

ESTADOS UNIDOS DE VENEZUELA  
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y CRIA  
DIRECCION DE AGRICULTURA  
SECCION DE METEOROLOGIA AGRICOLA

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

I N S T R U C C I O N E S  
SOBRE  
TERMOGRAFOS E HIGROGRAFOS

Por  
Jesus M. Sánchez Carrillo  
Meteorólogo

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

Caracas, julio de 1.949.-

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

I N D I C E

Página:

Instrucciones sobre Termógrafos e Higrógrafos	
Termógrafo de Aire.....	1
Termógrafo de Suelo.....	5
Higrógrafos.....	6
Termohigrógrafo.....	9
Cálculo de la Temperatura y-la	
Humedad Relativa del Aire.....	10

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*  
\*\*  
\*

## INSTRUCCIONES SOBRE TERMOGRAFOS E HIGROGRAFOS

### TERMOGRAFOS:

El termógrafo ó termómetro registrador es un instrumento destinado a llevar un récord continuo de la temperatura en un determinado lugar. Según que las temperaturas a tomarse sean las del aire libre ó bajo el nivel del suelo, el termógrafo será "de aire" ó "de suelo" respectivamente.-

### TERMOGRAFO DE AIRE:

a) Partes de que consta: La disposición general del termógrafo de aire aparece en la fig. 3. Podemos considerar tres mecanismos en el instrumento: el sensible ó receptor, el trasmisor y el inscriptor.

El órgano sensible puede ser de dos clases: bimetalico y de tipo Bourdon. El primero consiste en dos láminas de distintos metales (bronce ó latón, con invar) que se encuentran rigidamente unidas entre sí de manera que no puede deslizarse una sobre otra. Dichos metales tienen distintos coeficientes de dilatación, es decir sufren alargamientos distintos con los ascensos de temperatura. La lámina bimetalica está dispuesta en forma de espiral ó caracol, (fig. 3), estando uno de sus extremos fijo y el otro extremo libre reciben los movimientos producidos por los cambios de temperatura del aire. Debido a la disposición de los metales (la parte interior es de bronce y la exterior es de invar: el primero se dilata más que el segundo) la lámina tiende a cerrarse o abrirse en su posición espiral. (Fig. 3).-

En otros instrumentos el órgano sensible consiste en un tubo metálico de sección elíptica, llamado cápsula de Bourdon, cuyo interior se encuentra completamente lleno de alcohol u otro líquido (toluol, etc.), (fig. 3b). Uno de los extremos del tubo se encuentra fijo

é inmóvil, mientras que el otro avanza ó retrocede (se estira ó se encorva) con los cambios de temperatura.

El mecanismo trasmisor consiste en un juego de palancas que partiendo desde el extremo libre del órgano sensible, trasmite y amplifica los movimientos. El brazo de palanca principal lleva en su extremo una plumilla metálica que se mueve hacia arriba ó hacia abajo según que suba ó baje la temperatura (fig. 5 y 6). El extremo izquierdo de la plumilla lleva un recipiente para alojar la tinta especial que se emplea para tal fin.

El mecanismo inscriptor del termógrafo consiste en un cilindro metálico colocado en sentido vertical, (fig.1), lleva en su interior un aparato de relojería que al estar en posición adecuada sobre la base del instrumento le comunica un movimiento de rotación uniforme en el sentido de las agujas del reloj (visto desde arriba). La figura 2 muestra la parte superior del cilindro, estando a la derecha la llave de cuerda del instrumento. Las variaciones que experimenta la plumilla en sentido vertical son grabadas sobre una banda de papel que se encuentra rodeando la parte exterior del cilindro y la cual se sujeta al mismo por medio de un soporte metálico que encaja firmemente en ambos extremos del cilindro. La banda de papel se encuentra graduada en sentido vertical y horizontal. las líneas verticales expresan las horas y los días (tiempo) y las líneas horizontales representan los grados centígrados (temperatura) (fig. 8, parte inferior).-

Como accesorios del instrumento existen (fig. 3), una varilla vertical que accionada por una palanca en la parte inferior delantera permite separar la plumilla de la banda de registro sobre el cilindro; además existe un tornillo de graduación que permite fijar la plumilla

inscriptora a una altura determinada cuando se va a graduar el instrumento.

