

**PRACTICA UNIDAD N°8 (Parte I)**  
**“Clasificación climática”**

**Ej 1)** a) Una de las clasificaciones climáticas que existen, se basa en el bienestar experimentado por el cuerpo humano. En Estados Unidos se utiliza un *Índice* basado en mediciones de la temperatura, viento y tensión de vapor, para individuos vestidos con ropa liviana. El valor de la **temperatura aparente** a la sombra (TAPP) es:

$$TAPP = -2,7 + 1,04 Ta + 0,2 * ed - 0,65 V_{10}$$

Donde: Ta = temperatura al mediodía (°K), ed = presión de vapor (HPa), V<sub>10</sub> = velocidad del viento a 10 m (m/s).

Considerando que en EEUU se da la alarma cuando la TAPP alcanza los 40,5 °C; con los datos que se presentan a continuación, ¿Considera que se dan las condiciones necesarias para dar la alarma?

a) Ta = 35 °C HR% = 50 % V <sub>10</sub> = 1.5 m/s	b) Ta = 35 °C HR = 80 % V <sub>10</sub> = 1.5 m/s	c) Ta = 35 °C HR = 80 % V <sub>10</sub> = 3.5 m/s
--	---	---

**Ej 2)** Thornthwaite (1948) desarrolló una clasificación basada en el balance energético y humedad. Para ello, elaboró un índice de humedad (Im), dado por: **Im = 100 (S - D) / ETP**

Donde: S y D representan el exceso o déficit hídrico mensual, respectivamente, y ETP la evapotranspiración potencial.

a) Calcule el **Im** para las localidades de Dolores (Buenos Aires), Paraná (Entre Ríos) y Mendoza, utilizando los datos y resultados del ejercicio 18 de la práctica 7.

b) Según los valores obtenidos para **Im**, clasifique a los climas según la siguiente tabla

Tabla 2. Clasificación climática de Thornthwaite.

Índice de Humedad	Tipo Climático
> 100	Perhúmedo
de 20 a 200	Húmedo
de 0 a 20	Subhúmedo húmedo
de -33 a 0	Subhúmedo seco
de -67 a -33	Semiárido
de -100 a -67	Árido

**Ej 3)** Otro índice elaborado para caracterizar climáticamente una región desde el punto de vista de la aridez es el índice de De Martonne, el cual se calcula de la siguiente manera:

$$I = \frac{P}{T + 10}$$

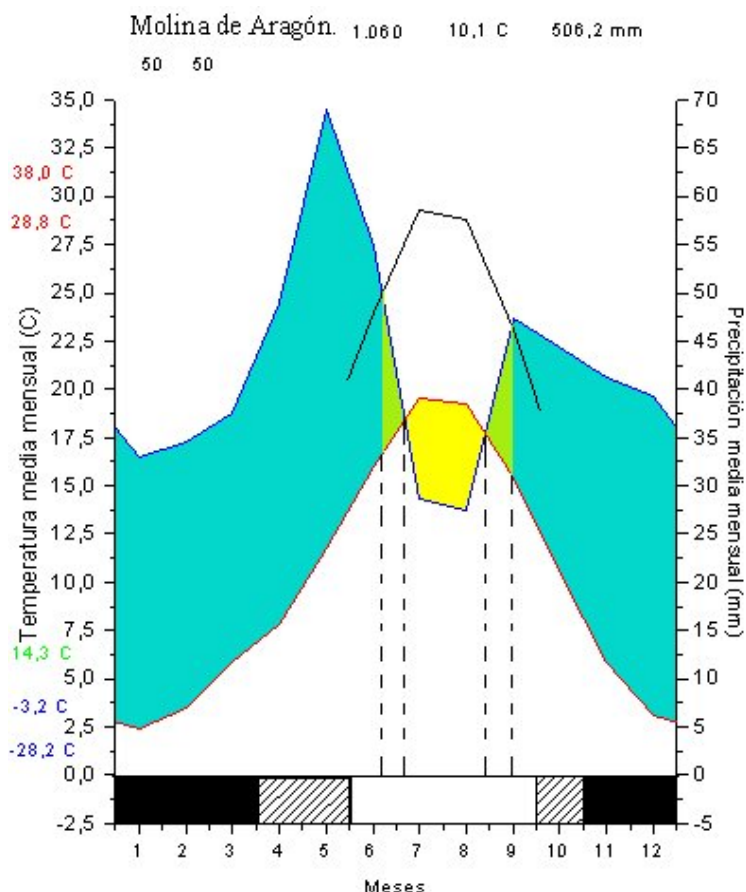
Donde: P es la precipitación anual y T la temperatura media anual.

