

USO DEL TERMOMETRO INFRARROJO PARA LA SELECCION
POR TOLERANCIA A SEQUIA EN PHASEOLUS VULGARIS L.

Paul J. Kretchmer, D.R. Laing and Silvio Zuluaga.



Introducción

Uno de los factores más limitantes en la producción de frijol (Phaseolus vulgaris L.), en América Latina es la carencia de agua en diferentes estados de crecimiento del cultivo. Normalmente, los agricultores que no tienen riego, siembran el frijol al iniciarse la época de lluvias asegurando suficiente agua hasta floración. Sin embargo, el período más crítico en exigencia de agua en el cultivo del frijol es el tiempo de floración, fijación y llenado de vainas (Stoker, 1974; Dubetz y Mahalle, 1969; Salter y Goode, 1967).

Todos los efectos de la deficiencia de agua en el rendimiento son bien conocidos. Una sequía moderada puede estar representada en la detención del desarrollo y la reducción del rendimiento. El nivel del potencial de agua de la hoja depende de un balance entre las tasas de agua absorbida y pérdida por transpiración. La transpiración, a su vez, está determinada por la disponibilidad de calor latente de evaporación, el gradiente de la presión de vapor y la resistencia estomatal.

Klepper y Ceccato (1969) revisaron las técnicas de campo utilizadas en los estudios de tolerancia a sequía y usaron una bomba a presión como la descrita por primera vez por Scholander et. al. 1964. Como la rapidez es esencial en las mediciones de campo para la determinación del estado de los tejidos de la planta, una técnica que requiera tiempo de equilibración no permite hacer un número suficiente de determinaciones sin permitir cambios en el estado de humedad de la planta.

El termómetro infrarrojo suministra medidas exactas y confiables de la temperatura de las hojas sin hacer contacto físico con ellas.

1/ Fisiólogo, Director de Investigación de Cultivos y Asistente, respectivamente. Centro Internacional de Agricultura Tropical; Apartado Aéreo 67-13; Cali Colombia; Sur América.

BIBLIOTECA

La radiación calórica infrarroja está entre 10.5 y 12.5 μm y ha sido recientemente utilizada para cuantificar el estrés de agua de los cultivos (Jackson et. al., 1977; Hatfield, 1979). El objetivo de este estudio fué determinar si el termómetro infrarrojo puede ser utilizado para medir el nivel hídrico interno de P. vulgaris y si esta medida puede ser usada como método de selección por tolerancia a sequía en el trópico.

Materiales y Métodos

El método usado fué una selección de campo, en el cual las introducciones fueron sembradas en un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones y de tal manera que comenzaran a florecer durante el mismo período de tres días. La irrigación se hizo evitando la infiltración lateral de agua entre las parcelas secas y húmedas. El riego fue suspendido en las parcelas secas antes del tiempo de floración (50% de las plantas con una o más flores por planta) y las parcelas húmedas o control se continuaron irrigando para evitarles falta de agua. En 1978 y 1979 las parcelas tratadas recibieron 23 y 7 días de sequía respectivamente. Sin embargo, 7 días fueron suficientes para causar 50% de reducción del rendimiento en algunas líneas bajo condiciones de estrés. Un área de 3m^2 fué cosechada en cada una de las parcelas secas y húmedas para determinar rendimiento.

La resistencia estomatal fué medida con un porómetro (Lamda Autoporometer Type LI-65) y el potencial de agua fué determinado con una bomba de presión (PMS instrument Co. Model 600) en siete cultivares que exhibían diferentes niveles de tolerancia a sequía, durante 4 horas del medio día, en un día. Durante casi todos los días del período de sequía se tomaron las temperaturas de la cobertura foliar para las parcelas húmedas y secas (ubicadas a los lados de una calle de 1 metro) usando un termómetro infrarrojo (Barnes Instaterm Model 14-220-4) haciendo las lecturas entre las 11:00 y las 14:00 horas de cada día. La diferencia diaria en la temperatura de la cobertura foliar ($\Delta T^{\circ}\text{C}$) se sumó para todo el período de sequía ($\Sigma \Delta T^{\circ}\text{C}$) y esta suma fué utilizada como un índice de la sequía recibida por cada parcela tratada durante el ciclo seco.

