

Investigaciones sobre las relaciones entre la exposición, relieve, microclima y vegetación en el Fallätsche, cerca de Zürich^(*)

POR

JERZI FABIJANOWSKI

(Del Instituto Forestal de la Alta Escuela Federal, en Zürich)

Extractado y comentado

POR

SALVADOR RIVAS GODAY

El autor, de nacionalidad polaca, cursó, después de la última contienda mundial, la carrera de Ingeniero Forestal en Suiza, ingresando después como asistente en el Instituto Forestal. Su maestro, Profesor Dr. H. Leibundgut, le interesó acerca de estos estudios para aplicarlos al cultivo de bosques y la repoblación forestal, siguiendo así las normas y deseos del Inspector General Forestal de Suiza, Dr. Hess, basados en la importancia de la sinecología vegetal de estos trabajos.

Las investigaciones de Fabijanowski pretenden aclarar las relaciones entre la exposición, relieve, microclima y vegetación, así como su relación e importancia de la fases o estadios de sucesión. La opinión de su maestro Leibundgut, según la cual las repoblaciones forestales deben ser emanadas de las observaciones realizadas directamente de las comarcas, según diferencias sinecológicas de las diversas variantes, fijadas en pequeñas superficies, han sido confirmadas al parecer por el autor.

El Fallätsche, es un barranco o embudo de erosión muy abrupto, cercano a Zurich, cuya vegetación natural ha sido poco transfor-

(*) J. FABIJANOWSKI: *Untersuchungen über die Zusammenhänge zwischen Exposition, Relief, Mikroklima und Vegetation in der Fallätsche bei Zürich* («Beitrag zur geobotanischen Landesaufnahme der Schweiz», Heft 29). Bern, 1950.

mada por el hombre. La precipitación y temperatura media anuales, deducia por el autor, es de 1.274 mm. y 7,5°, es decir, un clima mas lluvioso y fresco que Zurich; pero marcadamente en sombra de lluvia, con relacion al dominante en Suiza. El subsuelo es de areniscas y molasas, con grava en la zona superior; por su contenido en caliza y lo abrupto del relieve, los suelos son de la serie rendzina, no maduros, siendo imposible la formación de tierras pardas. La climax de *Fagion* sólo queda en la asociación topográfica *Taxeto-Fagetum*, y solamente en situaciones protegidas con formación de rendzinas maduras.

Las determinaciones microclimáticas fueron dirigidas por el Profesor H. Gutersohn, las de suelo por los Prof. H. Pallmann y F. Richard, y las sociológicas de vegetación por W. Koch y H. Etter, sabios y competentsimos maestros.

Las determinaciones microclimáticas fueron: de temperatura, humedad relativa y evaporacion, en distintas orientaciones y estadios o fases de sucesión de la vegetación; asimismo de la humedad del suelo y poder de germinación y desarrollo de las pequeñas plantitas.

En la primera parte del trabajo describe la vegetación desde el punto de vista de su sucesión, estableciendo los estadios y variantes:

Estadios de sucesión climáticos	Variantes húmedas	Variantes secas
I. Stadium <i>Leontodon hispidus</i> var. <i>hyoseroides</i> .	Variante de <i>Saxifraga mutata</i> .	Variante de <i>Anthyllis vulneraria-Thymus Serpyllum</i> .
II. Stadium <i>Carex flacca-Molinia litoralis</i> .	Variante de <i>Pinguicula</i>	Variante de <i>Brachypodium pinnatum</i> .
III. Stadium <i>Molinieto litoralis-Pinetum</i> .	Variante de <i>Tofieldia calyculata</i> .	Variante de <i>Carex humilis</i> .
IV. <i>Taxeto-Fagetum</i> .	(Climax topográfica.)	

STADIUM I.—Esta comunidad priserial se encuentra en lugares muy abruptos, con suelo no estable de grava de montaña; su profundidad varía de 0 a 25 cm. y tipológicamente pertenecen a suelos brutos iniciales de la serie de rendzinas.

En lugares húmedos y de preferencia en orientaciones al N., se presenta la variante de *Saxifraga mutata*, con la clásica *Saxifraga aizoides* y *Campanula cochleariifolia* como características. Algunos arbustos aislados de *Salix nigricans* y *Alnus incana*.

