

7713.79

EXPERIENCIAS CON UN NUEVO RESPIRATOGRFO "PICHE"Una contribución para el problema de evaporización.

Exposición del Dr. Otto Klausling, Stolzenau / Weser - Alemania
(del Instituto Botánico de la Universidad Técnica de Darmstadt)
Con 4 ilustraciones explicativas.

Resumen

El objeto de la presente exposición es la descripción de un nuevo respiratógrafo "Piche" que fué inventado y perfeccionado con empleo del principio de flotador para el registro por horas y días de la conocida evaporación "Piche" en el Instituto Botánico de la Universidad Técnica en Darmstadt/Alemania.

El informe sobre este aparato nos da el motivo advertir inicialmente la importancia de la medición potencial de evaporación, para seguir después con una contemplación crítica del cuerpo "Piche" de medición a base de experiencias de tipo transpiratorio-fisiológico y botánico-ecológico. Queda propuesto de referir la evaporación "Piche" como altura de evaporación a la superficie básica correspondiente del tamaño del disco de papel de filtración (referencia a la "Superficie Sencilla").

Una reducida vista sinóptica sobre las posibilidades botánicamente comprobadas de medición termina la contemplación general y coloca en la siguiente descripción del nuevo aparato registrador entonces en el ambiente del problema total de evaporación.

El aparato dispone de un reloj de registro con accionamiento de tambor de 7 días. A este tiempo de funcionamiento está adaptado el aprovisionamiento de agua que normalmente suele ser suficiente para una semana también bajo condiciones tropicales. La evaluación de las curvas de registro se logra mediante un disco evaluador nomográfico. Las experiencias logradas con este aparato se mencionarán también.

Nota Preliminar

El problema de evaporación resulta muy complicado a causa de la cantidad y variedad de todas las posibles preguntas. Sin mención de las dificultades de tipo técnico de medición por experiencia como también calculativo de teoría, la fisiología botánica de transpiración ya se destaca por trabajos exitosos durante decenios mediante el "Evaporímetro Piche".

Antes de que se informa sobre un nuevo aparato registrador que se basa en este principio de medición, se tratará el tema teórico y técnico de medición de la evaporación y se demuestra, que las experiencias botánicas pueden suministrar

más allá de las experiencias botánicas y fisiológicas una contribución importante y general para el problema de evaporación.

Evaporación general y potencial

Independientemente de la cuestión de una evaporación teórica según una superficie abstracta de agua o práctica de un lago, un paisaje, un terreno o una región con vegetación (bosque, campos, prados etc.) o con más diferenciamiento según la evaporación del suelo o de las plantas, en todas partes existe la complicación originada por la ventilación (vientos e intercambio) de la referencia a los valores termo-dinámicos de los sistemas investigados.

Por tal razón resulta conveniente y lógico de efectuar mediciones de la evaporación potencial mediante un evaporímetro o, como Huber lo llama, con un respiratómetro, y hacer la referencia respectiva.

Aunque a veces se expresa de que no se soluciona el problema con la medición potencial de evaporación, porque no permite conclusiones sobre la evaporación actual por ejemplo de un paisaje, una existencia de vegetación o una planta individual, por otra parte no puede negarse la necesidad de tales mediciones. Solamente la comparación entre la evaporación efectiva y actual así como la evaporación potencial permite el conocimiento del efecto restrictivo de las resistencias de evaporación existentes y examinados en los sistemas comprobados.

El resultado básico así logrado de la fisiología botánica de transpiración es casi el cumplimiento legal de una relación constante entre la evaporación de un disco "Piche" y la transpiración óptima de una hoja; esta referencia está prevista en el diagrama Pisek, en el cual aparecen desviaciones de la constancia de esta relación como momento fisiológico (Pisek y Cartellieri).

Después de que el año pasado encontré bajo condiciones tropicales en El Salvador (América Central) una buena proporcionalidad entre la evaporación "Piche" y la evaporación de un lago - aquella otra posibilidad de medición hidrográfica con gran superficie de la evaporación potencial - me parece justo y conveniente llevar la atención nuevamente sobre el respiratómetro "Piche".

