

NOTA TECNICA

VERIFICACION DE MEDIDAS DE TEMPERATURA DEL AIRE

Orlando Guzmán-Martínez*

INTRODUCCION

La temperatura es uno de los componentes climáticos más importante en los diferentes procesos biológicos de la naturaleza; su influencia va desde las más simples reacciones bioquímicas hasta la distribución ecológica de las especies animales y vegetales en el globo terráqueo (2, 5, 9). En la agricultura, para estudios tales como incidencia de plagas y enfermedades; crecimiento, desarrollo y producción de las plantas; pronósticos de heladas y otros factores meteorológicos adversos, se precisa contar con medidas confiables puesto que valores no representativos de las condiciones atmosféricas de la región pueden conducir a conclusiones no válidas.

En la actualidad se dispone de una serie de equipos para medir la temperatura entre los que se destacan los termómetros convencionales, los termómetros bimetalicos, los termómetros de resistencia, los termistores y los termopares (4, 6, 7, 8, 10). Los dos primeros por su solidez y contextura son los más usados en las redes meteorológicas y con un buen manejo pueden ser suficientes para utilizar en los diferentes campos climatológicos; los restantes son mucho más precisos que los anteriores, especialmente por su respuesta rápida a las variaciones del ambiente, pero más costosos y exigentes en su manejo; de ahí que se usen principalmente en ensayos muy específicos para medir gradientes de temperatura.

* Asistente de la Sección de Agroclimatología del Centro Nacional de Investigaciones de Café, CENICAFE, Chinchiná, Caldas, Colombia.

Los termómetros convencionales más usados en las estaciones agrometeorológicas son los que tienen mercurio, alcohol o una mezcla de mercurio-talio como elemento sensible y se denominan de lectura directa. La escala proporciona una precisión de $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ en la lectura y el error que se puede presentar en el intervalo por encima de los $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, es de $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ aproximadamente (7, 10). En comparación con los termómetros de resistencia, termistores y termocuplas, presentan la ventaja de suministrar una lectura más representativa de la temperatura ambiente ya que poseen un coeficiente de retardo mayor (tiempo requerido para responder a un cambio brusco de temperatura), que impide el registro de variaciones del medio en algunos casos de $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ó $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ en pocos segundos, medidas éstas que no son útiles en climatología.

Los termógrafos más comunes son los llamados bimetálicos que basan su funcionamiento en la dilatación o contracción de dos láminas metálicas de diferente naturaleza, que transmiten una señal por medio de un sistema amplificador de palancas a un tambor con mecanismo de relojería donde se registran en una gráfica continua los cambios de temperatura; este tipo de instrumental es conocido normalmente con el nombre de registrador de temperatura. Además de los termógrafos bimetálicos, comercialmente se encuentran disponibles el termógrafo de tubo Bourdon que es similar en términos generales al bimetálico, con la diferencia de que el elemento sensible es de alcohol; el termógrafo de mercurio se usa como el anterior tubo de Bourdon y es más conveniente para mediciones de la temperatura del suelo, y finalmente los termógrafos de resistencia y termopila que son de respuesta rápida y más usados en investigaciones micrometeorológicas (10).

En la práctica, los termógrafos bimetálicos, a pesar de su reconocida inercia que afecta las lecturas de temperatura máxima y mínima, son de gran utilidad porque proporcionan un registro continuo de las temperaturas y sirven para verificar o comprobar las lecturas de los termómetros convencionales que pueden estar influenciadas por fraccionamiento de la columna de éstos o por error introducido por el observador. El presente trabajo busca establecer un ajuste que permita corregir los datos del termómetro de la estación de Cenicafé en Chinchiná con base en los registros del termohigrógrafo.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron los datos de temperatura del mes de enero de 1984 de la estación meteorológica de Cenicafé ($04^{\circ} 59' \text{ N}$. $75^{\circ} 36' \text{ W}$, elevación 1.310 m.s.n.m.) del termómetro seco No. 10156/81 y el termohigrógrafo Lambrecht No. 502169 (Tabla 1).

