
Conferencia: La Importancia de la Información Climatológica en la Agricultura

La Evapotranspiración en la Producción Agrícola

Dr. Carlos R Orozco-Riezgo

Carlos@CROrozco.com



Mexicali, B.C., Noviembre 14, 2024

USO DE TECNOLOGIA EN LA PRODUCCION AGRICOLA



MONITOREO DEL CLIMA EN AGRICULTURA

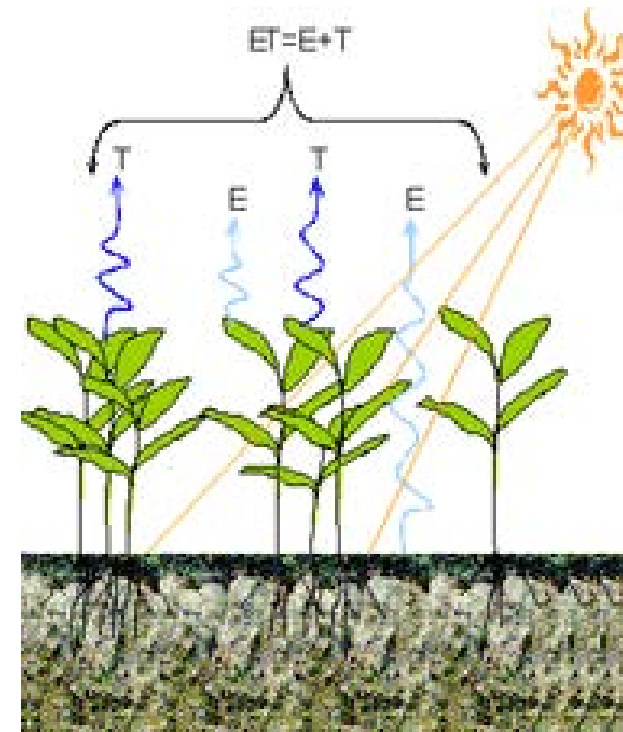


MONITOREO PARA RIEGO

HUMEDAD DEL SUELO



EVAPOTRANSPIRACION



EVAPOTRANSPIRACION (ET)

ET = Evapotranspiración



Evapotranspiración

Cantidad de agua que se pierde en la atmósfera debido a;

1. La **Evaporación** de superficies tales como el suelo y las hojas, y
2. La **Transpiración** de las plantas.

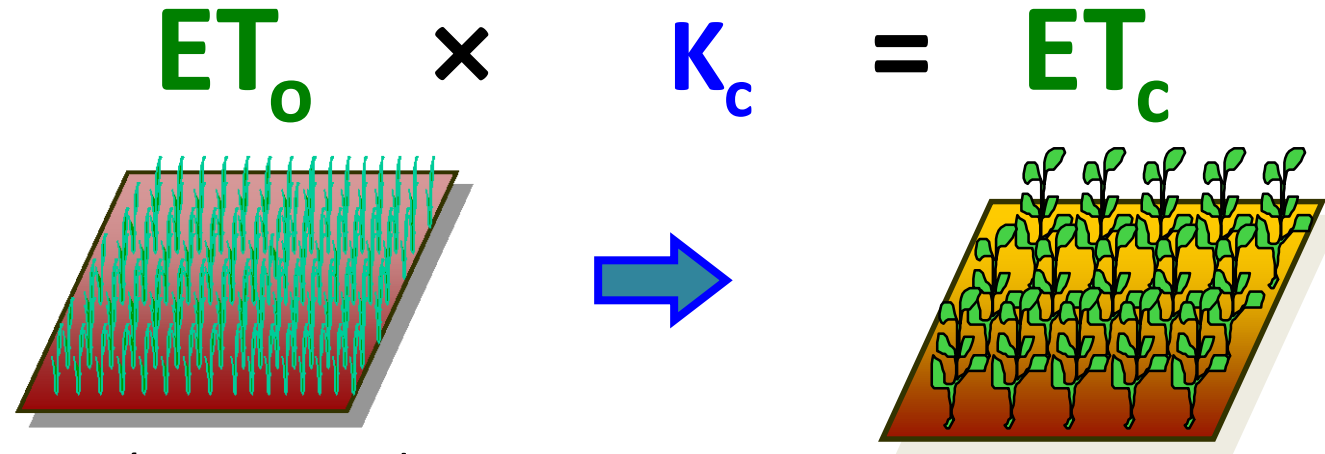
Y que regresa a la atmósfera como vapor.

UC ~ ET

EVAPOTRANSPIRACION DE REFERENCIA (ET_o)

Criterio Basico

Reponer humedad de zona radicular, con la cantidad de agua perdida por la Evaporación del Suelo y la Transpiración del Cultivo ($E + T \times K_c = ET_c$) desde el último riego.



Pasto en óptimas condiciones

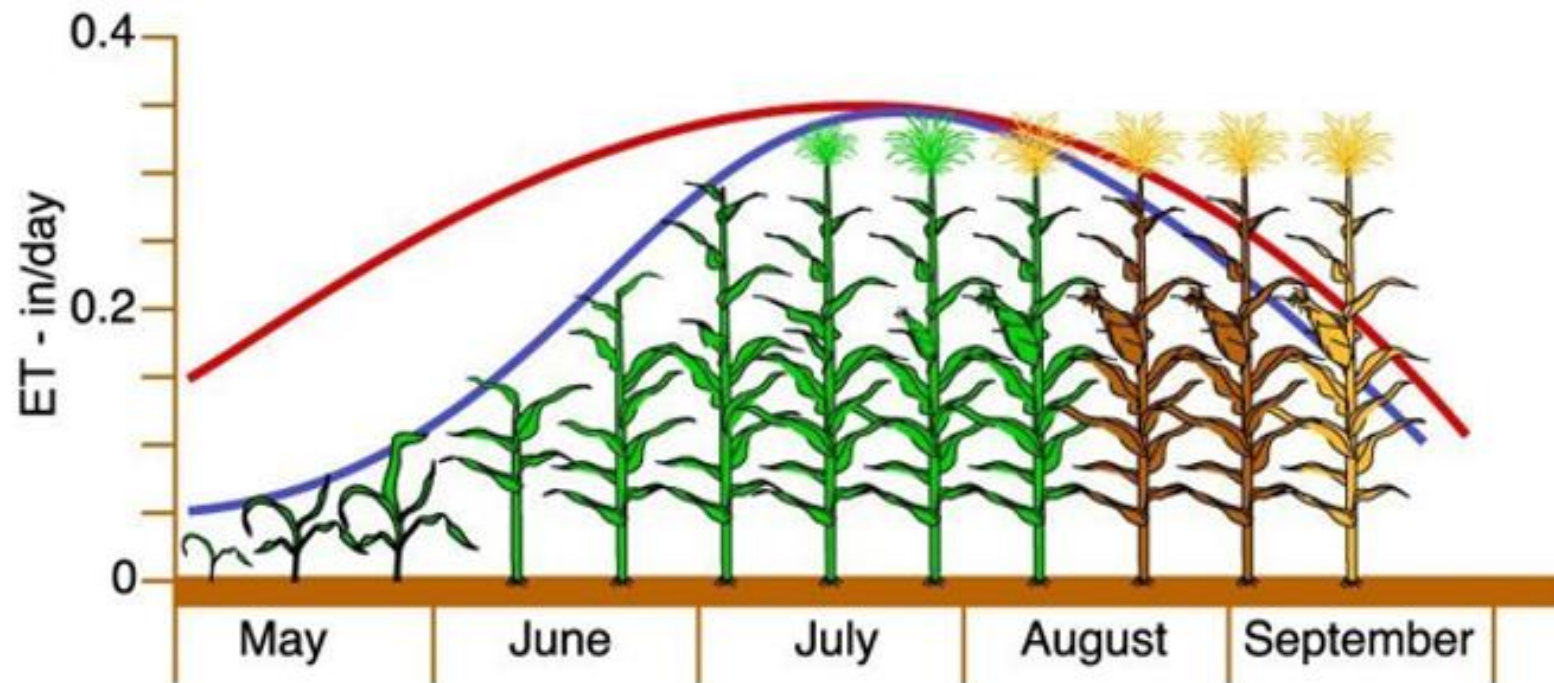
ET_o = Evapotranspiración de Referencia (Potencial)

