



CAPÍTULO III

GENERALIDADES DE LA ZONA

1. CARACTERÍSTICAS DE LA PARCELA EXPERIMENTAL

1.1. LOCALIZACIÓN DE LA PARCELA

La parcela se encuentra situada a las afueras de la ciudad de Zamora, en una zona conocida como La Aldehuela.

Dentro del registro de propiedad la podemos localizar en el recinto nº 7, de la parcela nº 12, del polígono nº 61 de dicha ciudad. Esta parcela ha dedicado durante varios años a la experimentación, en ella se estudian una serie de variedades de cultivos agrícolas.



Ilustración 1: Localización de la parcela en el término de Zamora. Fuente: SIGPAC



Ilustración 2: Parcela dentro de la Aldehuela. Fuente: SIGPAC



Ilustración 3: Parcela de cultivo.

2. ESTUDIO CLIMÁTICO

En esta parte del proyecto vamos a realizar un estudio climático de Zamora; para ello hemos cogido los datos climáticos de la Estación Meteorológica de dicha ciudad.

Las coordenadas del observatorio son las siguientes:

Tabla 1: Coordenadas geográficas de Zamora.

	Latitud	Longitud	Altitud
Zamora	41° 30'58'' Norte	5° 43'58'' Oeste	655 metros

El estudio climático ha sido elaborado para un período de 30 años, comprendido entre 1960 y 1990.

2.1. DATOS METEOROLÓGICOS

2.1.1. OBSERVACIONES TERMOMÉTRICAS

Tabla 2: Datos medios de una serie de 30 años (1960-1990) Fuente: Estación meteorológica de Zamora

1960-1990	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA ANUAL
Tª Media	4,2	6	8,4	10,4	14,2	18,3	21,7	21,2	18,4	13,3	7,9	4,8	12,40
TªMáx media	7,7	10,4	13,7	16	20,2	25	29,1	28,4	24,9	18,8	12,3	8,32	17,90
Tª Mín media	0,6	1,6	3,2	4,9	8,2	11,5	14,4	13,9	11,9	7,8	3,4	1,4	6,90
Tª Máx abs	13,6	16,4	20,3	22,9	27,9	32,5	35,6	34,3	31,9	25,7	18,3	14,1	24,46
Tª Mín abs	-5,4	-3,8	-2,1	-0,2	2,7	6,4	9,5	9,2	6,6	2,1	-2,3	-4,0	1,56
Precipitación	38,9	39,2	29,2	34,9	38,3	37,7	14,4	10,5	31,2	38,2	44,1	40,8	397,40

2.2. CLASIFICACIONES CLIMÁTICAS

Para clasificar el clima de una región se pueden utilizar los criterios de clasificación de distintos autores.

2.2.1. ÍNDICE TERMOPLUVIOMÉTRICO DE LANG

El índice termopluviométrico de Lang se calcula mediante la expresión:

$$I_L = \frac{P}{T}$$

Siendo:

- P: la precipitación media anual en mm
- T: la temperatura media anual en °C

Tomando los datos de la temperatura media anual de la serie de 30 años, cuyo valor es 12,40°C y la pluviometría total anual de esta misma serie, 397,40mm, y sustituyéndolos en la fórmula, nos queda el siguiente valor del índice de Lang:

$$I_L = \frac{P}{T} = \frac{397,40}{12,4} = 32,05$$

En la siguiente tabla vemos la caracterización climática correspondiente al índice de Lang.

Tabla 3: Caracterización climática según Lang.

I_L	Zona climática
$0 \leq I_L < 20$	Desiertos
$20 \leq I_L < 40$	Zona árida
$40 \leq I_L < 60$	Zona húmeda de estepa
$60 \leq I_L < 100$	Zona húmeda de bosques ralos
$100 \leq I_L < 160$	Zona húmeda de bosques densos
$I_L \geq 160$	Zona hiperhúmeda de prados y tundras

Según esta clasificación, Zamora estaría situada en una zona **árida**.

2.2.2. ÍNDICE DE ARIDEZ DE MARTONNE

Martonne utiliza la siguiente fórmula para calcular el índice de aridez:

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

Siendo:

- P: la precipitación media anual en mm
- T: la temperatura media anual en °C

Volvemos a coger los datos de precipitación y temperatura que son 397,40 mm y 12,40°C, respectivamente, y los sustituimos en la fórmula.

$$I_M = \frac{P}{T + 10} = \frac{397,40}{12,4 + 10} = 17,74$$

La siguiente tabla nos muestra la clasificación climática según Martonne:

Tabla 4: Caracterización climática según Martonne.

I_M	Zona climática
$0 \leq I_M < 5$	Desiertos
$5 \leq I_M < 10$	Semidesierto
$10 \leq I_M < 20$	Estepa y países secos mediterráneos
$20 \leq I_M < 30$	Regiones de olivo y de cereales
$30 \leq I_M < 40$	Regiones subhúmedas de prados y bosques
$I_M \geq 40$	Zona húmeda y muy húmeda

Observando el valor obtenido con la fórmula, 17,74, en la tabla propuesta por Martonne, vemos que está comprendido entre 10 y 20, por lo tanto, Zamora pertenece a una **zona de Estepa y países secos mediterráneos**.

2.2.3. ÍNDICE DE DANTÍN CERECEDA Y REVENGA CARBONELL

Este índice destaca la importancia de la aridez de una zona climática. Para calcularlo se basan en la siguiente fórmula:

$$I_{DR} = \frac{100 T}{P}$$

Siendo:

- P: la precipitación media anual en mm (397,4mm)
- T: la temperatura media anual en °C (12,4°C)

Con estos valores calculamos el índice de Dantín y Revenga.

$$I_{DR} = \frac{100 T}{P} = \frac{100 \cdot 12,4}{397,4} = 3,12$$

Tabla 5: Clasificación climática según Dantín y Revenga.

I_{DR}	Zona climática
$I_{DR} > 4$	Zonas áridas
$4 \geq I_{DR} > 2$	Zonas semiáridas
$I_{DR} \leq 2$	Zonas húmedas y subhúmedas

El valor obtenido es 3,12, el cual se encuentra en el rango de la **zona semiárida**.

2.2.4. ÍNDICE DE EMBERGER

El índice termopluviométrico de Emberger se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$I_E = \frac{100 \cdot P}{M^2 - m^2}$$

Siendo:

- P: la precipitación media anual en mm (397,4mm)
- M: la temperatura media de las máximas del mes más cálido en °C. (29,1°C)
- m: la temperatura media de las mínimas del mes más frío en °C. (0,6°C)

Si miramos en la tabla vemos que el mes más cálido es Julio, y su temperatura máxima media es 29,1 °C; y el mes más frío es Enero, con una temperatura mínima media es 0,6°C. A partir de estos datos obtenemos el índice de Emberger que es:

$$I_E = \frac{100 \cdot P}{M^2 - m^2} = \frac{100 \cdot 397,4}{29,1^2 - 0,6^2} = 46,95$$

Tabla 6: Clasificación climática según Emberger.