- b) Instalación: El termógrafo de aire se instala a la sombra, dentro de la casilla ó refugio meteorológico. El aire debe circular libremente a su alrededor, cuidando especialmente que los rayos solares y la lluvia no actúen sobre él a fin de no alterar los registros de temperatura.-
- c) Manejo y graduación: Si el movimiento de rotación del cilindro permite que dé una vuelta completa en 24 horas, el cambio de la banda registradora debe hacerse diariamente; en general se acostumbra hacerlo a las 7 a.m. Cuando el cilindro giratorio da una vuelta completa en siete (7) días, el cambio de banda se hará semanalmente; los días lunes a las 7 a.m. En éste caso la banda está graduada en tal forma que lleva marcados en su parte superior los días de la semana y debajo de cada uno de ellos las horas correspondientes. (En las bandas de registro semanal la mínima separación entre dos líneas verticales es de 2 horas; en las de registro diario la separación entre una y otra corresponde a 10 minutos).

Para proceder a cambiar la banda se mueve primero el soporte de sujeción: de la plumilla a fin de que ésta quede separada del cilindro. Luego se retira el soporte de la banda y se quita ésta, colocando la nueva de manera que ajuste perfectamente alrededor del cilindro, en posición horizontal. Una vez realizada ésta operación se dará un movimiento de rotación al cilindro con la mano, hasta que la plumilla quede señalando sobre el papel el día y la hora en que se ejecuta el cambio. Con un cuentagotas adecuado se llenará de tinta el depósito que tiene la plumilla para que ésta empiece a marcar el registro.-

La graduación del termógrafo se hace con la ayuda de un termómetro normal. Tomando la lectura de dicho termómetro sabremos la temperatura que hay en ése instante. Utilizando entonces el tornillo de graduación que lleva el instrumento, hacemos mover la palanca de la plumilla hasta que ésta ultima señale sobre la banda la temperatura existente. Damos cuerda al aparato de relojería y el termógrafo empezará a funcionar normalmente.

d) Precauciones: Deben tomarse las siguientes medidas para obtener un funcionamiento correcto del instrumento:

- 1) No tocar con los dedos el órgano sensible (tubo ó lámina bimetálica).
- 2) Remover periódicamente el polvo y otras suciedades que se acumulen en las partes delicadas del termógrafo.
- 3) Comprobar semanalmente la buena marcha del sistema de relojería y la graduación del aparato.
- 4) Procurar que la plumilla marque una gráfica lo más nitida posible.

e) Corrección: Podemos considerar tres clases de errores en el funcionamiento de los termógrafos:

1.- Error de cero: Podemos apreciarlo comparando las lecturas simultáneas del termógrafo y el termómetro. Ejemplo:

Termómetro:	a las 08 horas...	14.8	a las 16 horas..	24.6
Termógrafo:	" " " " ..	14.0	" " " " ..	23.8
	Diferencia.....	0.8	Diferencia...	0.8

Observamos que la diferencia de lecturas muestra un error constante de -0.8 grados. La "corrección a cero" la hacemos moviendo la plumilla del instrumento hasta igualar las lecturas.

2.- Error de palanca: Supongamos que las lecturas simultáneas de

los dos instrumentos sean:

Termómetro:	a las 08 horas..	14.8	a las 16 horas...	24.6
Termógrafo:	" " " " ..	14.0	" " " " ..	23.2
	Diferencia.....	0.8	Diferencia.....	1.4

En este caso la diferencia de lecturas indica un error variable de 0.8 y 1.4 grados respectivamente. La corrección la hacemos modificando el sistema de palancas del instrumento.

3.- Error de tiempo: Consiste en el atraso ó adelanto que experimente el aparato de relojería. Dicho aparato lleva en su interior un tornillo de graduación para atrasarlo ó adelantarlo, según el caso.

#### TERMOGRAFO DE SUELO:

Descripción: El objeto de este instrumento, como su nombre lo indica, es tomar un registro continuo de las temperaturas del suelo a un nivel determinado. En la figura 9, se puede apreciar su forma y las partes que tiene.

En el termógrafo de suelo el órgano sensible es un tubo metálico cerrado de 20 a 30 cms., de longitud y de 1 a 2 cms., de diámetro. De uno de los extremos del tubo parten dos alambres conductores que transmiten las variaciones de la temperatura del tubo a dos resistencias que se encuentran dentro de la caja del instrumento. Los alambres conductores tienen una longitud variable (3 a 4 metros) y llevan una cubierta aisladora en su parte externa para preservarlos de las alteraciones que puedan sufrir por efecto del calor en toda su longitud.

El mecanismo transmisor del termógrafo de suelo es semejante al descrito para el termógrafo de aire. Las resistencias que se encuentran en el extremo de los dos alambres conductores transmiten los movimientos causados por los cambios de temperatura a un sistema de palancas, el cual los amplifica y transmite a una plumilla inscriptora.-

El mecanismo inscriptor es igual al del termógrafo de aire. Las bandas de registro pueden ser así mismo diarias ó semanales, según el movimiento del aparato de relojería.