En lugares más secos, espinazos y orientaciones al S., se presenta la variante *Anthyllis-Thymus*, con *Hippocrepis comosa*, *Teucrium montanum*, etc., faltando los musgos; el grado de cober-

tura es la mitad menor que en la variante anterior, del 15 por 100, aproximadamente.

En el estadio de humedad climática de suelo, son frecuentes los arbustos: *Salix incana*, *S. purpurea* y un híbrido de *S. appendiculata*; desarrollan mal la *Pinus montana* y *silvestris*; la *Populus tremula*, sólo como arbusto, prefiere la variante seca.

El primer colonizador es la *Leontodon hispidus* (con 91 por 100 de constancia) y *Tussilago Farfara*; en la sucesión, ambos desaparecen por ser «pioneras». Característico como rupícola, en parecidos muy abruptos, con una inclinación mayor de los 70°, es la *Petasites paradoxus*, con *Knautia silvatica*.

STADIUM II.—Al estabilizarse el terreno por las comunidades anteriores, se establecen las presididas y caracterizadas por la *Carex flacca* y *Molinia litoralis*; ambas con gran constancia: de 100 y 73 por 100, respectivamente. La profundidad media del suelo aumenta, siendo ya de 20 cm., y pasa de suelo bruto inicial, a suelo bruto de rendzina. La inclinación del terreno igual a la del anterior estadio, o sea de 45° (sucesión real).

Este estadio posee muchas más especies de carácter: además de las dos indicadas, *Anthericum ramosum* y *Sesleria coerulea*. El grado de cobertura es ya muy superior, del 50 al 75 por 100.

En la variante seca de *Brachypodium pinnatum* todavía existen bastantes especies del primer estadio. En la variante húmeda de *Pinguicula*, todavía se presenta algún ejemplar de *Saxifraga mutata* e incluso de la var del estadio posterior *Tofieldia*. Son de carácter, también en cierto modo: además de la *Pinguicula vulgaris*, *Parnassia palustris*, *Bellidiastrum Micheli*, *Polygala amarella* y *Gentiana asclepiadea*.

Los arbustos, en ambas con una cobertura del 15 por 100, difieren en que los *Salix*, son visiblemente desalojados por los *Pinus* y la *Sorbus Aria*. En las variantes de suelo húmedo éstos se desarrollan mal; en cambio se presenta la *Alnus incana*. Los musgos son muy abundantes en la variante húmeda.

STADIUM III.—*Molinieto litoralis-Pinetum*.—El bosque se presenta por sucesión en terrenos de una inclinación de 45° o más; por lo tanto, la sucesión se aprecia con toda realidad. La profundidad del suelo ya llega en esta fase hasta los 50 cm., originándose rendzinas medias (rendzina parda de Kubiena); pero en inclinaciones mayores del 45° el suelo resbala y es erosionado por las lluvias, volviendo a la fase anterior de desarrollo (regresión). Son de carácter en esta asociación: *Festuca amethystina*, *Phyteuma orbiculare*, *Molinia litoralis*, *Rhinanthus angustifolius* y *Calamagrostis varia*, y como acompañantes de gran frecuencia: *Laserpitium latifolium*, *Carlina vulgaris*, *Stachys officinalis*, *Buphthalmum salicifolium* y *Prunella grandiflora*; el grado de cobertura de unos 85 por 100. La var. húmeda caracterizada por la *Tofieldia calyculata*

y algunas especies de la var. anterior de *Pinguicula*. La seca, por la *Carex humilis*, *Geranium sanguineum* y *Peucedanum Cervaria*.

En el estrato arbustivo: *Pinus silvestris* y *montana*, *Sorbus Aria*, *Juniperus communis*, *Ligustrum vulgare*, *Viburnum Lantana*, *Cornus sanguinea* y *Amelanchier ovalis*; el aliso blanco también suele presentarse. En la var. húmeda se presentan alguna vez arbustillos de *Picea excelsa*, que faltan en absoluto en la seca. El grado de cobertura es del 50 por 100 en la var. húmeda, y del 40 por 100 en la seca.

Estrato arbóreo: *Pinus silvestris* y *montana*, *Sorbus Aria* y rara vez en la var. húmeda la *Alnus incana*. Por el contrario al arbustivo, el grado de cobertura de la seca es mayor, del 75 por 100 y en la húmeda del 50 por 100. Las plántulas son más abundantes en la húmeda. La *Taxus baccata* es muy raro se presente, así como en el estrato arbustivo la *Acer montana* y *Populus*.