I_E	Zona climática
$0 \leq I_E < 30$	Zonas áridas
$30 \leq I_E < 50$	Zonas semiáridas
$50 \leq I_E < 90$	Zonas subhúmedas
$I_E \geq 90$	Zonas húmedas

El valor obtenido, 46,95, está englobado en el rango de la **zona semiárida**.

2.2.5. CRITERIO UNESCO – FAO

Para caracterizar las condiciones térmicas del clima mediante el criterio UNESCO – FAO, se toma la temperatura media del mes más frío y se establecen los grupos climáticos siguientes:

- Si la temperatura media del mes más frío está comprendida entre 10° C y 15° C, estaremos ante un clima templado cálido.
- Si la temperatura media del mes más frío está comprendida entre 0° C y 10° C, estaremos ante un clima templado medio.
- Si la temperatura media del mes más frío está comprendida entre –5° C y 0° C, el clima será templado frío.

El mes más frío es Enero y la temperatura media del mes es 4,2° C, por tanto, nos encontramos ante un **clima templado medio**.

2.2.5.1. CARACTERÍSTICAS DEL INVIERNO

Según el criterio de la UNESCO-FAO podemos clasificar el invierno:

Tabla 7: Clasificación del invierno según la UNESCO-FAO

TIPO DE INVIERNO	CONDICIÓN
Sin invierno	$t_m \geq 11^\circ \text{C}$
Cálido	$11 > t_m \geq 7$
Suave	$7 > t_m \geq 3$
Moderado	$3 > t_m \geq -1$
Frío	$-1 > t_m \geq -5$
Muy frío	$-5 > t_m$

- Período 1960-1990: **invierno moderado** ($3 > t_m > -1$), ya que la temperatura media de las mínimas del mes más frío es de 0,6°C

2.2.5.2. ARIDEZ

Según el criterio UNESCO-FAO:

- ✓ Un mes árido o seco es aquel en el que la precipitación es inferior a la temperatura. (Julio, Agosto)
- ✓ Un mes semihúmedo es aquel en el que la precipitación es superior al doble de la temperatura e inferior a 3 veces la temperatura en °C. (Mayo, Junio y Octubre)
- ✓ Un mes húmedo es aquel en el que la precipitación es superior a 3 veces la temperatura en °C. (Enero, Febrero, Marzo, Abril, Noviembre y Diciembre)
- ✓ Un mes hiperhúmedo es aquel en el que la precipitación es superior a 100mm.

Tabla 8: Valores de precipitación y temperatura simple, duplicada y triplicada

Mes	Precipitación	t	2t	3t
Enero	38,9	4,2	8,4	12,6
Febrero	39,2	6	12	18
Marzo	29,2	8,4	16,8	25,2
Abril	34,9	10,4	20,8	31,2
Mayo	38,3	14,2	28,4	42,6
Junio	37,7	18,3	36,6	54,9
Julio	14,4	21,7	43,4	65,1
Agosto	10,5	21,2	42,4	63,6
Septiembre	31,2	18,4	36,8	55,2
Octubre	38,2	13,3	26,6	39,9
Noviembre	44,1	7,9	15,8	23,7
Diciembre	40,8	4,8	9,6	14,4

Estos datos se observan gráficamente en el Diagrama Ombrotérmico de Gaussen.

La siguiente tabla muestra la correlación entre la duración del período seco y el clima de la zona.

Tabla 9: Correlación entre la duración del período seco y el clima de la zona

Xérico	Árido	Período seco mayor de 9 meses
	Mediterráneo	Período seco de 1 a 8 meses. Coincidiendo con la estación cálida de días más largos
	Tropical	Período seco de 1 a 8 meses. Coincidiendo con la estación de los días más cortos
Bixérico		Período seco de 1 a 8 meses, sumando dos períodos diferenciados de sequía
Axérico		Ningún mes seco

Según la aridez, estaríamos dentro del grupo de clima **Xérico mediterráneo** ya que el período seco es de 2 meses y coincide con la estación más cálida de días más largos.

2.2.5.3. HUMEDAD RELATIVA MEDIA DIARIA Y COEFICIENTE DE SEQUÍA

Humedad relativa media diaria y coeficiente de sequía.

- Período 1960-1990: la humedad relativa media a lo largo de estos años es de 65% ($60 \leq H_r < 80$) → a este valor le corresponde un coeficiente de sequía de 0,8.

Tabla 10: Relación entre la humedad y el coeficiente de sequía

H_r (%)	F
< 40	1
$40 \leq H_r < 60$	0,9
$60 \leq H_r < 80$	0,8
$80 \leq H_r < 90$	0,7
$90 \leq H_r < 100$	0,6
$H_r = 100$	0,5

2.2.5.4. INDICE XEROTÉRMICO MENSUAL

Se calcula mediante el empleo de la siguiente fórmula:

$$X_m = \left[N - \left(P + \frac{b}{2} \right) \right] f$$

Siendo:

- N: número de días del mes
- P: número de días de lluvia durante el mes
- b: número de días de niebla + rocío durante el mes
- f: factor que depende de la humedad relativa media diaria

En nuestro caso, este índice no se ha calculado por no disponer de los datos relativos a los días de niebla y de rocío.

2.2.5.5. DETERMINACIÓN DEL GRUPO CLIMÁTICO TÉRMICO.

Se basa en la temperatura media mensual (t), distinguiéndose tres grupos.

Tabla 11: Determinación del grupo climático térmico según la FAO

CLASE	CONDICIÓN
GRUPO 1	$T_M > 0$
Cálido	$t_{m1} \geq 15$
Templado – cálido	$15 > t_{m1} \geq 10$
Templado – medio	$10 > t_{m1} > 0$
GRUPO 2	$0 \geq t_{m1}$
Templado – frío	$0 > t_{m1} \geq -5$
Frío	$-5 > t_{m1}$
GRUPO 3	$0 > t_{m12}$
Glacial: todos los meses del año con t_m negativa	$0 > t_{m12}$

En nuestra zona, la temperatura media del mes más frío es de 4,2, este valor se localiza dentro del grupo 1 y dentro de este, en el grupo **templado medio**.

2.2.6. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE THORNTHWAITE

El concepto de evapotranspiración potencial, (Thornthwaite, 1958, Penman, 1948) se ha utilizado para indicar la capacidad evaporativa de un ambiente, y se utilizó junto a otras variables para clasificar climas. La falta de otro tipo de estimaciones hizo que fuera la única referencia disponible en la planificación de recursos hídricos durante la década de los setenta. El concepto de potencial indica que no hay ninguna restricción en cuanto a disponibilidad del agua del suelo y su magnitud depende exclusivamente de las condiciones meteorológicas.

La palabra potencial parecía indicar que lo que se estaba estimando era la capacidad evaporativa máxima que tenía un ambiente (Fereres 1987), lo que ha llevado a numerosas confusiones y errores en las predicciones reales sobre los procesos de evapotranspiración. Las estimaciones de la ETP pueden llegar a subestimar en más de un 30% la evapotranspiración real de un cultivo.