Para determinar las lecturas erróneas provenientes del termómetro ambiente se usó, a nivel decadal, el método conocido con el nombre de la línea de mejor ajuste (2), el cual se describe a continuación. Para el período que se desea realizar la verificación de la informa-

ción de temperatura se encuentran las diferencias en las tres lecturas de cada día (07, 13:00 y 19 horas) entre los registros del termómetro seco y el termohigrógrafo, conservando el signo respectivo; a esta diferencia se le denomina ΔT . Luego se lleva ΔT a la ordenada de un plano cartesiano y la lectura del termohigrógrafo al eje de las abscisas. A través de la nube de puntos generada se busca visualmente la línea del mejor ajuste. A continuación, se determina a cada lado de la línea 0,5 °C, y todos aquellos puntos que quedan fuera de estos límites se deben corregir. Para proceder a la corrección se debe proyectar perpendicularmente el punto salido a la línea y determinar su correspondiente ΔT con el signo que le corresponda. Este ΔT se suma o se resta a la lectura del termohigrógrafo a la hora y día correspondiente, para obtener la lectura corregida.

TABLA 1.- VALORES DE TEMPERATURA REGISTRADOS EN CENICAFE (°C). ENERO DE 1984.

Día	Termómetro			Termógrafo		
	Horas			Horas		
	07:00	13:00	19:00	07:00	13:00	19:00
1	16,6	23,2	17,6	16,5	23,0	17,4
2	16,6	25,2	20,5	15,6	25,1	20,5
3	17,6	20,9	17,0	17,3	20,5	16,5
4	16,6	25,4	19,2	15,7	25,0	19,0
5	16,6	21,6	17,0	16,2	21,5	17,3
6	16,4	22,8	20,0	16,0	22,8	20,0
7	18,0	22,4	20,0	17,3	22,0	20,0
8	16,0	22,2	19,2	16,0	22,0	19,0
9	16,0	25,2	19,8	16,2	24,5	20,0
10	17,1	20,8	17,2	16,7	21,0	17,6
11	16,8	24,4	18,4	16,5	24,0	19,4
12	16,3	X	19,4	16,2	23,5	19,7
13	14,6	26,5	21,6	14,5	26,5	21,7
14	16,0	24,7	21,4	16,2	25,0	21,5
15	16,2	25,6	20,4	16,6	25,7	21,0
16	16,4	24,8	19,8	15,9	25,0	20,2
17	X	25,8	19,6	15,5	26,0	20,0
18	17,4	23,4	20,5	17,1	23,0	20,8
19	16,2	26,3	19,4	16,0	26,0	X
23	16,4	26,0	20,6	16,2	25,8	20,6
24	16,4	25,4	19,0	16,3	25,5	21,1
25	17,1	26,4	19,6	17,5	26,5	21,0
26	17,3	26,2	21,8	17,2	26,5	22,0
27	17,4	26,6	21,5	17,5	27,0	21,4
28	17,4	22,4	16,6	16,8	22,5	16,8
29	14,8	24,4	20,4	14,6	24,5	20,6
30	17,2	26,5	20,6	17,2	26,6	21,0
31	17,5	27,0	21,4	17,6	27,3	21,9

X: Sin dato.

Los días 20, 21 y 22 sin información de termografo.

Para elaborar la tabla de corrección perteneciente a Cenicafé se usó el método de la regresión simple con su respectiva prueba de significancia (1).

RESULTADOS Y DISCUSION

En las figuras 1, 2 y 3 se ilustran las líneas de mejor ajuste para cada una de las décadas; se aprecia que algunas medidas quedaron fuera de los límites previamente establecidos.

Así mismo se pudo establecer que el aparato registrador presenta una calibración excelente, ya que la línea de ajuste se halla muy cerca del eje de las abscisas. Precisamente tomando ventaja del punto anterior se ha derivado una ecuación de corrección en la cual $Y = 0,42 + 0,98X$ con un coeficiente de correlación altamente significativo $= 0,99^*$ (Figura 4).

