

MÉTODO DE CÁLCULO DE HORAS Y UNIDADES DE FRÍO DIARIAS CON LA DURACIÓN DEL DÍA Y LA AMPLITUD TÉRMICA COMBINADAS

A METHOD TO CALCULATE DAILY CHILL HOURS AND CHILL UNITS USING DAYLENGTH AND THERMIC AMPLITUDE TOGETHER

E.A. DAMARIO¹

Recibido: 18/12/06

Aceptado: 30/04/07

Los diversos métodos propuestos hasta ahora para estimar las “horas de frío” (HF) o las “unidades de frío” (UF) diarias han ignorado el efecto que puede introducir en el cálculo la acción conjunta y simultánea de la duración del día y la amplitud térmica. Poner de relieve esta doble acción y computar teóricamente las HF y las UF resultantes, es el interés del método que se describe a continuación.

La estimación de las temperaturas horarias diarias (**th**), necesarias para el cómputo, se realizó usando el método desarrollado por Marc Hallaire (*Compte Rendus* 231: 1533-35, 1950) consistente en sumar a la temperatura media diaria (**tm**), el producto de la amplitud diaria (**A**), por un coeficiente porcentual ϕ cuyo valor para cada hora del día varía según la amplitud de la marcha térmica diaria la que, teóricamente depende de la duración del día (**DD**), (heliofanía teórica) es decir: $th = tm + \phi A$. Los valores de ϕ fueron tabulados por Marc Hallaire para aplicarlos a **tm** y **A** climáticos. Para aplicarlos al cálculo de valores **HF** y **UF** diarios se transformaron adecuadamente resultando los porcentuales reproducidos el Cuadro 1.

CUADRO 1. Valores porcentuales del coeficiente ϕ aplicables a cómputos diarios de HF o UF.

DD	Horas																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
7	24	21	15	12	09	04	02	02	06	23	41	65	91	100	95	82	70	59	52	45	40	35	32	28
9	23	18	14	09	05	01	01	06	24	39	59	77	92	100	98	90	78	69	56	48	42	37	32	27
11	22	17	13	08	04	02	02	19	42	60	72	84	94	98	98	95	87	76	84	53	45	38	32	26
13	20	15	09	03	01	01	05	20	47	64	74	85	95	99	99	96	91	81	70	56	46	38	30	25

Con esos valores se computaron las **HF** y las **UF** diarias considerando las amplitudes de 7°, 9°, 11°, 13° y 15°C para cada una de las cuatro duraciones del día: 7, 9, 11 y 13 horas. Las **UF** se calcularon de acuerdo a la escala térmica del modelo denominado Utah (Richardson *et al.*, *Hort. Sci.* 9(4), 1974). Para realizar los cómputos se usaron planillas como la mostrada en el Cuadro 2 para la **DD** = 9 horas y una **A** = 7°C y temperaturas mínimas de 2 en 2 grados. En la columna correspondiente a la **tm** = 0 se anotan los productos de los valores ϕ del Cuadro 1 por la **A** = 7°C, y en las restantes columnas se suma o resta a estos productos el valor de la **tm** que corresponda.

Con el propósito de facilitar posteriores cálculos de estos valores de la magnitud del enfriamiento diario, se confeccionaron las gráficas de las Figuras 1 a 4, con las curvas de **HF** en la parte superior y de **UF** en la inferior, obtenidas para cada **DD** y las cinco amplitudes. Los datos para duraciones y amplitudes diferentes podrán interpolarse fácilmente.

¹Cátedra de Climatología y Fenología Agrícolas - Facultad de Agronomía UBA - Avda. San Martín 4457 (1417) Buenos Aires, Argentina.

CUADRO 2. Ejemplo de planilla de cálculo de las HF y UF diarias para una duración de día de 9 horas y una amplitud térmica de 7 °C.