Los valores de la evapotranspiración potencial son fundamentales para determinar los requerimientos hídricos de un cultivo ubicado en condiciones de clima y suelo específicos; estos optimizan los diseños de los sistemas de riego y planificación en los proyectos de regadío.

A continuación calculamos la ETP de nuestra zona.

$$i = \left(\frac{t_m}{5}\right)^{1,541} \quad I = \sum_{i=1}^{i=12} i$$

Siendo:

- T_m : temperatura media mensual (° C).
- i : índice de calor mensual.
- ETPs/a: evapotranspiración potencial mensual.
- I : índice de calor anual

$$a = 6,75 \cdot 10^{-7} \cdot I^3 - 7,71 \cdot 10^{-5} \cdot I^2 + 1,79 \cdot 10^{-2} \cdot I + 0,49$$

$$ET_p = 16 \cdot \left(\frac{d}{30}\right) \cdot \left(\frac{N}{12}\right) \cdot \left(\frac{10 \cdot t_m}{I}\right)^a$$

- ET_p: evapotranspiración potencial (mm/mes)
- d: número de días del mes
- N: Número máximo de horas de sol dependiendo del mes y de la latitud

$$VR = P - ETP$$

- P: precipitación mensual (mm).
- VR: variación de la reserva de agua.

$$R_i = VR + R_{i-1}$$

- R: reserva de agua del suelo. Varía entre 0 (mínima) y 100 mm(máxima)

$$E = P - (ETP + VR)$$

- E: exceso de agua. Existe exceso de humedad en los meses en que al acumular agua en las reservas del suelo, éstas superan el valor 100.
- ETA: evapotranspiración real (mm). En los meses suficientemente húmedos, la ETA coincide con la ETP (ETA_i = ETP_i). En los meses en que por falta de humedad no se alcancen las condiciones potenciales, la ETA corresponde a las precipitaciones del mes sumadas a la reserva del suelo en el mes anterior (ETA_i = P_i + R_{i-1}).

$$D_i = ETP_i - ETA_i$$

- D: déficit de agua. Existe déficit de humedad en los meses en que ETA < ETP

Tabla 12: Balance de agua según Thornthwaite.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
T^a med	4,2	6,0	8,4	10,4	14,2	18,3	21,7	21,2	18,4	13,3	7,9	4,8
LAT	41,5											
N	9,5	10,6	11,9	13,4	14,6	15,2	14,9	13,9	12,6	11,1	9,9	9,2
d	31,0	28,0	31,0	30,0	31,0	30,0	31,0	31,0	30,0	31,0	30,0	31,0
i	0,764	1,324	2,224	3,091	4,995	7,385	9,602	9,263	7,447	4,516	2,024	0,939
I	53,6											
A	1,3											
Etp	9,5	15,3	29,3	42,0	70,5	98,5	124,3	112,5	82,4	49,5	21,7	10,9
P	38,9	39,2	29,2	34,9	38,3	37,7	14,4	10,5	31,2	38,2	44,1	40,8
VR	29,4	23,9	-0,1	-7,1	-32,2	-60,8	109,9	102,0	-51,2	-11,3	22,4	29,9
R (mm)	81,7	100,0	99,9	92,8	60,6	-0,2	0	0	0	0	22,4	52,3
ETA	9,5	15,3	29,2	34,9	38,3	37,7	14,4	10,5	31,2	38,2	21,7	10,9
E (mm)	0	5,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D (mm)	0	0	0	7	32	61	110	102	51	11	0	0

Considero la reserva 100 mm.

2.2.6.1. ÍNDICE DE HUMEDAD

El índice de humedad de Thornthwaite se determina por la expresión:

$$I_h = I_E - 0,6 \cdot I_D$$

Siendo:

- Índice de exceso: $I_E = \frac{E}{ETP} \cdot 100 = \frac{5,6}{666,4} \cdot 100 = 0,84 \%$
- Índice de déficit: $I_D = \frac{D}{ETP} \cdot 100 = \frac{374,6}{666,4} \cdot 100 = 56,2\%$

Por lo tanto tenemos.

$$I_h = I_E - 0,6 \cdot I_D = 0,84 - 0,6 \cdot 56,21 = -33,726 \%$$

Si lo comparamos con los valores de la tabla

Tabla 13: Índice de humedad según Thornthwaite.

I_h	Tipo climático	Sigla
$I_h \geq 100$	Perhúmedo	A
$100 > I_h \geq 80$	Húmedo	B ₄
$80 > I_h \geq 60$		B ₃
$60 > I_h \geq 40$		B ₂
$40 > I_h \geq 20$		B ₁
$20 > I_h \geq 0$		C ₂
$0 > I_h \geq -20$	Subhúmedo	C ₁
$-20 > I_h \geq -40$	Semiárido	D
$I_h < -40$	Árido	E

El valor resultante de aplicar la fórmula es -32,06 % cuya correlación en la tabla nos da un **clima semiárido** → **sigla D**

2.2.6.2. EFICACIA TÉRMICA.

Según Thornthwaite, la evapotranspiración potencial (ETP) es un índice de eficacia térmica. La suma de las evapotranspiraciones potenciales medias mensuales sirve de índice de la eficacia térmica del clima considerado.

ETP anual (cm) = 66,64cm, clima **mesotérmico** b Sigla B'1

Tabla 14: Eficacia térmica según Thornthwaite

ETP _{anual} (cm)	Tipo climático	Sigla
ETP > 114	Megatérmico	A'
114 > ETP > 99,7	Mesotérmico	B' ₄
99,7 > ETP > 85,5		B' ₃
85,5 > ETP > 71,2		B' ₂
71,2 > ETP > 57		B'₁
57 > ETP > 42,7	Microtérmico	C' ₂
42,7 > ETP > 28,5		C' ₁
28,5 > ETP > 14,2	Tundra	D'
ETP < 14,2	Glacial	E'

2.2.6.3. VARIACIÓN ESTACIONAL DE LA HUMEDAD

Determina si en los climas húmedos existe periodo seco y viceversa, si en los climas secos existe periodo húmedo.

Clima seco (D): $I_E = 0,84 \%$, **nulo o pequeño exceso de humedad** → Sigla d

Tabla 15: Variación estacional de la humedad

Climas secos (C1, D y E)		
IE	Tipo climático	Sigla
$10 > I_E > 0$	Nulo o pequeño exceso de humedad	d
$20 > I_E > 10$	Moderado exceso de humedad	En verano s
		En invierno w
$I_E > 20$	Gran exceso de humedad	En verano s2
		En invierno w2

2.2.6.4. CONCENTRACIÓN TÉRMICA EN VERANO

Está determinada por la suma de la ETP durante los meses de verano, en relación con la ETP anual, y expresada en %.

- $ETP_{junio} = 98,5 \text{ mm}$
- $ETP_{julio} = 124,3 \text{ mm}$
- $ETP_{Agosto} = 112,5 \text{ mm}$
- $ETP_{Septiembre} = 82,4 \text{ mm}$
- $ETP_{verano} = 417,7 \text{ mm}$
- $ETP_{anual} = 666,4 \text{ mm}$

$$C_v = \frac{ETP_{verano}}{ETP_{anual}} \cdot 100$$

$$C_v = \frac{417,7}{666,4} \cdot 100 = 62,68\% \text{ **moderada concentración térmica en verano** → Sigla b'_2}$$

Tabla 16: Clasificación climática según Thornthwaite.