Instalación: El órgano sensible del instrumento (tubo metálico) se coloca bajo tierra a la profundidad deseada (10 cms., 30 cms., 50 cms., etc)., en posición horizontal. El cable protector que lleva los alambres conductores se coloca verticalmente, sacándolo hasta la superficie del terreno y de allí hasta la casilla ó refugio donde se encuentra la caja del instrumento. El refugio conviene instalarlo cerca del nivel del suelo (20 ó 30 cms. de altura) y proteger debidamente el aparato de la lluvia y los rayos solares.

La graduación del termógrafo se hace con la ayuda de un termómetro de suelo. Se procede a tomar la temperatura del suelo a la profundidad en que se encuentra el órgano sensible del termógrafo y por medio del tornillo de graduación del instrumento se hacen coincidir las lecturas del termómetro y la que señala la plumilla inscriptora. Para mayor exactitud, ésta operación se hace dos ó tres veces durante el día, a fin de comprobar la buena marcha del registro termométrico.

-----  
H I G R O G R A F O S

El higrógrafo ó higrómetro registrador es un instrumento que tiene como fin llevar anotaciones continuas de la humedad relativa del aire.

a) Partes de que consta: La forma general del instrumento aparece en la fig. 7. De la misma manera que en el termógrafo, podemos considerar en el higrógrafo tres mecanismos diferentes: sensible, trasmisor é inscriptor.

La parte sensible del instrumento está constituida generalmente por

un haz de cabellos humanos de igual longitud y perfectamente limpios. El haz se encuentra fijo por ambos extremos a un soporte que lleva el aparato (fig. 4) pero sin estar completamente tenso. En su parte media los cabellos están sujetos por un pequeño gancho que accionado por un contrapeso hace que los cabellos se mantengan siempre en estado de tensión, sea cual fuere su longitud. Los cabellos experimentan un alargamiento al aumentar la humedad relativa del aire: la proporción en que aumenta su longitud es:

Desde 0% hasta 100% de Humed.Relativa =  $2^{1/2}$  % de su longitud total.

Como puede observarse la variación de longitud es pequeña y además es función únicamente de la humedad relativa del aire.

El mecanismo trasmisor del higrógrafo consiste en un sistema especial de palancas que amplifica los movimientos que se producen en el gancho de sujeción al variar la longitud de los cabellos. El alargamiento de los cabellos no se produce proporcionalmente al porcentaje de humedad relativa del aire. La equivalencia (en porcentaje) es, aproximadamente, como sigue:

Hum.Relat. (%):	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Alargamiento (%):	0	21	39	53	64	73	79	85	90	95	100

Esta diferencia en el alargamiento de los cabellos al aumentar la humedad ha determinado que en muchos higrógrafos exista un juego de palancas compensadoras a fin de que los movimientos de la plumilla inscriptora sobre el papel sean proporcionales a los cambios de humedad relativa. Cuando no existen las palancas compensadoras, la banda registradora está graduada en tal forma que las divisiones en sentido vertical son proporcionales al alargamiento de los cabellos. (fig.8).

El mecanismo inscriptor del higrógrafo es similar al del termógrafo: un cilindro con aparato de relojería en su interior, una banda registradora diaria ó semanal, según el caso, y un soporte metálico para la banda.

Como accesorios del instrumento figuran: una varilla metálica vertical que separa la plumilla de la banda de registro: un tornillo de graduación que está colocado en uno de los extremos del haz de cabellos y que permite acercar ó alejar dichos extremos, haciendo que la plumilla suba ó baje sobre la banda.

b) Instalación: El higrógrafo debe instalarse a la sombra, dentro de la casilla meteorológica, a fin de protegerlo de los rayos solares y de la lluvia.

c) Manejo y graduación: La operación del higrógrafo se hace en forma semejante al termógrafo, ya que ambos tienen mecanismos de transmisión é inscripción similares. Las bandas de registro se cambiarán diaria ó semanalmente en las primeras horas de la mañana (7 a.m.) siguiendo el procedimiento expuesto anteriormente.