Discusión y Resultados

La relación de $\Delta T^{\circ}\text{C}$ contra resistencia estomatal y potencial de agua de la planta es mostrada en las figuras 1 y 2. La alta correlación obtenida en ambos casos sugiere que $\Delta T^{\circ}\text{C}$ puede ser usado como un índice del nivel hídrico interno. El diagrama de dispersión entre el porcentaje de reducción de rendimiento contra $\Sigma\Delta T^{\circ}\text{C}$ para 284 líneas en 1979 es mostrado en la figura 3. El número de introducciones en cada cuadrante para los materiales probados en 1978 y 1979 respectivamente aparecen en el cuerpo de la figura. Los materiales con baja reducción de rendimiento y tolerantes a sequía están situados en el cuadrante inferior izquierdo. Aunque la variabilidad del suelo pudo haber influido en alguna medida en el bajo estrés experimentado en estos últimos materiales, estos datos indican que, entre estas introducciones existen grandes diferencias en la reducción del rendimiento debido a la falta de agua. Los materiales susceptibles a sequía que exhiben una baja reducción del rendimiento están localizadas en el cuadrante inferior derecho. Las introducciones de estos cuadrantes inferiores podrían ser usados como progenitores, dada su habilidad para rendir bajo condiciones extremas de sequía.

Los datos obtenidos de porcentaje de reducción de rendimiento de 98 materiales comunes en ambos semestres (1978 y 1979) son presentados en la Figura 4. Los cultivares del cuadrante inferior izquierdo de la Figura 4 son los que exhibieron un porcentaje de reducción del rendimiento por debajo del promedio. De las 23 introducciones que están dentro de este cuadrante, solamente 15 estuvieron localizadas en el cuadrante inferior izquierdo de la Figura 5, la cual muestra las temperaturas de la cobertura foliar acumulada para las mismas líneas comunes en 1978 y 1979. Los otros 8 cultivares que no indicaron un bajo índice de sequía en ambos años están ubicadas muy cerca del punto promedio. Usando solamente el termómetro infrarrojo como una indicación del estrés recibido, se identificaron el 65% de las introducciones que mostraban una tolerancia a la sequía (Tabla 1).

G04452, G03131 y G04523 habían sido previamente identificadas como tolerantes a sequía. BAT57, BAT71 y BAT91 de los Viveros Preliminares de CIAT 1979 no habían sido identificadas en anteriores experimentos. La confirmación de la relativa

tolerancia a sequía de estos cultivares, será necesaria en futuras investigaciones.

Algunas introducciones del hábito de crecimiento III exhibieron un alto grado de absición de flores bajo condiciones de sequía, pero mostraron una fuerte recuperación en la fijación de vainas provenientes de flores secundarias abiertas al suspenderse el período seco. La fecha final de madurez fisiológica fué considerablemente retrasada en las parcelas secas de estos materiales. Los datos de estas líneas no se presentaron para evitar confusiones de recuperación. Sin embargo, ellas tienen posibilidades en programas de mejoramiento dada su habilidad recuperada.

Se requieren más estudios de la metodología descrita antes de dar datos concluyentes sobre tolerancia a sequía en P. vulgaris. Es necesario tomar precauciones para evitar las fuentes de variación mencionadas en la programación de futuras selecciones. Los cambios de textura del suelo, particularmente en relación a la presencia de capas arenosas en el subsuelo, pueden agregar fuentes de variación, lo cual necesitará tenerse en cuenta para situar los futuros experimentos.