La selección de los cuerpos de medición

Bajo la condición de que se necesita la relación a una evaporación medida potencialmente, resulta y se presenta la cuestión de la selección de los cuerpos adecuados de medición.

Preguntando por la gran evaporación de continentes enteros, tendrá que buscarse la comparación razonable en la evaporación de los mares. Preguntando por la evaporación de una región limitada, tal vez de tipo hidrológico a base de la diferencia entre precipitación y defluencia, resultará lógico de evaluar la evaporación de un lago como valor potencial de evaporación con el fin de comparación.

En caso de que intentamos la determinación de la evaporación de extensiones reducidas de terreno por mediciones lisimétricas o por mediciones de presión vaporica y de intercambio, no podemos evitar la necesidad de asegurarnos tanto hidrológicamente y (por la influencia de la capa vegetal) también fisiológico-botánicamente, fin para el cual se ha acreditado el respiratómetro "Piche". Los propios cuerpos de medición de la evaporación que están a nuestra disposición, son lógicamente los lagos y el respiratómetro "Piche".

En la selección de cuerpos de comparación o medición respectivamente de la evaporación juega un importante papel su inercia térmica.

No resultando posible emplear tales cuerpos de medición en todas sus escalas y variaciones, debería intentarse de estudiar el problema de la medición potencial de evaporación en las condiciones bilaterales limitadas, es decir una vez emplear un sistema de medición lo más inerte posible y otra vez un sistema con un mínimo o falta de inercia.

Forzosamente nos ayudan estas contemplaciones y meditaciones en la selección de los cuerpos de medición, porque podemos calificar el lago como un cuerpo inerte ideal de medición y el respiratómetro "Piche" como un cuerpo ideal de medición sin inercia.

El problema de la medición de evaporación en lagos está solucionado hidrológicamente y técnicamente de medición. La importancia y el significado de tales mediciones resulta generalmente como conocida.

El respiratómetro "Piche" fué introducido la primera vez en Alemania por Huber y generalmente aplicado también por otros autores en conexión con investigaciones botánico-ecológicas. (Leick y Walter).

Desde hace varios años el Servicio Meteorológico de Alemania se sirve también de este aparato (Schmid, Leistner y Uhlig). Especialmente se realizan desde el año de 1.954 en el Departamento de Meteorología Agraria del Servicio alemán de Meteorología mediciones "Piche" en más o menos 20 estaciones con tubos de diferente construcción que sirven al perfeccionamiento metórico de este sistema de medición.

Naturalmente se ha advertido siempre, que el respiratómetro "Piche" se caracteriza por una forma aerodinámica no satisfactoria y produce una inuniformidad de su superficie provocada por el efecto marginal. Estas mediciones ya llevaron hace tiempo a cuerpos esféricos de evaporación según Borne y Leistner que sin embargo respecto al tubo de aducción no resultan aerodinámicamente tampoco mejor que el respiratómetro "Piche". Solamente el cuerpo según Leistner alcanza una inercia negativa y térmica ideal como el respiratómetro "Piche", pero este cuerpo de evaporación no se impuso entramente, porque también los servicios meteorológicos del extranjero se sirven en general del respiratómetro "Piche" una vez introducido y propagado en todo el mundo. Además resulta más sencillo en su manipulación.

En la botánica no se produjo nunca un distanciamiento del cuerpo según "Piche", porque los cuerpos según Huber, Stocker y Walter fueron aplicados precisamente por su semejanza térmica y morfológica con la hoja natural de una planta ya más desarrollada y ha correspondido bajo el aspecto botánico a todas las exigencias convenientes de un tal cuerpo de medición y de tal modo, que las características físicas de la propia fisiología botánica de transpiración ya pueden considerarse como un sector científico y bien limitado.

En consideración de la alta parte de transpiración botánica en la evaporación total de una zona bien cubierta por vegetación resulta indudablemente la evaporación "Piche" como la posibilidad más perfecta de medición al lado de la medición de evaporación de un lago.