K_c = Coeficiente de Cultivo

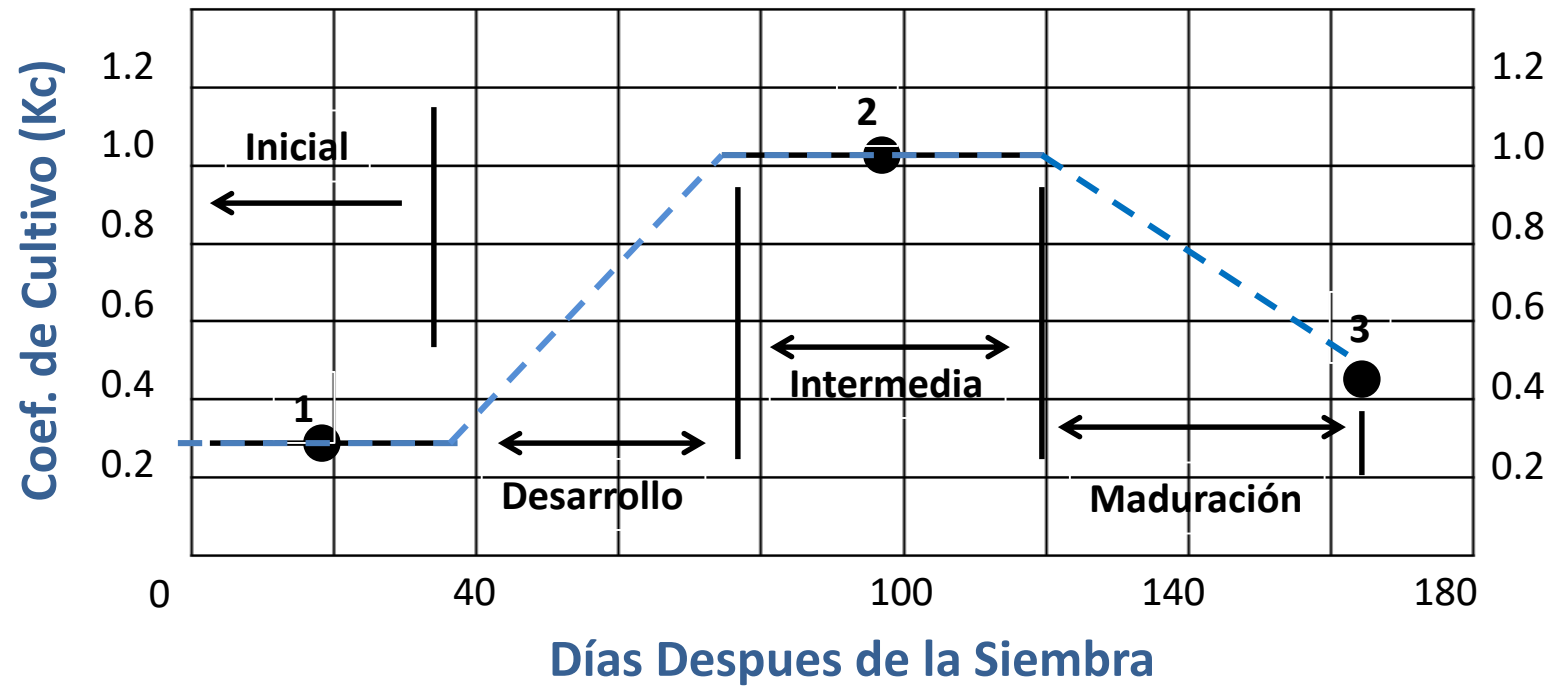
ET_c = Evapotranspiración de Cultivo

EVAPOTRANSPIRACION DE REFERENCIA (ET_o) Y DE CULTIVO (ET_c)

ET Cultivo versus ET Referencia



VARIACION TIPICA DEL COEFICIENTE DE CULTIVO (K_c)

