

Unidad didáctica 4 – El clima y la agricultura

Fenología: definición, divisiones, campo de acción, conceptos. Observación fenológica: registros fenológicos. Observaciones fenométricas sobre el crecimiento y desarrollo en plantas.

Exigencias y tolerancias meteorológicas y climáticas de los cultivos con relación a las fases y subperíodos. Periodos críticos y de latencia. Elementos que determinan el crecimiento y desarrollo de los seres vivos.

FENOLOGIA

Rama de la ecología que estudia y explica en forma sistemática y ordenada los cambios periódicos que ocurren en la apariencia de los seres vivos

Fenología cualitativa

Observación de las variaciones que ocurren en el desarrollo de los seres vivos



Brotación



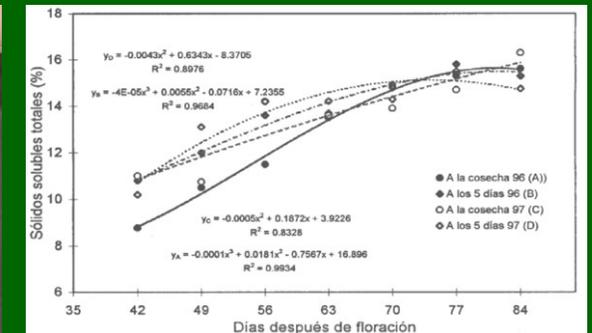
Floración

Fenología cuantitativa o Fenometría

Cuantificación de los procesos del crecimiento



Peso



Mediciones físicas o químicas

FENOLOGÍA: aplicaciones

En la actividad forestal:

Época de recolección de semillas
Poda y tala parcial o total
Control de plagas y enfermedades



En pasturas y forrajeras:

Planificar períodos de pastoreo o descanso
Conocer períodos de máximo valor alimenticio

En fruticultura:

Polinización de especies autoestériles o de floración diferenciada

Para tratamientos fitosanitarios:

Planificación de momentos y dosis de aplicación según fechas de aparición y fenología de plagas y enfermedades

CORRELACIONES FENOLOGICAS

En apicultura:



Ordenar el trabajo según fechas de floración
Conocer calidad de la miel producida
Planificar alimentación suplementaria

En paisajismo:



Época de brotación, floración y fructificación,
Conocimiento de colores y formas



En problemas de alergia:

Información sobre época de floración o aparición de órganos vegetales alergógenos

Estudio de comunidades vegetales:

Comportamiento conjunto de especies y sus variaciones fenológicas

FASE FITOFENOLÓGICA

Aparición, transformación o desaparición rápida de órganos de una planta

Duraznero



La fase se asocia a un cambio en las necesidades del vegetal

Trigo



Fuente: <https://www.yara.es/nutricion-vegetal/trigo/funcion-nutriente-fases/>

Tomate



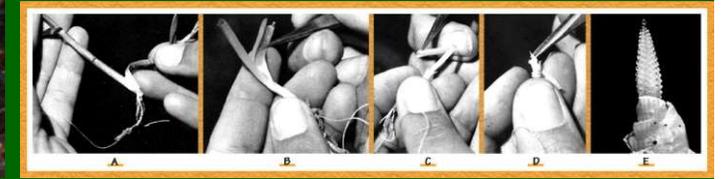
FASES FITOFENOLÓGICAS: clasificación

Fases visibles



Floración
Fructificación

Fases ocultas



Germinación

Encañazón

Fases vegetativas



Brotación

Fases reproductivas



Floración

Momento de fase

Situación o estado representativo dentro de cada fase



Comienzo de fase (C)



Plenitud de fase (P)



Final de fase (F)

Sub-momento de fase

Etapa comprendida entre dos momentos de una misma fase

Duración de fase Cantidad de tiempo comprendido entre comienzo y fin de la fase



Fuente de las imágenes: www.tecnicoagricola.es. Disponible en: https://www.tecnicoagricola.es/categoria/calidad-en-manzanas-y-peras/fisiologia_manzanas_peras/

Inicio de floración: 10/10 Final de floración: 25/10

Duración de fase:
15 días



Dependiendo del grado en que la planta satisface sus requerimientos bioclimáticos en el periodo vegetativo previo