El respiratómetro Piche no trabaja naturalmente con la temperatura verdadera del aire, sino - y esto significa su ventaja en comparación con la mayoría de los demás cuerpos de evaporación - casi exactamente con la temperatura del termómetro húmedo, obedeciendo así casi idealmente a la existencia por inercia térmica.

Después de que Leistner ha demostrado con su cuerpo de evaporación y desarrollado a base del disco "Piche", que resulta imposible determinar el coeficiente de ventilación contenido en la fórmula de evaporación, lo que confirma también Robitzsch, no existen ningunas dificultades teóricas ni matemáticas, para calcular a base de la evaporación "Piche" la evaporación potencial de una superficie teórica de agua con la verdadera temperatura del aire. Esta cuestión no se trata más en la presente exposición.

El valor de referencia

Un problema completamente independiente de las anteriores meditaciones es la selección del valor de referencia. Normalmente se exigirá de referir el volumen evaporador de agua al tamaño de la superficie evaporadora. Esto no ocurrió siempre en la evaporización "Piche" hasta ahora practicada.

Se consideró el cuerpo de medición como convencionalmente más potente que el valor de referencia e hizo las indicaciones en centímetros cúbicos de evaporación "Piche" por unidad de tiempo, empleando preferentemente un disco con un diámetro de 3 centímetros. Discos tan reducidos resultan sin embargo algo convenientes, porque en el caso de traspaso a mayores diámetros resulta considerablemente notable la disminución del efecto marginal aparte de la proporcionalidad de superficie. Desde hace mucho tiempo emplean unos botánicos un disco de 5 centímetros y resulta experimentalmente seguro según Walter un factor de adaptación de 2,5 entre ambos valores.

Las experiencias botánicas demuestran que ambos tamaño de disco se acreditan de un modo igual en la medición práctica. Las investigaciones comparativas del Servicio Alemán de Meteorología, sobre las cuales informa Uhlig, han demostrado que el disco de 5 centímetros ya resulta algo demasiado agitado por el viento.

Seguramente no es ninguna casualidad, que Walter usa un cartón de filtración que excluye en lo más posible este efecto de perturbación. Según mi propia experiencia resulta admisible el empleo de discos de 5 centímetros con el recomendado cartón de filtración, color blanco, N° 5.703 de Schleicher & Schüll, sin tener que temer que este material está sometido al movimiento perjudicial del viento tampoco en condiciones húmedas y caracterizándose por su consistencia de forma. Sin embargo resulta dudoso, si la referencia sobre la superficie bilateral será definitivamente útil, como se usaba hasta ahora en la botánica.

Indudablemente será algo forzado y no satisfará enteramente en sus condiciones físicas por el efecto marginal de referir la evaporación medida en tal cuerpo a su superficie total. Una referencia impecable a la superficie se lograría solamente si esta superficie se corrigiera por la fracción del efecto marginal. A esta posibilidad sea aquí solamente advertido. Será siempre más justo suponer como cuerpo de medición una laminita horizontalmente extendida de agua y adecuada a la exigida inercia térmica, cuya extensión es convencionalmente limitada e indicada como superficie de proyección.

Una tal referencia a la "superficie sencilla" no modifica principalmente nada en el cuerpo de medición, pero corresponde mejor a sus dimensiones verdaderas con vista a la extensión de superficie y del borde.

Experiencias con este valor de referencia

Resultado para mi interesante averiguar bajo condiciones tropicales en El Salvador (América Central), que la calculada evaporación "Piche" de un disco horizontal de 5 centímetros diferenció normalmente muy poco de la evaporación comparativamente medida de un lago. En los meses más extremos resultó la coincidencia casi completa.

El cuadro que se especifica en la próxima página da una idea y un criterio exacto del aplicado sistema de las mediciones allí efectuadas.

En los llanos interiores de San Andrés suministraron con una distancia de 4 km

	a fines de la época seca de 6 meses abril de 1.956	a fines de la época de lluvias de 6 meses octubre de 1.956
Laguna de Chanmico (466 m) según nivel.....	12,5 mm/día	5,2 mm/día
Estación Meteorológica de San Andrés (460 m) según "Piche" 5 cm.....	12,2 mm/día	5,3 mm/día.

