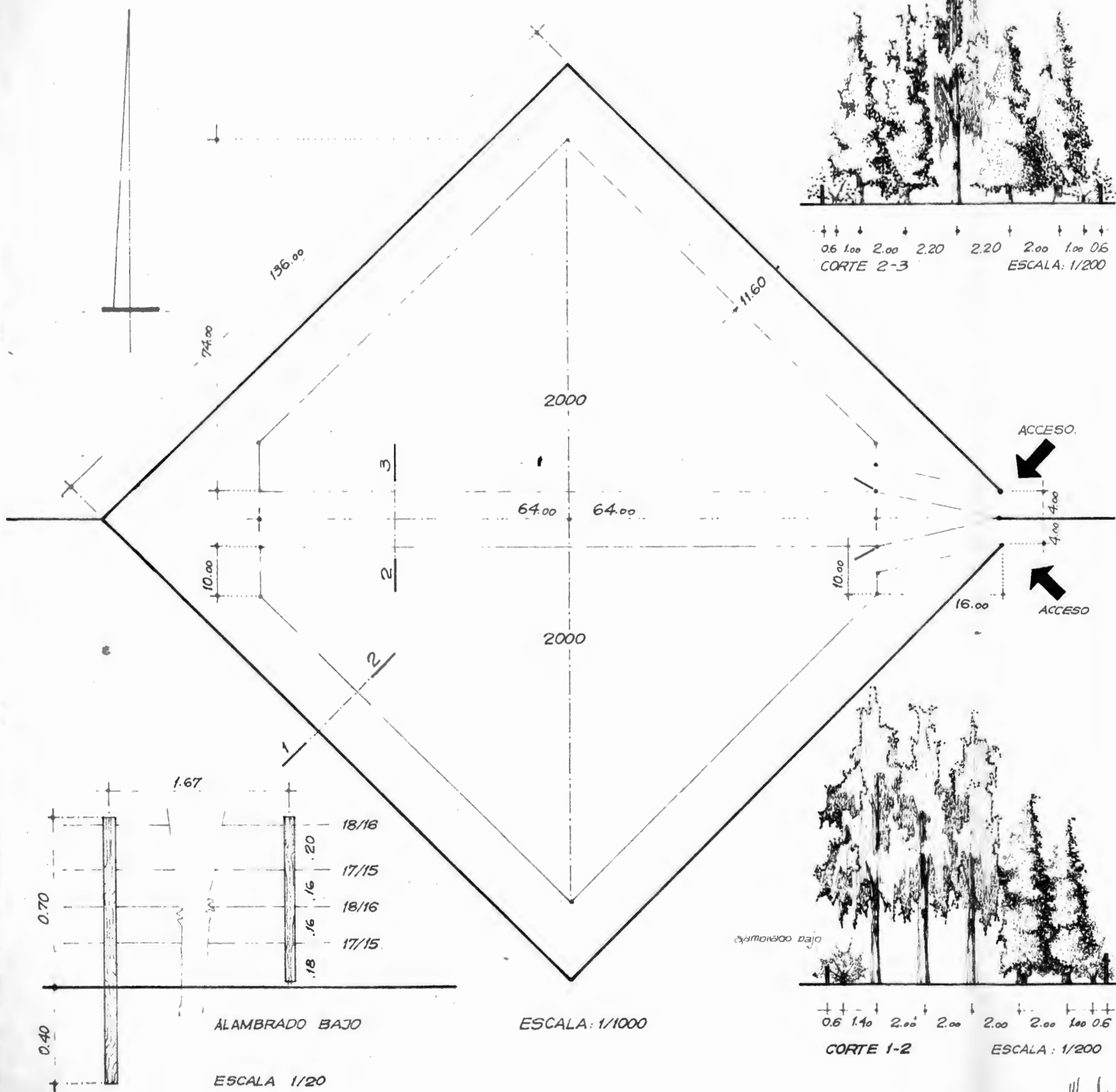


AGOSTO DE 1971  
MIGUEL KRÖGER

3500 LANARES.

ESCALA: 1/3000

MODELO DE REFUGIO PARA 2000 LANARES



AGOSTO DE 1971 M. KRÖGER

## BIBLIOGRAFIA

- 1951 Adler, E.D., Soil Conservation in the Union of South Africa. Soils and Fertilizer, 14, pp. 263-267.
- 1960 Akai, S., On the wind velocity profile near the surface and accumulation of sand grains at a coastal sand dune. Mem. Kobe, Mar. Obs. 14, pp. 129-133.
- 1949 Albensky, A.V. and Djacenko, A.J., Trees and shrubs for planting shelterbelts. Moscow. 144 pp.
- 1955 Aleksandrov, N.P., On gaps between forest belts. Protecting forest plantings. Moscow.
- 1960 Alifanova, T.I., The hydrological effect on forest belts on the normal black soils of the mean region in the east of the Volga River.  
The hydrological importance of forest belts.
- 1950 Alisov, B.P.B., Methods and results of microclimatic investigations in 1949 on shelterbelts in the Veronesh region. (Russ) Voprosi Geografii, Moscow, No.23, pp.209-217.
- 1952 Anderson, R.H., Trees on the farm. Farmer's Bull. Dep. Agric. New South Wales, No.167, 4th edit.
- 1958 Aslying, H.C., Shelter and its effects on climate and water balance, OIKOS, 9, pp. 282-310.
- 1948 Audy, J.R., Some ecological effects of deforestation and settlement. Malayan Nat. J., 3.
- 1938 Bagnold, R.A., The movement of Desert Sand. Proc. Roy. Soc., 157 A, p.594.
- 1938 The measurement of sandstorm. Proc. Roy. Soc. 167, A, p.282.
- 1941 The physics of blown sand and desert dunes. W. Morrow, London and New York. 86 pp.
- 1961 Baltaxe, R., The vertical profile of wind speed near the ground as a criterion of turbulence in relation to shelter. C.R. 13ème Congrès Union Internationale des Instituts de Recherche Forestière, Vienne.
- 1908 Barret, J.E., Shelter planting with special reference to the Acacia and Eucalyptus families and their raising. Bull. Dep. Agric. N.Z., No.1.
- 1911 Bates, C.G., Windbreaks: Their influence and value. Bull. Forest Service US Dep. Agric., No.86.
- 1935 The plains shelterbelt project. J. Forestry, 43, pp. 978-991.
- 1937 The windbreak as farm asset. Farmers Bull. No.1405, US. Dep. Agric. 1. edition, 2nd edition 1944. 22 pp.
- 1945 Shelterbelt influences; I. General description of studies made. J. Forestry, 43, pp. 86-92.  
II. The value of shelterbelt in home heating. J. Forestry, 43, part 3.
- 1948 How shelterbelts benefit crops. J. For., 46, pp.767.  
Farm crops benefit from field shelterbelt. Minnesota Farm and Home Sci. 5, No. 3, pp. 6-7.
- 1941 and Stoeckeler, J.H., Snowdrift control on high way by planting trees and shrubs. U.S. Forest Serv., Lakes States Forest Exper. Stat., pp. 1-14.
- 1957 Belgica. Centre de recherches biologiques forestières en Campine, Bokrijk-Gent, Les Landes à Gallune de Campine