C_v	Tipo climático	Sigla
$C_v < 48$	Baja concentración	a'
$51,9 > C_v \geq 48$	Moderada concentración	b' ₄
$56,3 > C_v \geq 51,9$		b' ₃
$61,6 > C_v \geq 56,3$		b'₂
$68 > C_v \geq 61,6$		b' ₁
$76,3 > C_v \geq 68$	Alta concentración	C' ²
$88 > C_v \geq 76,3$		C' ₁
$C_v \geq 88$	Muy alta concentración	d'

Por tanto, la clasificación climática según Thornthwaite de la zona objeto del proyecto es:: **D B'1 d b'2**

Siendo:

Tabla 17: corelación entre los parámetros, las siglas y el tipo climático según Thornthwaite

Parámetro	Sigla	Tipo climático
Índice de humedad	D	Semiárido
Eficacia térmica	B' ₁	Mesotérmico
Variación estacional de la humedad	d	Nulo o pequeño exceso de humedad
Concentración térmica en verano	b' ₂	Moderada concentración térmica en verano

2.2.7. ÍNDICE DE MEDITERRANEIDAD

Las zonas pertenecientes a la región mediterránea pueden delimitarse mediante los índices de mediterraneidad que un cociente entre la evapotranspiración potencial de los meses de verano y la precipitación media en el mismo período.

Se calculan tres índices Im_i , Im_z e Im_3 y se considera que una localidad es mediterránea si sus valores son superiores a 4,5, 3,5 y 2,5 respectivamente.

$$Im_1 = \frac{ETP_{julio}}{P_{julio}} = \frac{124,3}{14,4} = 8,63$$

$$Im_2 = \frac{ETP_{julio+agosto}}{P_{julio+agosto}} = \frac{236,8}{24,9} = 9,51$$

$$Im_3 = \frac{ETP_{junio+julio+agosto}}{P_{junio+julio+agosto}} = \frac{335,3}{62,6} = 5,36$$

Como se los tres valores se superan → REGIÓN MEDITERRÁNEA

2.2.8. ÍNDICE DE TERMICIDAD

En la tierra existe una zonación latitudinal y altitudinal de las comunidades biológicas, dependientes principalmente de la temperatura y la precipitación. Cada una de esas zonas, que podemos distinguir latitudinal y altitudinalmente, se denomina piso bioclimático.

Cada región biogeográfica tiene unos determinados pisos bioclimáticos, que se evalúan principalmente con el índice de termicidad, aunque también se tienen en cuenta otras variables climáticas, así como el tipo de vegetación existente.

Los pisos bioclimáticos se dividen a su vez en subpisos u horizontes.

El índice de termicidad se calcula con la siguiente fórmula:

$$It = (T + t_{mf} + t_{Mf}) \cdot 10$$

Siendo:

- T = temperatura media anual en °C (12,4 °C)
- t_{mf} = temperatura media de las mínimas del mes más frío en °C (0,6 °C)
- t_{Mf} = temperatura media de las máximas del mes más frío en °C (7,7 °C)
- It = (12,4+0,6+7,7) · 10 = 207 =a piso bioclimático **mesosupramediterráneo**,

2.2.9. DIAGRAMA OMBROTÉRMICO DE GAUSSEN

El diagrama ombrotérmico de GausSEN es un climograma, es decir, representa gráficamente el clima de una región. Este diagrama permite identificar el período seco en el cual la precipitación es inferior a dos veces la temperatura media (como aproximación a la sequedad estacional considerando que dos veces la temperatura media una estimación de la evapotranspiración).

Para su representación se utiliza un sistema de ejes cartesianos; en el eje X se representa la secuencia de meses del año de Enero a Diciembre, dejando los meses más calurosos en el medio; en el eje y se representan a un lado las precipitaciones medias mensuales (en mm) y en el otro las temperaturas medias mensuales (en °C). Se considera que la escala de las precipitaciones debe ser el doble de la de temperaturas.

A esta representación se le suele añadir una banda de heladas en la cual se representan:

- Los meses con heladas probables (rayado), en los que la temperatura media de las mínimas es superior a 0°C, pero la mínima absoluta del mes es mejor o igual a 0°C, es decir, hay uno o más días con heladas.
- Los meses sin heladas (en blanco)

También se incorpora una barra que representa el período de actividad vegetal (pav), que es el número de meses en los que las temperaturas medias son superiores a 7,5 °C (negro).

Ambas cosas no se representan en este gráfico por no disponer de datos.

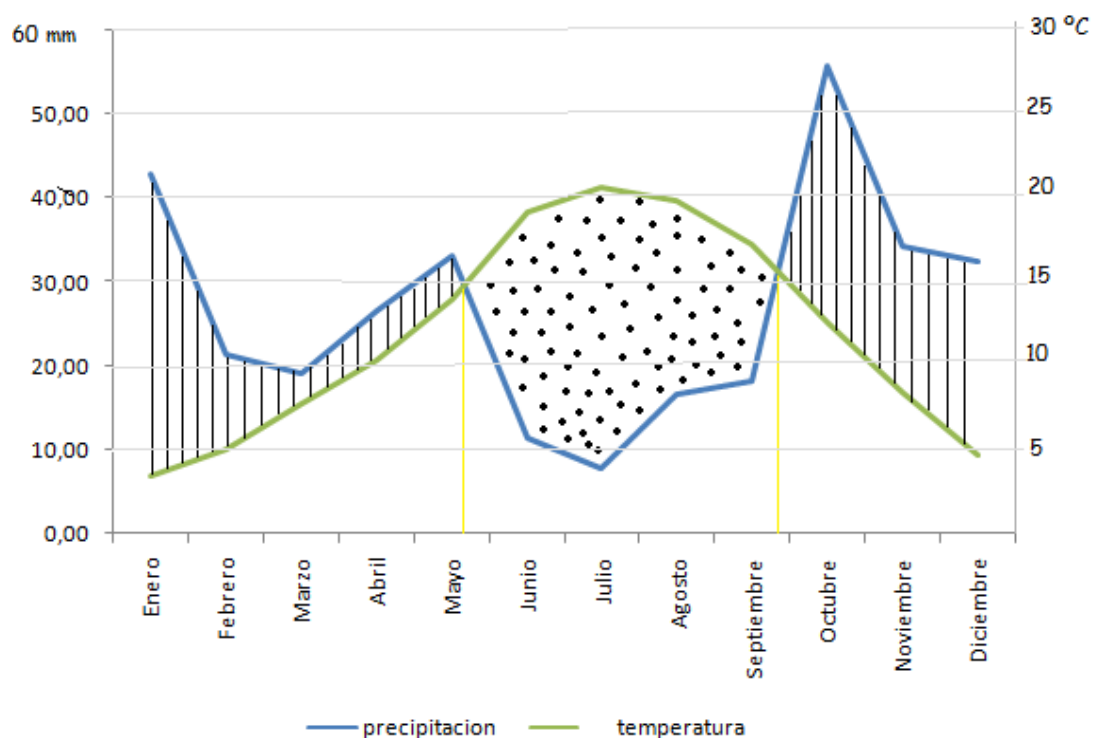


Ilustración 1: DIAGRAMA OMBROTÉRMICO DE GAUSSEN

En este diagrama está representada la temperatura media mensual y la precipitación mensual de la media de 30 años. Si relacionamos la curva de temperaturas con la de precipitación vemos un período árido que va de finales de Mayo a finales de septiembre (zona punteada), tres meses semihúmedos: principios de Mayo y Octubre y como meses húmedos: Enero, Febrero, Marzo, Abril, Noviembre y Diciembre. Además podemos decir es un clima monoxérico ya que solo tiene un período de aridez.

