

# Cálculo de acumulación de horas frío en especies frutales.

Claudeth Hernandez

Marzo 2019

## 1 Introducción

La necesidad de la acumulación del frío es clave para la adaptación de ciertas especies frutales con su entorno. Es un factor que los agricultores y botánicos deben de tener en cuenta para su cultivo y producción. Ejemplos de éstas especies frutales son la pepita (manzano, peral, membrillero), las de hueso o carozo (duraznero o melocotonero, ciruelo japonés, cerezo dulce, guindo, olivo, etc), las especies productoras de frutos secos (almendro, avellano, nogal, castaño, pecán, pistachero), los arbustos de hoja caduca (arándanos, frambueso, moras, zarzamora, grosellero), y las especies de hoja caduca trepadoras (vid, actinidia). Todas las anteriormente mencionadas necesitan que se lleve un control de la temperatura que se maneja sobre ellas. Deben de mantenerse en lugares y periodos donde puedan asegurarse bajas temperaturas para que así tengan un buen estado de crecimiento.

## 2 Desarrollo

Los cálculos se obtuvieron en base a los datos registrados por la estación ubicada en un cultivo de Vid, en el Km. 41 de la carretera Hermosillo a Bahía Kino. Los datos fueron medidos cada 0.1 segundos, pero promediados y registrados cada 10 min. Son 36 variables, pero para nuestros objetivos unicamente nos interesan las Fechas y las Temperaturas del aire en grados celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ) con respecto a cada fecha. Debido a ésto se procedió a realizar una tabla con las dos columnas anteriormente mencionadas. A partir de ahora mostraremos las tablas con unicamente los primeros 5 valores de ésta.

	Fecha	Temperatura
0	2018-05-11 20:10:00	23.50
1	2018-05-11 20:20:00	22.96
2	2018-05-11 20:30:00	22.73
3	2018-05-11 20:40:00	22.40
4	2018-05-11 20:50:00	22.46

Los datos comienzan a tener relevancia y repercusión hacia las especies frutales desde el mes de noviembre, por lo que calcularemos a partir de ahí ignorando los meses anteriores. La nueva tabla particular creada fue:

	Fecha	Temp
0	2018-11-01 00:00:00	9.13
1	2018-11-01 00:10:00	8.89
2	2018-11-01 00:20:00	8.66
3	2018-11-01 00:30:00	8.52
4	2018-11-01 00:40:00	8.47

Puede observarse como las temperaturas han bajado notablemente con respecto a la tabla anterior.

## 2.1 Unidades de frío acumuladas UF24 por cada día completo de acuerdo al modelo de Utah de Richardson.

Se obtuvieron las unidades de frío acumuladas contabilizando las horas frío. Hay varios modelos para realizar el cálculo de horas frío requeridos para cada tipo de especie. El modelo que se utilizó para la contabilización fue el de Utah Richardson, Un modelo muy popular, desarrollado por Arlo Richardson y colegas en 1974. que está resumido de la siguiente manera:

Temperatura (°C)	UF correspondientes a 1 hora transcurrida a un dado rango térmico
< 1,4	0
1.5 a 2.4	0.5
2.5 a 9.1	1.0
9.2 a 12.4	0.5
12.5 a 15.9	0
16.0 a 18.0	-0.5
> 18.0	-1.0

Para realizar los cálculos se creó una columna tanto como para los años, meses, días horas y minutos.

	Temp	Fechas	Año	Mes	Día	Hora	Min
0	9.13	2018-11-01 00:00:00	2018	11	1	0	0
1	8.89	2018-11-01 00:10:00	2018	11	1	0	10
2	8.66	2018-11-01 00:20:00	2018	11	1	0	20
3	8.52	2018-11-01 00:30:00	2018	11	1	0	30
4	8.47	2018-11-01 00:40:00	2018	11	1	0	40

Después, agrupando, se realizó un promedio de la temperatura en cada hora (recordemos que se nos daba la temperatura cada 10 minutos). A la temperatura promedio por hora la llamamos "tphora".

	Año	Día	Fecha	Hora	Mes	tphora
0.0	2018	1	2018-11-01 00:00:00	0	11	8.708333
1.0	2018	1	2018-11-01 01:00:00	1	11	8.493333
2.0	2018	1	2018-11-01 02:00:00	2	11	8.690000
3.0	2018	1	2018-11-01 03:00:00	3	11	8.846667
4.0	2018	1	2018-11-01 04:00:00	4	11	7.397500

Se creó un ciclo repetitivo en el cual se checaba sobre que intervalo de temperaturas se encontraba cada dato y se le asignaba un valor de los decididos por el modelo de Utah. A ésta variable se le llamó nhora y para obtener la suma de los valores contabilizados por día se sumaron las horas durante ese día (Se le nombró ndía).