- et les conditions de leur reforestation. Rev. Agricol., Bruxelles, 10, No. 12 pp. 1509-1537.
- 1939 Bjallovic, JU. P., ~~Novi podaci o uticaju šumskih pojasova na klimu i na teritoriji Naucnyj otcet Ukrainkogo NIAIM i IH, Harkov.~~  
~~Novi podaci o uticaju šumskih pojasova na klimu i na teritoriji Naucnyj otcet Ukrainkogo NIAIM i IH, Harkov.~~  
 The distribution of forest shelterbelts on the territory. Naucnyj otcet Ukrainkogo NIAIM i IH, Harkov.
- 1940 New data on the influence of forest shelterbelt on wind speed, Meteorologija i Hidrologija, No. 4. The distribution of forest shelterbelts on the territory. Naucnyj otcet Ukrainkogo NIAIM i IH, Harkov.
- 1938 Blanchard, F., Effect of coastal winds on growth and yield of lemon trees. California Citrusgrower, 23, (10).
- 1952 Blenk, H., Aerodynamische Untersuchungen zum Wind-schutz-problem. (Aerodynamic investigations of the problem of windbreaks) Landtechnische Forschung, No. 3. Strömungstechnische Beiträge zum Wind-schutz-problem. (Aerodynamic contribution to the problem of windbreaks.) Umschaudienst der Akademie f. Raumforschung, Hannover, No. 5/6, pp. 183-197.
- 1953 Windbreak. Description of air-flow. Film. Institut f. wiss. Film, Göttingen. Film No. C 704.
- 1955 - and Trienes, H., Aerodynamic contribution to windbreaks. Zeitschrift Grundlagen der Landtechnik, No. 8, I. Teil Text, II. Teil Tafelb. Dtscheldorf.
- 1956 Influence of forest shelterbelts on temperature. Hidroil. i Meteorol., Sofia, No. 1 (Bulg. with Engl. sum.) pp. 64-76.
- 1959 Bluskova, D., Turbulent exchange in the lower layers of the atmosphere. Meteorologija i Hidrologija, No. 2.
- 1946 Budyko, M.I., Evaporation under natural conditions. Gidrometeorol. dat, Leningrad.
- 1948 - To the theory of the hydrometeorological effectiveness of forest shelter plantings. (idem)
- 1950 - Change of climate in connection with the plan of the transformation of nature in arid regions of the USSR (idem)
- 1952 - y otros Methods of experimental investigations of turbulence in the zone of forest shelterbelts. Meteorologija i Hidrologija, No. 5
- 1951 - and Judin, M.I., Methods of experimental investigations of effectiveness of forest shelterbelts. Trudy GGO, vyp. 29/91.
- 1952 - and - Change of climate of the air near the ground, caused by the improvement of drought regions. (Russ) Priroda, Moscow, 43, No. 5, pp. 45-51
- 1954 - and Pogosjan, H.P., The influence of shelterbelts on microclimate. Quart. Journ. Roy. Met. Soc., 81, No. 347, pp. 112-115.
- 1955 Caborn, J.M., Width and cross-sectional profile in shelterbelt (Pre-issue.) Proc. Congr. Intern. Union For. Research Organ., Oxford, 11.2.
- 1956 - The value of shelterbelt to farming. Agric. Revue 2, No. 9, pp. 14-19
- 1957 - Shelterbelts and microclimate. Edinburgh, H.M. Stat. Office, For. Comm. Bull. No. 29. 135 pp.

- 1957 - Notes on Shelter Research in North-America. Dept. Animal Husbandry, Institute of Rural Sci., Penlains, Aberystwyth.
- 1958 - Some Observations of snow drifting near Barriers. University Coll. of Wales, Aberystwyth, Weather, August, 13, No. 8
- 1959 - Shelterbelts. Scottish Agric., Spring, pp. 4.
- 1951 Chapman, E.F., Preliminary report on eucalypt found growing in Cyprus 1944, Nicosia.
- 1941/1943 Chapin, I. Relation of wind erosion to the dry aggregate structure of a soil. Sci. Agr., 21, 1941, pp. 488-507.  
W.S.,
- II. Measurement of wind erosiveness of soil by dry sieving procedure. Sci. Agr., 23, 1942, pp. 154-160.
- III. Relation of wind erosion to the water-stable and dry cled structure of soil. Soil Sci., 60, 1945, pp. 397-411.
- 1945/1946 - Dynamics of wind erosion;
- I. Soil Science, 60, 1945, pp. 305-320
- II. Initiation of soil movement. Soil Sci., 60, 1945, pp. 397-411.
- III. In Soil Sci., 60, 1945, pp. 475-480.
- IV. The ~~translocating~~ translocating and abrasive action of wind. Soil Sci., 61, 1946, 1946, pp. 167-177.
- V. Cumulative intensity of soil. Soil Sci., 61, 1946, pp. 257-263.
- 1949 - Wind erosion control with shelterbelt in North-China. Agron. J. Madison, 41, (3), pp. 127-129.
- 1950 - Methods of estimating apparent density of discrete soil grains and aggregates. Soil Sci., 70, pp. 351-362.
- 1950/51 - Properties of soil which influence wind erosion;
- I. The governing principle of surface roughness. Soil Sci., 69, 1950, pp. 149-162.
- II. Dry aggregate structure as an index of erodibility. Soil Sci., 69, 1950, pp. 403-414.
- III. Effect of apparent density on erodibility. Soil Sci., 71, 1951, pp. 141-153.
- IV. State of dry aggregate structure. Soil Sci., 72, 1951, pp. 465-478.
- V. Mechanical stability of structure. Soil Sci., 72, 1951, pp. 465-478.
- 1951 - An air pluriator for determining the dry aggregate soil structure in relation to erodibility by wind. Soil Sci., 71, pp. 197-207.
- 1952 - Improved rotary sieve for measuring state and stability of dry soil structure. Soil Sci., Soc. Amer. Proc., 16, 2, April.
- 1953 - Field structure of cultivated soil with special reference to erodibility by wind. Soil Sci., Soc. Amer. Proc., 17.
- 1953/55 - Factors that influence cled structure and erodibility of soil by wind;
- I. Soil Texture. Soil Sci., 75, 1953, pp. 473-483.
- II. Water stable structure. Soil Sci., 76, pp. 389-