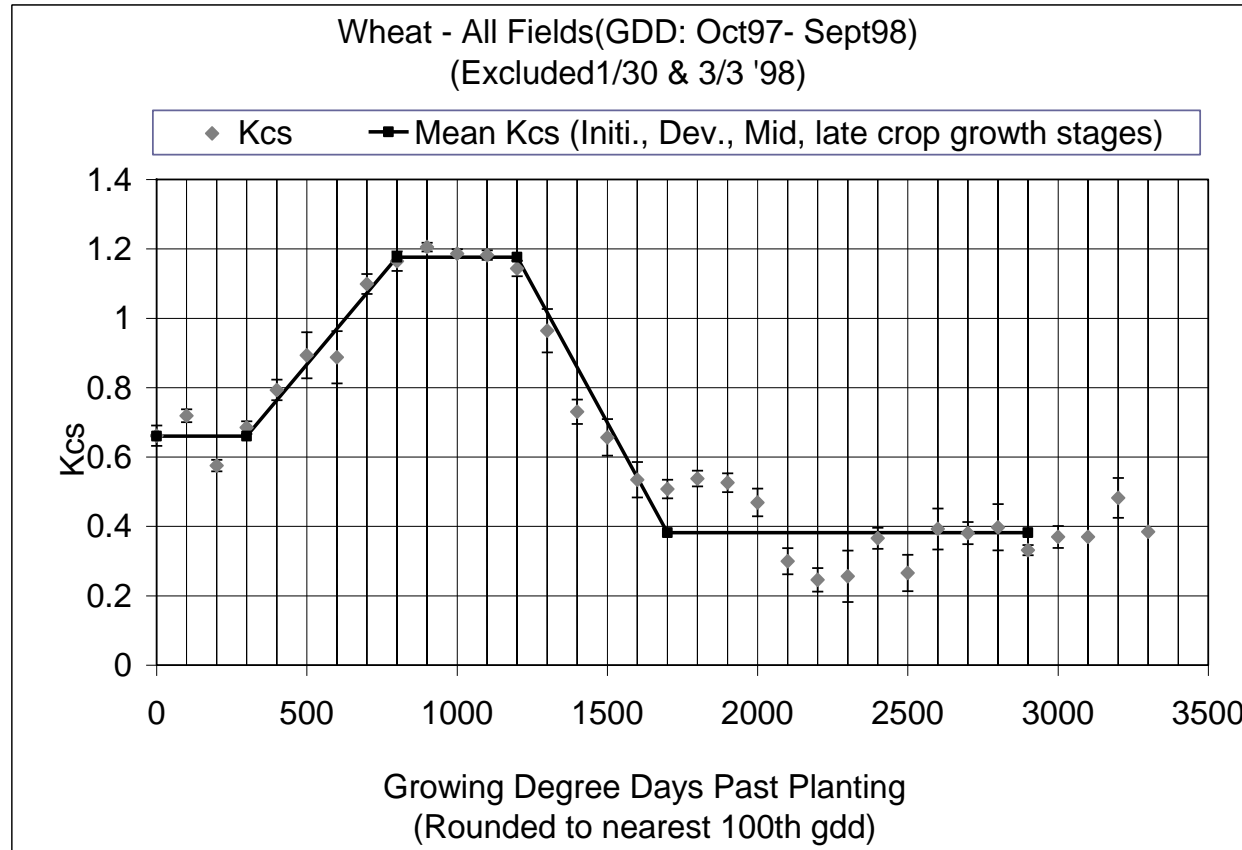


VALORES DE COEFICIENTE DE CULTIVO (Kc) EN EL VALLE IMPERIAL, CA.

Relación entre Kc y GDD (GDC) en Trigo y Curva de Coeficiente de Cultivo resultante, en el Valle Imperial.

Growing Degree Days (GDD) = Grados Día de Crecimiento (GDC)

- Los GDD miden cuánto calor (°C o °F) ha recibido un cultivo durante la temporada.
- Dado que la temperatura influye en muchos procesos biológicos que determinan la salud y el vigor, está fuertemente correlacionada con el desarrollo de la planta.



Fuente: IID On-Farm Conservation Program Guidelines, February 2014.

Valores de Kc para Trigo desarrollado en base a SEBAL.

TRIGO	Kc
Inicial :	0.66
Intermedio :	1.18
Final :	0.38

SEBAL = Surface Energy Balance Algorithm for Land.

PARAMETROS DE CALCULO DE LOS GRADOS DIA DE CRECIMIENTO Y Kc DE CULTIVO

NOMBRE DEL CULTIVO	Kc			GDC ACUMULADOS				Días Máximos del Ciclo
	Inicial	Inter	Final	Inicial	Des	Inter	Final	
ALGODON	0.45	0.81	0	400	800	2000	2700	255
BROCCOLI	0.67	0.77	0.63	400	700	900	1200	165
CEBOLLA	0.69	1.21	0.30	500	1100	1600	2100	240
GIRASOL	0.15	1.10	0.15	500	1100	2200	2400	200
LECHUGA	0.66	0.66	0.66	600	900	1200	1700	150
MAIZ GRANO	0.66	1.05	0	200	580	1350	2111	200
MELON (PRIMAVERA)	0.41	0.87	0.38	400	700	900	1200	150
REMOLACHA AZUCARERA	0.75	1.07	0.57	2000	2400	3000	4100	285
TRIGO	0.66	1.18	0.38	300	800	1200	1700	190
ZANAHORIA	0.68	0.97	0.75	900	1600	2100	2400	230

Fuente: IID On-Farm Conservation Program Guidelines, Febrero 2014.

GDC = Grados Día de Crecimiento.

COEFICIENTE DE CULTIVO (Kc)

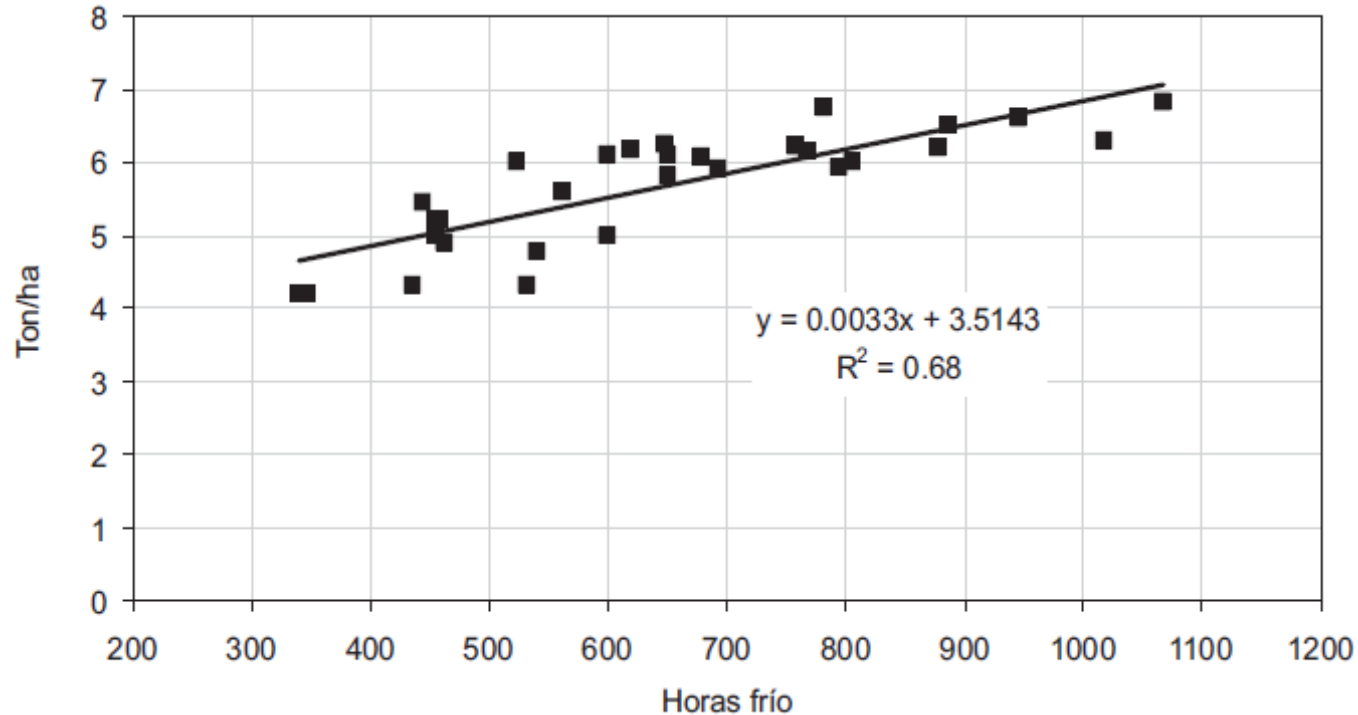
Valores de Kc para Cultivos Perenes del Valle Imperial, Desarrollado con Base a SEBAL.