La graduación del instrumento se hace con ayuda del psicrómetro. Para ello tomamos la humedad relativa que nos da la lectura de los termómetros seco y húmedo, acompañada de las tablas psicrométricas. Con éste valor expresado en porcentaje hacemos mover el tornillo de graduación del higrógrafo hasta que la plumilla se encuentre señalando tal lectura sobre la banda de registro y a la hora correspondiente. En esta forma el instrumento empezará a marchar con regularidad. Es conveniente hacer varias lecturas a diversos intervalos de tiempo con el fin de comprobar su correcto funcionamiento.

d) Precauciones: El cuidado del instrumento exige que se tomen las

siguientes medidas:

- 1) No tocar con los dedos el haz de cabellos, porque la grasa forma una capa aisladora a su alrededor.
- 2) Remover periódicamente el sucio (tierra, etc.) que se haya acumulado en ellos. Con éste fin se utilizará un pedazo de algodón mojado en agua destilada, alcohol ó éter sulfúrico.
- 3) Comprobar semanalmente la correcta graduación del instrumento y la marcha del aparato de relojería.
- 4) Cuidado especial de la plumilla para obtener una gráfica nítida é ininterrumpida.

#### T E R M O H I G R O G R A F O

Este instrumento consiste en la combinación de los dos registradores: el termógrafo y el higrógrafo. Sus características pueden apreciarse en la fig. 10.

No es necesario explicar su funcionamiento ya que los principios de operación y manejo son los mismos que en los registradores simples. Sin embargo, son bastante usados y tienen entre otras las siguientes ventajas:

- 1) Un solo mecanismo de relojería (con su cilindro, soporte, etc.) opera todo el instrumento.
- 2) Ocupa menor espacio y permite colocarlo más fácilmente dentro de la casilla meteorológica.
- 3) Una sola banda con doble registro (fig.), lo cual facilita la sincronización de las gráficas y el cálculo respectivo.
- 4) Menor costo del instrumento.

CALCULO DE LA TEMPERATURA Y LA HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE

El dibujo que aparece en la fig. 8 es un modelo de banda registradora de Termohigrógrafo, y allí pueden apreciarse las gráficas que han marcado las plumillas inscriptoras.

Gráfica de temperatura: La gráfica inferior corresponde a las variaciones de la temperatura del aire durante una semana, a partir del día lunes a las 8 a.m. Esta gráfica la utilizamos para conocer la temperatura media de cada uno de los días de la semana. Según esto, la temperatura media diaria será el promedio de las temperaturas bihorarias marcadas por la gráfica.

Tendremos pues que calcular las 12 temperaturas bihorarias que hay en cada día y obtener luego su media aritmética.

Ejemplo: las temperaturas bihorarias (a las 2,4,6....22 y 24 horas) del día martes son (ver figura 8):

15.2 - 15.4 - 15.0 - 19.5 - 22.8 - 24.0 - 23.9 - 23.0 - 20.1 - 19.0 -  
18.2 - 17.3

Luego la temperatura media será:  $\frac{233.4}{12} = 19.4 \text{ }^{\circ}\text{C.}$

Nota: Las temperaturas máximas y mínimas diarias las obtenemos por medio de las lecturas de los termómetros de máxima y de mínima.

Gráfica de humedad relativa: La gráfica superior corresponde a las variaciones de la humedad relativa del aire durante la semana. En ella podemos obtener los siguientes valores de la humedad: máxima, mínima y media de cada uno de los siete días.

Los valores extremos de la humedad (máxima y mínima) los calculamos por observación directa: se leen en aquellos puntos donde la gráfica subió ó descendió más. Los valores medios los obtenemos tomando la

media aritmética de las 12 bihorarias de cada día.

Ejemplo: las humedades extremas del día miércoles serán:

87% (máxima)

61% (mínima)

la humedad relativa media será igual a:

87 - 86 - 82 - 68 - 67 - 74 - 76 - 81 - 82 - 83 - 84 - 83 -

$$\frac{953}{12} = 79.4\%$$

-----

Bibliografía:

"The Weather Observer" - Technical Manual - War Department, U.S.A.,  
1942 "Meteorological Instruments" - K.Middletton.- Toronto, Canadá,  
1.943.-

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

...FBU.-

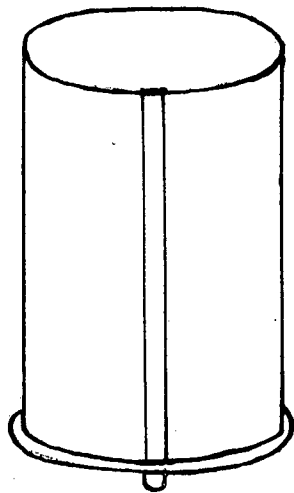


fig. 1 Cilindro metálico  
(vista exterior)