Este ejemplo demuestra que la evaporación Piche directamente medida y referida a su perficie simple representa un valor razonable de medición no solo botánica-sino también climatológicamente.

No estoy en condiciones de discutir en mi carácter de botánico las aplicaciones climatológicas de la evaporación "Piche"; a este respecto se advierte a los informes abundantes de Uhlig. Me limito a la exposición de las posibilidades de medición comprobadas en la botánica sobre la evaporación "Piche", en las cuales se encuentra también un nuevo aparato de registro.

Posibilidades prácticas de medición

a) Medición momentánea

La medición tanto más exacta como también sensible es la medición momentánea según Stocker. Para este fin se usa un disco de papel de filtración blanco de 5 cm sostenido en un fino borne de alambre, dicho disco humedecido con agua destilada. Se expone en el lugar de medición a la adaptación de la temperatura y se pesa el mencionado disco muy rápidamente en una "balanza de transpiración", que es prácticamente una balanza portátil de torsión con una sensibilidad de 1 mg. Según el cronómetro se expone otra vez un minuto y se efectuará nueva operación de pesar.

La cuestión de un posible empleo de otros discos de blancos no se discute en la presente exposición.

b) Medición permanente

La segunda posibilidad o sea la medición permanente, se realiza con el conocido respiratómetro "Piche". Puede servirse de discos tanto de tres centímetros como también de cinco centímetros y el factor 2,5 de conversión.

En cambio de la medición momentáneo que deja libre ambos lados del papel de filtración, se tapa una superficie de 1,33 cm² en el lado superior del disco del papel de filtración en el respiratómetro Piche y los aparatos de registro por el tubo de medición o aducción con un diámetro exterior de 13 mm. Esta reducción de superficie provoca en el disco de 5 cm una reducción de evaporación por 2,6 %, lo que tiene que tomarse también en consideración con vista a la alta exactitud de medición.

En el Servicio alemán de Meteorología se han efectuado experimentos también con un evaporímetro Piche de forma curvada de "U" y en el cual el mencionado tubo de aducción tiene su asiento en el disco del papel de filtración desde abajo. Aunque se pierde de tal modo la protección de evaporación en el lado superior, existe por lo menos con volumen reducido en el lado inferior y el informe de las experiencias subraya que prácticamente no hay diferencias esenciales entre el evaporímetro Piche curvado y el evaporímetro recto.

c) El registro

La tercera posibilidad es la del registro. Para este sector Booss ha descrito 2 aparatos que funcionan con alta sensibilidad y que se acreditan principalmente en vez del evaporímetro Piche para la evaluación de unas mediciones diarias de la evaporación. El mencionado autor informa sobre sus experiencias con investigaciones comparativas de transpiración en Africa.

El nuevo aparato descrito a continuación fué desarrollado por mí para el registro semanal de la evaporación Piche, para poder emplearlo también en estaciones interiores sin personal para trabajos sobre la ecología de plantas. Este aparato se acredita por tal razón también en el servicio normal de estaciones de climatología.

Descripción del nuevo evaporígrafo Piche ^{+)}}a) El principio (véase ilustración N° 1)

Similar al respiratómetro Piche se encuentra como cuerpo de medición un disco de papel filtrante blanco de 5 cm y sujetado por un resorte, en un tubo de Plexiglas con un espesor de 13 mm. Este tubo está empalmado por encima de una manguera de PVC transparente con un recipiente cilíndrico de 50 mm de diámetro interior para agua. Este sistema está llenado con agua y el disco del papel filtrante se encuentra iniciando la medición aprox. 1 cm sobre la altura del nivel del agua en el cilindro aprovisionador. En este cilindro se sumerge un flotador con un brazo escritor directamente acoplado, que registra el consumo del agua provocado por la evaporación sin transmisión directamente sobre un tambor de registro. La curva de registro se caracteriza durante la evaporación por una línea de declive. Las características especiales son:

- 1.- Por igualdad del diámetro del disco de papel filtrante y el envase aprovisionador de agua (recipiente con flotador) = 50 mm ocurre un registro directo en milímetros referido a la altura de evaporación sobre una superficie circular de este preciso diámetro (referencia a la "superficie simple".)
- 2.- El cuerpo de medición así como el dispositivo de registro que se encuentra en un tanque a prueba de lluvias, están acoplados por una línea de manguera suficientemente constante de volumen y distanciados entre sí tanto que no puede ocurrir ninguna influencia perturbante del tanque sobre el cuerpo de medición.
- 3.- La sensibilidad máxima del aparato es de 0,05 mm de carrera. La exactitud promedia de evaluación comprende $\pm 5\%$.

^{+)}} La fabricación y distribución del evaporímetro Piche arriba descrito procura la casa J. & A. Bosch Nachf. Siegfried Bosch, Freiburg im Breisgau, Alemania.

Leyenda de la ilustración N° 1:

Dibujo esquemático del evaporímetro antes mencionado de Piche (respiratómetro).

b) La ejecución técnica (véase ilustración Nº 1)

Se empleó la acreditada mecánica de flotador, como es usual en pluviómetros y como fué aplicada también en los evaporímetros Borne en el Instituto de Meteorología y Geofísica de la Universidad Francfort del Meno en Alemania, al cual aparece el aparato aquí descrito en sus partes mecánicas.

Este aparato en Francfort según mi saber todavía no fué publicado. Por tal razón expreso mi agradecimiento al catedrático Dr. H. Reifferscheid para la prestación de dicho aparato del mencionado Instituto, que me permitió acumular experiencias prácticas con el aparato en referencia y me impulsó aplicar sus principios en el evaporímetro Piche anteriormente descrito.

En una placa redonda, ejecutada de base del aparato, se encuentra una columna con un mecanismo de reloj montado para una vuelta en 7 días con las dimensiones de 93 mm de alto y 93 de diámetro así como el cilindro adecuadamente alto para el aprovisionamiento con agua (tanque de flotador) con un diámetro interior de 50 mm. Este cilindro posee en su extremo inferior una conexión lateral para el acoplamiento de la línea de manguera al cuerpo de evaporación y en su extremo superior un dispositivo lateral de desborde. Este último sirve a la recepción de una pieza reducida de manguera que lleva desde el cuerpo circunferente hacia a fuera y que está cerrado mediante una tapa permeable de algodón. Montado sobre el cilindro se encuentra la tapa con la guía de flotador y el varillaje móvil de este flotador.

En este varillaje móvil de flotador va montado el brazo registrador de arco caído con pluma de barco para el registro con tinta normal de registro. La tapa con su varillaje de flotador está fijado con 2 pernos-pasadores contra torsión axial, pasadores que llevan la tapa después de la abertura y a continuación durante el cierre siempre a la posición anteriormente existente. Estos pernos-pasadores no están acoplados rigidamente en el borde del cilindro sino en un anillo sujetable de ajuste con tornillo de ruleta. Así resulta posible mover el anillo de ajuste mediante el tornillo de ruleta comúnmente con la tapa del cilindro portadora del flotador y del varillaje de registro, efectuando movimientos axiales hasta la ubicación óptima de la pluma del registro en el mecanismo de reloj.

El aparato se encuentra dentro de un tanque de 2 secciones, ejecutado de láminas de cinc y barnizado de color blanco. Este tanque tiene en su parte inferior y directamente colocable pasos adecuados para las mangueras de alimentación y desborde. El aparato resulta accesible después de quitar su parte superior y móvil.

c) La colocación del aparato (veáanse las ilustraciones Nos. 2a y b).

El aparato puede colocarse sobre cualquier planicie plana, por ejemplo también sobre una consola montada en un palo.

La distancia horizontal del cuerpo de medición desde el aparato en el tanque debe comprender por lo menos 80 cm hasta un máximo de 150 cm. El cuerpo de medición puede sujetarse tanto en una parrilla de brazo o en cualquier soporte adecuado con borne o tornillo de estativo. El disco del papel filtrante deberá encontrarse un centímetro por encima del nivel más alto del agua en el tanque del flotador.