H O R A	DD=9 hs A=7°																														
	tm -4°			-2°			0°			2°			4°			6°			8°		10°		12°		14°		16°				
	HF	th	UF	HF	th	UF	HF	th	UF	HF	th	UF	HF	th	UF	HF	th	UF	th	UF	th	UF	th	UF	th	UF	th	UF			
1	1	-2,3	0	1	-0,3	0	1	1,7	0	1	3,7	1	1	5,7	1	0	7,7	1	9,7	0,5	11,7	0,5	13,7	0	15,7	-0,5	17,7	-0,5			
2	1	-2,7	0	1	-0,7	0	1	1,3	0	1	3,3	1	1	5,3	1	0	7,3	1	9,3	0,5	11,3	0,5	13,3	0	15,3	0	17,3	-0,5			
3	1	-3,0	0	1	-1,0	0	1	1,0	0	1	3,0	1	1	5,0	1	1	7,0	1	9,0	1	11,0	0,5	13,0	0	15,0	0	17,0	-0,5			
4	1	-3,4	0	1	-1,4	0	1	0,6	0	1	2,5	1	1	4,5	1	1	6,8	1	8,6	1	10,5	0,5	12,6	0	14,6	0	16,5	-0,5			
5	1	-3,6	0	1	-1,6	0	1	0,4	0	1	2,4	0,5	1	4,4	1	1	6,4	1	8,4	1	10,4	0,5	12,4	0,5	14,4	0	16,4	-0,5			
6	1	-3,9	0	1	-1,9	0	1	0,1	0	1	2,1	0,5	1	4,1	1	1	6,1	1	8,1	1	10,1	0,5	12,1	0,5	14,1	0	16,1	-0,5			
7	1	-3,9	0	1	-1,9	0	1	0,1	0	1	2,1	0,5	1	4,1	1	1	6,1	1	8,1	1	10,1	0,5	12,1	0,5	14,1	0	16,1	-0,5			
8	1	-3,6	0	1	-1,6	0	1	0,4	0	1	2,4	0,5	1	4,4	1	1	6,4	1	8,4	1	10,4	0,5	12,4	0,5	14,4	0	16,4	-0,5			
9	1	-2,3	0	1	-0,3	0	1	1,7	0,5	1	3,7	1	1	5,7	1	0	7,7	1	9,7	0,5	11,7	0,5	13,7	0	15,7	-0,5	17,7	-0,5			
10	1	-2,7	0	1	0,7	0	1	2,7	1	1	4,7	1	1	6,7	1	0	8,7	1	10,7	0,5	12,7	0	14,7	0	16,7	-1	18,7	-1			
11	1	0,1	0	1	2,1	0,5	1	4,1	1	1	6,1	1	0	8,1	1	0	10,1	0,5	12,5	0,5	14,1	0	16,1	-0,5	18,1	-1	20,1	-1			
12	1	1,4	0	1	3,4	1	1	5,4	1	0	7,4	1	0	9,4	0,5	0	11,4	-0,5	13,4	0	15,4	-0,5	17,4	-0,5	19,4	-1	21,4	-1			
13	1	2,4	0,5	1	4,4	1	1	6,4	1	0	8,4	1	0	10,4	0,5	0	12,4	-0,5	14,4	0	16,4	-0,5	18,4	-1	20,4	-1	22,4	-1			
14	1	3,0	1	1	5,0	1	1	7,0	1	0	9,0	1	0	11,0	0,5	0	13,0	0	15,0	0	17,0	-0,5	19,0	-1	21,0	-1	23,0	-1			
15	1	2,9	1	1	4,9	1	1	6,9	1	0	8,9	1	0	10,9	0,5	0	12,9	0	14,9	0	16,9	-0,5	18,9	-1	20,9	-1	22,9	-1			
16	1	2,3	0,5	1	4,3	1	1	6,3	1	0	8,3	1	0	10,3	0,5	0	12,3	0	14,3	0	16,3	-0,5	18,3	-1	20,3	-1	22,3	-1			
17	1	1,5	0,5	1	3,5	1	1	5,5	1	0	7,5	1	0	9,5	0,5	0	11,5	0,5	13,5	0	15,5	-0,5	17,5	-0,5	19,5	-1	21,5	-1			
18	1	0,8	0	1	2,8	1	1	4,8	1	1	6,8	1	0	8,8	1	0	10,8	0,5	12,8	0	14,8	0	16,8	-0,5	18,8	-1	20,8	-1			
19	1	-0,1	0	1	1,9	1	1	3,9	1	1	5,9	1	0	7,9	1	0	9,9	0,5	11,9	0,5	13,9	0	15,9	-0,5	17,9	-0,5	19,9	-1			
20	1	-0,6	0	1	1,4	0	1	3,4	1	1	5,4	1	0	7,4	1	0	9,4	0,5	11,4	0,5	13,4	0	15,4	-0,5	17,4	-0,5	19,4	-1			
21	1	-1,1	0	1	0,9	0	1	2,9	1	1	4,9	1	1	6,9	1	0	8,9	1	10,9	0,5	12,9	0	14,9	0	16,9	-0,5	18,9	-1			
22	1	-1,4	0	1	0,6	0	1	2,6	1	1	4,6	1	1	6,6	1	0	8,6	1	10,6	0,5	12,6	0	14,6	0	16,6	-0,5	18,6	-1			
23	1	-1,8	0	1	0,2	0	1	2,2	0,5	1	4,2	1	1	6,2	1	0	8,2	1	10,3	0,5	12,2	0,5	14,2	0	16,2	-0,5	18,2	-1			
24	1	-2,0	0	1	0	0	1	2,0	0,5	1	4,0	1	1	6,0	1	0	8,0	1	10,0	0,5	12,0	0,5	14,0	0	16,0	-0,5	18,0	-0,5			
HF	24			24			24			18			14			6															
UF	3,5			8,5			14,5			22,0			21,0			18,0			11,5		2,5		-5,0		-13		-19				