	Año	Día	Fecha	Hora	Mes	tphora	nhora	ndía
0.0	2018	1	2018-11-01 00:00:00	0	11	8.708333	1.0	-0.5
1.0	2018	1	2018-11-01 01:00:00	1	11	8.493333	1.0	-0.5
2.0	2018	1	2018-11-01 02:00:00	2	11	8.690000	1.0	-0.5
3.0	2018	1	2018-11-01 03:00:00	3	11	8.846667	1.0	-0.5
4.0	2018	1	2018-11-01 04:00:00	4	11	7.397500	1.0	-0.5

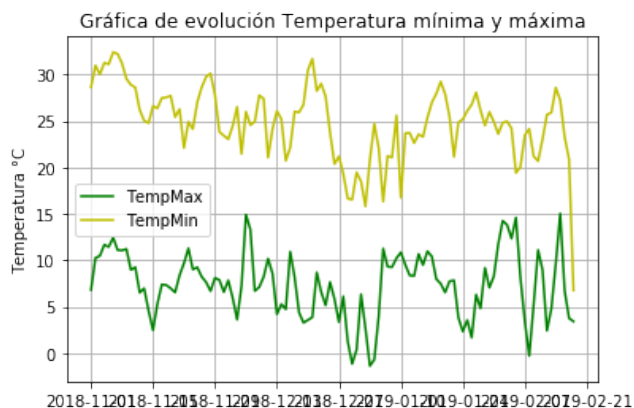
Cabe destacar que el puntaje por día se encuentra por el orden de -0.5 lo cual es curioso. Es un puntaje negativo según el modelo de Utah.

## 2.2 Temperatura mínima, máxima y su evolución en el tiempo

Sobre éstos promedios de horas se calculó la temperatura mínima y máxima agrupando los datos.

	Día	Fecha	TempMax	TempMin	ndía
0.0	1	2018-11-01	6.806833	28.621667	-0.5
1.0	2	2018-11-02	10.248333	30.960000	-9.0
2.0	3	2018-11-03	10.473333	29.998333	-9.0
3.0	4	2018-11-04	11.670000	31.243333	-11.5
4.0	5	2018-11-05	11.435000	31.093333	-8.0

Graficando cada una de éstas con respecto a las fechas podemos observar una evolución de las temperaturas máximas y mínimas promedio por hora a lo largo del tiempo.



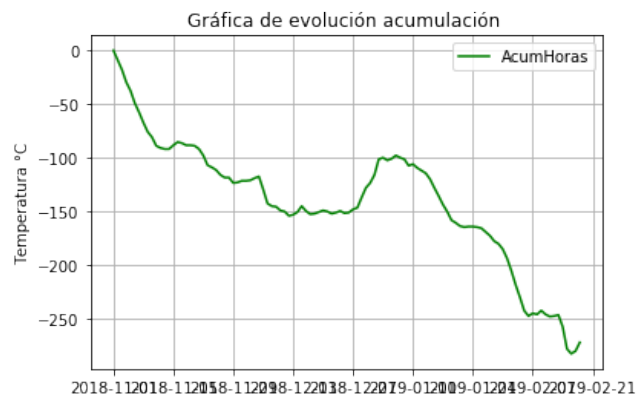
Se puede observar que la variabilidad de la temperatura máxima a través del tiempo va aproximadamente de 30 grados a 18 grados. Mientras que la de temperaturas mínimas va de entre cero grados y 15 grados.

## 2.3 Acumulación de las horas frío

Finalmente se realizó una gráfica con las horas de frío acumuladas, es decir se sumaba el valor anterior a medida que íbamos avanzando en el tiempo.

	AcumHoras	Fecha
0.0	-0.5	2018-11-01
1.0	-9.5	2018-11-02
2.0	-18.5	2018-11-03
3.0	-30.0	2018-11-04
4.0	-38.0	2018-11-05

Graficando la tabla anterior:



### 3 Conclusiones

Pudo observarse un control de temperaturas sobre las especies frutales en el cual la acumulación de las horas de frío ha ido disminuyendo a medida que pasan los años. Puede asociarse éste decrecimiento debido a un brusco aumento de temperatura en los últimos años el cual podría estar intimamente relacionado con el calentamiento global y sus repercusiones a nivel local. Lo cual tiene efectos negativos sobre el cultivo de las especies frutales lo cual también afectaría la comercialización y consumo de éstas.

### 4 Bibliografía

"A model for estimating a completion of rest for 'redheaven' and 'Elberta' peach trees". E. Arlo Richardson, Schuyler D. seeley, and David R Walker. Utah State University Logan.