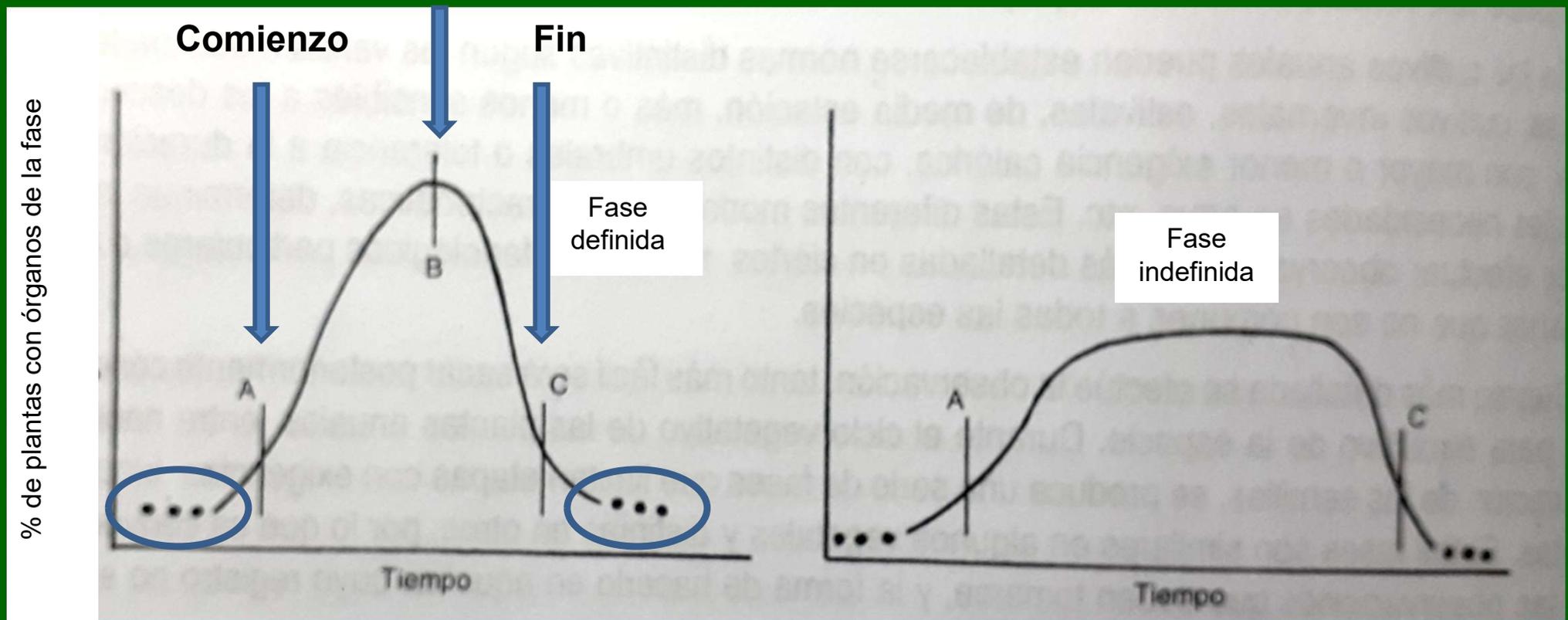
Energía de fase

Fuerza, velocidad o vigor con que se produce una fase, en relación al tiempo promedio (días entre comienzo y fin de fase)

Una fase se produce con vigor cuando su duración efectiva es menor a su duración promedio

Cuanto menos días transcurran entre comienzo y fin de fase, el cultivo habrá integrado más adecuadamente los elementos meteorológicos hasta ese punto

Plenitud



Fuente de la imagen. Pascale, A.J.; Damario, E.A.2013. En: Agrometeorología. Murphy, G.M. y Hurtado, R.H. Eds.

Primeros y últimos órganos aislados:

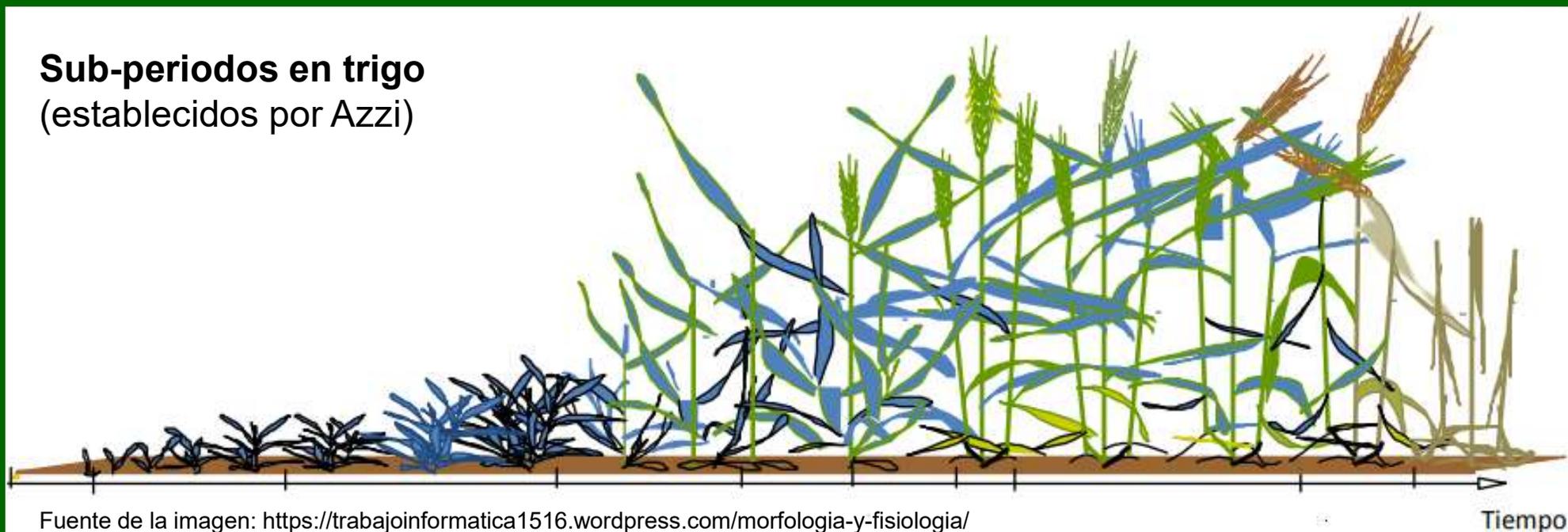
- Alargamiento del proceso fásico (falta de energía de fase)
- Especies que por modalidad fenológica poseen alguna fase de larga duración