Calcule el Índice climático de De Martonne para las mismas localidades del ejercicio anterior e indique a que región pertenecen.

Índice de De Martonne	Tipo de región
□ 10	Regiones áridas
de 10 a 20	Regiones semiáridas
de 20 a 30	Regiones subhúmedas
□ 30	Regiones húmedas

**Ej 4)** El climodiagrama de Walter-Lieth, o diagrama ombrotérmico, es un modelo gráfico que trata de encontrar semejanzas entre los diagramas de diversas estaciones y asimilarlas a un tipo de clima.

Se representa la evolución anual de la temperatura y la precipitación mensual.



El diagrama se construye de tal manera que la escala del eje y izq. 1 °C mida lo mismo que 2 mm de precipitación –en el eje ‘y’ der-. Cuando la curva de precipitación va por debajo de la de temperatura se considera sequía en la estación. Además se agrega una curva de T auxiliar tal que 1 °C equivale a 3mm. Cuando la curva de precipitación está por debajo de esta temperatura, se considera “subsequía”. El resto de la zona, cuando Pp > Temp, corresponde al período húmedo.

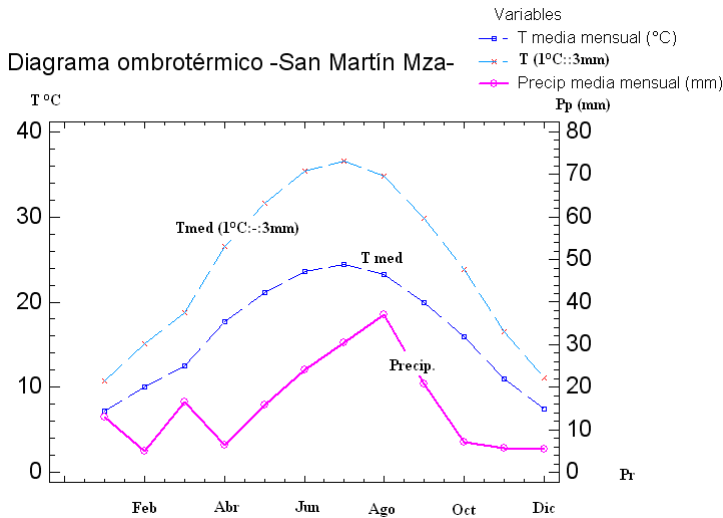
Fig 1. Diagrama ombrotérmico para Molina de Aragón (España)

Realice el diagrama ombrotérmico para las tres localidades del ejercicio 3 y analice las diferencias o similitudes.

Nota: Para obtener un diagrama similar al de la fig. (estac. del HN) grafique (para el HS) los valores de Jul a Jun

similar al de la fig. (estac. del HN) grafique (para el HS) los valores de Jul a Jun

**Ej 5)** Analice el gráfico ombrotérmico para la estación San Martín (Mza). Qué interpretación le da al diagrama?



**Ej 6)** Con los datos climáticos (Tabla 1) confeccionar el Climograma.

Si el rango de confort de cerdas en gestación (fin de período):

$T = 12,5^{\circ}\text{C} \pm 2,5^{\circ}\text{C}$  (ya que afecta en el índice de consumo, depósito de grasa, confort, conversión, etc.)