3. ANÁLISIS DE SUELO

Estudiar el suelo sobre el que se cultiva aporta una información muy útil para los agricultores. Saber la estructura del suelo, la cantidad de determinados nutrientes, así como el conocimiento de determinadas propiedades intrínsecas del mismo, permiten la posibilidad de modificarlas y adaptarlas, en la medida de lo posible, a las necesidades del cultivo.

La muestra de suelo a estudiar debe ser representativa de toda la finca, por ello, se cogen varias calícatas, que es una excavación de 0.7 a 1 metro de anchura, lo suficientemente larga para permitir un estudio cómodo y, en este caso, de una profundidad de unos 50 cm, que es la capa en la que se van a desarrollar las raíces del trigo.

Estas muestras son analizadas en un laboratorio, certificado para este fin, y que nos determinará los parámetros más importantes y útiles. En el anejo vemos una fotocopia del informe del laboratorio hecho el 5 de Diciembre de 2007. A continuación se compararán estos resultados con unas tablas lo que nos dirá como es el suelo donde se va a realizar la siembra del trigo.

3.1. DATOS DEL ANÁLISIS DE LABORATORIO

3.1.1. TEXTURA

La textura del suelo nos da información útil para saber el comportamiento que puede tener el suelo frente al laboreo, la capacidad de retención de agua disponible para las plantas, el riesgo de compactación que influye en la penetración de las raíces, la disponibilidad de nutrientes, la erosionabilidad y el rendimiento de los cultivos.

Según el informe, nuestro suelo posee el siguiente porcentaje:

Arcilla 35%, Limo 16% Arena 49%

Como norma general se puede decir que:

- Un suelo es arenoso o suelto cuando tiene menos de un 10 % de arcilla.
- Un suelo es franco o medio cuando tiene entre un 10 - 30 % de arcilla.
- Un suelo es arcilloso o pesado cuando tiene más de un 30 % de arcilla.

En nuestro caso, el porcentaje de arcilla es del 35 %, por lo que nos encontramos ante un suelo arcilloso o pesado.

Según el triángulo de clasificación internacional (adjunto), nuestro suelo es de textura franco-arcillo-arenosa.

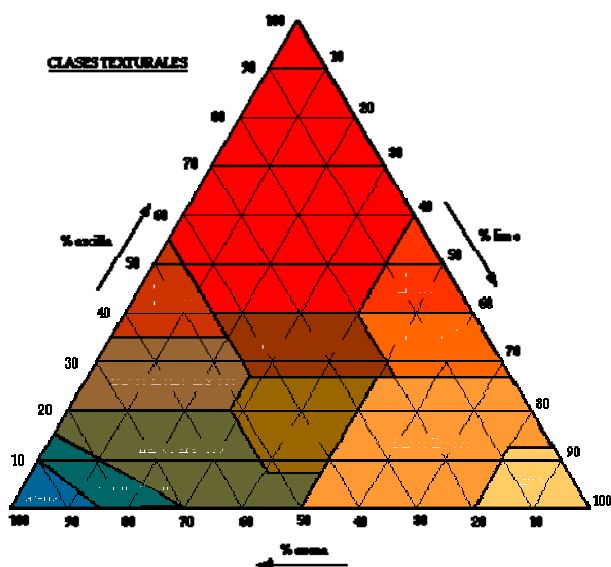


Ilustración 2: Triángulo de texturas USDA

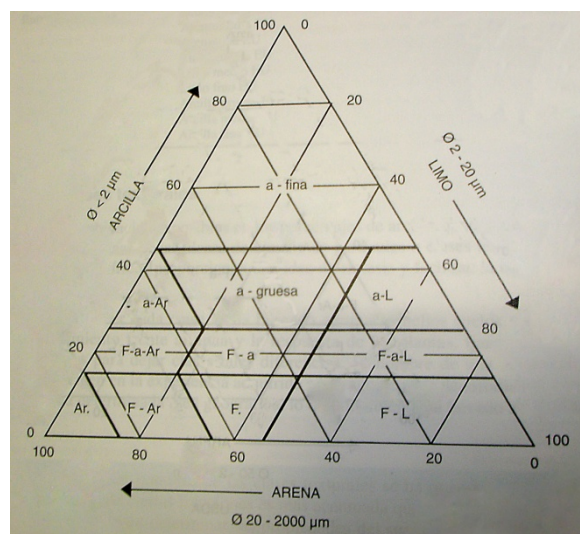


Ilustración 3: Triángulo de texturas según ISSS (sistema internacional)

Arcilla 35%, Limo 16% Arena 49%

El sistema USDA nos dice que es un suelo FRANCO-ARCILLO-ARENOSO, sin embargo, el sistema internacional ISSS, lo califica como ARCILLO ARENOSO.

3.1.2. pH

Teniendo en cuenta la siguiente relación:

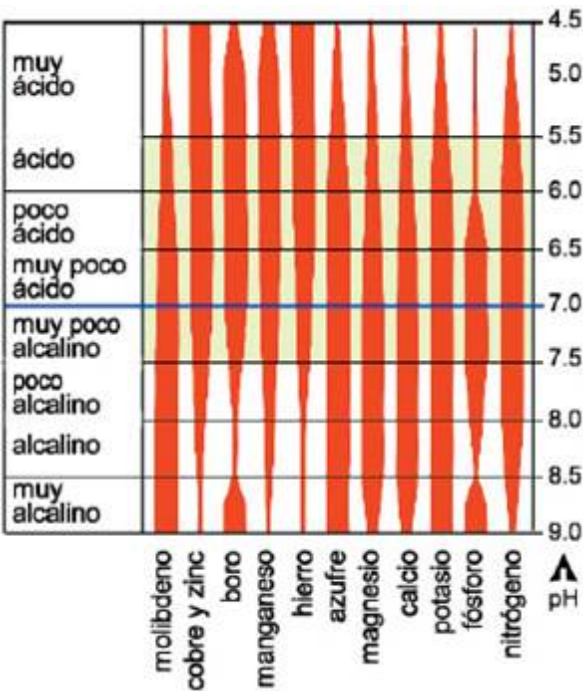
Tabla 18: Relación entre valores de pH y significado

Ph	SUELO
< 4,5	Extremadamente ácido
4,5 -5,00	Muy fuertemente ácido
5, 01 -5,5	Fuertemente ácido
5,6 – 6,00	Medianamente ácido
6,01 – 6,5	Ligeramente Ácido
6,6-7,3	Neutro
7,4-7,8	Ligeramente alcalina
7,9-8,4	Moderadamente alcalina
8,5-9,0	Fuertemente alcalina
> 9,1	Muy fuertemente alcalino

Nuestro suelo posee un pH de 8,9 que si miramos la tabla se corresponde con un suelo **fuertemente alcalino**. En este tipo de suelos se debe tener cuidado ya que posee mayores problemas por clorosis férrica. Se considera que este nivel de pH puede causarnos problemas tanto físicos como químicos. Se estima que el trigo tiene su rango de pH óptimo entre 6,0 y 7,0; aunque tolera valores entre 5,8 y 8,5 con los que aún obtenemos rendimientos satisfactorios. Por todo esto nuestro pH es considerado alto para nuestro cultivo; deberíamos bajarlo.