Sub-período fenológico

Lapso transcurrido entre dos fases sucesivas

Durante el sub-periodo las necesidades son constantes

Sub-periodos en trigo (establecidos por Azzi)



Fuente de la imagen: <https://trabajoinformatica1516.wordpress.com/morfologia-y-fisiologia/>

1º sub-periodo Siembra – Nacimiento	2º sub-periodo Nacimiento a Macollaje	3º sub-periodo Macollaje a Espigazón	4º sub-periodo Espigazón a Maduración
50 - 205 mm 4 - 15 °C	25 – 60 mm 8 – 18 °C	40 – 116 mm 15 °C	15 – 92 mm 14 – 24 °C

FENOLOGIA



Se registra la FECHA en la que se presenta una determinada fase (Fenodata)

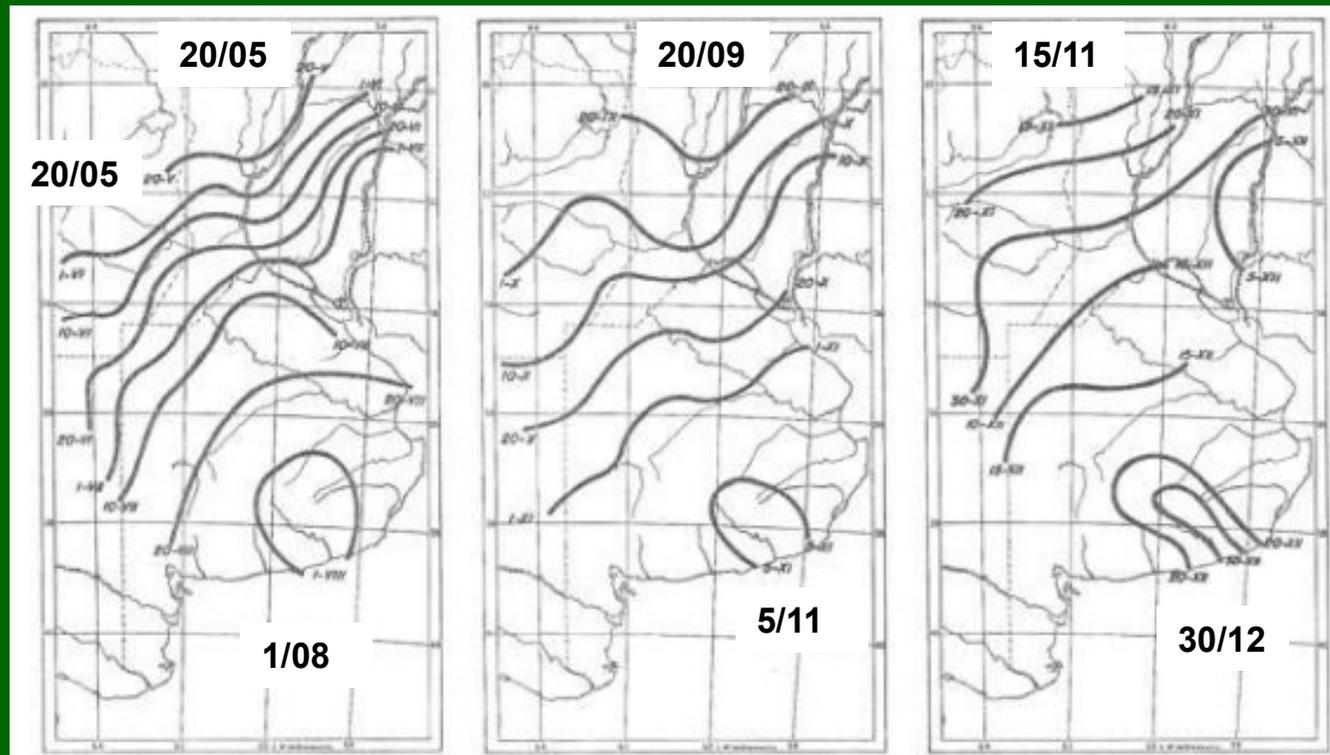
Línea isófana

Une todos los puntos en los que una fase comienza en una misma fecha

Línea isoante

Une todos los puntos en los que la floración comienza en una misma fecha (isófana de la floración)