$\text{HR} = 70\% \pm 5\%$  (el aire húmedo deja sentir mas el efecto de la temperatura, la humedad junto a la temperatura puede favorecer el desarrollo de microorganismos, etc.)

Determinar en el Climograma los meses óptimos de confort para las cerdas en este período y luego enunciar el resultado a modo de respuesta.

**Tabla 1.**

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura (°C)	27,7	24,8	21,9	19,1	12,1	10	13,5	14,1	15,9	19	22,3	25
Humedad Relativa(%)	60	69	71	80	74	74	72	75	71	68	67	62

**Ej 7)** Obtenga el índice de De Martonne para las localidades de Concordia, Marcos Juárez y San Martín (Mza) a partir de los datos climáticos en las tablas que se adjunta.

**Ej 8)** Utilice una planilla electrónica (Excel) para realizar los diagramas ombrotérmicos para las estaciones Concordia y Marcos Juárez (ver ejercicios 4 y 5).

## CUESTIONARIO

- ¿Cuál es la temperatura media anual que caracteriza a la Provincia de E. Ríos, y cómo es el comportamiento de la temperatura con respecto a la latitud?
- ¿Cuáles son las fechas de ocurrencia probable de primera y última helada meteorológica en Paraná?
- En agricultura la magnitud del daño causado por las heladas extremas, dependerá de qué factores? Enumere y comente.
- Para el Departamento Uruguay, mencione el mes donde se registra la temperatura media mensual más baja.
- Comente el comportamiento de la precipitación anual para la Pcia. de Entre Ríos. Indique las isoyetas anuales.

- f) ¿Cuál es el período en que se registran las mayores precipitaciones?  
 g) Defina “Evapotranspiración”, Evapotranspiración “Real” y “Potencial” y diga las unidades de medida de las mismas.

*Bibliografía:* Ver en pag. 4

**Datos Estadísticos (Período 1981-1990) Concordia**

Mes	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)	Viento medio (km/h)	Número de días con	Cielo claro	Cielo cubierto	Precipitación	Precipitación mensual (mm)
	Máxima media	Media	Mínima media							
Ene	32.8	26.3	19.6	62	10.3	10	7	9	117.7	
Feb	30.8	24.8	19.1	70	9.6	9	8	9	161.2	
Mar	28.9	22.7	16.9	71	8.7	13	5	8	157.1	
Abr	24.5	18.8	13.8	78	8.2	11	6	9	150.8	
May	21.1	15.4	10.2	79	8.2	11	8	8	109.8	
Jun	17.5	12.2	7.4	81	7.7	8	11	8	53.2	
Jul	17.8	12.3	7.4	79	10.2	11	10	8	53.5	
Ago	20.1	14.1	8.7	76	10.9	10	10	7	73.7	
Sep	21.1	15.3	9.5	73	12.6	11	8	6	90.3	
Oct	25.3	19.0	12.7	69	12	11	7	8	109.0	
Nov	27.7	21.9	15.5	69	11.6	11	7	8	152.0	
Dic	30.9	24.4	17.4	63	10.8	12	5	7	79.7	

**Datos Estadísticos (Período 1981-1990) Marcos Juárez**

Mes	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)	Viento medio (km/h)	Número de días con	Cielo claro	Cielo cubierto	Precipitación	Precipitación mensual (mm)
	Máxima media	Media	Mínima media							
Ene	31.8	24.7	18.1	71	11.4	12	4	9	113.6	
Feb	29.8	22.9	17.1	78	10	12	4	8	129.8	
Mar	27.2	20.4	15.0	82	9.6	12	6	10	102.5	
Abr	23.9	16.9	11.5	82	8.6	11	5	6	71.0	
May	20.4	13.4	8.0	81	10.7	11	7	6	43.5	
Jun	17.0	10.0	4.6	81	10	10	8	3	11.3	
Jul	16.6	9.7	4.3	81	13.5	13	8	4	25.1	
Ago	19.5	11.8	5.7	78	14.4	13	7	4	23.1	
Sep	21.1	13.8	7.2	73	16.4	13	6	5	45.3	
Oct	25.4	18.1	11.3	70	16.5	12	5	8	100.2	
Nov	28.3	21.3	14.5	69	15.6	11	6	9	99.5	
Dic	30.3	23.4	16.9	69	13.1	11	5	10	130.9	