Los musgos están muy bien representados: *Ctenidium moluscum*, *Neckera crispa*, *Tortella tortuosa*, *Fissidens cristatus* y *taxifolius*. De carácter diferencial en la var. húmeda: *Hypnum stellatum* y *Ditrichum flexicaule*, en la seca *Hypnum Vaucheri*; grados de cobertura, de musgos, 95 y 30 por 100, respectivamente.

Entre este estadio y la *climax* de *Taxeto-Fagetum*, hay comunidades intermedias de paso, con rendzinas no maduras de 50 centímetros de espesor. Faltan las especies heliófilas del I y II estadios, aumentando por consiguiente las especies que soportan la sombra como tejo, haya, arce de montaña, etc. En el *Pinetum* ya empieza a modificarse la composición de las plantas subordinadas de la población, pero determina un fitoclima de bosques todavía con matiz continental; con la inclusión de otros árboles dominantes caducifolios y maduración paulatina del suelo, el matiz microclimático tiende a la oceanidad, que modifica la composición de la flora subordinada; especies umbrófilas llegan a la dominancia en el fondo del bosque. En el estrato arbustivo se presentan ya especies del *Fagion*: *Lonicera alpigena* y *Daphne Mezereum*, por ejemplo. La *Molinia litoralis* y *Calamagrostis varia* sólo quedan en los lugares más claros del bosque de *Pinus*, mientras que en el bosque mixto más umbroso, domina la *Carex montana* (que sustituye a la *Carex humilis*, de los bosques claros de *Pinus*), siendo ya de carácter en la transición: *Mercurialis perennis*, *Prenanthes purpurea*, *Convallaria majalis*, *Lilium Martagon*, de la *Fageta*'ia. Características del *Taxeto-Fagetum* tal vez: *Centaurea montana* y *Cypripedium Calceolus*.

STADIUM IV.—*Taxeto-Fagetum*. Es el último estadio o miembro de la vegetación en el Fallätsche, con inclinaciones de suelo de 45° (*climax* topográfica) en especial llega este estadio, en orientaciones al N. y E. Los suelos alcanzan las rendzinas maduras, de

unos 50 cm. de profundidad, pero sin poder llegar a tierras pardas centroeuropeas. En las poblaciones mixtas (el haya no puede avasallar la comunidad arbórea), el *Taxus baccata* es el que da el carácter fisiognómico y carácter a la subasociación; *Fagus*, *Acer*, *Sorbus* están subordinados, *Populus* y *Picea* escasos; el *Pinus silvestris* es orillado a los bordes de la asociación, mientras que el *Pinus montana* falta. La cobertura de los árboles llega hasta el 95 por 100, mientras que la de los arbustos se reduce hasta el 5 por 100; la de las herbáceas sólo es del 20 por 100 y los musgos quedan reducidos a una cobertura de 3 por 100. Debajo de los tejos sólo se conserva algún *Carex montana*, de primer carácter de la asociación. Los musgos: *Ctenidium moluscum*, *Neckera crispa*, *Fissidens cristatus* y *taxifolius*.

Como se habrá visto, por la composición de los estadios anteriormente expuestos, la decidida influencia de la topografía del terreno, hidrología, exposición, así como indirectamente en la tipología edafológica, por lo tanto, se debe la variación a los factores climáticos (micro) de cada uno de los medios.

1.º *Temperaturas en los diferentes medios*

Las temperaturas encontradas están en estrecha relación con la topografía y estadio de sucesión; éstas no han podido ser medidas, como es lógico, en todas las facetas, sólo en las más destacadas y típicas. Las mediciones fueron de dos clases: de corta y de larga duración; las cortas hasta de veinticuatro horas y las de larga duración, hasta de varias semanas. El autor se lamenta no haber podido utilizar, por no poseer en número suficiente, termómetros con galvanómetros de precisión. Fueron utilizados termómetros especiales de mercurio; para las medidas de la temperatura del aire con una exactitud de 0,5° y para la del suelo de 0,1°. Las medidas de larga duración, según el método de Pallmann (Pallmann, Eichenberger und Hasler; *Eine neue Methode der Temperaturmessung bei ökologischen oder bodenkundlichen Untersuchungen*.—Ber. Schweiz. Bot. Ges. 50, 1940).

a) *Medidas de temperatura de larga duración.*

Estas medidas se realizaron durante ochenta y ocho días, desde el 27 de julio al 22 de octubre de 1946; fueron realizadas por el método especial de Pallmann, empleando «ampollas de vidrio con una solución tamponada de azúcar». En todas se prepararon para dos mediciones, pero por imprevistos sólo pudo ser admitida una doble prueba, en el estadio de gramíneas de la vertiente sur. En cada lugar fueron determinadas las temperaturas: a 50 cm. de la

superficie del suelo, a 10 cm. de la superficie, en la superficie y a —10 cm. de profundidad.