La exposición del disco es horizontal. Tiene que impedirse los doblajes bruscos que trastornan el flujo en la manguera de alimentación, sirviéndose de apoyos adecuados. Movimientos normales de la manguera, por ejemplo producidos por el viento, no molestan ni perturban en cuanto no provocan cualquier sacudida del aparato.

d) Puesta en marcha y manipulación

La puesta en marcha del aparato es verdaderamente sencilla. Después de la ubicación y colocación del aparato de acuerdo con lo expuesto y descrito se quitarán las tapas del tanque y del flotador y se llenará el tanque con agua destilada hasta el desborde y en una altura simultánea y correcta del cuerpo de medición. Después se sacará el cuerpo de medición de su soporte y lo mantendrá algo elevado, se colocará el papel de filtración o se lo intercambia y se mueve con el disco de filtración tanto hacia arriba, hasta que el agua entrante en la manguera haya desplazado todo el aire y regado el disco sin formación de burbujas.

Como papel filtrante se recomienda el cartón filtrador blanco Nº 5.703 con 50 mm de diámetro de Schleicher & Schüll. Para el humedecimiento del disco puede dejarse caer algo de agua por gotas.

Después se lleva el cuerpo de medición con el disco del papel filtrante hacia abajo a su soporte y se llena una vez más el tanque del flotador hasta el desborde. Ahora se colocará la tapa con el varillaje de flotador y registro a su posición prescrita por los pernos-pasadores. El intercambio de las tiras y el aditamento de tinta se realizan como usualmente.

En el caso de un tiempo de congelación no puede manipularse el aparato. Aprovechándolo en la primavera y en el otoño con unas pronunciadas bajas de temperatura nocturna, conviene quitar el agua durante estas horas de noche. Una temperatura baja hasta -2°C no perjudica el aparato.

Marcas de tiempo pueden apuntarse en el registro del mismo modo como en el caso de pluviógrafos.

e) El registro y su evaluación

(veáanse los dibujos de curvas Nos. 3 y 4).

El cuadro del registro (ilustración 3) procura inmediatamente una impresión cualitativa del proceso de evaporación.

Siendo horizontal el curso de la curva, entonces no ha evaporado nada, mientras cuando baja la curva, es decir el agua ha evaporado y el grado de inclinación de la curva es simultáneamente la medida para la intensidad de evaporación. En caso de que la curva tenga curso ascendente, entonces se trata de una característica cualitativa de lluvia o rocío, lo que no puede evaluarse cuantitativamente.

La tira de registro no contiene ningunas líneas horizontales, sino solamente verticales para la distribución del tiempo. De tal modo se logra un registro especialmente sinóptico.

Leyenda de la ilustración Nº 2: Colocación del evaporímetro Piche (respiratómetro) en la estación de San Andrés de El Salvador (América Central). a) con tanque cerrado y b) con tanque abierto.

Leyenda de la ilustración Nº 3: Registros del evaporímetro Piche del El Salvador (América Central). El diagrama superior demuestra las condiciones durante la época de sequía, mientras el diagrama inferior refleja el curso de las evaporaciones Piche a fines de la época de lluvias.

La evaluación se logra sirviéndose del Nomograma de la ilustración N° 4, que demuestra el uso de un disco transparente de astralon con un espesor de aprox. 2 mm. Se difiere entre la evaluación diaria y horaria.

La evaluación diaria se efectua de un modo sencillo mediante la división milimétrica contenida en el lado izquierdo y abajo del nomograma. Obsérvese que se logre una tapa adecuada de la división del tiempo marcada por rayas verticales con la división del tiempo en la tira de registro o eventualmente de manera paralela. Así se coloca en la tarjeta izquierda del disco de astralon una regla que puede desplazarse longitudinalmente, hasta que el punto más bajo de la curva diaria se encuentra en la esquina derecha y abajo del nomograma. El punto más alto de la curva diaria cruza normalmente la escala milimétrica en el lado izquierdo e indica la evaporación diaria en milímetros.