**Datos Estadísticos (Período 1981-1990) San Martín Mza**

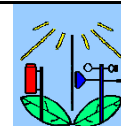
Mes	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)	Viento medio (km/h)	Número de días con	Cielo claro	Cielo cubierto	Precipitación	Precipitación mensual (mm)
	Máxima media	Media	Mínima media							
Ene	32.0	24.4	17.6	57	6.9	10	3	6	30.4	
Feb	31.0	23.2	16.8	60	6.3	8	4	5	37.1	
Mar	27.5	19.9	14.2	67	5.6	12	5	4	20.7	

<b>Abr</b>	23.8	15.9	10.4	71	4.9	12	5	2	7.1
<b>May</b>	19.2	11.0	5.7	71	5.1	10	4	2	5.7
<b>Jun</b>	15.2	7.4	2.3	73	4.5	10	6	2	5.4
<b>Jul</b>	15.0	7.2	1.9	70	5.3	12	7	3	13.0
<b>Ago</b>	18.4	10.1	4.1	58	6.4	12	5	1	4.9
<b>Sep</b>	20.7	12.5	6.1	58	6.6	13	6	4	16.6
<b>Oct</b>	25.7	17.7	10.7	53	7.8	12	5	2	6.5
<b>Nov</b>	30.1	21.1	13.7	53	8	12	4	4	15.8
<b>Dic</b>	31.6	23.6	16.7	53	7.1	9	4	6	24.0

**Bibliografía relacionada:**

Damario y Pascale, Revista de la Facultad de Agronomía, Tomo 5 N°3, 1984  
Rojas, A.E.C. de y Saluso, J.H. 1989. Informe climático de la Provincia de Entre Ríos. Publicación Técnica N° 14. EEA, INTA Paraná. 31 p.

Fuente de datos: Servicio Meteorológico Nacional  
<http://www.smn.gov.ar/?mod=clima&id=29>



**PRACTICA UNIDAD N° 8 (Parte II)**

**“Agroclimatología de cultivos”**

**Ej 1)** Utilice los datos de la tabla, en la que se indican T °C y HR% medias mensuales de Paraná INTA, para:

- a) Estimar las Unidades térmicas mensuales (UTm en °Cd) correspondientes al período diciembre-marzo para un cultivo de maíz si la Tb es de 8 °C.
- b) Estime el fotoperíodo medio ‘dd’ (día 15 del mes) para los mismos meses.
- c) Calcule las Unidades Fototérmicas (UFT) mensuales (para cada mes).

$$\text{UFT} = \text{UTm} \times \text{dd}$$

La UFT usuales son para el período emergencia-floración y permiten diferenciar grupos de cultivares mediante ensayos de siembras continuadas.

**Datos climáticos de Paraná INTA**

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
T°C	24.6	23.8	21.6	18.0	15.4	12.3	12.0	12.8	15.1	17.8	20.7	23.7
HR%	66	70	72	74	77	77	76	72	70	69	68	65
UTm (°Cd)												
dd (hs)												
UFT												

**Ej 2)** Un cultivo de maíz fue sembrado a fines de noviembre y emerge el 1 de diciembre. Si los requerimientos térmicos son los que se indican en la tabla, estimar en que fecha se produce la floración y la maduración en los casos de “ciclo corto” y “ciclo largo”. Considere los mismos datos del ejercicio anterior.