Además debemos saber que la movilidad de los elementos del suelo varía en función del pH; la siguiente gráfica representa dicha correlación:

Efectos del pH:



3.1.3. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (C.E.)

Para evaluar este parámetro se utiliza la siguiente tabla:

Tabla 19: Relación entre los valores de conductividad eléctrica y su significado

C.E. (mS/cm)	INFLUENCIA SOBRE LOS CULTIVOS
0 – 2	No salino
2 – 4	Ligeramente salino
4 – 8	Medianamente salino
8 – 16	Fuertemente salino
> 16	Extremadamente salino

La conductividad eléctrica determinada por el laboratorio es de 0,2 mS/cm, es un suelo no salino y por tanto no la influencia será inapreciable y podríamos cultivar cualquier cultivo ya que todos aguantan este nivel de conductividad eléctrica.

3.1.4. MATERIA ORGÁNICA OXIDABLE (%)

La materia orgánica del suelo proviene de la acumulación de restos de plantas y animales, de la descomposición de los tejidos orgánicos y de moléculas orgánicas complejas además de la reorganización de algunos productos de la degradación. Dependiendo de su estado se clasifican en materia orgánica no humificada (biomasa vegetal y animal senescente, y biomasa microbiana) y humus (sustancias húmicas y no húmicas).

Tabla 20: Relación entre los valores de materia orgánica oxidable y su significado

Materia orgánica (%) Secano	Materia orgánica (%) Regadío	NIVEL
0,95 a 1,55	1,30 a 2,00	Muy bajo
1,55 a 1,90	2,00 a 2,35	Bajo
1,90 a 2,00	2,35 a 2,50	Ligeramente Bajo
2,00 a 2,40	2,50 a 3,10	Normal
2,40 a 2,75	3,10 a 3,44	Ligeramente alto

Tenemos un contenido en materia orgánica de 2,1%, obtenido por el método de la oxidabilidad. Este valor en la tabla se considera normal.

3.1.5. CARBONATOS (%)

Se tiene la siguiente tabla interpretativa:

Tabla 21: Relación entre el contenido de carbonatos de un suelo y su significado

Carbonatos (%)	NIVEL
0-5	Muy bajo
5-10	Bajo
10-20	Normal
20-40	Alto
> 40	Muy alto

Como el contenido de carbonatos de nuestro suelo es de 0,5 %, según la tabla interpretativa se puede decir que este nivel es **muy bajo**.

3.1.6. RELACIÓN C/N

Partimos de la siguiente tabla:

Tabla 22: Relación entre el contenido C/N de un suelo y sus significado

Relación C/N	NIVEL
< 8	Muy bajo
8-9	Bajo
9-11	Normal
11- 13	Ligeramente alto
> 13	Alto

Como la relación C/N es del 8,7%, se tiene un nivel **bajo**, dado, como hemos visto, por el bajo nivel de carbono. Esto ocurre en barbecho ya que como no se añade materia orgánica el nivel de carbono no aumenta, pero sí el de nitrógeno debido a la mineralización. Este nivel podemos cambiarlo bien incorporando materia orgánica fresca o bien paja o estiércol sin hacer.

3.1.7. FÓSFORO ASIMILABLE (MÉTODO OLSEN) EN PPM

En el suelo no existe fósforo libre, sino combinado en forma de fosfatos de diferente naturaleza y estado. La planta absorbe aniones fosfato de los que se encuentran en la solución del suelo, pero esta absorción está muy influida por el pH; cuanto más básicos son los pH más abundantes son las formas difíciles de absorber. El trigo necesita de un 11 a un 14‰ de P_2O_5 , es de los elementos que las plantas necesitan en menos cantidad, aunque es de los más importantes.

Para la interpretación del contenido en fósforo en condiciones de secano y calculados por el método Olsen, nos basamos en la siguiente tabla:

Tabla 23: Relación entre el fósforo asimilable de un cultivo y su significado

Fósforo (ppm)	NIVEL
0-10	Muy bajo
11 – 20	Bajo
20-30	Normal
31 – 50	Alto
51 – 80	Muy alto

El suelo tiene un contenido en fósforo asimilable de 39 ppm, por lo tanto, según la tabla anterior se trata de un nivel **alto**.

3.1.8. POTASIO DE CAMBIO (MEQ/100GR)

Se tiene la siguiente tabla interpretativa:

Tabla 24: Relación del contenido de potasio con el nivel

Potasio (ppm)	NIVEL
< 125 ppm	Muy bajo
De 125 a 190 ppm	Bajo
De 190 a 220 ppm	Ligeramente bajo
De 220 a 250 ppm	Normal
De 250 a 300 ppm	Ligeramente alto
> de 400 ppm	Alto

El potasio se ha obtenido por el método del acetato amónico, y nos ha dado un resultado de 580 ppm, considerado, según la tabla, como un nivel **alto**.

3.1.9. SODIO DE CAMBIO (ppm)

Tenemos la siguiente tabla interpretativa:

Sodio (ppm)	Nivel
< 69	Muy bajo
69 – 138	Bajo
138 – 230	Normal
230 – 345	Alto
> 345	Muy alto

Según el método del acetato amónico tenemos 330 ppm de sodio, este valor es **alto**.

3.1.10. CALCIO DE CAMBIO (ppm)

La siguiente tabla nos muestra la clasificación de los datos de calcio obtenidos por el método del acetato amónico.

Tabla 25: Significado del contenido de calcio

Calcio (ppm)	NIVEL
< 700 ppm	Muy bajo
De 700 a 2000 ppm	Bajo
De 2000 a 4000 ppm	Medio
> de 4000 ppm	Suficiente

El contenido en calcio del suelo es de 7300 ppm de calcio asimilable que según la tabla es un nivel suficiente.

3.1.11. MAGNESIO (ppm)

Se tiene la siguiente tabla interpretativa:

Tabla 26: Significado del contenido de Magnesio

Magnesio (ppm)	NIVEL
< 80 ppm	Muy bajo
De 80 a 300 ppm	Bajo
De 300 a 600 ppm	Medio
De 600 a 900 ppm	Notable
> 900 ppm	Excelente

El contenido en magnesio de nuestro suelo determinado por el método del acetato amónico es de 950 ppm, considerado como un nivel excelente.