En caso de que la curva subiría entretanto (lluvia o rocío) entonces comprenderá el diámetro aprox. 20 cm cuadrados (precisamente 19,7 cm²) y significando un milímetro de altura de carrera 2 cm³. Para este caso valen los Nos. entre paréntesis del nomograma.

La evaluación horaria se realiza de un modo diferente. Se colocan el disco del nomograma y la regla como antes. Entonces se busca para cada hora con desplazamiento a lo largo de la regla la tangente que coincide con la inclinación de la curva de registro; en el extremo derecho de la tangente se encuentra el número de medición de la intensidad de evaporación en milímetros por hora (cm³/h). Después de una evaluación cuidadosa, la suma de 24 valores horarios no debe desviar más que 0,5 mm (1cm³) de la suma directamente medida del día (véase la evaluación diaria).

El aparato tan descrito dispone de posibilidades similares de evaluación como los termógrafos higrógrafos etc. y permite de tal modo un servicio de estación con el cálculo de valores promedios para décadas y meses.

Leyenda de la ilustración N° 4: nomograma del disco transparente de evaluación que se coloca por encima de la curva de registro para su debida evaluación.

f) Experiencias prácticas con el evaporímetro Piche

En el servicio práctico logré buenas experiencias con este respiratógrafo.

Para su mantenimiento valen los mismo principios que para los pluviógrafos. La tapa del cilindro y el tanque del flotador deben quedar libres de polvo. El relleno del agua debería efectuarse con cierto cuidado, para que el aparato quede seco en su interior, lo que importa a favor de las dimensiones constante del papel y la eliminación de perturbaciones mecánicas.

El aparato no depende extremadamente de su ubicación, es decir no se necesita para su colocación o preparación de la base incondicionalmente un nivel de burbuja, sino puede colocarse en el terreno según ojo clínico y también directamente sobre el suelo.

Fué seleccionado el cartón filtrante N° 5.703 de Schleicher & Schüll, porque conserva su forma también en condiciones húmedas y con fuertes lluvias. Tampoco vuela con el viento.

La cantidad aprovisionadora de agua normalmente suficiente para una semana también en condiciones tropicales. Donde no es así y tiene que rellenarse, puede servirse de un disco de 3 cm (factor 2,5 de conversión).

En condiciones de gran humedad convendrá eventualmente ampliar el alcance del aparato. Este no debería lograrse por empleo de un mayor cartón de filtración, sino por conexión de un segundo disco de 5 cm. Normalmente no está prevista una tal solución, pero resulta muy sencillo de desviar una tal conexión en la línea de manguera por una pieza corriente de "T" ó "Y" de laboratorio. Obsérvese que los dos cuerpos de medición se encuentren en igual altura.

El aparato se ha acreditado bien también en condiciones más difíciles de mantenimiento durante su aplicación en la América tropical y pudo ser manipulado después de poco tiempo por auxiliares sin instrucción especial.

El aparato descrito fué construido en los talleres del Instituto Botánico de la Universidad Técnica de Darmstadt/Alemania.

Expreso mi agradecimiento al Director de ese Instituto, Catedrático Dr. Otto Stocker, para estas posibilidades y su siempre gentil interés en mis trabajos. También agradezco al mecánico del Instituto, Sr. Georg Germann para la ejecución minuciosa del aparato y su consejo durante la ejecución constructiva.

Finalmente rindo agradecimiento al Servicio alemán de Meteorología, especialmente a los señores Dr. W. Kreutz y Dr. F. Schnelle, quienes demostraron siempre su interés y ayuda para mis preocupaciones y que también leyeron la corrección de mis exposiciones.

A la Asociación Alemana de Investigaciones en Bad Godesberg, agradezco sinceramente la generosidad con la cual me ayudaron en mis trabajos de investigación y exploración.