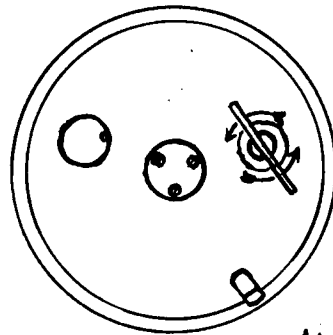


fig 2 - Aparato de relojería  
(vista superior)



fig. 3a Lámina  
bimetalica

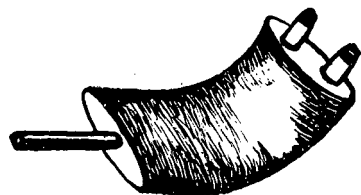


fig 3.b - Cápsula de  
Bourdon

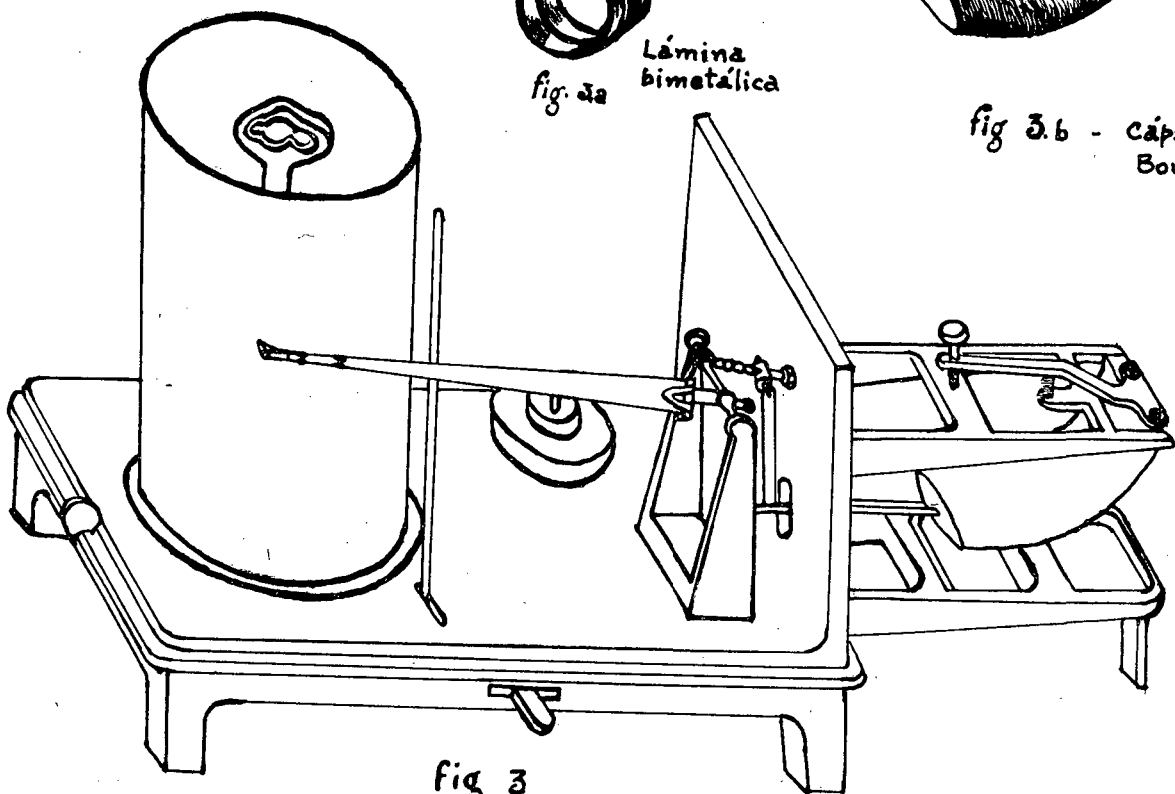


fig 3  
Termógrafo

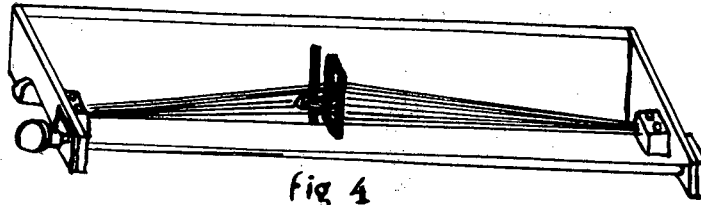