LUGAR DE MEDIDA	- 10 cm.	0 cm.	+ 10 cm.	+ 50 cm.
Pendiente Sur:				
gramíneas (a)	20,3	25,6	23,5	19,3
gramíneas (b)	21,4	27,5	22,2	19,9
chopos	17,1	19,7	17,8	18,0
pinos	17,6	18,8	19,2	18,2
desnuda.	20,2	27,6	21,1	19,6
Pendiente Norte:				
desnuda.	14,2	14,7	15,3	15,5
pinos	14,2	15,0	15,3	15,8
Cumbre (espinazo) desnudo:				
orientación N.-E.	—	22,8	20,5	—
orientación S.-E.	+	27,4	21,0	—
Cumbre, cubierta vegetación:				
orientación N.-E.	16,5	17,4	17,2	17,0
orientación S.-E.	17,4	20,1	18,8	17,3

Por estos resultados se destaca que la mayor temperatura son en superficie del suelo; de ellas la mayor la de la superficie desnuda de la falda de montaña orientada al sur (solana), con 27,6°. La temperatura desciende al separarse de la superficie, con excepción en la falda norte (umbria), en la cual tanto en el pinar como en el despoblado, resultó ser mayor la temperatura a 50 cm. que a 10 cm.; en las solanas desciende, con una excepción ligera en las choperas. En general, las orientaciones al sur dan mayores temperaturas, que las hacia el norte. La cubierta vegetal modera las temperaturas con excepción de las gramíneas en la superficie del suelo, circunstancia que hay que tener muy presente en la marchitación de las jóvenes plantas de rejuvenecimiento y repoblación.

Las gramíneas determinan también una mayor temperatura en las capas superficiales del suelo.

b) *Medidas de temperatura de corta duración.*

1.ª En la pendiente sur.

El autor inserta tablas con las cifras obtenidas, tanto de las temperaturas máximas, como de las mínimas, así mismo de las diferencias entre ambas, o sea de las oscilaciones. Se realizaron medidas en las zonas desnudas de vegetación, en el campo de gramíneas y en las poblaciones de pinos y chopos. De igual modo que para las de larga duración, a 50 cm. de la superficie del suelo. a 10 cm., en la misma superficie y a 10 cm. de profundidad, y en éstas, también a una profundidad de sólo 2 cm.

Las cifras máximas lo fueron en la superficie desnuda de 35,5° y en la de gramíneas de 38°. La mínima en la zona desnuda de vegetación, a 10 cm. de altura del suelo.

Para abreviar, en esta nota extractada, sólo consignaremos la tabla de diferencias de temperatura, es decir, de las oscilaciones.

VEGETACION	MEDIDAS				
	- 10 cm.	- 2 cm.	0 cm.	+ 10 cm.	+ 50 cm.
Superficie desnuda	12,9	18,4	23,5	21,0	17,5
Gramíneas	12,3	21,8	24,5	27,0	16,5
Chopos	5,0	10,4	13,5	18,0	17,0
Pinos	2,5	9,1	9,0	15,5	13,5

Las oscilaciones máximas fueron en las superficies sin vegetación y en las cubiertas por gramíneas; las oscilaciones más pequeñas en los bosques de pinos. La máxima oscilación lo fué a 10 cm. de la superficie cubierta por gramíneas.

2.ª En la pendiente norte.

Del mismo modo, sólo transcribiremos la tabla de oscilaciones.

VEGETACION	MEDIDAS				
	- 10 cm.	- 2 cm.	0 cm.	+ 10 cm.	+ 50 cm.
Superficie desnuda	2,4	4,2	6,0	8,5	9,0
Superficie cubierta,	1,0	2,2	5,5	9,0	9,0

En la umbría, las diferencias son notablemente menores, exponiendo de un clima de matiz más oceánico. Los contrastes entre la

superficie desnuda y cubierta de vegetación, también son bien escasos; la máxima diferencia lo fué en el horizonte superior del suelo con 2°; ; la mínima a 10 cm. de altura, pues a medio metro no se obtuvo diferencias.