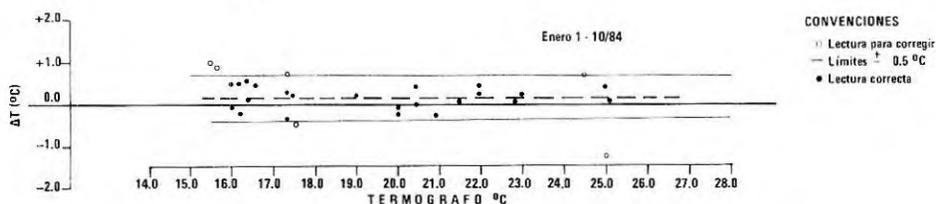


FIGURA 1.- Línea de ajuste decadal de temperatura, Cenicafé

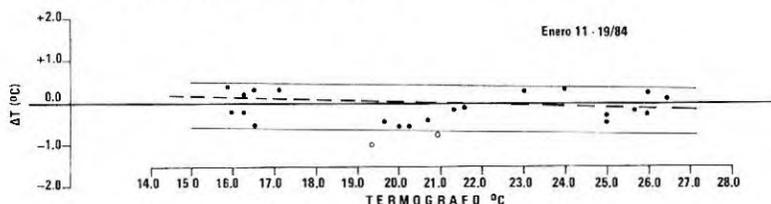


FIGURA 2.- Línea de ajuste decadal de temperatura, Cenicafé

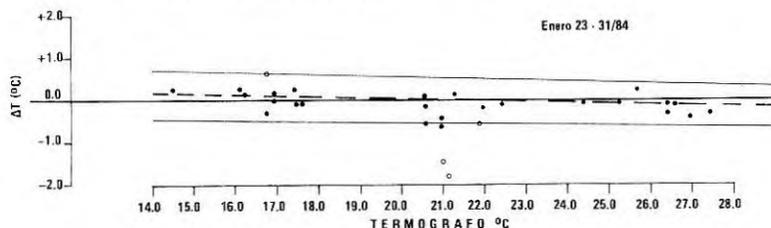


FIGURA 3.- Línea de ajuste decadal de temperatura, Cenicafé.

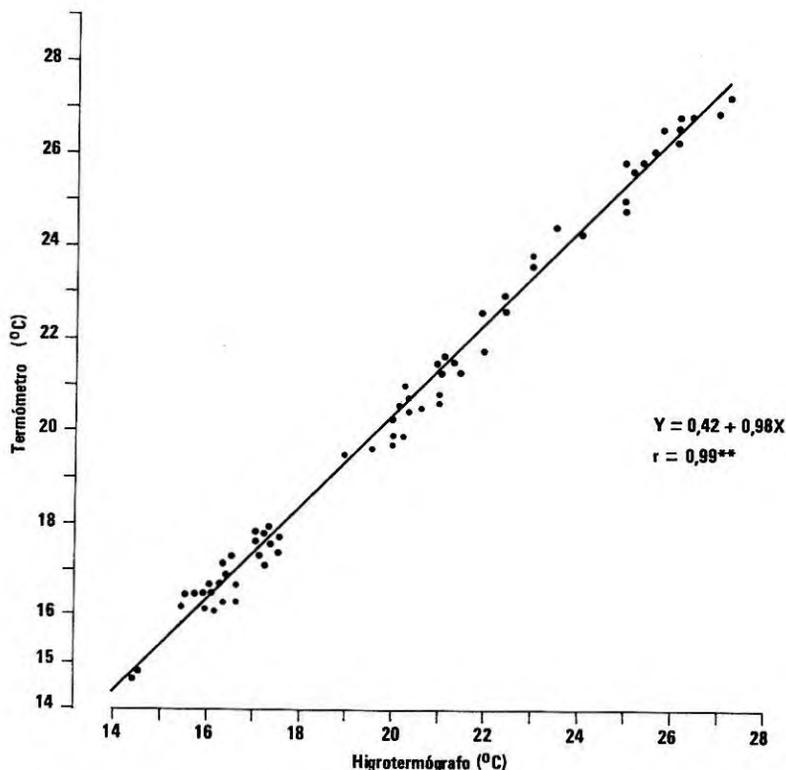


FIGURA 4.- Relación entre la temperatura del termómetro ambiente (seco) y el higrotermógrafo. Cenicafé.

La tabla de corrección obtenida con la mencionada ecuación (tabla 2) tendrá validez hasta que cambie la calibración del termohigrógrafo, ya sea por deterioro del elemento sensible (lámina bimetálica), por un movimiento brusco del brazo portador de la plumilla al hacer la marca de tiempo, etc. Lo anterior se puede detectar por el método ΔT (línea de ajuste) y cuando se presente esta situación, las correcciones solamente se podrán realizar con este método.