Tabla: Sumas térmicas para el cultivo de maíz

Maíz ( <i>Zea mays</i> L.)	Temperatura base ( t b )	Tiempo térmico
Siembra-emergencia	9.8 °C	60.8 °días
Emergencia-Floración (plena)	8.0 °C	720 °días (ciclo

		corto)
Antesis-Maduración fisiológica	8.0 °C	905 °días (ciclo corto)
Emergencia-Floración (plena)	8.0 °C	831 °días (ciclo largo)
Antesis-Maduración fisiológica	8.0 °C	900 °días (ciclo largo)
Maduración fisiológica-cosecha	(aproximadamente) 45 días	

**Ej 3)** Con los datos de T y HR del ejercicio 1 confeccione un Climograma. Luego indique en el mismo -aproximadamente- el momento de los distintos estados (S:siembra, E:emergencia, F: floración, A:antesis. M:maduración, etc). Considere que la Antesis ocurre 7 días antes que la Floración plena.

**Ej 4)** Utilice como herramienta el sitio Web del Servicio Meteorológico Nacional ([www.smn.gov.ar](http://www.smn.gov.ar)) y en la misma entrar a *Agrometeorología Evolución de los principales cultivos*. Con la información brindada en la última actualización, comentar en qué estado se encuentra el cultivo de trigo y su etapa fenológica. Según este informe ¿cuánto rindió el cultivo de maíz en la última campaña?

**Ej 5)** Considerando los siguientes datos:

T° germinación: 15°C

T° máxima: 35°C

Fecha de Siembra: 15/8

Período Crítico: +/- 20 días alrededor floración

Fecha de Floración: 10/10

Precipitación desde Octubre a Diciembre 2009: 418mm

Conversión: 600g agua / g MS.

a) Observando las temperaturas promedio de los últimos años, la fecha de siembra de girasol de este enunciado es óptima. Según las temperaturas dadas para la época de siembra del cultivo para el año 2009, ¿qué estima usted (brevemente) que pudo haber ocurrido con el cultivo sembrado el 15/8/2009?

b) Citar las fechas en que ocurrieron el inicio y fin del Período Crítico para el año 2009.

c) Sabiendo que la precipitación efectiva es 0,75 ¿cuánta fue la MS acumulada en los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre transcurridos durante el ciclo del cultivo? Considerar que la planta de girasol cada 600g de agua forma 1g de MS (densidad agua:  $1\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ). Expresar en quintales.

**Ej 6) Agroclimatología del cultivo de trigo** (Ver bibliografía):

La posibilidad y distribución de los cultivos agrícolas depende en gran parte del clima. En este aspecto la climatología por sí sola no puede resolver satisfactoriamente el problema de la producción agrícola mientras no se establezca la concordancia con los procesos fásicos de los cultivos en lo que respecta a sus exigencias bioclimáticas. En un trabajo realizado por los investigadores Antonio J. Pascale y Edmundo A. Damario publicado en 1961 por la Revista de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad de Buenos Aires se ha estudiado al cultivo de trigo desde los puntos de vista fenológico, bioclimático y agroclimático. Los autores del mismo han estudiado cuatro Indices

climáticos para la región triguera Argentina que caracterizan en forma relevante sus requerimientos meteorológicos.

**I) Regiones fotoperiódicas:** El trigo es una especie **PARAFOTOCICLICA**.

Dentro de esta característica pueden detectarse dos comportamientos varietales distintos según el fotoperíodo, ellos son:

Trigos invernales: Necesitan días cortos en los primeros estados de crecimiento y días largos para alcanzar la espigazón.

Trigos primaverales: Pueden sembrarse sin estar sujetos a una primera etapa de días cortos.

Como Índice Climático para cuantificar esta característica se utilizó la AMPLITUD FOTOPERIODICA ANUAL ( $AF = 0 \Rightarrow$  ECUADOR) que es la diferencia entre la duración del día más largo del año respecto de la del día más corto. El siguiente cuadro muestra esta clasificación:

CODIGOS DE ZONAS	INDICE CLIMATICO	TIPO DE AGROCLIMA
A	$AF > 8 \text{ hs}$	Fotoperíodo muy largo
B	$6 \text{ hs } 30' < AF < 8 \text{ hs}$	Fotoperíodo largo
C	$5 \text{ hs} < AF < 6 \text{ hs } 30'$	Fotoperíodo mediano
D	$3 \text{ hs } 30' < AF < 5 \text{ hs}$	Fotoperíodo corto
E	$AF < 3 \text{ hs } 30'$	Fotoperíodo muy corto

En la publicación los autores muestran un mapa donde se puede apreciar que en la zona triguera de nuestro país se encuentran los tipos C y D.