Tabla 1. Rendimiento promedio del control, porcentaje de reducción y temperatura promedio diferencial acumulada ($\Sigma\Delta T^{\circ}\text{C}$) para materiales que presentaron baja reducción del rendimiento al promediarse 1978 y 1979.

Identificación	% de la Reducción de Rendimiento			Rendimiento de Control		$\Sigma\Delta T^{\circ}\text{C}^{**}$	
	Prom.	1978	1979	1978	1979	1978	1979
G04523*	14	17	12	3.46	2.86	46	24
G04459*	20	41	0	3.44	2.38	59	22
G04637	21	33	10	4.00	2.47	79	33
G04445*	25	30	20	2.77	2.67	75	26
BAT 92	26	26	26	3.60	2.31	54	28
G03131*	26	31	21	3.72	2.80	45	25
BAT 57	30	44	15	4.13	2.56	75	31
BAT 71*	30	39	21	3.78	2.79	69	26
G04826	31	35	27	3.69	2.59	56	29
G03790	31	49	14	3.37	2.37	87	13
BAT 81*	32	51	13	4.30	2.02	63	21
BAT 70*	32	43	21	4.67	3.15	45	19
G04452*	33	40	26	2.66	1.97	75	27
BAT 100*	33	48	19	3.87	2.81	60	24
G04524	33	46	21	3.86	2.91	71	29
BAT 114*	35	48	21	3.76	2.80	71	21
G01401*	35	45	26	3.30	1.71	57	15
BAT 16*	35	52	19	2.92	2.65	75	21
G04446	36	43	28	4.23	3.30	77	34
BAT 115*	36	46	26	4.34	3.08	43	27
G02006	36	46	26	3.34	3.09	83	24
BAT 85*	36	52	20	4.09	3.20	73	26
G05201*	38	52	23	4.08	2.89	75	23

** Veintitres lecturas para 1978 y siete para 1979 durante los periodos de sequía.

* Líneas que tuvieron bajo los promedio tanto de porcentaje de reducción de rendimiento como $\Sigma\Delta T^{\circ}\text{C}$ en 1978 y 1979.

Figura 1. Relación entre la temperatura diferencial de la cobertura foliar acumulada ($\Sigma\Delta T^{\circ}\text{C}$) por 6 días durante el ciclo de sequía en siete cultivares contra la media de la resistencia de los estomas.