3.ª En la cumbre o espinazo.

La tabla de oscilaciones de temperatura en las exposiciones al norte y al sur, así como con vegetación y lugares desnudos.

Medidas en días nublados

EXPOSICION Y VEGETACION	MEDIDAS				
	- 10 cm.	- 2 cm.	0 cm.	+ 10 cm.	+ 50 cm.
Sin vegetación:					
Orientación S.	4,3	8,8	12,5	10,0	10,0
Orientación N.	3,7	7,8	11,5	9,5	9,0
Diferencias	+ 0,6	+ 1,0	+ 1,0	+ 0,5	+ 1,0
Con cubierta vegetal:					
Orientación S.	2,5	4,2	12,0	10,0	9,0
Orientación N.	1,9	4,5	9,0	10,9	9,5
Diferencias	+ 0,6	- 0,3	+ 3,0	0,0	- 0,5

Medidas en días despejados

EXPOSICION Y VEGETACION	MEDIDAS				
	- 10 cm.	- 2 cm.	0 cm.	+ 10 cm.	+ 50 cm.
Sin vegetación:					
Orientación S.	11,0	27,4	38,5	21,0	19,5
Orientación N.	4,4	13,0	14,5	13,5	13,5
Diferencias	+ 6,6	+ 14,4	+ 28,0	+ 7,5	+ 6,0
Con cubierta vegetal:					
Orientación S.	2,9	8,3	21,0	15,5	14,0
Orientación N.	1,2	5,9	14,5	14,5	14,0
Diferencias	+ 1,7	+ 2,4	+ 6,5	+ 1,0	0,0

Como se puede deducir de las dos tablas de temperaturas en días nublados y despejados, las oscilaciones en la cumbre son muy acusadas los días de sol, en cambio, en los nublados son mucho.

más pequeñas. En general, las exposiciones al sur y el suelo libre de vegetación determinan grandes oscilaciones, en cambio las exposiciones al norte y el tapiz vegetal las amortiguan.

II. *La humedad en los diferentes medios*

a) *La humedad relativa del aire.*

Estas medidas fueron realizadas en los mismos lugares que las de temperaturas, pero sólo a medio metro de la superficie del suelo. Fueron utilizados higrómetros de cabello, en cajitas de hoja de lata pintadas de blanco; éstos fueron cuidadosamente controlados por el psicrómetro de aspiración de Assmann.

1.^a En la pendiente sur. (28 de junio de 1946.)

	Sin vegetación	De gramineas	De chopos	De pinos
De las cuatro a las diecinueve horas	58,5 %	60,5 %	64,0 %	64,5 %
Durante las veinticuatro horas	61,5 %	62,5 %	63,5 %	64,0 %

Como se puede observar, la vegetación aumenta la humedad relativa del aire, pero no en gran consideración; la mayor humedad corresponde a las poblaciones de árboles. La menor diferencia, dentro de las veinticuatro horas, se debe a la influencia amortiguadora de la noche.

2.^a En la cumbre (13 del IV de 1946).

Las diferencias son más escasas que en la pendiente sur, teniendo parecida humedad relativa.

3.^a En la cumbre (30 de junio de 1946, con tiempo despejado).

	Sin vegetación		Con vegetación	
	Norte	Sur	Norte	Sur
De las cinco a las dieciocho horas	54,0 %	55,5 %	59,5 %	50,0 %
Durante las veinticuatro horas	65,0 %	64,5 %	67,5 %	68,0 %

Tampoco existen grandes diferencias entre las orientaciones en lugares sin vegetación; otra cosa ocurre durante el día en los de vegetación, según las orientaciones.

4.* Superficies desnudas (4-VII-1946).

	Cumbre N.	Cumbre S.	Pendiente N.	Pendiente S.
De las cinco a las dieciocho horas	47,0%	51,0%	58,0%	51,0%
Durante las veinticuatro horas	51,0%	52,5%	59,0%	53,0%

b) *La humedad del suelo.*

Fueron recogidas las muestras en los mismos lugares en que fueron realizadas las medidas anteriores. Fueron tomadas dos horizontes de cada perfil del suelo: de 0 a 1 cm, y de 5 a 6 cm. de profundidad, y de cada uno tres muestras para analizar. Después de tamizadas por malla de 2 mm. se repusieron en tubos de pesada y se desecaron a 110° en estufa.