Fig 4

Higrógrafo: posición del haz de cabellos

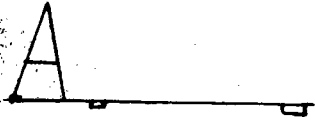


Fig 5

Plumilla: vista superior

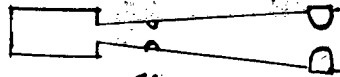


Fig 6

Plumilla: vista lateral

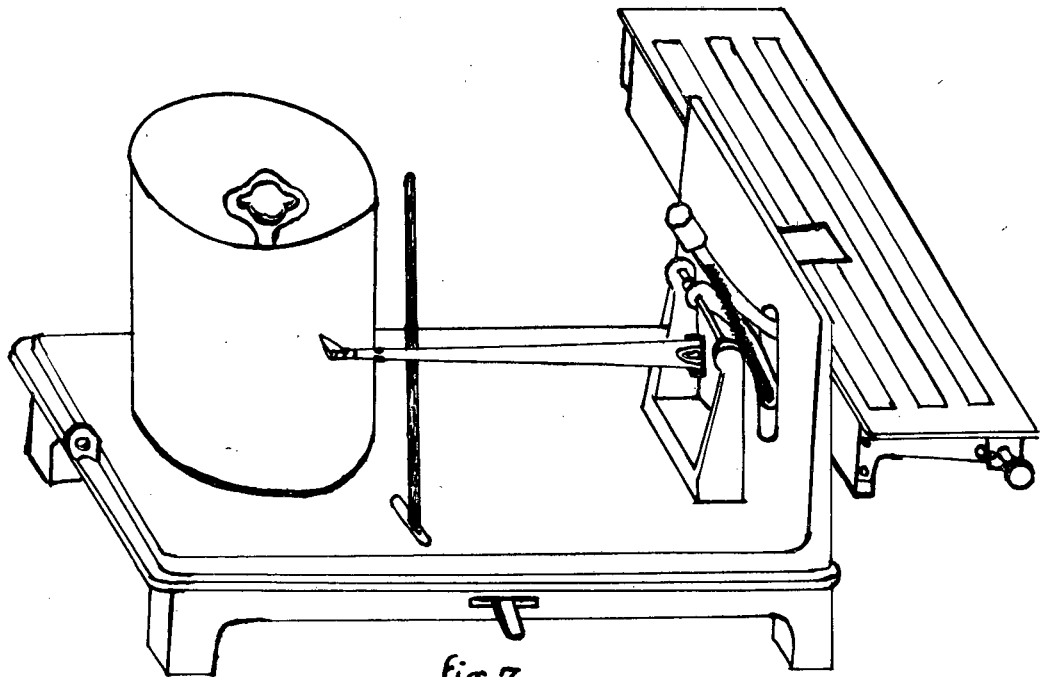
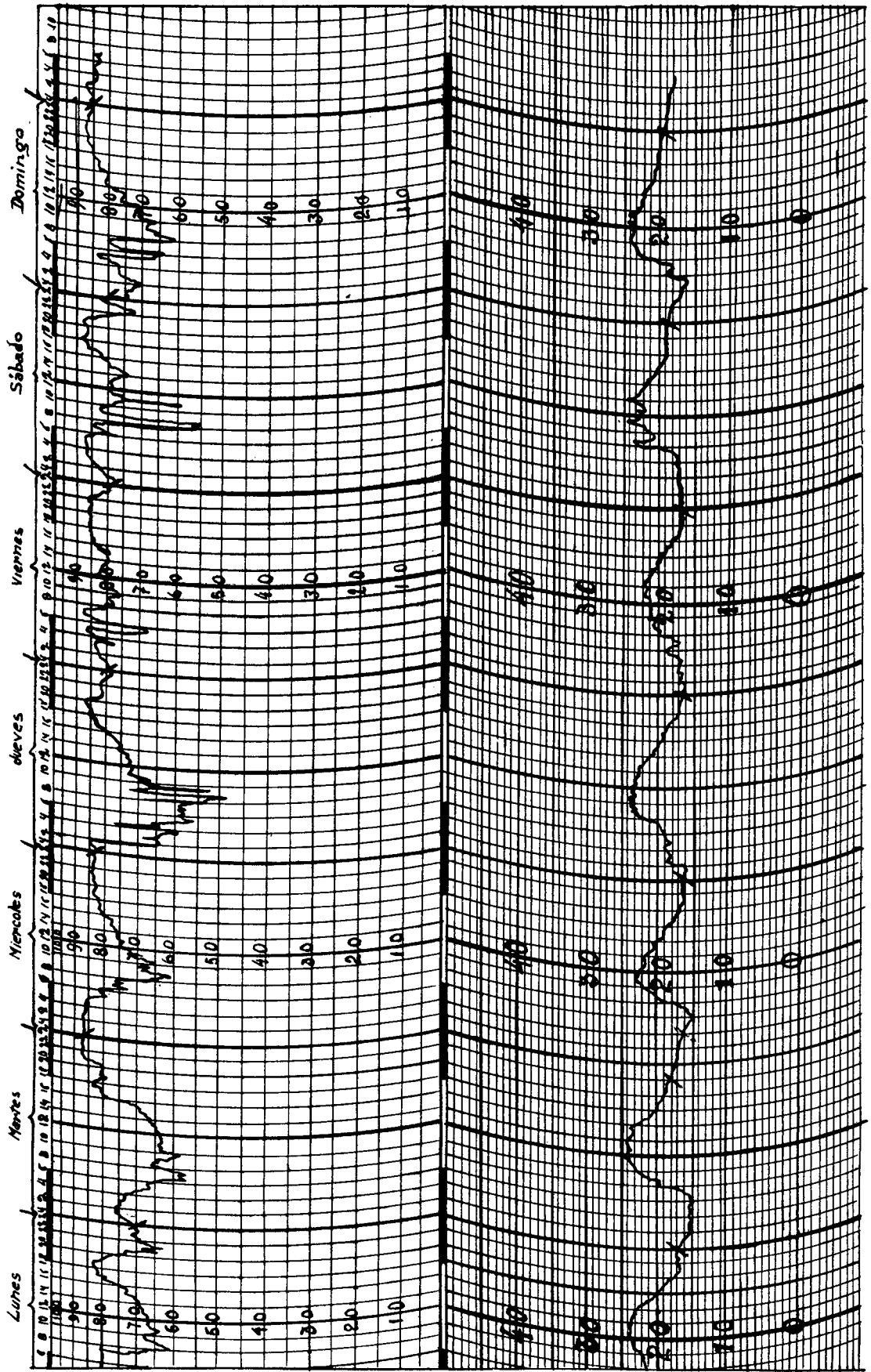