CULTIVO	MES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ALFALFA	0.64	0.58	0.75	0.99	0.92	0.88	0.86	0.85	0.84	0.87	0.55	0.61
ESPARAGO	0.26	0.20	0.39	0.58	0.98	1.02	0.88	0.91	1.12	1.10	0.39	0.38
BERMUDA GRASS	0.26	0.15	0.85	1.02	0.98	0.94	0.64	0.79	0.95	0.78	0.35	0.40
CITRICOS	0.71	0.8	0.84	0.77	0.62	0.60	0.62	0.64	0.81	0.81	0.65	0.62
RYE GRASS	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69
SUDAN	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81

Fuente: IID On-Farm Conservation Program Guidelines, Febrero 2014.

SEBAL = Surface Energy Balance Algorithm for Land.

RELACION DE HORAS-FRÍO (HF) CON EL RENDIMIENTO DE TRIGO



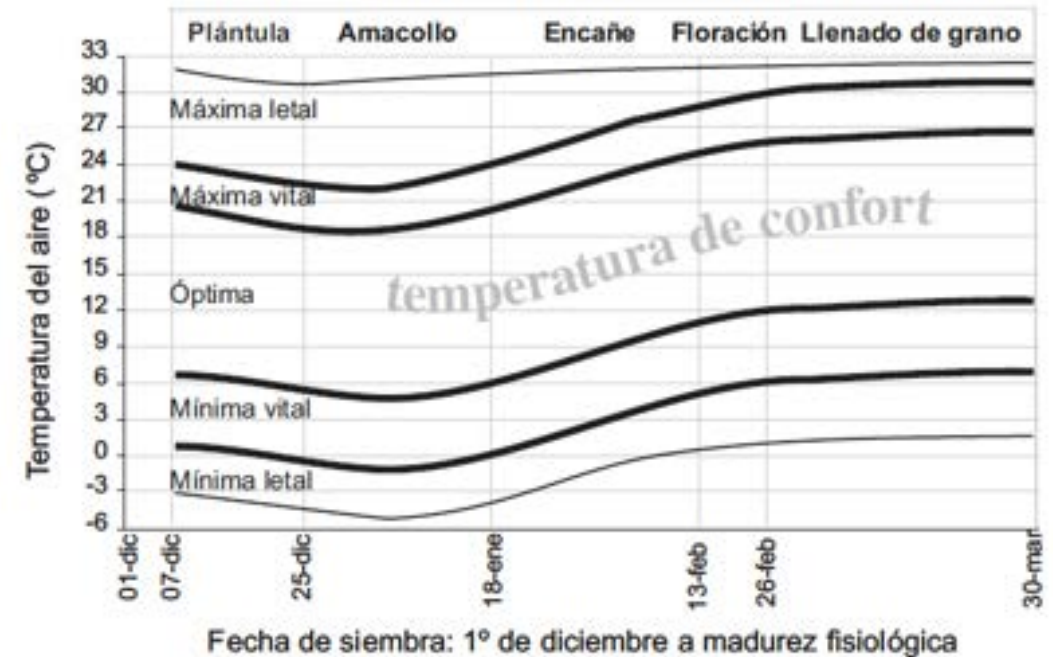
- Hay un alto grado de correlación entre las horas frío (HF) y el rendimiento de trigo.
- La relación muestra un acumulado de 340 HF para obtener un rendimiento de 4.63 ton/ha, y por cada incremento de 100 HF de este nivel, el rendimiento se incrementa en 330 kilogramos (INIFAP, 2009).

Rendimiento comercial con base en HF, en los Distritos de Riego de los valles del Mayo, Yaqui y Guaymas, costa de Hermosillo y San Luis Rio Colorado, Sonora, 2004-05 a 2008-09 (INIFAP, 2009).

UMBRAL TERMICO POR ETAPA FENOLOGICA DEL TRIGO)

Umbral térmico por etapa fenológica del trigo (INIFAP, 2009).

Temperatura del Aire (°C)	Plántula	Amacollo	Encañe	Floración	Llenado de grano
Mínima letal	-4	-5	-1	0	0
Mínima vital	0	3	5	8	10
Rango óptimo	6-20	4-18	8-22	10-24	12-6
Máxima vital	24	22	26	28	29
Máxima letal	32	31	31	31	32