- 399.
- III. Calcium carbonate and decomposed organic matter. Soil Sci., 77, 1954, pp. 473-480.
- IV. Sand, Silt and Clay. Soil Sci., 80, 1955, pp. 155-162.
- V. Organic matter at various stages of decomposition. Soil Sci., 80, 1955, pp. 413-421.
- 1954 - Seasonal fluctuations in soil structure and erodibility of soil by wind. Soil Sci., Soc. Amer., Proceedings, 18, No. 1.  
The effect of synthetic conditioners on some phases of soil structure and erodibility by wind. Soil Sci., Soc. Americ. Proc. 18, No. 4.
- 1956 - Influence of moisture on erodibility of soil by wind. Proc. Soil Sci., Soc. Americ., 20, pp. 287-292.
- 1957 - Erosion of soil by wind. US Dept. Agric. Yearbook, Separate No. 2821, pp. 308-314.
- 1954 - and Woodruff, N.P., Estimation of wind erodibility of field surfaces. J. Soil and Water Conservat. 9, pp. 257-265 and 285
- 1951 Daigo, Y. and Maruyama, E., The microclimatic study of the effect of crop fences. Agric. Met. Tokyo, 6, No. 2, pp. 35-38.
- 1954 - and - On the straw fence as a windbreak in farm field. Journ. Agric. Meteor., Tokyo, 10, No. 12, pp. 53-56.
- 1960 Dunlop, R.H., A mechanical tree planter for shelterbelt. Canadian Jour. Pl. Sc., 40, (3), pp. 568-569.
- 1951 van Kimera, J., Wind distribution in a gap of a hedge. Die Holzzucht No. 11, p. 2.
- 1953/54 - The influence of narrow-spaced hedges on meteorological elements. Annalen d. Meteorol., Hamburg, 6, No. 7/8, pp. 213-219.
- 1955 - The influence of the hills near the Elbe Valley near Hamburg on the wind. Meteorol. Rundschau, 8, pp. 97-99.  
On the variations of the effect of wind protection by hedges and tree rows. Meteorol. Rundsch. 8, pp. 122-127.
- 1956 - Remarks on the variability of shelter effect of windbreak Die Holzzucht, No. 3.
- 1957 - On the variability of shelter effect of a double-tree row at different meteorol. conditions. Berichte Deutsch. Wetterdienst, 5, No. 32, 21 pp.
- 1959 - The effectiveness of shelterbelts in Bavaria. Bayer. Land Jahrbuch, Munchen, 36, pp. 734-740.
- 1959 Elliot, C.S., Eucalypts in Argentina. Unasylva, 13, pp. 119-123.
- 1950 Extension Service, Forest Service and Soil Conservation Service, US Dept. Agric., Windbreaks and Shelterbelts for the Plain States. US. Dept. Agric., Leaflet No. 276.
- 1940 Fans, W.L., Influence of Forest Cover on Wind Velocity. Jour. Forestry, 38, pp. 481-486.
- 1949 Gagarin, E., Planting trees for protecting fields in Russia. Forstwiss. Centralblatt, 68, pp. 571-602.
- 1940 Golubeva, L.A., The influence of forest shelterbelt of different design on microclimate and snow accumulation. Vniialmi, Moscow
- 1952 Gurevic, M.I., The influence of forest belt on the snow accumulation under the conditions of the Kammenaja Step. Muzik Trudy GGO, vyp. 34/88, Leningrad.
- 1938 Hall, A.A., The measurement of intensity and scale of turbulence. Rep. Memor. aero. Res. Comm., London, No. 1842.
- 1935 Hayes, F.A. and Stoekeler, J.H., Soil and Forest Relationships of



- the shelterbelt zone. Sect. 12 U.S. Forest Serv. Spec. Publ. "Possibilities of Shelterbelt Planting in the Plain Region", pp. 111-153.
- 1956 Hohendorf, E., The influence of several parallel tree rows on the climate of neighbouring meadows at Zulawka. (Polish) Roczn. Nauk rolniczych, 71-F, No.2.
- 1951 Jensen, M., Forest, Windbreak and Climate. Viberg. Denmark. pp. 1-74.
- 1950 Judin, M.I., The influence of forest belt on turbulent exchange and the optimal width of the belt. Gidrometeoizdat, Leningrad.
- 1953 Kaiser, H., The application of the Reynold Criterion for stream resistances and events of distributions in turbulent boundary layers. Meteor. Rundschau, 6, No. 7/8. pp. 121-125.
- 1954 - On the air flow in hilly areas. Met. Rundschau. 7, pp. ~~214-217~~ 214-217.
- 1959 - Waterbalance and windbreaks. Wasser u. Nahrung, No.1, 43-51
- Contribution to the problem of air flow in windbreak systems. Meteor. Rundschau, 12, pp. 80-87.
- The air flow through Shelterbelts. Berichte, Deutscher Wetterd., 7, No.53. 36pp.
- 1960 - Investigations of the effects of shelterbelts on the soil climate. Zeitschr. f. Acker-u. Pflanzenbau, 111, pp. 47-72.
- 1934 Kellog, R.Y., The shelterbelt scheme, J. Forestry, 32, No. 9.
- 1950 Konstantinov, A.R., The influence of forest shelterbelts on the wind and on the turbulent exchange in the air layer near the ground, Gidrometeoizdat, Leningrad.
- 1951 - Influence of forest-belts on Structure and Speed of Wind. Sowjetwiss.-Naturwiss. Abt., Berlin, 4, No. 2. pp. 298-301.
- 1938 - Kreutz, W., The problem of shelterbelts. Bioklim. Beibl. Met. Z. 5, pp. 10-16.
- 1948 - Increasing the yield of vegetables by windbreaks. Mitteil. Deutsche. Landw. Ges. Frankfurt/M, No.7/8.
- 1950 - Practical Windshelter. Zeitschr. Acker-u. Pflanzenbau, 92, pp. 166-175.
- Windshelter by planting tall agricultural crops. Land Jahrbuch Bayern, München, 27, pp. 64-68.
- 1952 - What can be gained by windshelter? Die Holzzucht, No. 1.
- The windshelter. Techniques, climate and yield of crops. Ardey-Verlag, Dortmund. 167 pp.
- 1960 - Changes of local climate, especially wind, caused by topography and the use of such knowledge for planning purposes. Informationen Inst. Raumforschung, 10, pp. 417-428.
- 1956 - and Schubach, K., The problem of microclimate and windbreaks. Bercht. Tätigkeit, AVA, 1955/56, No.3, pp.17-33.
- 1960 - and - Topoclimatological investigations in the Ohm Basin and the question of necessity for wind shelter. Schriftenreihe Institut Naturschutz, Darmstadt, 5, pp. 101-110.
- 1956 - and Walter, W., The practical consequences of the dependence of flow in the vicinity of a windbreak on the angle bet