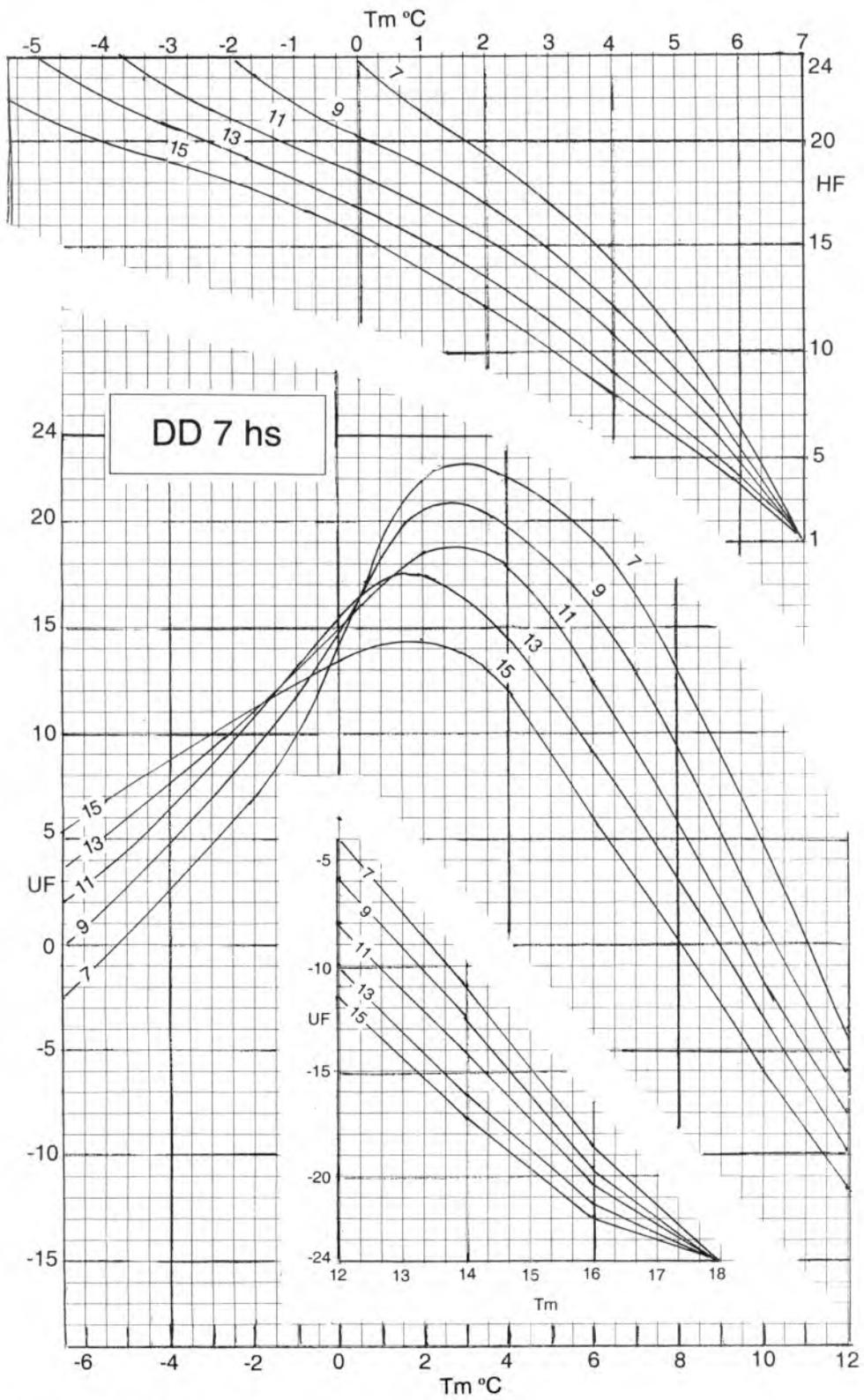


FIGURA 1. Horas de frío y unidades de frío diarias para una duración de día de 7 horas y cinco diferentes amplitudes térmicas.