Se puede presentar la situación en que no sea posible trazar la línea de ajuste porque la dispersión de los puntos no lo permita. Esto indicaría una total descalibración del aparato registrador que obligaría a su reemplazo; en este habría que dar crédito a las lecturas directas de los termómetros y la única corrección posible de ellas sería mediante una comparación con los datos de una estación cercana que presente condiciones climáticas semejantes.

Las correcciones dadas por la Tabla 2, se efectuarán cuando la diferencia de temperaturas entre el termómetro seco y el termohigrógrafo sea igual, más o menos 0,5 °C.

TABLA 2.- CORRECCION PARA LECTURAS DEL TERMOMETRO SECO No. 10156/81 CON BASE EN EL TERMOGRAFO No. 502169 DE CENICAFE.

Rango de temperatura (°C)	Corección	Termógrafo	Termómetro seco corregido
14,0 a 18,3 18,4 a 18,8	+0,1 +0,1 ó igual	14,0	14,1
		18,4	18,4
		18,5	18,6
		18,6	18,6
		18,7	18,8
		18,8	18,8
18,9 a 23,2	Igual	18,9	18,9
		23,2	23,2
23,3 a 23,6	- 0,1 ó igual	23,3	23,2
		23,4	23,4
		23,5	23,4
		23,6	23,6
23,7 a 28,0	- 0,1	23,7	23,6
		28,1	28,0

NOTA: Las correcciones anotadas se aplican únicamente cuando la diferencia entre la lectura del termómetro seco y el termógrafo es superior a más o menos 0,5 °C.

CONCLUSIONES

- Para obtener datos correctos de temperatura del aire en una estación climatológica es necesario relacionar las medidas de los termómetros (lecturas directas), que son más precisas, con las lecturas del termohigrógrafo (registro).
- La comparación de los sistemas de equipos de medida es importante para descubrir daños en los aparatos o errores humanos al hacer las mediciones.
- El método utilizado de la línea de mejor ajuste funciona muy bien para detectar imprecisiones en las medidas de temperatura y a la vez permite efectuar las correcciones pertinentes. Además, es sencillo y de fácil manejo.

BIBLIOGRAFIA

1. CARRUTHERS, N.; BROOKS, C. E. P. Handbook of statistical methods in meteorology. London. Her Majestys Stationery Office. 1953. 405 p.

2. HARDY, R. N. Temperatura y vida animal. Barcelona, España. Ediciones OMEGA, S. A. 1976. 65 p. (Cuadernos de Biología).
3. INSTITUTO COLOMBIANO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ADECUACION DE TIERRAS-HIMAT. Evaluación de fajas de registro de barógrafo, termógrafo e higrógrafo. Bogotá, Colombia. HIMAT. 1977. 13 p.
4. LONG., I. F. Instruments and techniques for measuring the microclima of crops. In: Wadsworth, R. M. The measurement of environmental factors in terrestrial ecologi, 1a ed. Oxford, Gran Bretaña. Blackwell Scientific Publications. 1968. pp. 1-32.
5. LUDLOW, M. M. Measurement of solar radiation. Temperature and humidity. In: Coombs, J. Hall, D. Techniques in bioproductivity and photosynthesis. Oxford, Gran Bretaña. Pergamon Press. 1982. pp. 5-16.
6. QUINTERO DE MENZIES, C. Y. Apuntes de instrumentos meteorológicos. Vol. 1. Buenos Aires, Argentina. Universidad de Buenos Aires. 1974. 140 p.
7. RETALLACK, B. J. Compendio de apuntes para la formación de personal meteorológico de la clase IV. Volumen II - Meteorología. Ginebra, Suiza. Organización Meteorológica Mundial. 1973. 357 p. (OMM - No. 266).
8. SCHWERDTFEGER, P. Physical principles of micro-meteorological measurements. The Netherlands. Elsevier Scientific Publishing Company. 1976. 113 p.
9. SUTCLIFFE, J. D. Las plantas y la temperatura. Barcelona, España. Ediciones OMEGA. 1979. 63 p.
10. WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. Guide to meteorological instrument and observing practices. 4a. ed. Geneva, Switzerland. World Meteorological Organization. 1971. p. v. (WMO - No. 8 TP. 3).