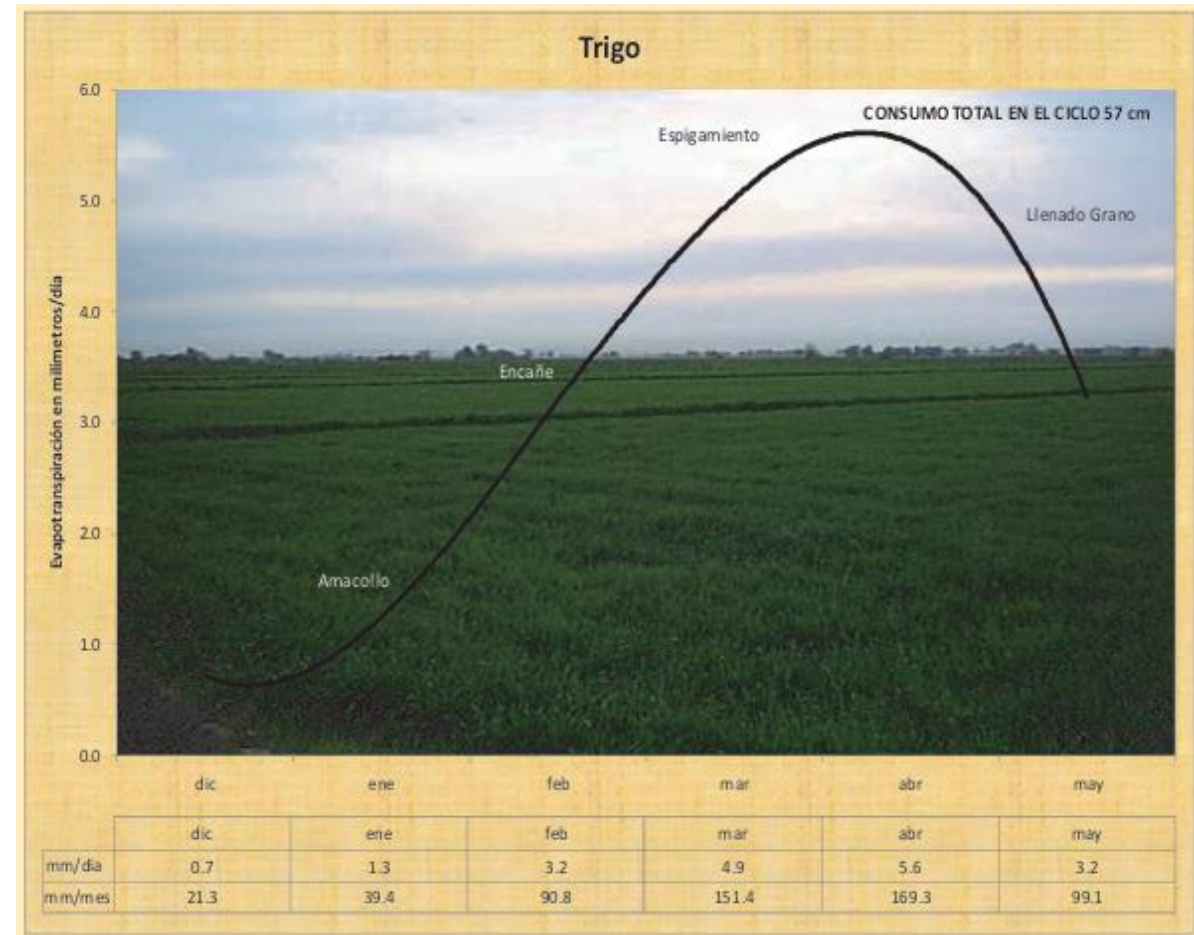
Dinámica de los umbrales térmicos durante las etapas fenológicas del trigo (INIFAP, 2009).

ETc TRIGO, VALLE DE MEXICALI

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP, 2008)



Consumo total en el ciclo: 57 cm



Necesidades hídricas del cultivo de Trigo en el valle de Mexicali, Baja California. INIFAP 2008. www.inifap.gob.mx

Sistema de Información para el Manejo del Agua de Riego en Baja California (SIMARBC)

SIMARBC, <http://apps.sedagro.gob.mx/simarbc>

Bienvenido al sitio para la descarga de datos agroclimáticos por estación y tipo de reporte del SIMARBC.

Introduce tu Usuario y Contraseña

Usuario: COROZCO

Password: *****

Entrar

¿Olvidó su contraseña?

Regístrate

—Optimizado para Google CHROME—
 Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
 Gobierno del Estado de Baja California
 Carretera a San Luis KM 22.5, Ejido Sinaloa. C.P. 21620 Mexicali B.C.
 Teléfonos: (686) 551- 73-00, ext. 7440 y 7443. Directo (686) 551- 73-22

Red Estatal de Estaciones Agroclimáticas

Sistema de Información para el Manejo de Agua de Riego en Baja California

Estaciones: NUEVO LEON

De la: Fecha Inicial: 28/10/2024
(dd/mm/aaaa)

Hasta la: Fecha Final: 03/11/2024
(dd/mm/aaaa)

Consultar Imprimir como reporte

Estacion	Fecha y Hora	Eto (mm)	Precip (mm)	Rad. Solar Total	Presion Vapor (Kpas)	Temp. Aire (°C)
NUEVO LEON	11-03-2024 24:00:00	0.01	0.00	0.00	0.51	15.06
NUEVO LEON	11-03-2024 23:00:00	0.01	0.00	0.00	0.60	15.93
NUEVO LEON	11-03-2024 22:00:00	0.01	0.00	0.00	0.58	17.26
NUEVO LEON	11-03-2024 21:00:00	0.00	0.00	0.00	0.54	16.41
NUEVO LEON	11-03-2024 20:00:00	0.00	0.00	0.00	0.59	18.91
NUEVO LEON	11-03-2024 19:00:00	0.02	0.00	0.02	0.52	20.37
NUEVO LEON	11-03-2024 18:00:00	0.14	0.00	3.87	0.59	22.88
NUEVO LEON	11-03-2024 17:00:00	0.21	0.00	19.18	0.60	24.42
NUEVO LEON	11-03-2024 16:00:00	0.42	0.00	34.71	0.63	25.88
NUEVO LEON	11-03-2024 15:00:00	0.68	0.00	47.30	0.76	25.87
NUEVO LEON	11-03-2024 14:00:00	0.71	0.00	34.39	0.83	26.42
NUEVO LEON	11-03-2024 13:00:00	0.21	0.00	29.92	0.88	25.87
NUEVO LEON	11-03-2024 12:00:00	0.48	0.00	39.17	0.92	22.98
NUEVO LEON	11-03-2024 11:00:00	0.42	0.00	49.89	0.92	22.21
NUEVO LEON	11-03-2024 10:00:00	0.21	0.00	34.21	1.00	20.87

Total de registros:

* 6,000.00 = Datos no disponibles.
 * 6,599.00 = Datos no disponibles debido a una falla en el sensor de la estación.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
 Sitio Diseñado y Desarrollado por la Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable (OEIDRSBC)
 Última actualización 2019 - Optimizado para Google CHROME
 Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural Estado de Baja California
 Carretera a San Luis KM 22.5 Ejido Sinaloa C.P. 21620 Mexicali B.C. Tel. (686) 551-73-22

Sistema de Información para el Manejo del Agua de Riego en Baja California (SIMARBC)

SIMARBC
Red Estatal de Estaciones Agroclimáticas
Sistema de Información para el Manejo de Agua de Riego en Baja California

Cálculo de las unidades calor Acumuladas/ Por día

Las Unidades Calor (UC) o Grados Día (GD) se definen como la integración de la curva de temperatura ambiental entre la temperatura crítica máxima y crítica mínima de crecimiento, las cuales definen el rango de temperatura donde el cultivo se desarrolla adecuadamente, fuera de ese rango, el cultivo detiene su crecimiento o muere.