Contenido por 100 de humedad del suelo, según diferente exposición y vegetación (18-IV-1947; tiempo medio).

Profundidad en cm.	Pendiente Sur				Pendiente Norte		Cumbre			
	Desnudo	Gramíneas	Chopos	Pinos	Desnudo	Con vegetación	D. S.	C. S.	D. N.	C. N.
0 - 1	2,4	2,9	5,8	7,4	3,0	37,7	1,7	5,8	3,0	11,8
5 - 6	14,7	11,9	17,4	16,7	13,4	40,5	12,7	22,4	12,6	26,6

Como se observará, existen diferencias entre las orientaciones sur y norte, con mayor humedad edáfica las últimas; asimismo mayor humedad en las que tienen cubierta vegetal, y aun mayor en los suelos de bosque.

Contenido por 100 de humedad del suelo en tiempo húmedo y en tiempo seco; el húmedo, después de dos semanas de lluvias (12-V-1946), y el seco, después de varias semanas sin lluvias.

Tiempo	Profundidad	Pendiente Sur				Pendiente Norte		Cumbre			
		D.	Gramíneas	Chopos	Pinos	D.	C.	D. S.	C. S.	D. N.	C. N.
LL.	0-1	20,2	29,8	20,9	34,0	19,5	48,5	18,4	40,7	19,7	51,4
S. S.		2,1	2,2	2,7	3,6	4,6	27,6	2,1	3,0	3,0	8,0
LL.	4-5	19,8	24,7	20,2	33,8	14,1	52,8	23,4	36,4	23,1	48,0
S. S.		10,3	4,4	6,3	10,3	14,1	26,5	8,7	7,8	9,1	11,6

El poder de retención de agua del suelo depende principalmente de dos factores: de su composición química y de su estado de maduración; de esto último depende en gran parte la influencia de la vegetación y del tipo de suelo que determina el estadio de sucesión.

III. La evaporación en los diferentes medios

Del mismo modo fueron verificadas estas medidas en los mismos lugares que las anteriores. Fueron empleadas esferas de evaporación de Livingston, con una superficie de 87,4 cm². Las medidas se tomaron a 50 cm. de altura. En los pinares, también a 5 cm. de la superficie del suelo.

1.ª En la pendiente sur (28-junio-1946).

Volatización media por hora:

	De las 5 a las 19 horas	Durante las 24 horas
Sin vegetación ...	1,73 cm.	1,38 cm.
Gramíneas ...	1,69 »	1,27 »
Chopos ...	1,33 »	1,16 »
Pinos... ..	1,16 »	1,01 »

La máxima evaporación es al mediodía y después del mediodía; por la mañana y la noche es mucho menor. La volatización máxima por hora resultó en la superficie desnuda, con 3,4 cm., en las gramíneas y chopos de 3 y en los pinares de 2,5.

Según la altura de la superficie del suelo:

	De las 5 a las 19 horas		Durante las 24 horas	
	5 cm.	50 cm.	5 cm.	50 cm.
Sin vegetación	2,82 cm.	2,77 cm.	2,08 cm.	2,06 cm.
En el pinar	0,94 »	2,03 »	0,74 »	1,65 »

En lugares desnudos de vegetación, la evaporación es sensiblemente semejante a distintas alturas, no así cuando existe vegetación.

2.ª En la pendiente norte (13-14-IV-1946).

	De las 6 a las 18 horas	Durante las 24 horas
	Sin vegetación	1,55 cm.
Con vegetación... ..	1,29 »	1,18 »

3.ª En la zona cacuminal (cumbre o espinazo) 30-VI-1946.

	De las 5 a las 19 horas	Durante las 24 horas
	Lado Sur, sin vegetación	2,10 cm.
Lado Norte. con vegetación	1,61 »	1,22 »
Lado Sur, con vegetación	1,53 »	1,15 »
Lado Norte, sin vegetación	1,49 »	1,14 »

4.ª Superficies desnudas (4 de julio de 1946).