Líneas isófanas para el cultivo de trigo



Isófana de siembra

Isófana de espigazón

Isófana de cosecha

OBSERVACION FENOLOGICA

Reconocimiento sistemático (individual o global) de los fenómenos y el registro de las fechas



Normas de observación fenológica para cultivos anuales y perennes

Organización Meteorológica Mundial (Documento CAgM III, Toronto, Canadá)

Especies y variedades a observar	Lugar e instante de observación
<p>Especies conocidas y de amplia difusión</p> <p>Fases vegetativas de fácil observación</p> <p>Plantas cuyo estudio sea de interés por su importancia económica, extensión o distribución</p>	<p>Estación fenológica: cada 50 a 100 km² en terrenos llanos</p> <p>Observación: una vez a la semana, como mínimo</p> <p>Hora: entre las 10 y las 13 horas</p>

Cultivos anuales

Diferencias respecto a cultivos perennes

- Las fases se producen según la fecha de siembra utilizada
- Pueden establecerse normas diferentes según la estación de cultivo: necesidad de realizar observaciones más detalladas en determinados momentos
- Puede ser necesario definir qué fases observar según el cultivo

Cultivos densos

Cobertura total del terreno y dificultad para individualizar plantas



Cultivos ralos

Pueden individualizarse plantas realizando más fácilmente el recuento de plantas que se encuentran en “fase”



Ejemplo de observación fenológica en maíz (cultivo ralo)



Comienzo
Fin

Nacimiento



20% de plantas con macollos

Macollaje



Comienzo

Plenitud

Panojamiento



Comienzo
Fin

Polinización



Comienzo Fin

Espigazón



Maduración lechosa
Maduración córnea

Maduración

Cultivos perennes



Cada individuo representa una repetición

Promedios fenológicos: observar 3 a 5 individuos

Los individuos deben ser:

- Misma edad (6 a 10 años)
- Mismo monte (ubicación central)
- Ubicados en zona central
- Igual manejo (acorde a la zona)

Evitar:

- Plantas de la periferia
- Plantas de lugares no representativos

Pueden observarse plantas únicas en parques o jardines (evaluar variaciones microclimáticas)

Observación fenológica: cultivos perennes



Manzano

Arándano



R1
Yema Hinchada
origina flores

R2
Yema Abierta
Inicio floración

R3 y R4
Botones florales
Corola cerrada

R5
Flor
Plena floración

R6
Cuaje
caída de corola

R7
Fruto Verde
25% del tamaño final

CRECIMIENTO VEGETATIVO ARANDANO



V1
Punta Verde
Yema vegetativa abierta

V2
Brotación
Entrenudos cortos

V3
Brote Nuevo
Alargando entrenudos
Hojas expandiendo

V4
Rama Nueva
Hojas expandidas
Entrenudos largos

INTA EEA CONCORDIA



Ing. Agr. María Fernanda
Rivadeneira
frivadeneira@correo.inta.gov.ar

BIOCLIMATOLOGÍA AGRÍCOLA

**Rama de la AGROMETEOROLOGÍA que
estudia las necesidades y tolerancias
meteorológicas de los cultivos**

**Estudia el comportamiento de los cultivos
ante el complejo atmosférico o ambiental en
su lugar de siembra**

Bioclima

Conjunto de **exigencias y tolerancias** meteorológicas de un cultivo

Exigencias: magnitud de una condición meteorológica general, indispensable para que el cultivo pueda cumplir su ciclo

Tolerancia: grado en que los cultivos pueden soportar, sin mayores daños, ciertas manifestaciones en la magnitud de los elementos meteorológicos, hasta un valor extremo: **límite crítico**