La mayoría de las plantas tienen valores fijos ya determinados de Unidades Calor para cada etapa de desarrollo de la planta hasta madurez, lo cual permite estimar la duración de cada estado fenológico de un cultivo como base en la acumulación de Unidades Calor y estimar su fecha aproximada de madurez fisiológica, lo cual permitirá programar las actividades de cosecha apropiadamente.

Estaciones:

Fecha Inicial:

Fecha Final:

Unidades calor acumuladas

Unidades calor por día

SIMARBC
Red Estatal de Estaciones Agroclimáticas
Sistema de Información para el Manejo de Agua de Riego en Baja California

Filtros

Estaciones:

De la: Fecha Inicial:

Hasta la: Fecha Final:

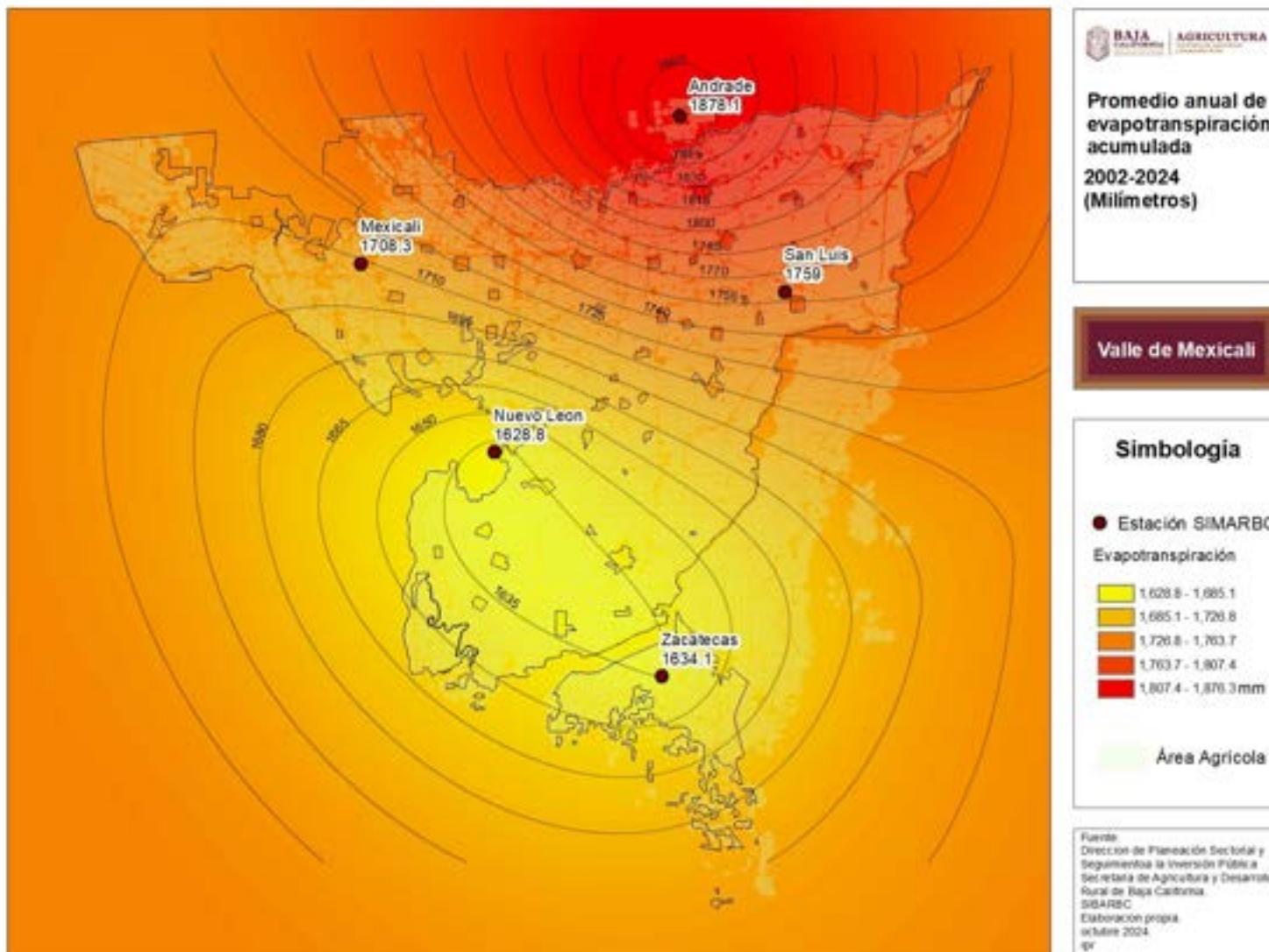
Consultar

Imprimir como reporte