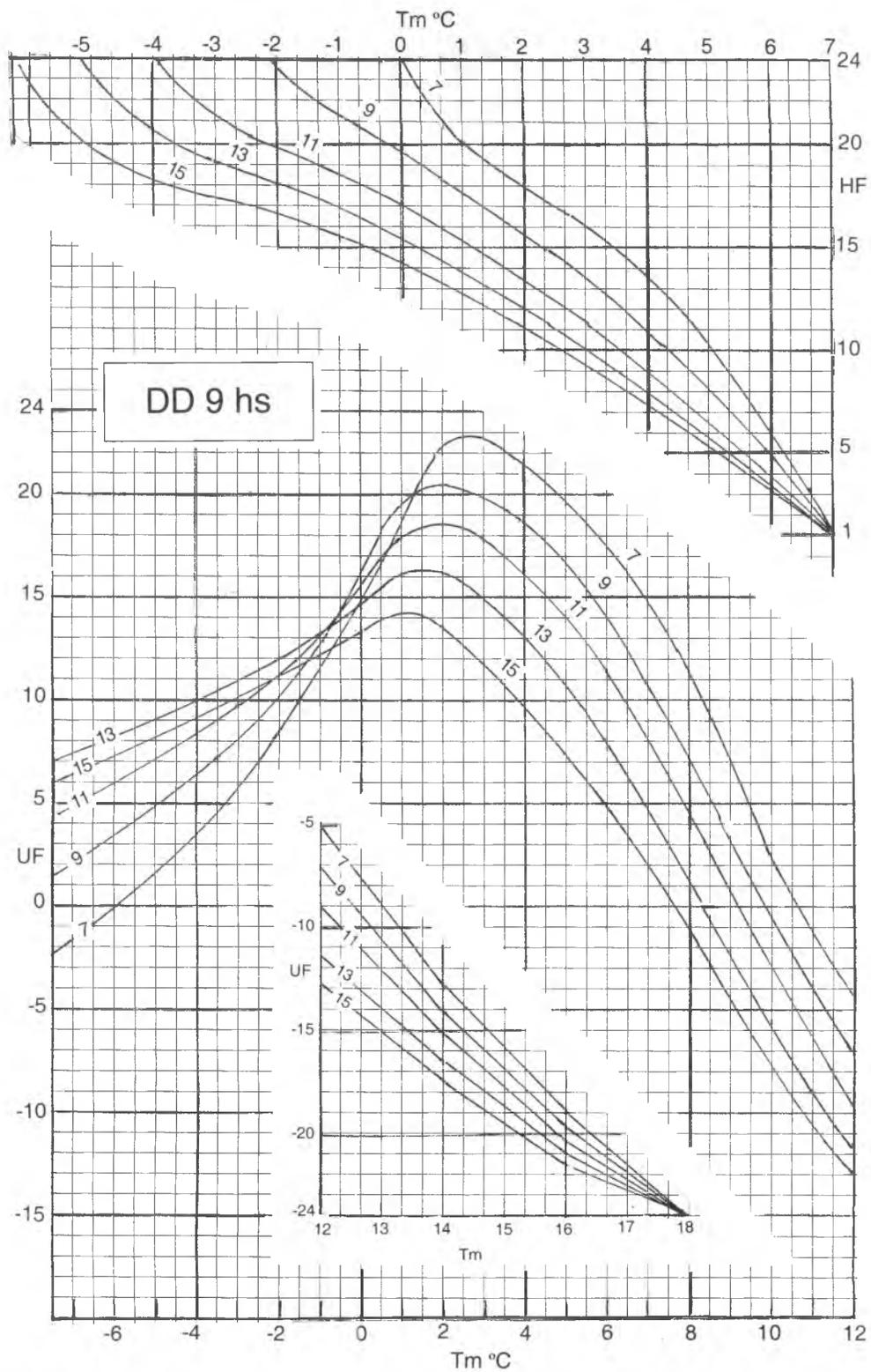


FIGURA 2. Horas de frío y unidades de frío diarias para una duración de día de 9 horas y cinco diferentes amplitudes térmicas.