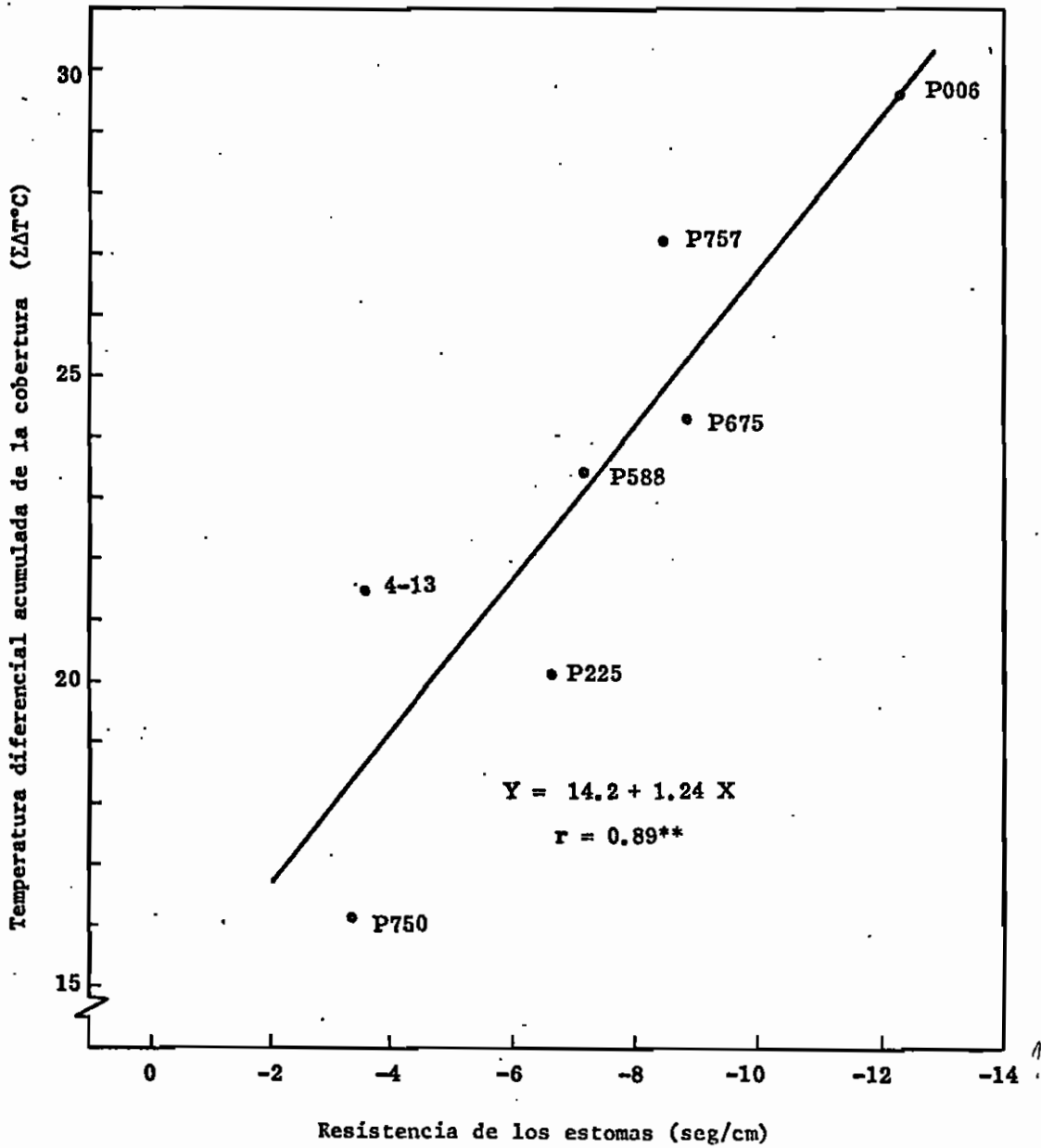


Figura 2. Relación entre la temperatura diferencial acumulada de la cobertura foliar ($\Sigma\Delta T^{\circ}\text{C}$) por 6 días durante el ciclo de sequía en siete cultivares contra la media del potencial de agua.