Reporte por Día

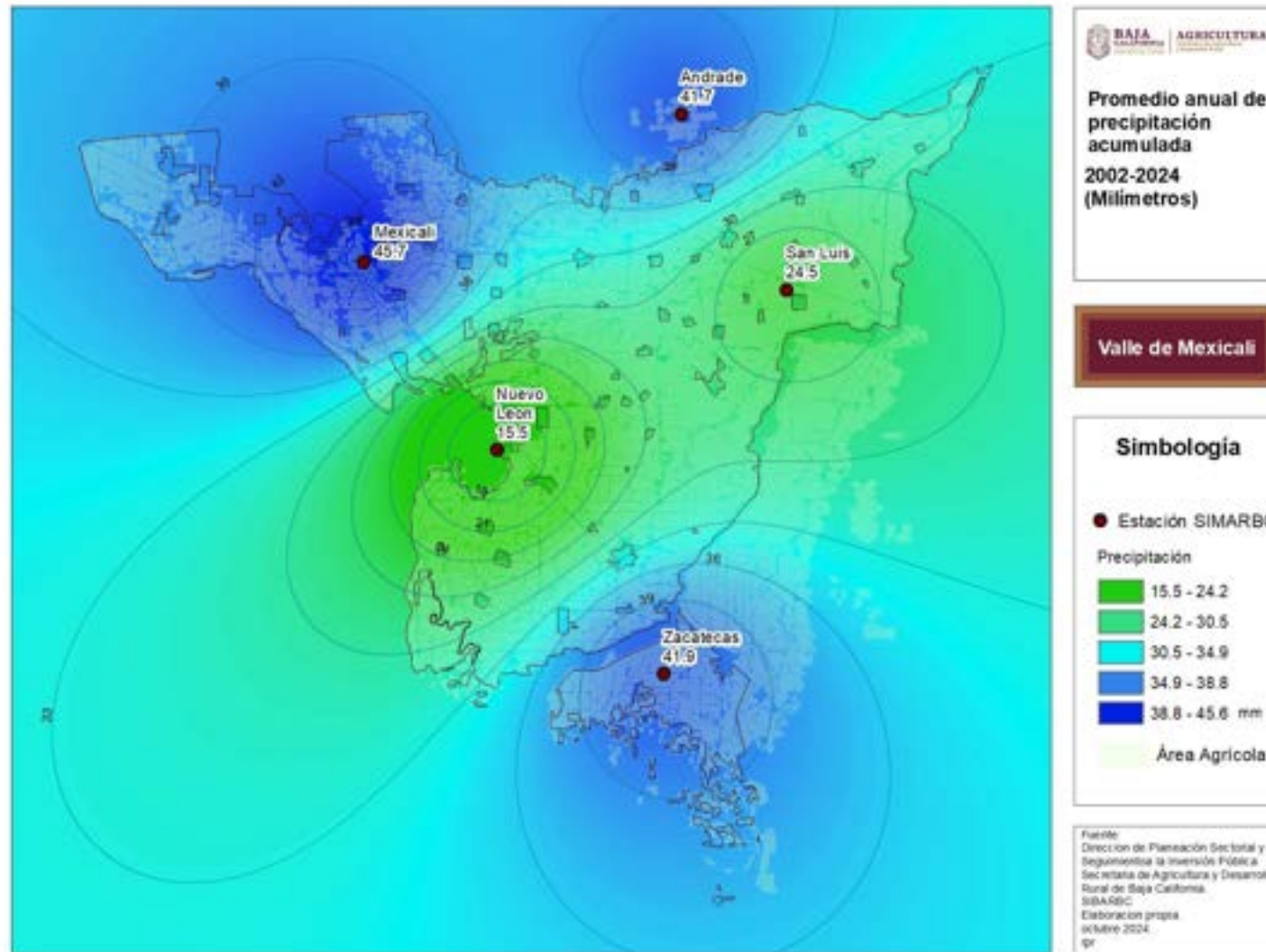
dia	Humedad	Punto de Riego Prom.	Vel. Media Viento (m/s)	Direccion del Viento	Temp. Prom. Suelo	Unidades Calor Algodon	Horas Frio	Hieladas
01/11	88.60	11.04	0.87	113.20	20.81	5.48	3.00	0
02/11	88.47	8.38	1.81	41.80	19.02	10.96	2.00	0
03/11	88.37	5.58	1.70	308.00	19.97	11.18	0.00	0
04/11	88.38	4.41	1.05	271.10	19.77	10.10	0.00	0
05/11	88.89	8.81	0.88	188.50	20.77	10.70	3.00	0
06/11	89.10	5.10	1.10	281.90	20.94	8.94	2.00	0
07/11	88.28	5.58	0.89	300.60	20.83	7.78	3.00	0
08/11	88.88	8.78	1.10	279.10	21.88	7.28	0.00	0

PROMEDIO ANUAL DE ET₀ ACUMULADA 2002-2024 (mm)



Elaborado con información del SIMARBC: <http://apps.sedagro.gob.mx/simarbc>

PROMEDIO ANUAL DE PRECIPITACION ACUMULADA 2002-2024 (mm)