	De las 5 a las 19 horas	Durante las 24 horas
	Pendiente Sur	3,07 cm.
Cumbre Sur... ..	2,98 »	2,52 »
Cumbre Norte... ..	2,16 »	1,83 »
Pendiente Norte	1,42 »	1,36 »

IV. *Observaciones e investigaciones complementarias*a) *Naturaleza del suelo, germinación y marchitez de las plántulas.*

El autor ha ensayado primeramente en el Laboratorio *Pinus montana*, *Pinus silvestris* y también *Picea excelsa* y *Larix europaea*, deduciendo las siguientes conclusiones:

La naturaleza del suelo no tuvo influencia en el grado o tanto por ciento de germinación; pero sí una clara influencia en la velocidad de germinación.

Sobre los suelos margosos, la velocidad de germinación es mucho más rápida que en los de naturaleza arenosa. El *Pinus montana* es más lento en germinar que el *P. silvestris*.

Por defectos en el suministro de agua, en los suelos margosos, se marchitan antes las jóvenes plantas que en los arenosos.

b) *Germinación y desarrollo de las jóvenes plantas en el primer año de vida, en campo libre.*

El autor deduce las siguientes conclusiones:

La semillas y las jóvenes plantas, en superficies desnudas, están expuestas a ser arrastradas por las aguas de las fuertes tormentas; asimismo están expuestas a fácil marchitez y enterramiento, especialmente en la vertiente sur y zonas de cumbre.

Una modesta cubierta de hierbas es ya capaz de fomentar la germinación y cierta protección de las plantitas.

Pequeñas elevaciones o concavidades del suelo, pueden jugar un papel decisivo en el desarrollo de las plantas.

Por ello, la replobación de bosque en superficies lampiñas, debe ir precedida de una herbácea, o mejor fruticosa.

c) *Actividad biológica del suelo.*

El autor ha ensayado y aplicado el método propuesto por F. Richard, que emplea cuerdas de celulosa testigos (*Der biologische Abbau von Zellulose und Eiweis-Testschnüren im Boden von Wald, und Rasengesellschaften*; Mitt. Schweiz. Anstalt f. d. forstliche Versuchswesen, 24, 1945).

Las cuerdas testigos resistían a la tracción alrededor de 13,3 kilogramos; después de permanecer cierto tiempo en el interior del suelo, se someten de nuevo al dinamómetro. La disminución de resistencia, expresada por 100, representa de cierta manera la actividad biológica del suelo. Se ensayó en cinco horizontes de cada perfil; 0,0—2-5-10-20 cm. de profundidad; en suelos poco profundos, sólo a dos y cinco centímetros.

En la pendiente sur, y bajo pinos o gramíneas, la actividad del

suelo aumenta hasta 10 cm., a mayores profundidades disminuye de nuevo. También en los suelos sin vegetación es mayor a 5 cm. que a 2 cm. La mayor actividad corresponde al campo de gramíneas, tal vez a su sistema radicular superficial.

En la pendiente norte, es decir, en la umbría, decrece la actividad desde la misma superficie, y en general, es bastante menor que en las solanas. La vegetación aumenta la actividad biológica de los suelos.

V. *Resumen y consecuencias prácticas para el cultivo de bosque y técnica de repoblación forestal*

Las medidas microclimáticas han demostrado las estrechas relaciones entre la temperatura, humedad del aire y suelo, evaporización, por una parte, y la exposición y vegetación, por otra. Es decir, que cada tipo de exposición tiene unas condiciones microclimáticas especiales, que determinarán por sucesión unos estadios de vegetación, que con el tiempo llegarán a su climax posible; y estos estadios de manera recíproca y a su vez modificarán también las condiciones microclimáticas.

La influencia de la vegetación y las exposiciones al norte (umbrías), se traducen en general, en un rebajamiento de los valores medios de las cifras microclimáticas, un ensuavizamiento de los extremos, una disminución en las oscilaciones, una creciente humedad; determinando por lo tanto un tono oceánico microclimático local en el gran clima.

Superficies desnudas y exposiciones hacia el sur, por el contrario, grandes oscilaciones, altos grados de desecación de aire y suelo, que determinan un microclima local de matiz más continental que el del gran clima.

La influencia de las variaciones microclimáticas en los diversos medios, en la germinación y desarrollo juvenil de las especies arbóreas, ya se indicó anteriormente. En especial parece de capital importancia la economía de agua y marchitez. También ha sido demostrado la necesidad de empraizar las superficies desnudas para facilitar la germinación y desarrollo de las plantas, no sólo por su protección y conservación de la humedad del suelo, sino porque aumenta la actividad biológica del mismo.