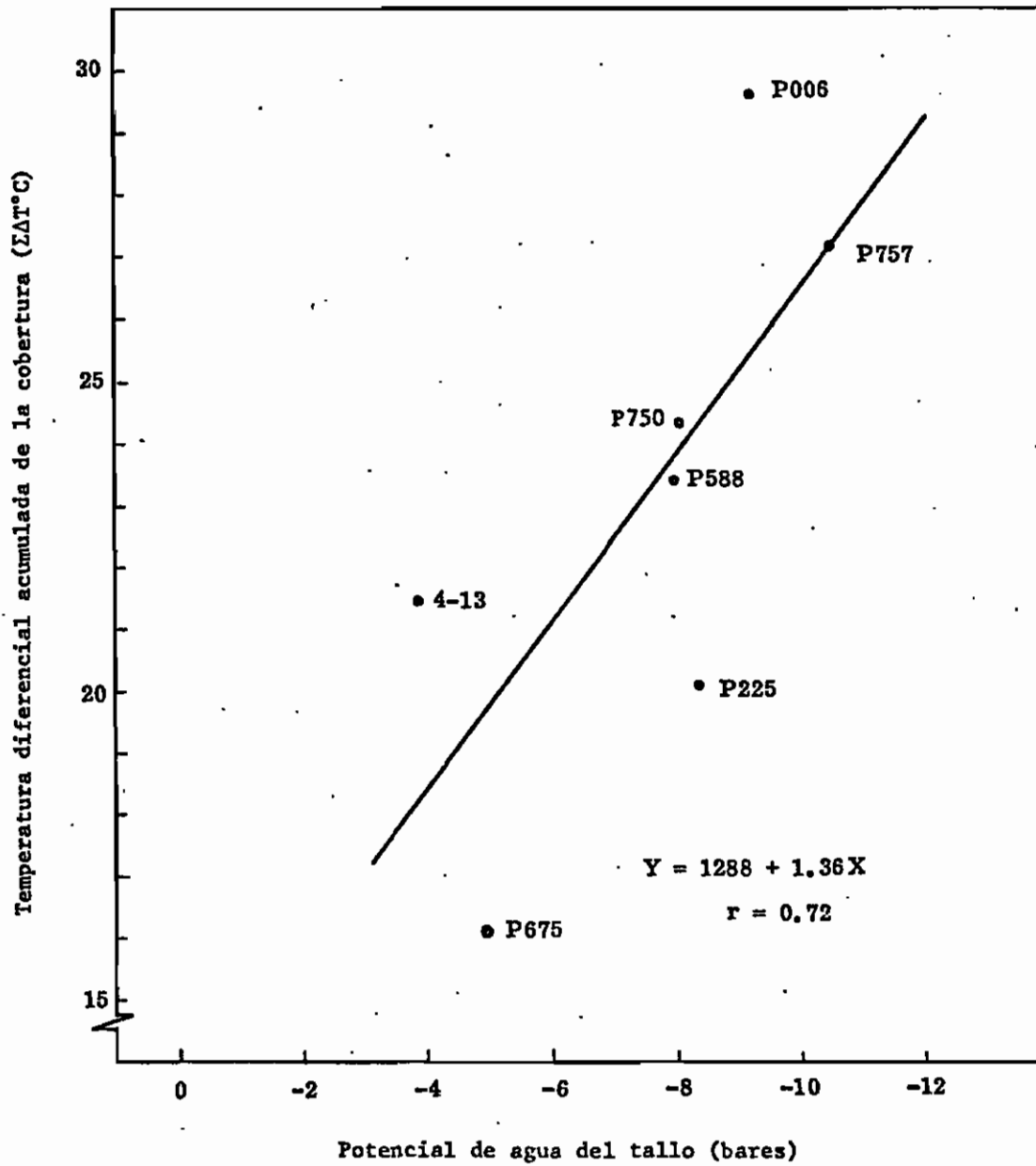


Figura 4. Reducción del rendimiento debido a la falta de agua para accesiones comunes en 1978 y 1979.