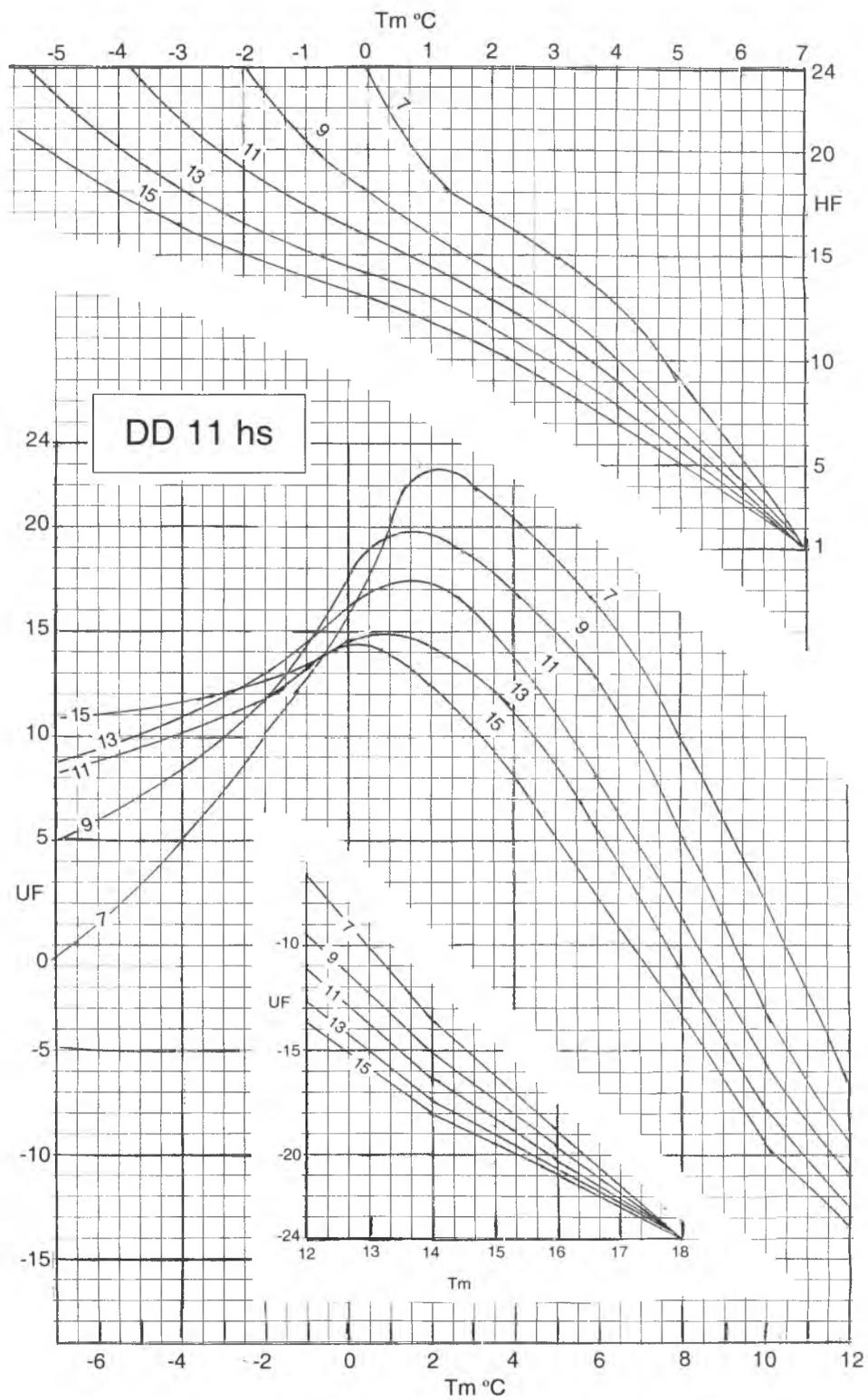


FIGURA 3. Horas de frío y unidades de frío diarias para una duración de día de 11 horas y cinco diferentes amplitudes térmicas.