Elementos bioclimáticos del crecimiento

Humedad del suelo
Balance hidrológico
Temperatura

Elementos bioclimáticos del desarrollo

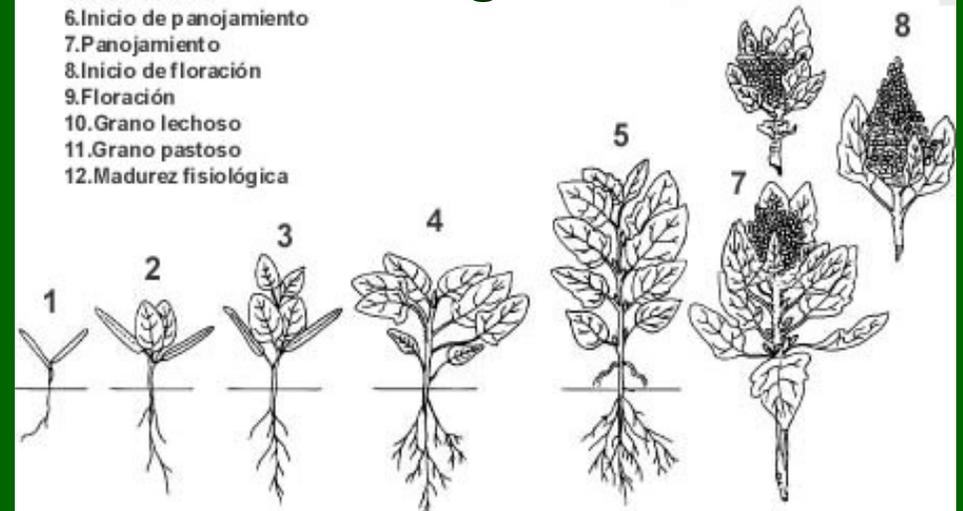
Duración del día
Acumulación calórica
Amplitud térmica

Aumento de masa o volumen
Exigencias constantes



1. Emergencia
2. Dos hojas verdaderas
3. Cuatro hojas verdaderas
4. Seis hojas verdaderas
5. Ramificación
6. Inicio de panojamiento
7. Panojamiento
8. Inicio de floración
9. Floración
10. Grano lechoso
11. Grano pastoso
12. Madurez fisiológica

Etapa de cambios
Exigencias cambian





Fase 1

Disposición:

Satisfacción de determinadas condiciones meteorológicas, previas a la iniciación de una fase

Estímulo:

Agente meteorológico de acción breve, que posibilita el inicio de una fase



Fase 2



Periodo crítico

Momento del ciclo vegetativo en que la sensibilidad a un determinado elemento es máxima. Las variaciones del elemento se reflejan de modo evidente en el rendimiento

Periodo de latencia

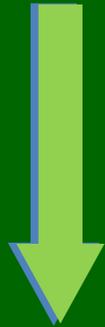
Periodo del ciclo evolutivo en que la sensibilidad a uno o varios factores meteorológico es mínima



Elementos bioclimáticos

Temperatura

Crecimiento



Temperaturas cardinales

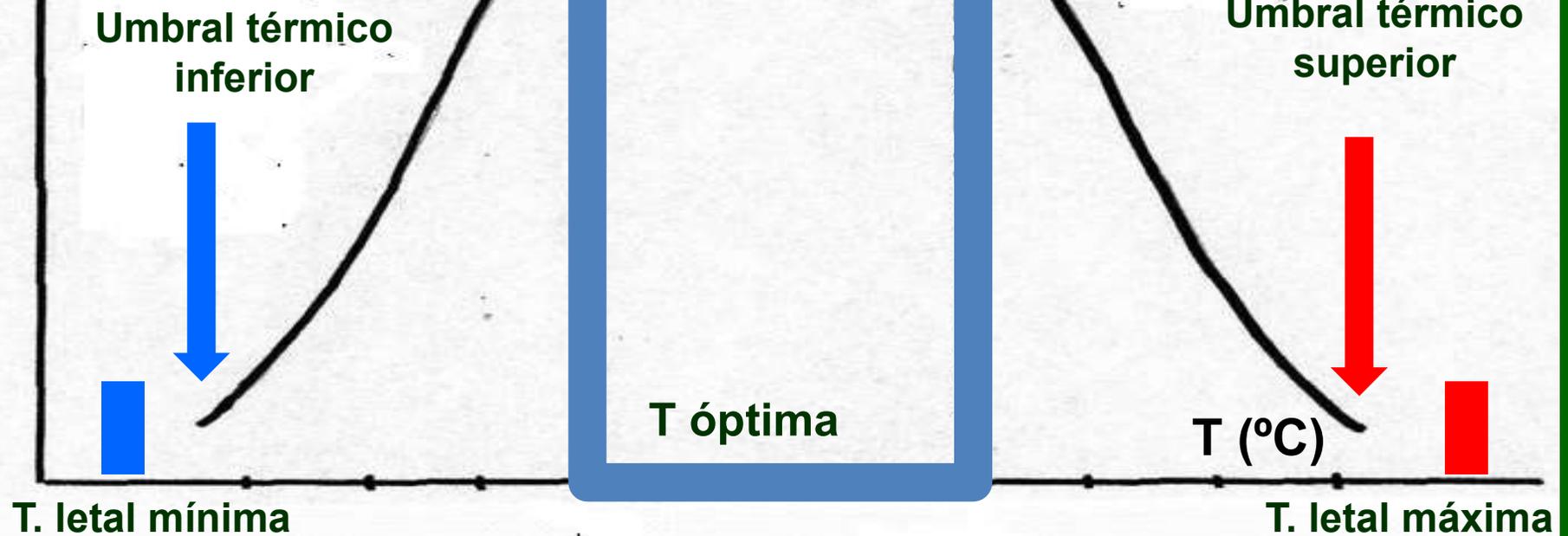
Desarrollo



Acción positiva
Acción negativa
Acción por su variación
(termoperiodismo)