- ~~when~~ ween the wind and the windbreak. Zeitschr. Acker und Pflanzbau 101, pp. 279-290.
- 1955 Lawrence, E.N., Effects of a windbreak on the speed of wind. Meteor. Mag., London, 84, No. 998, pp. 244-251 and Meteor. Res. Pap., London, No. 797, SC III/149.
- 1960 - Variation of surface wind velocity with height in hilly terrain. Meteor. Magaz., 89, pp. 287-292.
- 1953 Levin, S.L., Influence des bandes forestieres et de la couverture végétale sur l'évaporation. Recueil des travaux de physique agronomique. Academie des Sciences Leningrad n°6, pp. 112-121.
- 1949 van der Linde, R.J., The problem of hedges on small dikes in the Netherlands. Inst. Biol. Research in Nature, Arnhem Nieuws, 4, No. 43, pp. 368-375.
- 1953 - Some aspects of the problem of shelter in cultivated areas. Intern. Un. Forest Res. Org., Proc. 11th Congr. Rome, pp. 269-280.
- 1958 - The problem of shelterbelts in cultivated areas. Centrum voor landbouwkundige documentatie, No. 21. 44 pp.
- Tree outside the forest, Chapter of the FAO-Report; Forest influences. Microclimatic measurements in a variable terrain. (Dutch) De Levende Natuur, 61, pp. 106-111.
- 1954 Lukina, N.W., Agrometeorological conditions for the successful growing of oaks by the nest-planting method in the district at the east of the Volga River. Trudy Centralnogo instituta prognozov, vyp. 33/60, Gidrometeorizdat, Leningrad.
- 1954 Maruyama, E. and Yamamoto, I., On the Role of the Bamboo blades as a windbreak in Farm fields. (Jap. with Engl. sum.) Journ. Agric. Meteorol. Tokyo, 9, No. 2, pp. 56-58.
- 1952 Matjakin, G.I., Forest shelterbelt and microclimate. Geografich, Moscow.
- 1936 Metcalf, W., The influence of windbreaks in protecting citrus orchard. J. Forestry, 34, No. 6, pp. 571-580.
- Eucalyptus trees serve many purposes. Calif. Agric. Exp. Stat. Serv. s.d.
- 1941 Naegeli, W., On the importance of shelterbelts for protecting agricultural crops. Schweiz. Zeitschr. Forstwesen, 11, pp. 1-16.
- 1943 - Investigation of the wind conditions in the range of shelterbelts. Mitteil. Schweiz. Anstalt Forstl. Versuchswesen, Zürich, 23, No. 1, pp. 223-276.
- 1946 - Further investigation on wind condition in the range of shelterbelts. Idem, 24, pp. 659-737.
- 1953 - Investigations on the wind conditions in the range narrow walls of reed. Idem, 29, No. 2.
- The braking effect of a forest on wind. Internat. Union forestry Res. and Organisation, 11th Congr. Rome. Section 11, pp. 12-17
- 1938 Nøkkentved, C., Investigations of shelterbelts and estimation of types of shelterbelts. (Danish) Hedeselskabets Tidsskr. (Heath Soc. J.), No. 4, 59, pp. 75-142.
- 1949 Olbrich, A., Shelterbelts planting. Verlag Schaper, Hannover.

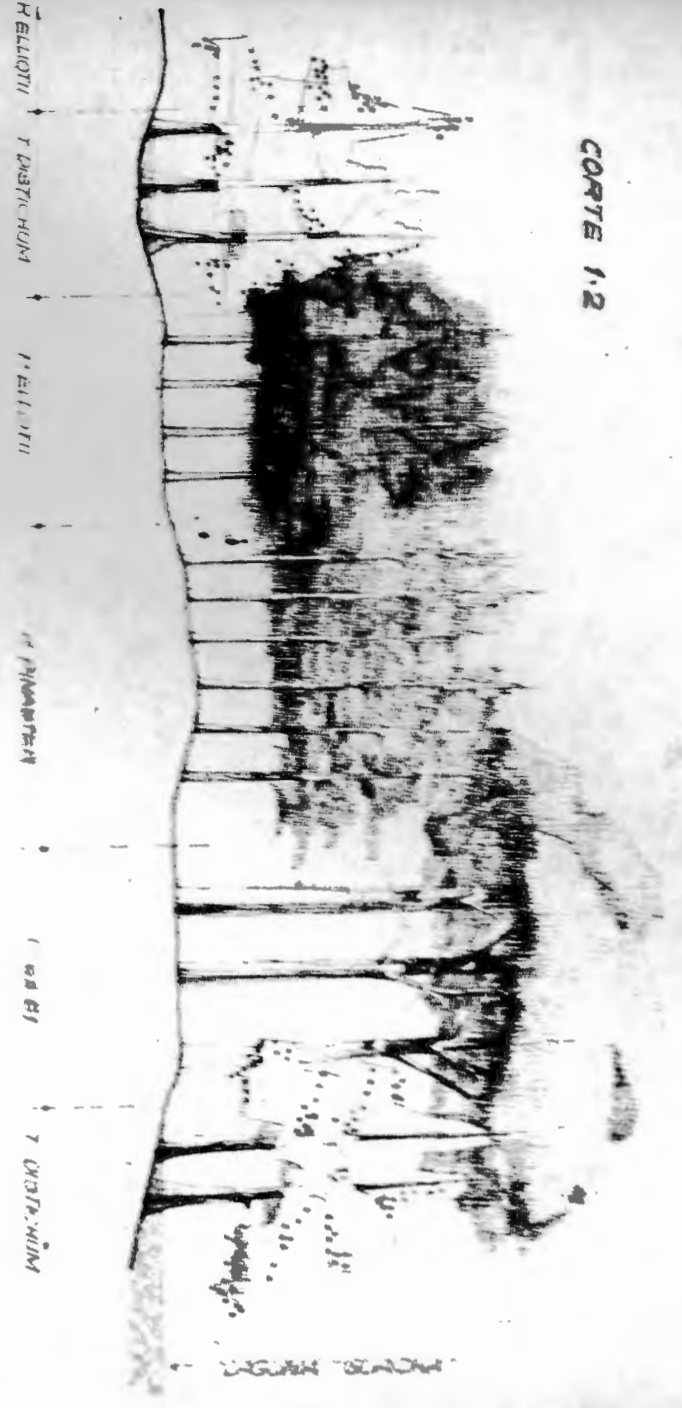
- 82 pp.
- 1952 - Continuing wind shelter. Forstwiss. Centralblatt, 71 No. 7/8, pp. 254-256.
- 1953 - On the choice of plant varieties for shelterbelts. Die Holzzucht, No.17.
- 1936 Panfilov, J.A.D., To the question of the effects of forest belts on wind speed and wind direction. Polesascitnye lesnye, polosy, vyp. VI.
- 1937 - Forest shelterbelt on the watershed plateau in the mixing zone of the Volga region. Idem, VASHNIL.
- 1948 - Forest shelterbelt. Oblgiz, Saratov.
- 1953 - Sur l'aménagement des plantations forestières pour la protection des cultures. Agrobiologija 1, pp. 113-126.
- 1957 Razumova, L.A., Agrometeorological conditions for the fade of oaks. Trudy Centralnogo instituta prognozov, vyp. 53, Gidro-meteorizdat, Moscow.
- 1957 van Rhee, J.A., Problems of protection in the fruit district of the province of Zeeland. (Dutch) Meded. Dir. Tuinbouw. 20, pp. 416-423.
- 1958 - The cropping of fruit trees in relation to windbreak protection. Netherlands. Jour. Agric. Sci., 6, pp. 11-18
- 1959 - Wind protection of agricultural crops, especially studied for fruit. Inst. Biol. Research Nature (ITBON), Arnhem, Meded. No. 43. 66pp.
- 1957 Scultetus, H.R., Wind danger and wind protection. Mitteil. Obstversuchring, Jork-Hamburg, 12, pp. 168-175.
- 1945 Slater, A.E., Vertical air currents as agents of insect dispersal. Quart. Journ. Roy. Met. Soc., 71, pp. 223-226.
- 1938 Steeckeler, J.H. Shelterbelt planting reduces wind erosion damage in Western Oklahoma. Amer. Soc. Agron. Journ., 39, pp. 923-931.
- 1962 - Shelterbelt influence on Great Plain field environment. A guide for determining design and orientation. Production Research Report No. 62, U.S. Department of Agriculture- October, Forest Service, St. Paul, Minn.
- 1959 Tanaka, S., y etres, Wind erosion and Scattering of Ascaris Eggs. Jern. Agr. Met., Tokyo, 14, No. 4, pp. 124-126.
- 1953 - and others, Studies on the wind in front and back of the shelter edges (1) Jour. Agric. Meteor., Tokyo, 8, No. 2, pp. 61-63
- 1954 - Contrary wind in front and back of shelter hedges, 2 Idem, 9, No. 2, pp. 66-68
- The interstice of windbreaks and shelter hedges, Idem 10, No. 1-2, pp. 30-32.
- 1955 - Fluctuations of the wind direction and function of the shelter hedges, Idem, 11, No. 2, pp. 49-52.
- On the height and effective area of the shelter hedge Idem, 11, No. 3, pp. 91-94.
- The function of the multiple shelter hedge, Idem, 11, No. 3, pp. 97-99.
- 1956 - Designs of wood belts and their prevention function, Idem, 12, No. 1, pp. 9-12.
- 1958 - The correlation coefficient of the turbulence on the leeward of the hedges, Idem, 13, pp. 7-8.
- 1958 Tani, N., On the wind tunnel test of the model shelter hedge.