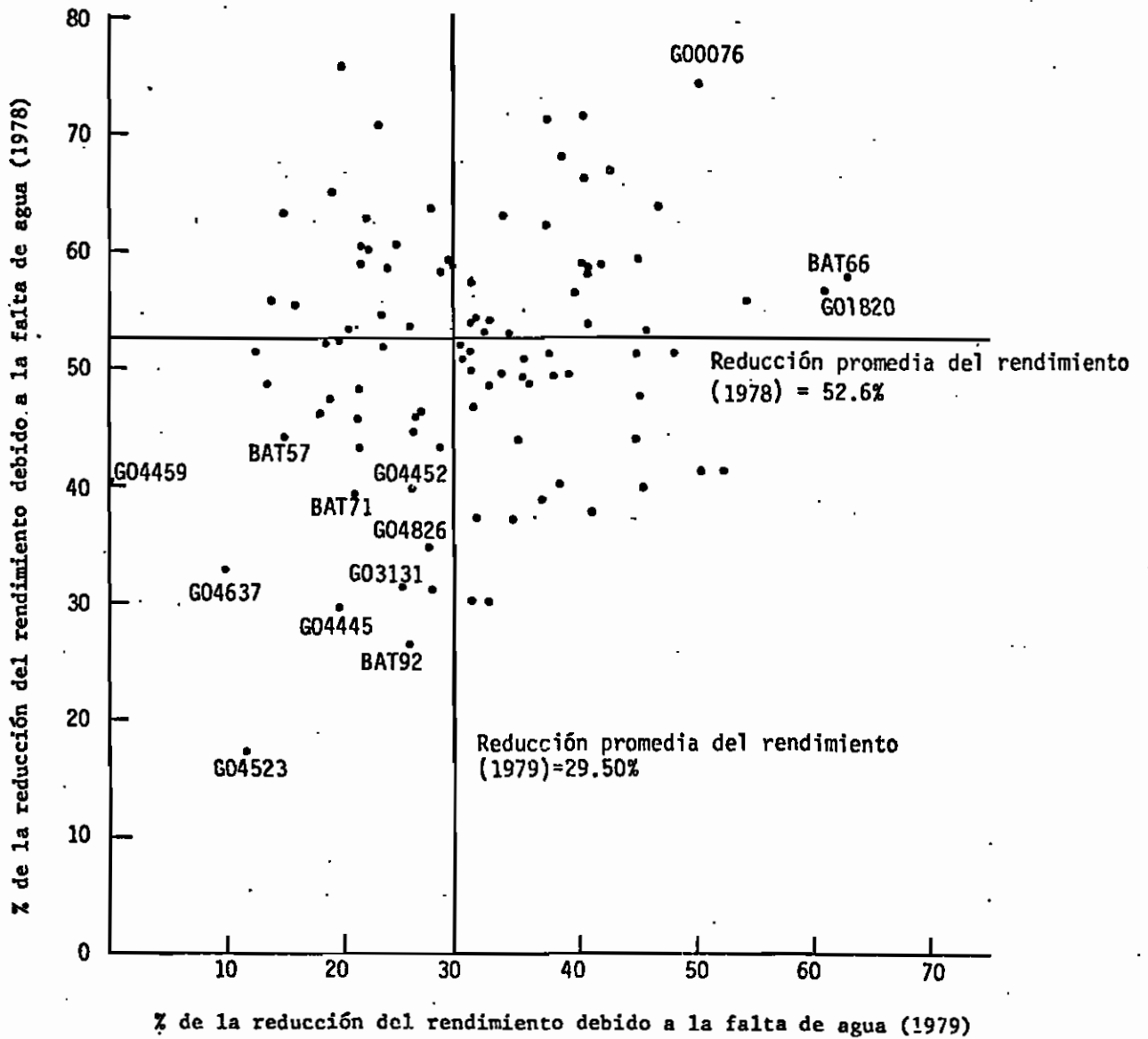
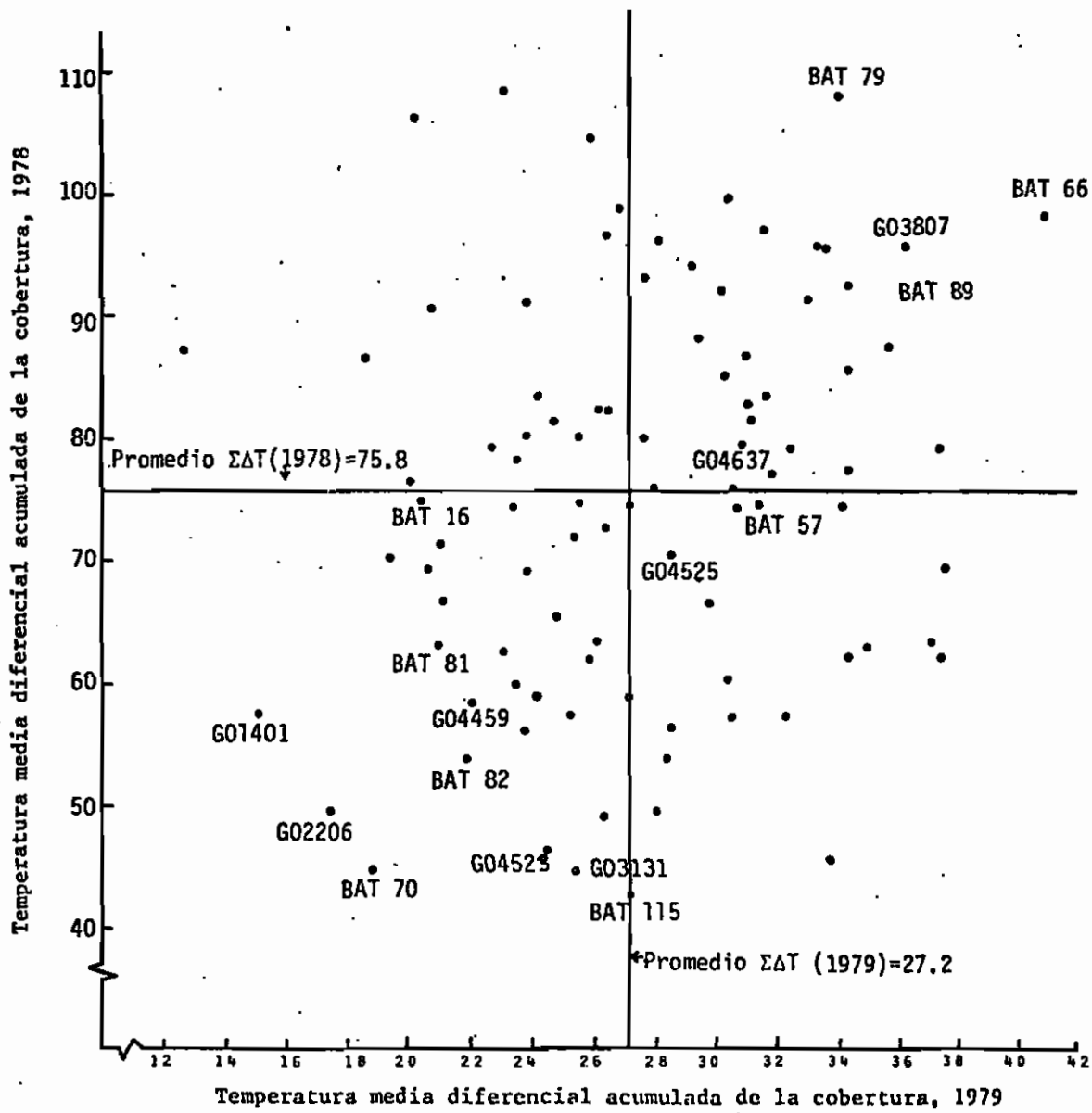