Velocidad de crecimiento

Temperatura:
crecimiento



Temp. Cardinal	Cultivos de invierno	Cultivos de verano
Umbral térmico inferior	5 °C	10 °C (7-18)
Rango de temperatura óptima	23-25 °C	30-32 °C
Umbral térmico superior	35 °C	45 °C

Temperatura: desarrollo

Acción positiva

Sumas térmicas

Acción negativa

Horas de frío

Acción de la amplitud térmica

Termoperiodismo

Suma de temperatura desde la siembra a la madurez de un cultivo (valor constante)

Requerimientos calóricos de los cultivos durante el período vegetativo

Métodos de cálculo

Cultivo	Suma temperatura
Papa	900 - 1000
Lino	1500 - 1700
Maíz	2000 - 2300
Algodón	3200 - 3600
Citrus	4000 - 4500
Datilero	4500 - 5000

Método directo

Suma de temperaturas medias diarias mayores de 0 °C

Método residual

T media diaria – T base

Grados día: información SMN

smn.gob.ar/monitoreo_periodos

Servicio Meteorológico Nacional Argentina

PRONÓSTICO ▾ DATOS ▾ SERVICIOS ▾ COMUNICACIÓN ▾ NOSOTROS ▾

Pronóstico para el agro | Monitoreo agrometeorológico | Monitoreo de cobertura vegetal, suelos y agua

Monitoreo agrometeorológico

Diario ▾ **Decádico ▾** Mensual ▾

Temp. grados día

Base 5 | Base 10 | Base 13 | Base 18 | Base 18N

Grados día base 10
Primera década de Agosto de 2022

Grados día base 10
Segunda década de Agosto de 2022

Grados día base 10
Tercera década de Agosto de 2022

Windows taskbar: Escribe aquí para buscar, 16°C, 2/9/2022

Acción negativa

Acción de las bajas temperaturas durante el período de descanso o de crecimiento mínimo en los cultivos

Horas de frío

Cantidad de horas con temperaturas inferiores a 7 °C

Cultivos criófilos

Cultivo	Horas de frío
Manzano	900 - 1000
Peral	800 - 900
Duraznero	600
Ciruelo europeo	500
Ciruelo japonés	400
Almendro	200 - 500



Problemas provocados por la falta de horas de frío

Caída de yemas

Retraso en la floración

Brotación irregular

Aborto floral

Distintos tamaños de frutos

Maduración irregular

Irregularidades en la floración



Fuente de la imagen.

<https://www.portalfruticola.com/noticias/2017/06/29/necesidades-de-frío-en-frutales-de-hoja-caduca-mecanismos-y-productos-para-romper-el-reposo/>