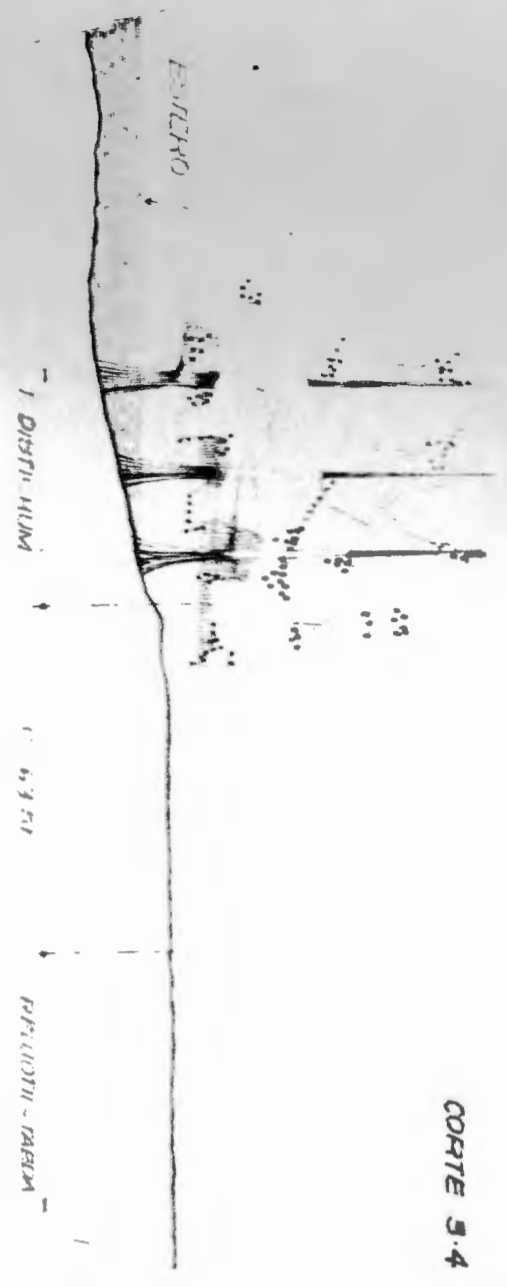
- 1957 Trienes, H., Bull. National Inst. Agric. Sci., Series A, No.6, 75pp. Shelter hedges in wind tunnel. Meteorol. Rundschau, 10, pp. 88-93.
- 1947 U.S. Soil Conservation Service, The Windbreaks for the Southern Plain Regional For. Div. Western Gulf Region. Mimeo. Bull.
- 1951 Walker, J., Planning and planting field shelterbelts. Canada Dept. Agric., Publ. 785
- 1957 - Caragana in a valuable hedge and shelterbelt plant. Canada, Dept. Agric., Ottawa, Ontario
- 1959 - Farmstead Tree Planting. Report Farm Conference, The University of Manitoba, Winnipeg. Man., Canada.
- 1961 - Field shelterbelt on the Prairies. Idem.
- 1935 Washington-US-Forest-Service, Possibilities of shelterbelt planting in the Plains Regions. Washington, D.C.
- 1935/36 Woolfle, M., Forest and Windshelter, 3 parts. Forstwiss. Centralbl 57, 1935, pp. 349-362; 58, 1936, pp. 325-338 and pp. 429-448.
- 1937 - Gale damages in forests; Importance of Topography. Forstwiss. Centralblatt, 59, pp. 77-79.
- 1938 - Hedges and windbreaks. Idem, 60, pp. 15-28.
- 1938 - Shelterbelts, with description of the shelterbelt plantings in the Hohe-Rhön-Mountain. Idem, 60, pp.52-63 and 73-86.
- 1939 - Wind conditions in forest. Idem, 61, pp.65-75 and 461-475.
- 1941 - Controlling damages by gales, winds and late frost. Idem, 63, pp. 49-60.
- 1954 - Discussions on the vertical range of daily variations on CO<sub>2</sub>-content of the atmosphere caused by vegetation. Idem, 73, pp. 158-166.
- 1954 Woodruff, N.P., Shelterbelt and Surface Barrier Effects On Wind Velocities, Evaporation, House Heating and Snow Drifting. Agric. Expt. Stat. Kansas State Coll. Agric. and Appli. Sciences, Manhattan, Kansas, Techn. Bull. 77, December
- 1956 - The spacing interval for supplemental shelterbelts. Jour. Forestry, 54, Febr. pp. 115-122.
- 1956 - and Chupil, W.S., Implements for wind erosion control. Agric. Engng 37, No. 11, pp. 751-754. Amer. Soc. of Agric. Eng., St Joseph, Michigan.
- 1953 - and Zingg, A.W., Wind Tunnel Studies of Shelterbelt Models. Journ. Forestry, 51, pp. 173-178.
- 1955 - and - A comparative analysis of wind tunnel and atmospheric air-flow patterns about single and successive barriers Transact. Amer. Geophys. Union, 36, No.2, pp. 203-208.
- 1960 Yamamoto, R., A obstacle put before or behind the hedge and its effect on the windbreak. Journ. Agric. Met., Tokyo, 15, pp. 151-160.
- 1949 Zingg, A.W., A study of the movement of surface wind. Amer. Soc. Agric. Engineers, St. Joseph, Michigan, 30, No.1, pp. 11-13. Jan.
- 1953 - Wind tunnel studies of the movement of sedimentary material. Proceed. 5th Hydraulics Conference, Bull. 34., State Univ. Iowa, Studies in Engineer., p. 111.
- 1951 - Evaluation of the erodibility of field surfaces with portable wind tunnel. Soil Science Soc. of Americ., Pro