Fig 7

Higrógrafo

fig. 8 - Banda de registro del Termohigrografo



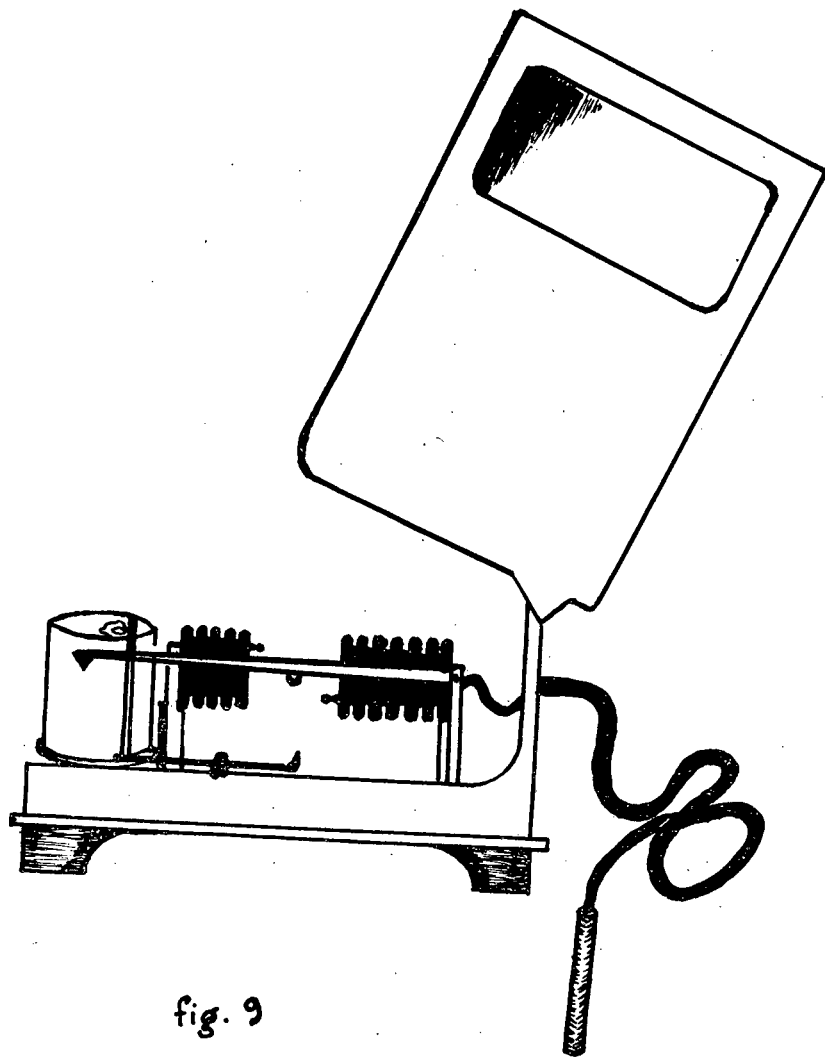


fig. 9  
Termógrafo de suelo

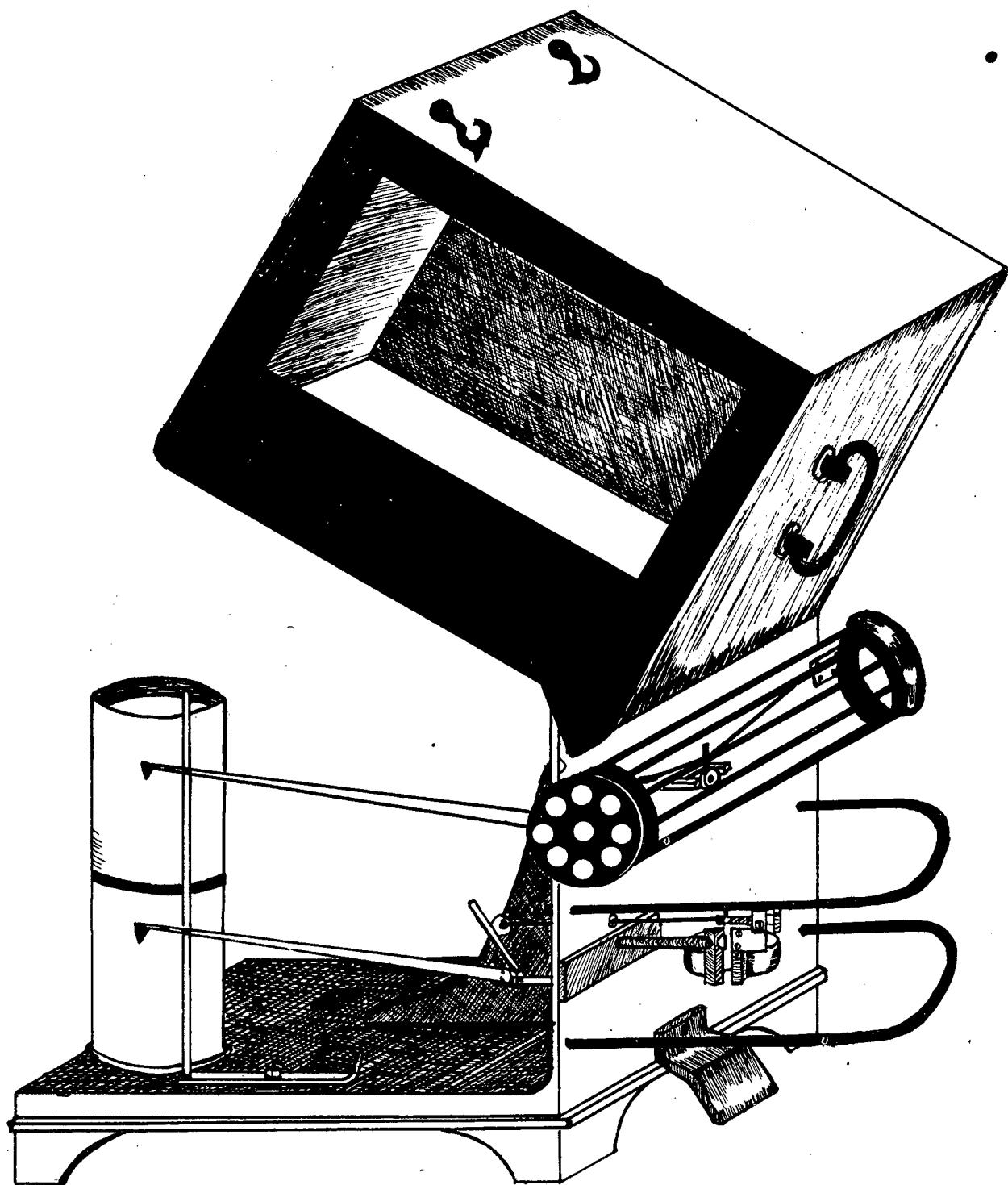


fig. 10 - Termohigrógrafo

Esta obra ha sido impresa en los  
Talleres Gráficos del Ministerio  
de Agricultura y Cría, Dirección  
de Gabinete, Departamento de Divul-  
gación Agropecuaria.-

Caracas, 1949