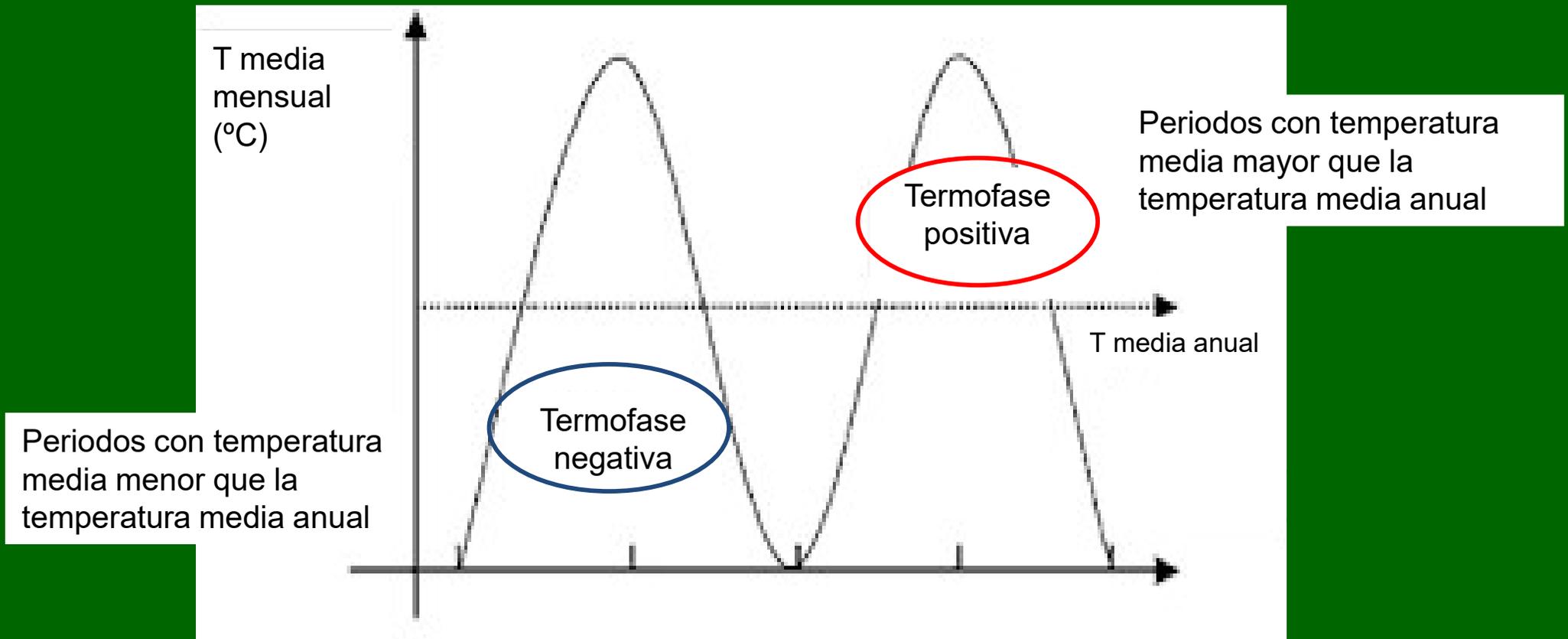
Necesidad de pasar por un periodo de bajas temperaturas

- ✓ **Mejor crecimiento y uniformidad**
- ✓ **Aumento de rendimientos**
- ✓ **Adelanto fásico (acortamiento del periodo vegetativo)**

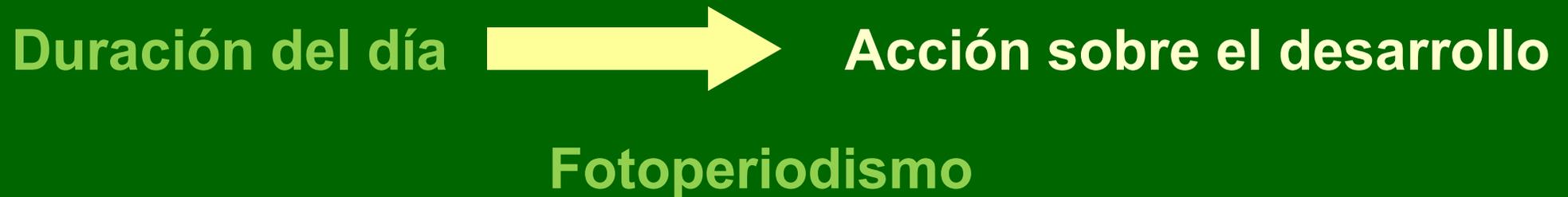
Termoperiodismo

Reacción de las plantas a la variación anual, diaria o asincrónica de la temperatura

- Termoperiodismo anual
- Termoperiodismo diario
- Termoperiodismo asincrónico



Radiación



Plantas a día corto:

Aceleran su desarrollo con el acortamiento de los días (maíz, soja, algodón)

Plantas a día largo:

Aceleran su desarrollo con el alargamiento de los días (cereales de invierno)

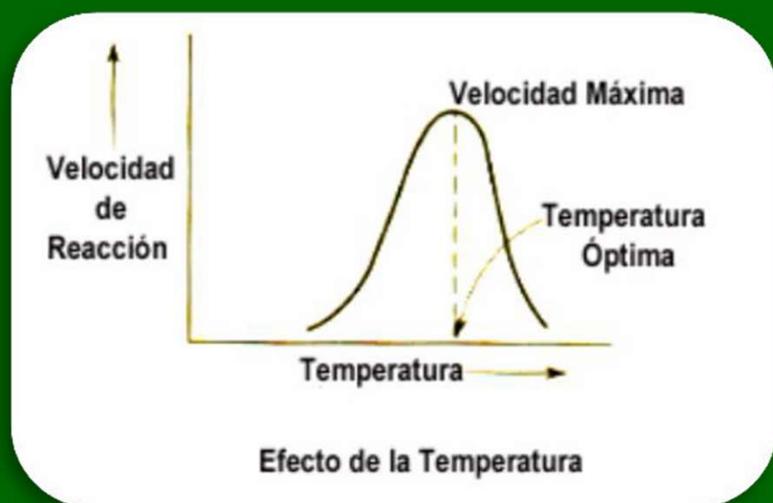
Plantas indiferentes:

Tomate

El tiempo y las adversidades bióticas

TEMPERATURA

- ▶ Regulación de los procesos fisiológicos-químicos e incidencia directa sobre la distribución geográfica de las enfermedades
- ▶ **Grado-Día (GD):** cantidad de calor acumulado en un día cuando la T está un punto por encima de la T-Umbral



HUMEDAD

- ▶ Precipitación (lluvia, niebla o rocío): acción indirecta sobre la humedad (tiempo de hoja mojada)
- ▶ Determinan la incidencia local y estacional de las enfermedades y la distribución geográfica
- ▶ Interacción Humedad-Temperatura: base metodológica del Pronóstico de enfermedades



HELIOFANÍA

- ▶ Afecta la entrada o penetración del patógeno; producción esporas
- ▶ Ej.: fecha de aparición del Tizón en centeno depende longitud del día



VIENTOS

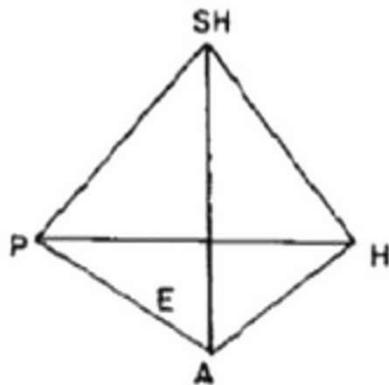
- ▶ Relación directa con la humedad y la evaporación. Ej.: Traslado de esporas y daños mecánicos.



Interacción HUÉSPED-PATÓGENO-AMBIENTE

- ▶ La pérdida del EQUILIBRIO implica un

RIESGO ➡ ENFERMEDAD



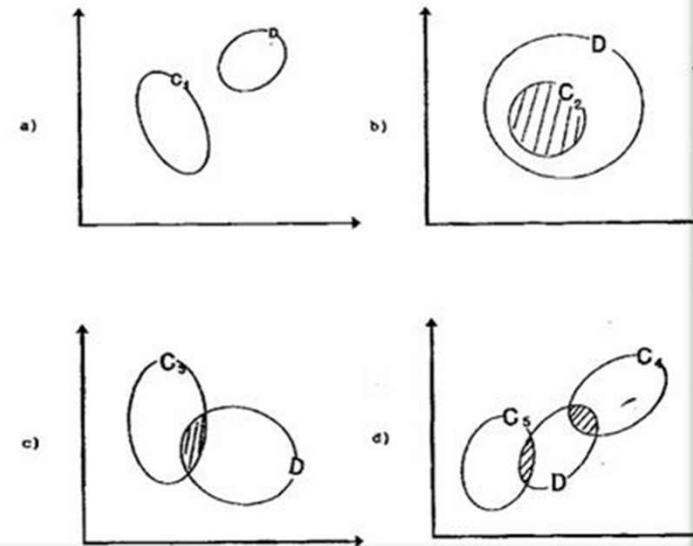
H = hospedero
P = patógeno
A = ambiente
E = enfermedad
SH = ser humano

- ▶ A) No favorable para la enfermedad: C1 no cubre el medio favorable (D) para la enfermedad.

- ▶ B) Siempre favorable para la enfermedad: el clima (C2) cae siempre dentro del medio favorable para la enfermedad.

- ▶ C) Favorable durante una parte del año: el clima (C3) es favorable durante una parte del año.

- ▶ D) Favorable a la enfermedad en ciertas épocas: dos climas distintos favorables para la enfermedad en diferentes momentos (C4, C5)



Avisos, Alarmas y Pronósticos

PRONÓSTICO

- ▶ Señal a partir de la cual se puede tomar un juicio probable de algo fortuito, que en este caso es la plaga o la enfermedad
- ▶ Predice: Corto- Mediano y Largo plazo

BOLETÍN

- ▶ Dado por fitopatólogos
- ▶ Comunican el ataque de un insecto o enfermedad por primera vez en ese año
- ▶ Es concreto, no es posibilidad

AVISO

- ▶ Según el desarrollo anual de los elementos meteorológicos
- ▶ Anuncia una posibilidad de inicio de enfermedad, es previa

...En nuestro país:



ADVERSIDAD	CONDICIONES AMBIENTALES
Tizón tardío de la Papa	Método Beaumont
Sarna del Manzano	Nº de horas de Humedad foliar y Temperatura (Normas Mills)
Peronospora de la Vid	Lluvia no < a 10 mm en 24 h y T mínima 10 °C (Vides de alarma en lugares más bajos)
Botrytis (podredumbre gris)	Racimos mojados por 15 h con T media de 15 °C
Carpocapsa pomonella (gusano del manzano y peral)	250 GD (sumados a partir del mes donde las medias diarias superen los 10 °C. Captura de mariposas (adultos) en las trampas de feromonas
Grapholita molesta (gusano del brote del duraznero)	Duración de una generación (30 días con T medias de 20 °C)