- ceedings. 15, pp. 11-17.
- 1951 - A portable wind tunnel and dust collector developed to evaluate the erodibility of field surfaces. Agronomic Journ., 43, pp. 189-191.
- 1950 - and Chapin, W.S., Aerodynamics of wind erosion. Agric. Engng. 31, pp. 279-282, 284.
- 1951 - and Woodruff, N.P., Calibration of a portable wind tunnel for the simple determination of roughness and drag on field surfaces. Agron. Journ., 43, No.4, pp. 191-193.
- 1952 - and - and Englehorn, C.L., Effect of windrow orientation on erodibility of land in sorghum-stubble. Agron. Journ., 44, No. 5, pp. 227-230.
-

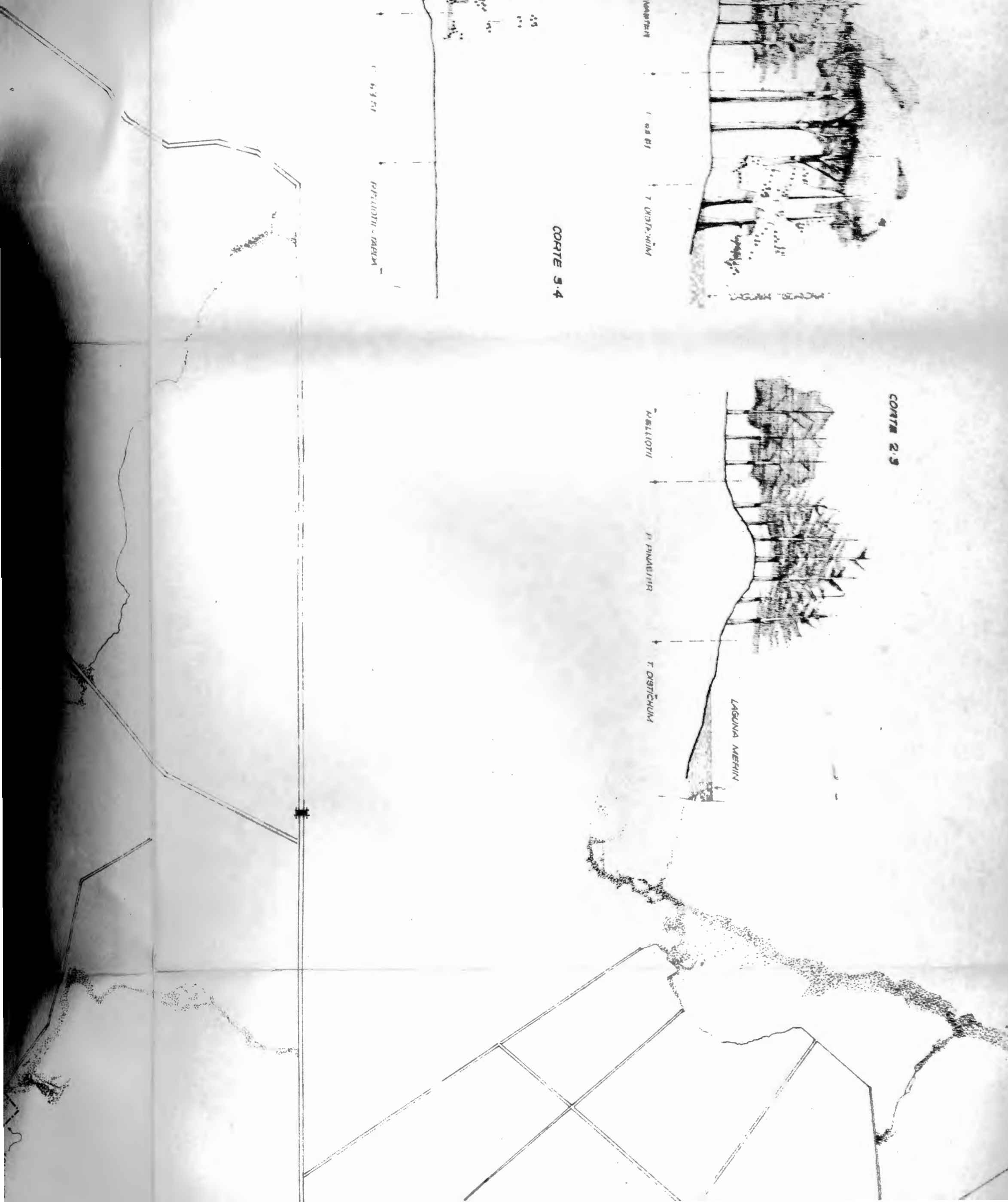
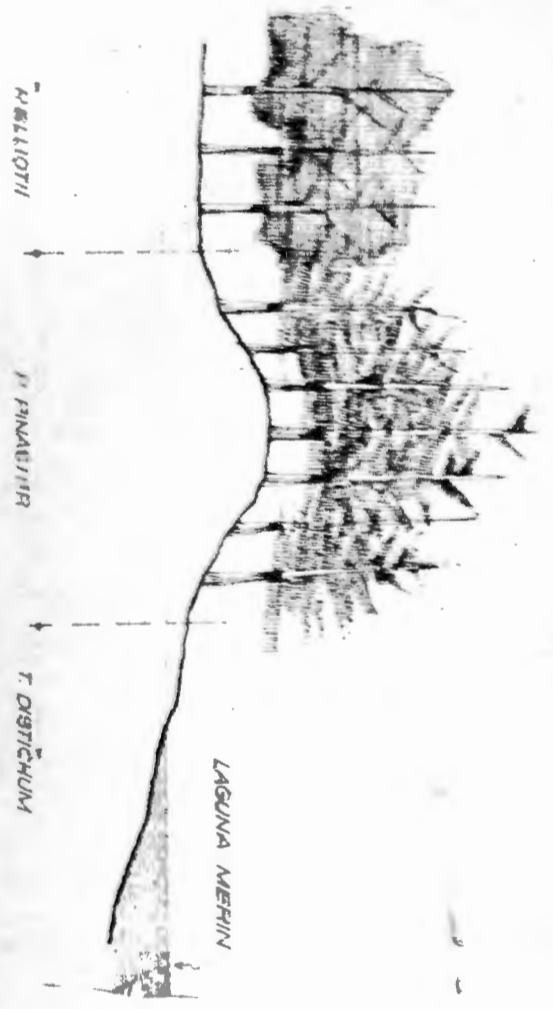
CORTE 1.2