**II) Regiones Térmicas:** El trigo es una especie **PARATERMOCICLICA**, es decir comprende parte de la termofase negativa en los primeros estadios de su crecimiento y parte de la termofase positiva en sus etapas de desarrollo. Por esta razón, los investigadores dividieron este parámetro en dos Índices:

**II a. Temperatura media del mes más frío tmf** ( en el trabajo Mapa IIa) que caracteriza la termofase negativa.

CODIGOS DE ZONAS	INDICE CLIMATICO	TIPO DE AGROCLIMA
A'	$tmf < 0^\circ\text{C}$	Muy frío
B'	$0^\circ\text{C} < tmf < 5^\circ\text{C}$	Frío
C'	$5,1^\circ\text{C} < tmf < 10^\circ\text{C}$	Templado
D'	$tmf > 10^\circ\text{C}$	Sin frío

**II b. Termofase positiva del ciclo:** temperatura media del mes más cálido (**tmc**) y temperatura media del trimestre posterior al equinoccio de primavera (**tme**) En el trabajo Mapa IIb

CODIGOS DE ZONAS	INDICE CLIMATICO	TIPO DE AGROCLIMA
	con $tmf < 5^\circ\text{C}$ $tmc$ $5,1^\circ\text{C} < tmf < 10^\circ\text{C}$ $tme$	
A'1	$tmc \text{ ó } tme > 20^\circ\text{C}$	Caliente
B'1	$17^\circ\text{C} < tmc \text{ ó } tme < 20^\circ\text{C}$	Templado
C'1	$tmc \text{ ó } tme < 17^\circ\text{C}$	Frío

Nota: Si  $t_{mf} > 10^{\circ}\text{C}$  se toma al Índice climático de la termofase positiva como la temperatura media del mes posterior a la ocurrencia de la espigazón.

**III) Regiones Hidrológicas:** Es el índice más variable e influye en gran medida en el rinde del cultivo. Los autores del trabajo utilizaron el Balance Hidrológico de Thornthwaite y Mather (1955 - 1957) correspondiente al mes de ocurrencia de la espigazón. El Índice Climático corresponde al exceso o deficiencia de agua que resulta de tal balance, utilizando una capacidad de campo de 300 mm. (En el trabajo Mapa III)

Latitud	Período para el cálculo del balance según floración
$\square < 30^{\circ}$	Agosto - Setiembre
$30^{\circ} < \square < 32^{\circ}$	15 Set - 15 Oct
$33^{\circ} < \square < 35^{\circ}$	Octubre
$\square > 36^{\circ}$	15 Oct - 15 Nov

CODIGOS DE ZONAS	INDICE CLIMATICO	TIPO DE AGROCLIMA
A"	Exc > 50 mm	Muy húmedo
B"	26 mm < Exc < 50 mm	Húmedo
C"	0 mm < Exc < 25 mm	Subhúmedo-húmedo
D"	1 mm < Def < 25 mm	Subhúmedo-seco
E"	Def < 25 mm	Seco

a) Obtenga una copia de los mapas I, IIa, IIb y III y utilice un acetato o papel transparente para volcar las isolíneas en un solo mapa. Identifique los límites de las regiones agroclimáticas según los índices. Caracterizar dentro de cada región las zonas utilizando los códigos dados en las tablas.

b) En los Mapas IV y V se representan respectivamente los rendimientos normales por hectárea cosechada de trigo (RC) y la aptitud normal de producción cuantitativa por hectárea sembrada de trigo (APS).  $APS = (RC \cdot \text{proporción normal cosechable}) / 100$   
Superponer el mapa de caracterización agroclimática trazado en el punto (a).

c) Definir los TIPOS DE AGROCLIMA DE TRIGO que se corresponden con los mejores rendimientos y la mejor aptitud normal de producción por hectárea sembrada de trigo.

e) Determinar los tipos de agroclima que caracterizan a la Provincia de Entre Ríos.