Nota posterior y redactada durante la impresión de la presente exposición:

Una investigación comparativa sobre la evaporación Piche y la evaporación de lisímetros contiene la exposición ahora publicada de F. Vinck: la aprovechabilidad de evaporímetros Piche para la determinación de evaporación zonal. Publicada en las Comunicaciones Alemanas sobre Investigaciones Acuáticas, 1.73-76 (1.957).

LITERATURA

- 1.) J. Bartls: evaporación, humedad del suelo y aguas penetrantes bajo circunstancias naturales, por ejemplo en cuestiones forestales y de caza - 65, 204 (1.933)
- 2.) S. Baumbach: mediciones comparativas con diferentes evaporímetros bajo condiciones definidas de experimentación. Informe en el Servicio alemán de Meteorología, US-zona, 35, 194 (1.952).
- 3.) H. Von dem Borne: estudios sobre evaporación, hidrografía y Meteor marítimo, 59, 325 (1.913).
- 4.) G. Boss: la utilidad del evaporímetro Piche durante mediciones de evaporación. Informe en el Servicio alemán de Meteorología, zona US, Nº 35, 194 (1.952).
- 5.) Mediciones de evaporación y rocío en Africa. Informe del Servicio alemán de Meteorología, Nº 5 (1.953).

- 6.) F. Firbas: el efecto del viento sobre la transpiración. Informe de la Sociedad Alemana de Botánica, 49, 443 (1.931).
- 7.) G. Hofmann: evaporación y rocío como eslabones de la economía del calor. Planta (Berlin) 47, 303 (1.956)
- 8.) B. Huber: un juicio sobre el presupuesto acuático de la planta. Una contribución para la fisiología comparativa. Publicación anual sobre botánica científica, 64, 1 (1.924).
- 9.) Un método sencillo para la medición de la potencia de evaporación en su lugar firme. Informe de la Sociedad Alemana de Botánica, 42, 19 (1.924).
- 10.) B. Huber y R. Miller: Métodos de registro de vapor acuático y transpiración en la corriente continua del aire. Informe de la Sociedad Alemana de Botánica, 67, 223 (1.954).
- 11.) La evaporación. Manual de la fisiología de plantas, 3, 265, Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1.956.
- 12.) E. Leick: determinación de la transpiración y evaporación con vista a las necesidades de la ecología. Manual de los métodos biológicos de trabajo (Abderhalden) Sección XI, 4, 1.573 (1.939).
- 13.) W. Leistner: Disertación, Berlin 1.934, citada según Robitzsch (1.935).
- 14.) Resultados de observaciones comparativas de evaporación. Informe del Servicio Alemán de Meteorología, US-zona, N° 35, 202 (1.952).
- 15.) A. Pisek y E. Cartellieri: sobre los conocimientos de la economía acuática de las plantas. tres comunicaciones en el manual científico sobre botánica, 75, 195 (1.931); 79, 131 (1.934); 88, 22 (1.939).
- 16.) K. Raschke: sobre las relaciones físicas entre el número del traspaso del calor, el intercambio de radiación, la temperatura y la transpiración de una hoja. Planta (Berlin) 48, 200 (1.956).
- 17.) Robitzsch, M.: en el manual de los instrumentos meteorológicos (Kleinschmidt) Pág. 204 y seguidas, Berlin (1.935).

- 18.) E. Schmid: investigaciones en evaporímetros. Meteor, Z. 50, 288 (1.933).
- 19.) O. Stocker: un método de campo para la determinación del valor I y II momentáneo de transpiración y evaporación. Informe de la Sociedad Alemana de Botánica, 47, 126, 130 (1.929).
- 20.) S. Uhlig: averiguación del requerimiento de evaporación del aire mediante evaporímetros Piche. Comunicaciones del Servicio Alemán de Meteorología, Nº 13 (1.955).
- 21.) H. Walter,: la evaporación de agua en aire agitado y su dependencia del tamaño de la superficie. Sobre la crítica de los experimentos de transpiración. Revista Botánik 18, 1 (1.925/26).
- 22.) Introducción en la Pitología. III, 1. Ciencias sobre el lugar estacionario. Stuttgart-Ludwigsburg: Ulmer 1.949.

Dr.B/eol.
24-10-60