CORTE 3.4



CORTE 2.9





ARROZAL "33" S.A. (TOMADO DE LA MISION R.O.U. ESC. 1/20.000)



A° AYALA

EUCALYPTUS UMBELLATA

ZONA DE LA FORESTABLE SUPERFICIE

SITUA INSTA 100m N/CA

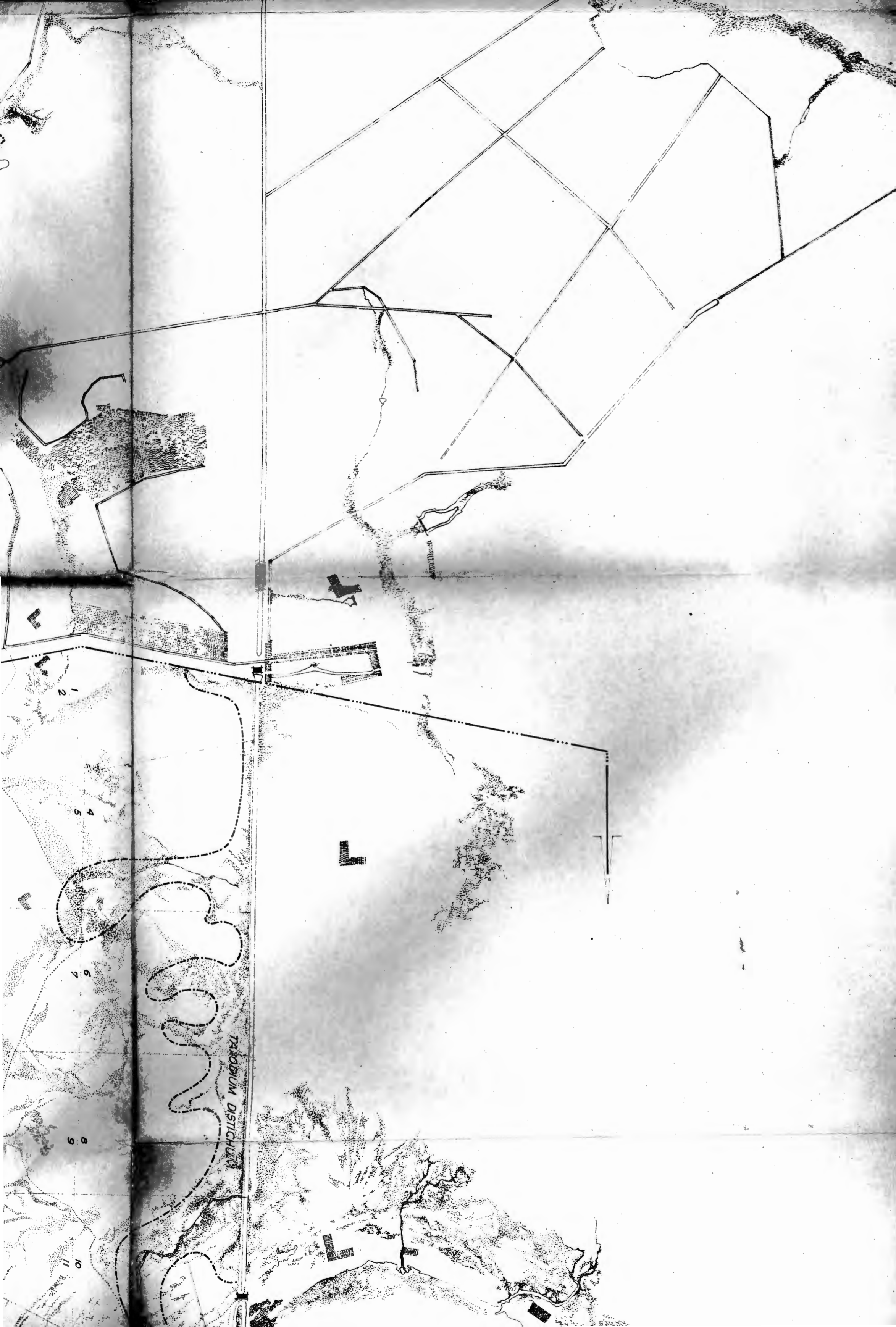


ARROZAL "33" S.A. (TOMADO DE LA MISION R.O.U. ESC. 1/20.000)

DISTRIBUCION DE ESPECIES FORESTALES EN POTREROS 5 Y "LA COSTA"

AGOSTO DE 1971

MIGUEL KRÖGER



TAKODIUM DISTICHUM

1  
2

4  
5

6  
7

8  
9

10  
11



ZONA DE URENAGE TIPO.  
FORESTABLE: TAKODIUM DISTICHUM.  
SUPERFICIE APROX: 30HA.

DIRECCION

SITUACION TIPO PARA  
INSTALAR MONITES DE  
100m DE ANCHO (TEC-  
NICAS ESPECIALES).

EUCALYPTUS UMBELLATA

ESTANCIA

A° AYALA

ZONA SIN APTITUD FORES-  
TAL. FORESTABLE CON TEC-  
NICAS ESPECIALES.

ZONA DE APTITUD FORES-  
TAL SOBRESALENTE.  
INSTALACION SIN TECNI-  
CAS ESPECIALES.

PNUS ELLIOTTI. P TAEDA

SUELOS ALUVIALES  
TAKODIUM DISTICHUM

ESTERO DEL A° AYAL

FRONTERA (SOL)

LA ZONA A-

15 20cm.

A<sub>2</sub>

40cm.

PERFIL TIPO DE POTREROS. S. V. LA COSTA

ARENOSO (PODSOLIZADO)





DIRECCION

SITUACION TIPO PARA  
INSTALAR MONTES DE  
100m. DE ANCHO (TEC-  
NICAS ESPECIALES).