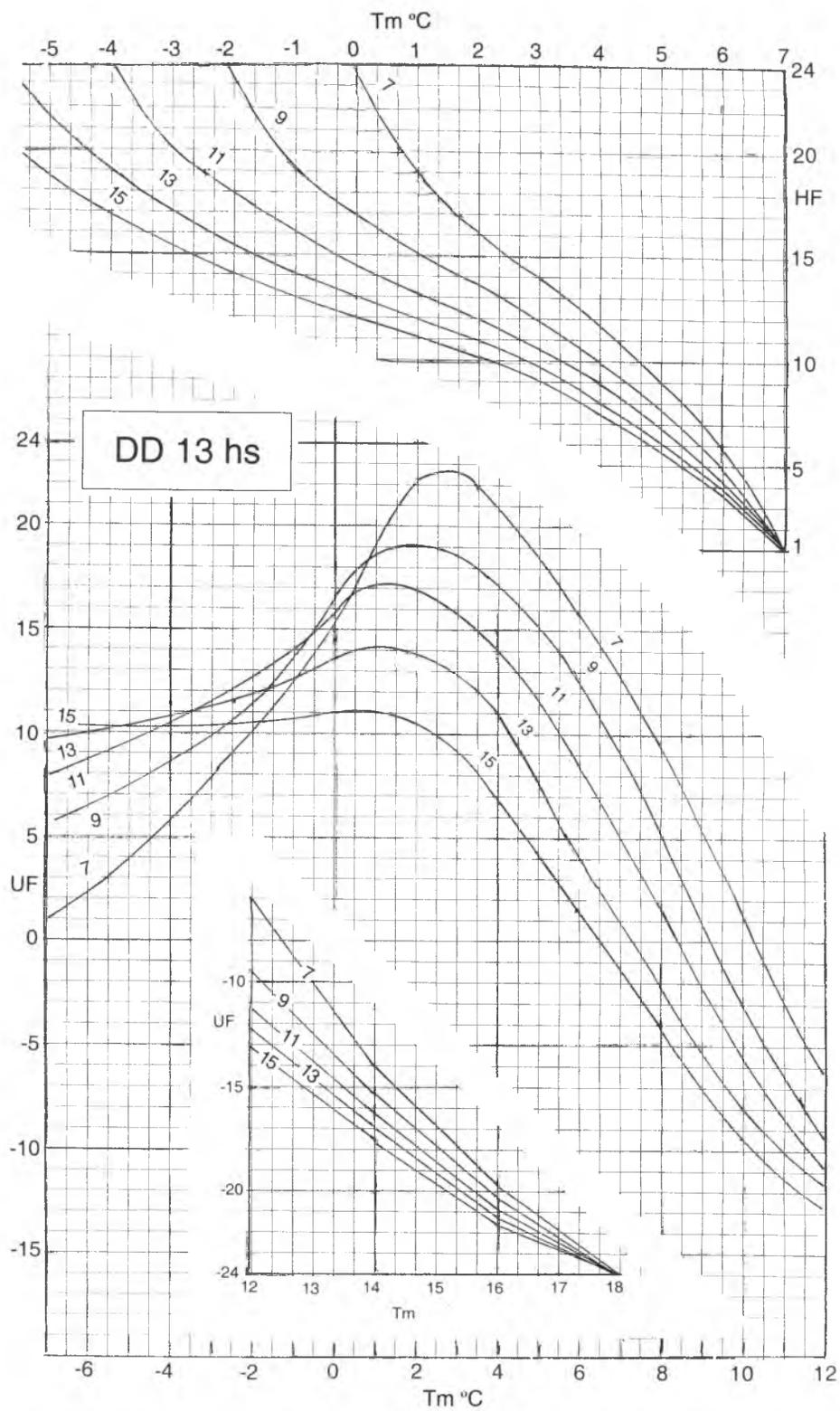


FIGURA 4. Horas de frío y unidades de frío diarias para una duración de día de 13 horas y cinco diferentes amplitudes térmicas.