### Ej 7) Agroclimatología del cultivo de girasol (Ver el trabajo)

En un trabajo publicado en la Revista de la Facultad de Agronomía (Tomo 7, N° 1, año 1986) fueron analizados los factores agroclimáticos más importantes que afectan el proceso de expansión del área sembrada en el cultivo de girasol en la República Argentina.

Los investigadores Sierra y Murphy tomaron en cuenta el área cultivada, su expansión, la época de siembra, el régimen térmico e hídrico y los rendimientos. Realizan estas consideraciones:

**I) Fotoperíodo:** con los cultivares difundidos en la actualidad no es necesario tener en cuenta el efecto del fotoperíodo para la elección del lugar y época de siembra.

**II) Requerimientos térmicos:** El cultivo de girasol se lo clasifica como ATERMOCICLICO. Los girasoles sembrados en el país corresponden al grupo de cultivares de clima templado, por lo que el nivel de 0 °C se considera como la temperatura base más apropiada para la siembra. Asimismo, temperaturas sobre los 35°C afectan en forma negativa al porcentaje de aceite y rendimientos, por lo tanto puede tomarse como índice climático la temperatura media mensual de enero inferior a 26°C.

**III) Requerimientos hídricos:** aunque la falta de agua durante la germinación puede comprometer seriamente la producción, el subperíodo crítico va desde unos 20 días antes hasta unos 20 días después de la floración. Los autores proponen trabajar con el Índice hídrico de Thorthwaite como índice climático de los requerimientos hídricos, considerando que el rinde es afectado cuando los valores del mismo son negativos.

a) Obtenga una copia de los mapas. Con los mapas de Temperatura media de Enero, Fecha media de la última temperatura mínima igual o inferior a 3°C en abrigo meteorológico (probable helada a nivel de suelo) y el mapa del Índice hídrico de Thorthwaite realizar una clasificación agroclimática para la región girasolera siguiendo estos pasos:

a.1) Temperatura media del mes de enero:

Se contemplarán las isotermas de 28 °C, 26 °C, 24°C y 22°C.

Fecha media de la última temperatura mínima menor o igual a 3°C:

Se contemplarán las de 1 de agosto, 21 de agosto, 11 de setiembre, 1 de octubre, 21 de octubre, 11 de noviembre.

Índice hídrico de Thorthwaite: Se contemplarán las isolíneas de -20, 0, +20

a.2) Superponer y trazar las isolíneas especificadas en un nuevo mapa.

a.3) Indicar las áreas que cumplen los requerimientos meteorológicos satisfactoriamente y las áreas marginales.

## CUESTIONARIO

h) En la provincia de Entre Ríos ¿qué valores tienen las isolíneas de ETP anual?

i) ¿Qué entiende por balance hídrico? ¿Cuáles son las variables a ser consideradas?.

j) ¿Cuál es la diferencia entre Balance hidrológico climático y B H seriado?

k) Cuáles son los meses con mayor déficit hídrico? Compare con el régimen pluviométrico de los mismos.

l) Investigar y responder, ¿considera que Entre Ríos es una región donde el riego artificial es necesario para la actividad agropecuaria?

m) ¿En qué se basó fundamentalmente Koppen para realizar su clasificación climática?. Indicar las características del clima de la Pcia de Entre Ríos para esa clasificación.

n) Qué utilidad brinda la delimitación de Distritos Agroclimáticos en un país o región ?

o) ¿En que consiste una clasificación climática y cuál es su finalidad?

**Bibliografía:** Bioclimatología Agrícola y Agroclimatología. Autores: Antonio J. Pascale, Edmundo A. Damario,. Año: 2004. Edición 1ra., 2004.