EUCALYPTUS UMBELLATA

ESTANCIA

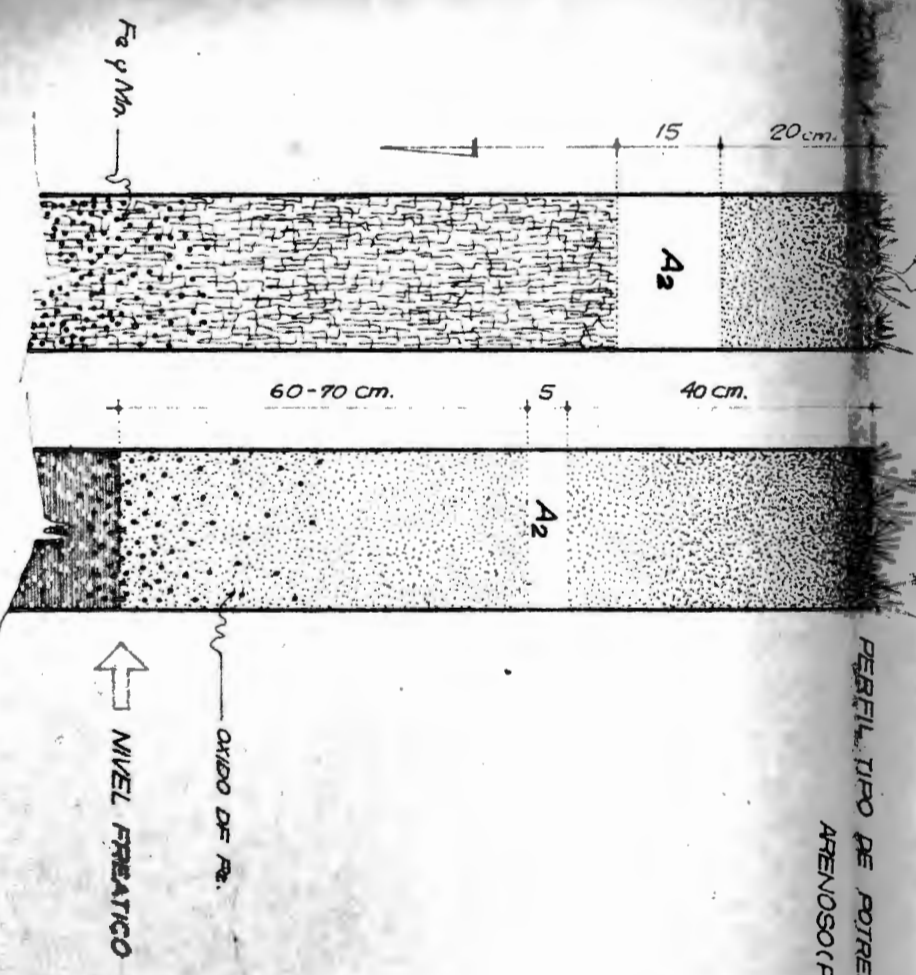
A° AYALA

ZONA SIN APTITUD FORES-  
TAL. FORESTABLE CON TEC-  
NICAS ESPECIALES.

ZONA DE APTITUD FORES  
TAL SOBRESALIENTE.  
INSTALACION SIN TECNI-  
CAS ESPECIALES.

ESTERO DEL A° AYALA

PERFIL TIPO DE POTREROS "S" Y "LA COSTA"  
ARENOSO (PODSOLIZADO)







LAGUNA "GUACHA"

TAKOBIUM DISTICHUM

1

2

4

5

6

7

8

9

10

11

N

CHINUS

PI...



*PNUS ELLIOTII* · *P. TAEDA*

SUELOS ALUVIALES  
*TAXODIUM*  
*DISTICHUM*

ESTERO DEL A° AYALA

CAROLINEANO 6357  
*P. ELLIOTII* · *P. TAEDA*

*P. ELLIOTII* · *P. TAEDA*

*DISTICHUM*

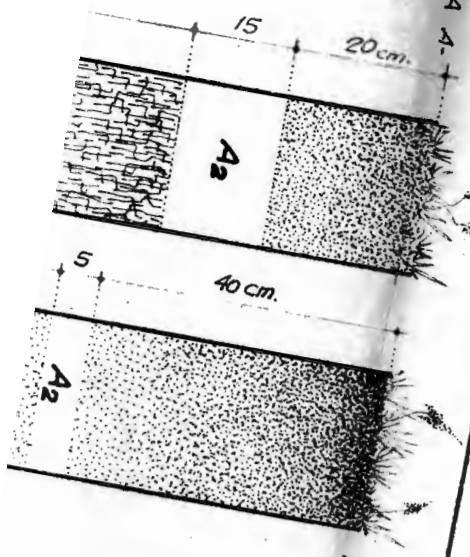
*PINASTER*

*PINUS* · *PINASTER*

LAGUNA MERIN

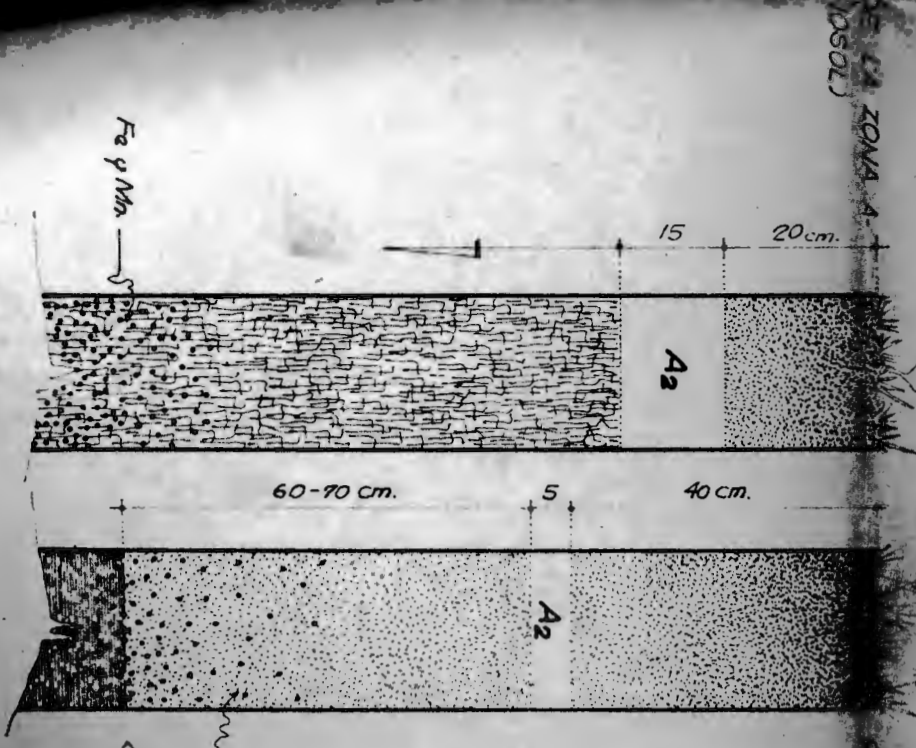
ZONA SIN APTITUD FORES -  
AL. FORESTABLE CON TEC -  
NICAS ESPECIALES.

ZONA DE APTITUD FORES -  
TAL SOBRESALIENTE.  
INSTALACION SIN TECNI -  
CAS ESPECIALES.



PERFIL TIPO DE POTREROS "S." Y "LA COSTA"  
ARENOSOS (PODSOLIZADO)





ZONA SIN APTITUD FORESTAL. FORESTABLE CON TECNICAS ESPECIALES.

ZONA DE APTITUD FORESTAL SOBRESALIENTE. INSTALACION SIN TECNICAS ESPECIALES.

A° AYALA

ESTERO DEL A° AYALA

CAROLINEANO 63'51"

PELLIOTII-PTAEDA

LAGUNA MERIN

PINUS PINASTER

ARENOSO (POBRE EN NITROGENO)

NIVEL

OXIDO DE Fe y Mn