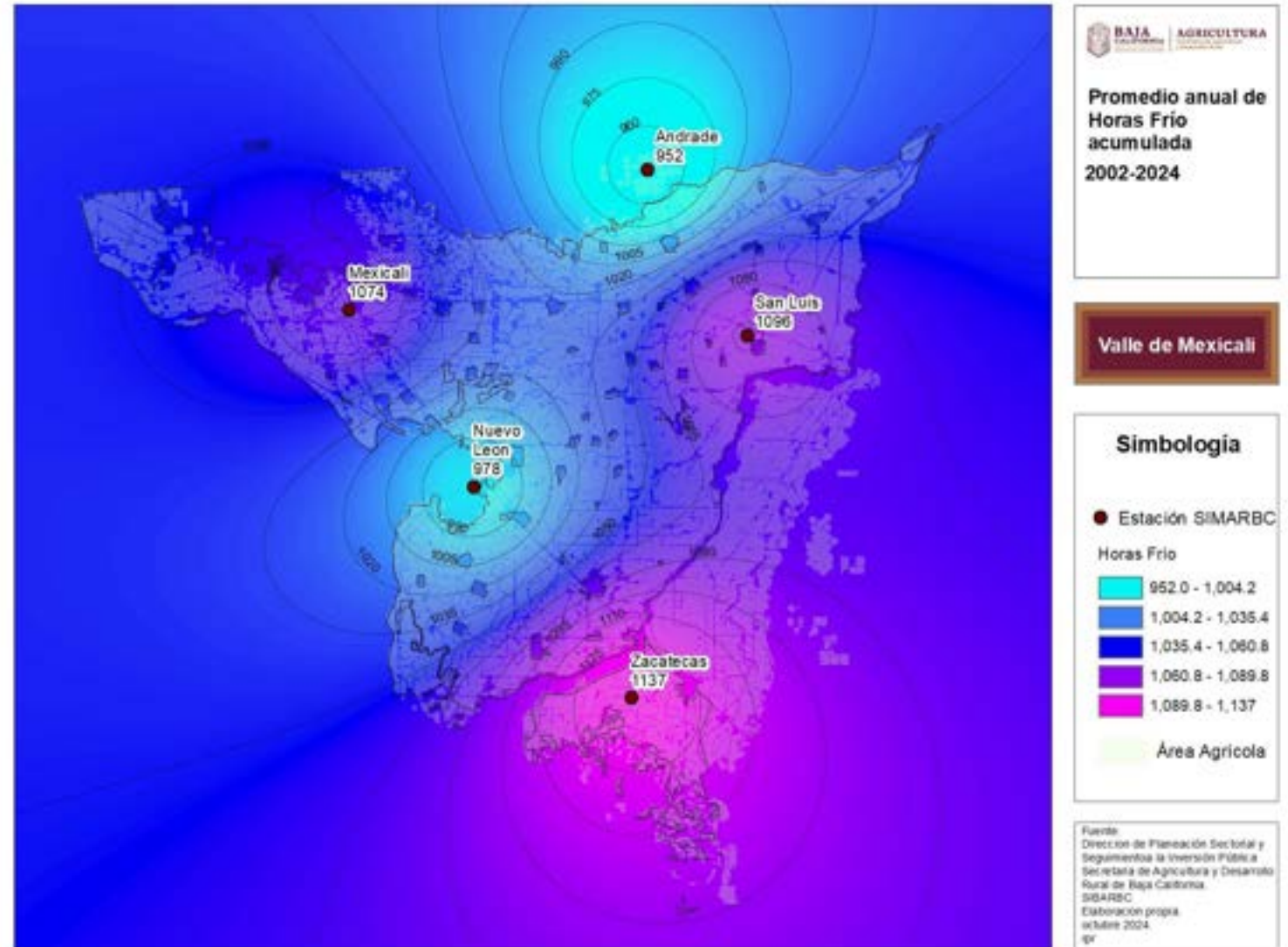


Elaborado con información del SIMARBC: <http://apps.sedagro.gob.mx/simarbc>

PROMEDIO ANUAL DE HORAS FRÍO ACUMULADAS 2002-2024 (mm)

Horas Frío

- **Horas-Frío** es el número de horas que pasa la planta, durante el periodo de reposo invernal a temperaturas iguales o inferiores a un determinado umbral. Para el **caso del trigo** en el Valle de Mexicali corresponde a 10°C.
- El SIMARBC, registra y monitorea el comportamiento de horas-frío acumuladas (HFA). El periodo de registro para análisis se considera a partir del 01 de noviembre de un determinado año, y concluye el 31 de marzo del año siguiente.

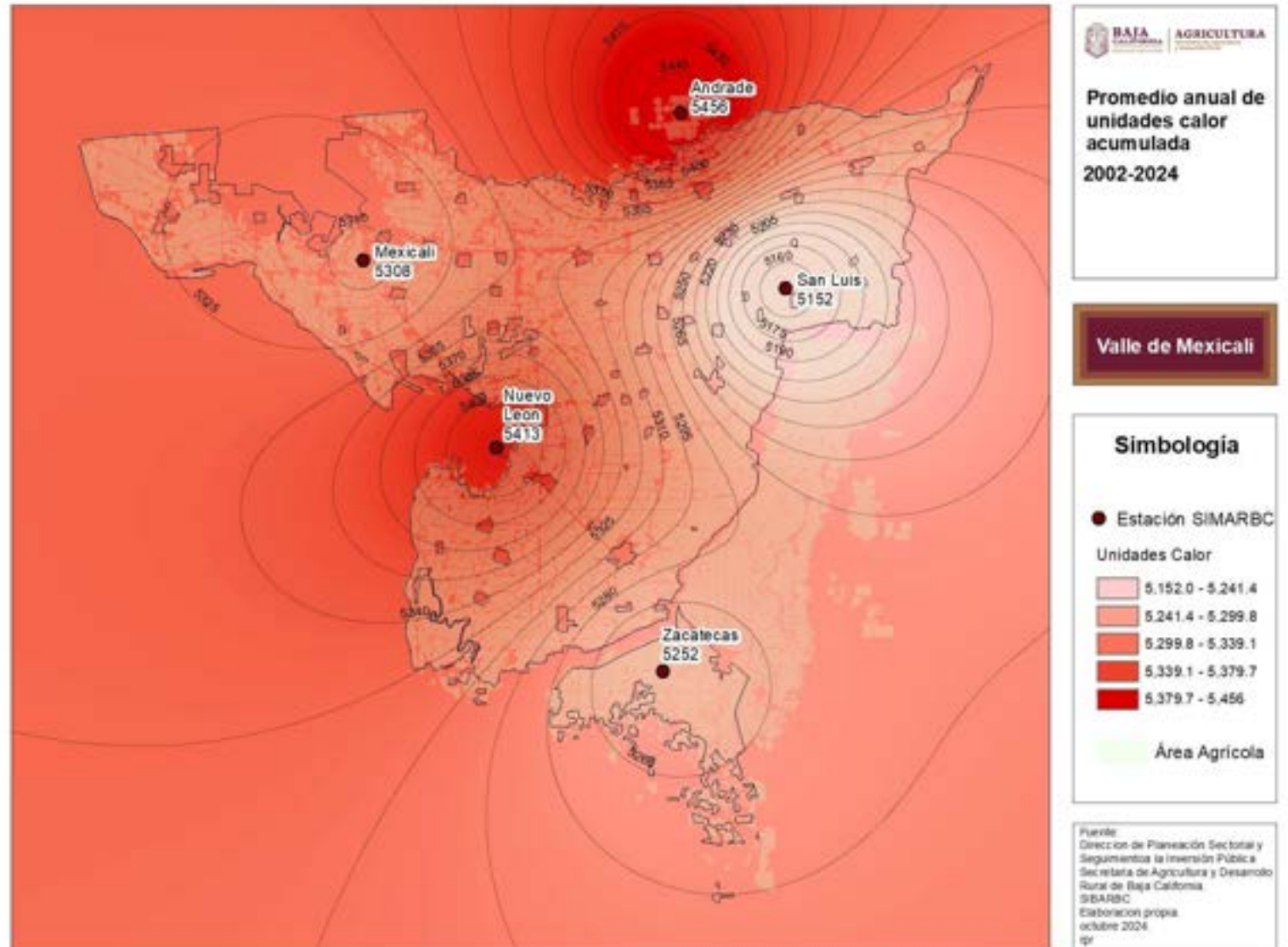


Elaborado con información del SIMARBC: <http://apps.sedagro.gob.mx/simarbc>

PROMEDIO ANUAL DE UNIDADES CALOR ACUMULADAS 2002-2024 (mm)

Unidades Calor (Metodo Seno Simple)

- Los umbrales de desarrollo inferior y superior varían según el organismo del que se trate.
- En el SIMARBC, se considera para el **cultivo del algodón** un umbral máximo de 86°F y un mínimo de 55°F.



CONCLUSIONES

1. La reducción en la disponibilidad de agua para riego, exige adoptar nuevas estrategias en su uso.
2. Es necesario contar con un sistema de información agroclimática (SIMARBC) para consulta de variables requeridas para un buen manejo de los cultivos.
3. Los valores de ET son útiles en la elaboración de calendarios de riego.
4. El uso de Horas-Frío y de Unidades-Calor, así como el Grados Día de Crecimiento, son fundamentales para el manejo agronómico de los cultivos.



Preguntas?



Carlos@CROrozco.com

www.CROrozco.com