Figura 5. Temperatura media diferencial acumulada de la cobertura para accesiones comunes en 1978 y 1979.



Literature Cited

Dubetz, S. and P.S. Mahalle. 1969. Effect of soil water stress on bush beans Phaseolus vulgaris L. at three stages of growth. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94: 479-481

Hatfield, J.L. 1979. Canopy temperatures: The usefulness and reliability of remote measurements. Agronomy J. 71: 889-892

Jackson, R.D., R.J., Reginato and S.B. Idso. 1977. Wheat canopy temperature: A practical tool for evaluating water requirements. Water Res. 13: 651-656

Klepper, B., and R.D. Ceccato. 1969. Determination of leaf and fruit water potential with a pressure chamber. Hort. Res. 9: 1-7

Salter, P.J. , and J.E. Goode. 1967. Crop responses to water at different stages of growth. Farnham Royal, Bucks: C.A.B., pp. 49-60

Scholander, P.F., H.T. Hammel, E.A., Hemmingsen and E.D. Bradstreet. 1964. Hydrostatic pressure and osmotic potential in leaves of mangroves and some other plants. Proc. Natn. Acad. Sci. U.S.A., 52: 119-125

Stoker, R. 1974. Effect on dwarf beans of water stress at different phases of growth. N.Z.J. of Expt. Agri., 2:13-15