3.1.12. SALINIDAD DE LOS SUELOS.

La salinidad es el exceso de sales disueltas en el agua que contiene el suelo. Causa en las plantas una disminución del poder de absorción hídrica por efecto de la variación de la presión osmótica, alteraciones en la cloración de las hojas o quemaduras de las mismas.

Como la conductividad es de 0,2 mmhos/cm, el nivel de salinidad se considera despreciable, y no causa problemas en el desarrollo de la planta.

Cuando no se conoce la conductividad en el extracto de saturación del suelo se utilizan otros dos parámetros de referencia: PSI (el porcentaje de sodio intercambiable) y la Relación de absorción de sodio (SAR).

	Ppm	Meq/100g
Na	330	1,43
Ca	7300	36,4
Mg	950	7,81
K	580	1,48

$$CIC = [Na^+] + [Ca^{++}] + [Mg^{++}] + [K] = 1,43 + 36,4 + 7,81 + 1,48 = 47,12$$

$$SAR = \frac{[Na^+]}{\sqrt{\frac{[Ca^{++}] + [Mg^{++}]}{2}}} = \frac{1,43}{\sqrt{\frac{[36,4] + [7,81]}{2}}} = \frac{1,43}{4,7} = 0,3$$
$$PSI = \frac{[Na^+] \cdot 100}{CIC} = \frac{1,43 \cdot 100}{47,12} = 3 \%$$

Valores de PSI < 15 y SAR < 13 implican que el suelo es normal

3.1.13. CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (MEQ/100GR)

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) es la propiedad de un cambiador para adsorber cationes de la fase líquida, en este caso es la capacidad de 100 gramos de suelo de retener a su alrededor cationes; se mide en meq/100gramos de suelo. Depende del tipo de arcillas del complejo arcillo-húmico y de la cantidad de materia orgánica que tenga el suelo.

Influye en la disponibilidad de nutrientes para las plantas (K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} ...), interviene en los procesos de floculación-dispersión de las arcillas y por consiguiente en el desarrollo de estructuras y estabilidad de los agregados además de permitir la retención de elementos contaminantes incorporados al suelo.

Para la caracterización de este parámetro se va a tomar como referencia la siguiente tabla:

Tabla 27: Relación entre la CIC y su significado

C.I.C. (meq/100gr)	NIVEL
< 6	Muy bajo
6-12	Bajo
12 – 25	Normal
25-40	Alto
> 40	Muy alto

La capacidad de intercambio catiónico de nuestro suelo, obtenida por el laboratorio, es de 10,2 meq/100gr, - lo que según la tabla anterior se trata de un nivel **bajo**.

3.2. PROPIEDADES FÍSICAS

3.2.1. CAPACIDAD DE CAMPO (CC)

La capacidad de campo es la cantidad de agua, expresada como humedad gravimétrica en % de un suelo que ha sido abundantemente mojado y dejado drenar libremente.

Se calcula mediante la siguiente expresión: (Arcilla 35%, Limo 16% Arena 49%)

$$\begin{aligned} CC &= 0,48 \cdot \%arcilla + 0,162 \cdot \%limo + 0,023 \cdot \%arena + 2,62 \\ &= 0,48 \cdot 35 + 0,162 \cdot 16 + 0,023 \cdot 49 = 20,52\% \end{aligned}$$

3.2.2. PUNTO DE MARCHITEZ PERMANENTE (PMP)

El punto de marchitez permanente es la humedad del suelo a la que la planta se marchita de forma permanente y no recupera la turgencia al colocarla en atmósfera saturada de humedad durante 12 horas. Son condiciones cercanas a transpiración cero.

El punto de marchitez permanente expresado en % de suelo seco se calcula mediante la siguiente expresión:

$$PM = 0,302 \cdot \%arcilla + 0,102 \cdot \%limo + 0,0147 \cdot \%arena = 0,302 \cdot 35 + 0,102 \cdot 16 + 0,0147 \cdot 49 = 12,92 \%$$

Partiendo de los siguientes datos: Arcilla 35%, Limo 16% Arena 49%, el punto de marchitez se sitúa en 12,92 % de humedad.

3.2.3. VOLUMEN DE AGUA MÁXIMO

Tomamos un valor de densidad de 1,3.

$$\text{Volumen de agua máximo} = 10^4 \cdot \text{dens.ap.} (1,475 \text{ t/m}^3) \cdot CC = \mathbf{393,47 \text{ mm/m}}$$

3.2.4. CANTIDAD DE AGUA NO UTILIZABLE

$$\text{Agua no utilizable} = 10^4 \cdot \text{dens.ap.} (1,475 \text{ t/m}^3) \cdot PM = \mathbf{247,74 \text{ mm/m}}$$

3.2.5. INTERVALO DE HUMEDAD DISPONIBLE (IHD)

El intervalo de humedad disponible es la mayor cantidad de agua que puede ser almacenada por el suelo y puesta a disposición de la planta, es decir, la cantidad de agua útil de un suelo que está a capacidad de campo. Es la diferencia entre el volumen de agua máximo que admite el terreno y la cantidad de agua no utilizable, sin pérdidas por escorrentía y percolación.

$$IHD = 393,47 - 247,74 = 145,73 \frac{mm}{m}$$

4. ESTUDIO DE LAS INTEGRALES TÉRMICAS Y FOTOTÉRMICAS

4.1. ACCIÓN ELEMENTAL DE LAS TEMPERATURAS SOBRE ALGUNAS FASES Y FUNCIONES DE LA PLANTA.

4.1.1. GEMINACIÓN

Cada especie vegetal posee una temperatura por debajo de la cual sus semillas no germinan; esta temperatura es denominada “cero de germinación”.

Una semilla empieza a germinar cuando las temperaturas se aproximan al cero de germinación, pero si las temperaturas de los días posteriores no superan el “cero de crecimiento”, la plántula morirá.

4.1.2. TERMOPERIODISMO

Es la influencia que ejercen sobre las plantas las temperaturas diurnas y nocturnas, termoperiodismo el diario; o las estaciones del año, termoperiodismo estacional.

4.1.3. LA INTEGRAL O CONSTANTE TÉRMICA

Desde el siglo XVIII se ha intentado relacionar la duración del ciclo vital de los vegetales con la marcha de las temperaturas, ya que es fácil observar cómo las temperaturas elevadas hacen que la planta pase más rápidamente por las diferentes fases de su desarrollo, acortándose, de esta forma, la duración de su vida.

Existen diferentes métodos y teorías para calcular la relación existente entre la duración del ciclo vital de las plantas o la aparición de las diferentes fases del desarrollo y las temperaturas, cuya evolución conviene conocer.