La técnica de repoblación forestal, basada en la sociología vegetal, como la defendió Hess y Leibundgut, ha sido evidenciada claramente por estas investigaciones y medidas. Por lo tanto es necesario un perfecto conocimiento de los medios; vegetación, estadios de sucesión, suelos y factores microclimáticos.

Las determinaciones técnico-biológicas que se tienen que realizar en una repoblación forestal son distintas según el me-

Medidas técnicas de repoblación forestal, para el «Fallätsche»

ESTADIOS DE SUCESION		MEDIDAS TECNICAS	
Vegetación	Suelo	En variante seca	En variante húmeda
Stadium <i>Leontodon hispidus</i> var. <i>hyoseroides</i>.	Suelos brutos iniciales de la serie <i>Rendzina</i> .	Construcción de obras trenzadas de esquejes para la fijación superficial del suelo, con las siguientes especies:	
		<i>Salix appendiculata</i> , <i>S. incana</i> , <i>S. purpurea</i> . Plantación de <i>Populus tremuli</i> .	<i>Salix appendiculata</i> , <i>S. incana</i> , <i>S. purpurea</i> , <i>S. nigricans</i> , <i>Alnus incana</i> Drenajes adecuados.
		Revestimiento del suelo desnudo con cepellones de plantas herbáceas y gramínoideas (pioneras).	
		<i>Anthyllis vulnerari</i> , <i>Agrostis alba</i> , <i>A. stolonifera</i> , <i>Hippocrepis comosa</i> , <i>Carex flacca</i> , <i>Brachypodium pinnatum</i> , <i>Molinia litoralis</i> .	<i>Agrostis alba</i> , <i>A. stolonifera</i> , <i>Carex flacca</i> , <i>Molinia litoralis</i> , <i>Calamagrostis varia</i> .
Stadium <i>Carex flacca</i>-<i>Molinia litoralis</i>.	Suelos brutos de la serie <i>Rendzina</i> .	Plantación de:	Plantación de:
		<i>Pinus silvestris</i> , <i>P. montana</i> , <i>Sorbus Aucuparia</i> .	<i>Pinus silvestris</i> , <i>P. montana</i> , <i>Alnus incana</i> .
Molinieta <i>litoralis</i>-<i>Pinctum</i>.	<i>Rendzinas</i> no maduras.	Cultivos de repoblación, en la mayoría de los casos, no son necesarios. Protección adecuada y repoblación de claros.	Cultivos de repoblación, en la mayoría de los casos, no necesaria. En circunstancias especiales drenajes. Protección adecuada y repoblación de claros.
Taxeto-Fagetum. (Climax topográfica).	<i>Rendzinas</i> maduras.	Cuidados y protección como bosque en explotación, evitando talados fuertes y desiguales.	

dio. Dentro de cada asociación de plantas son también diversas las mediciones específicas.

En donde el desarrollo natural de la vegetación no conduce lo bastante rápidamente a la deseada repoblación, en primer lugar se habrá de buscar e intentar eliminar las causas que lo motivan; de este modo acortar el proceso de la sucesión natural. En terrenos abruptos hay que estabilizar el suelo con adecuadas medidas, que fomenten la instalación de estadios herbáceos pioneros, que inicien y fomenten la formación y maduración del suelo. No obstante, aun en estas condiciones, ha comprobado por las investigaciones que las capas inferiores del aire y superiores del terreno están sometidas a grandes contrastes microclimáticos y a peligros las jóvenes plantas. Por eso en estos medios es preferible el trasplante a la siembra directa.

Como las condiciones de los diversos medios en comarcas montañosas son muy variadas, casi imposibilitan el establecimiento de normas fijas de repoblación. No obstante se pueden concretar las siguientes:

Ante todo fomentar, si ello es posible la repoblación por el camino natural. El esfuerzo y gasto de un estudio cuidadoso de los diversos medios naturales de una comarca, siguiendo los fundamentos de las leyes naturales de la sociología vegetal, siempre resultarán remuneradores. El establecimiento de los estadios de sucesión es primordial. De tal modo, que en los trabajos de repoblación forestal resulta muy adecuado recordar el lema: «lo bien planeado es ya medio construido».

Las medidas técnicas de repoblación forestal que recomienda el autor para esta comarca, están resumidas en el cuadro adjunto.