Métodos de cálculo:

- Método directo: afirma que si se suman las temperaturas medias diarias desde que se produce la germinación de la semilla hasta que la planta madura, se obtiene una cantidad constante. Solo se suman las temperaturas mayores de 0°C.
- Método residual: considera solamente las temperaturas eficaces para la vegetación, es decir, las superiores al cero de crecimiento (considerado por los fisiólogos 4°C). Propone restar 4°C a la temperatura media diaria y sumar los residuos obtenidos desde la siembra hasta la maduración para poder obtener una cantidad que es constante.
- Método exponencial: elimina la linealidad entre las temperaturas y respuesta de la vegetación y, para ello, asimila las reacciones biológicas de la planta con las reacciones químicas que se producen en un tubo de ensayo. En estas condiciones, la velocidad de reacción se duplica por cada diez grados que sube la temperatura. Se calculan los índices de crecimiento desde la siembra hasta la maduración, los cuales se suman y dan una constante.
- Método termofisiológico: se basa en observaciones directas. Propone sumar índices obtenidos en función de la velocidad de crecimiento a diferentes temperaturas, en relación con la que presentan las plantas a 4,5°C.

Es interesante observar la relación entre la duración del ciclo vital de los cultivos con la marcha de las temperaturas (integral térmica), la duración de la iluminación diurna (integral fototérmica) y la inducción a la floración por acción del frío (vernalización).

Integral térmica: se define como la cantidad de calor que necesita acumular una especie para completar su ciclo vegetativo. La integral térmica es un procedimiento que nos permite calcular la relación existente entre la duración del ciclo vital del trigo, o de las diferentes fases de su desarrollo, y las temperaturas. Es constante, cuando se acumulan una cantidad de °C el ciclo pasa de una fase de desarrollo a otra. Esta relación es interesante, ya que es fácil observar como las temperaturas elevadas hacen que la planta pase más rápidamente por las distintas fases de su desarrollo, acortándose así la duración de su vida.

Integral fototérmica: es la integral que se utiliza para considerar tanto el efecto de las temperaturas, como el de las horas de iluminación.

Vernalización: Es el proceso fisiológico que permite a los vegetales, bajo la acción del frío, adquirir la aptitud para formar sus flores, es decir, considera la acción estimuladora de las bajas temperaturas invernales sobre la floración de los cereales de invierno. Esta dependencia de la temperatura asegura que aquellas especies que comienzan su desarrollo vegetativo en otoño no florezcan hasta pasado el invierno.

Existen diferentes modelos de vernalización según sean especies monocárpicas (vernalizables o no vernalizables) y especies policárpicas.

El trigo pertenece a las especies monocárpicas vernalizables en semillas. Este grupo es capaz de aceptar la acción del frío desde los primeros momentos de su desarrollo. La vernalización tiene lugar en semillas en principios de la germinación o, incluso, en semillas inmaduras, ya que puede producirse en la propia espiga.

El efecto del frío es acumulativo .

4.1.4. CONSTANTE HELIOTÉRMICA

No es posible controlar la duración de todo el ciclo vital de una planta solo con las temperaturas. El ciclo vital se compone de distintas fases que dependen de factores ambientales diferentes.

Por ejemplo en las plantas monocárpicas (florece y fructifica una vez en la vida) la etapa que va desde la nascencia a la floración, y que comprende todo el desarrollo vegetativo, responde a más variables y no puede controlarse sólo con la integral térmica.

Las constantes heliotérmicas se calculan sumando los productos obtenidos al multiplicar la temperatura media diaria por la duración media del día en minutos y esta sirve para determinar la fecha de la floración, aunque no es exacta.

4.1.5. ACCIÓN DEL FRÍO

La acción estimuladora del frío se manifiesta en tres aspectos de la vida de la planta:

- Acción del termoperiodismo (apartado anterior)
- Interrupción de los letargos
- Inducción a la floración (vernalización)

4.1.5.1. INTERRUPCIÓN DE LOS LETARGOS

El frío actúa como agente estimulador favoreciendo la salida del letargo de las yemas y semillas.

Las temperaturas que producen el efecto estimulador son, generalmente, bajas, pero superiores a 0°C, son diferentes para cada especie.

La acción del frío es acumulativa y la salida del letargo se produce después de haberse superado un cierto tiempo de exposición al frío.

La exigencia de frío de una yema o semilla puede calcularse contando las “horas frío” a las que la planta está sometida, considerándose como temperaturas estimuladoras las inferiores a 7°C. Se utiliza fundamentalmente en frutales.

CÁLCULO DE LAS HORAS FRÍO:**4.1.5.1.1. CORRELACIÓN DE WEIMBERGER**

Weimberger establece una correlación entre las horas frío y la temperatura media de las medias de los meses de diciembre y enero. De la correlación establecida resulta la tabla 1, donde entrando con la temperatura media de los meses indicados se puede estimar el valor de las horas frío correspondientes. Los resultados obtenidos son una únicamente una aproximación, siendo este método poco preciso.

Tabla 28: Coorrelación de Weimberger (1956)

Tª	13,2	12,3	11,4	10,6	9,8	9	8,3	7,6	6,9	6,3
H<7°C	450	550	650	750	850	950	1050	1150	1250	1350

Tabla 29: temperaturas medias quincenales de Diciembre y Enero y su correspondencia con las horas frío

	Diciembre		Enero	
	1ª Quincena	2ª Quincena	1ª Quincena	2ª Quincena
2007 / 2008	3,99	1,41	6,80	3,73
Correspondencia	--	--	1233,33	--

Observamos que la Tª media de diciembre y enero es inferior a los datos contenidos en la tabla de Weimberger, excepto para la primera quincena de Enero, por esto podemos decir, que el número de horas frío es superior a **1350 h**.

4.1.5.1.2. METODO DE MOTA

Estudia la correlación entre las horas frío y la temperatura media de los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero

$$Y = 485,1 - 28,5X$$

- Y= nº mensual de horas bajo 7°C
- X= Temperatura media mensual del mes considerado

Tabla 30: Correlación entre las horas frío y la temperatura media de Noviembre, Diciembre, Enero y Febrero

	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
2007/2008	4,83	2,66	5,22	6,88
Horas frío	347,445	409,29	336,33	289,02
Total	1382,085			

Según Mota, el número de horas frío para Zamora es de 1382,085.

OTROS MÉTODOS

4.1.5.1.3. BANDAS TERMOGRÁFICAS

Este método se basa en la utilización de bandas termográficas para determinar las horas frío. Es un método muy tedioso además de la dificultad que existe para disponer de los termogramas, pero a la vez es un método altamente preciso.

4.1.5.1.4. METODO DE CROSSA-RAYNAUD

Que establece una relación entre el número de horas por debajo de 7°C y las temperaturas extremas diarias.

$$n = 24 \frac{(7 - T_m)}{(T_M - T_n)}$$

Se realiza el cálculo para todos los días del período de tiempo considerado y se suman los resultados obteniendo el número de horas-frío.

2.1.5.1.5. METODO SHARPE

Este método está basado en una correlación entre las temperaturas medias mensuales de los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero y el número de horas-frío acumuladas. No lo podemos aplicar, puesto que la primera entrada de la tabla corresponde a una temperatura de 7,8°C, y es superior a cualquiera de nuestras temperaturas medias correspondientes a esos meses.