

# TEMA 19<sup>o</sup>

Crecimiento y desarrollo de las  
plantas cultivadas

# Crecimiento

**Crecimiento** = aumento + o - continuado del  $\rightarrow$  volumen de la planta a lo largo del ciclo

- $\nearrow$  tamaño
- $\searrow$  peso

**Desarrollo** = paso del vegetal por diferentes etapas (período vegetativo, floración, fructificación, etc.), durante las cuales sus exigencias son muy diferentes.

Crecim. y Desarr. se aplican sobre todo a las plantas anuales o bianuales que interesan casi exclusivamente en agricultura.

El término normal de toda vegetación es la fructificación/producción de semillas que  $\implies \rightarrow$  asegurar continuidad de la especie.

# Crecimiento

Entre algunas plantas, la fructificación es más que accesoria frente a la facultad de multiplicación y de reproducción que presentan los órganos vegetativos (tubérculos, bulbos, estolones, etc.) =====> deben estudiarse aparte

Para las demás, se distinguen dos casos:

- La muerte sigue a la fructificación: *plantas monocárpicas*,
- La vida continúa después de la fructificación: *plantas policárpicas*.

Las plantas monocárpicas pueden realizar su evolución en:

- Un año: plantas anuales (cereales, judía, guisante, etc.),
- Dos años: plantas bianuales (remolacha, col, etc.)
- Varios años: plantas plurianuales o perennes (pita).

Las plantas policárpicas son, en general, perennes (árboles, frutales, vid) y, a veces, de dos fructificaciones en el mismo año (higuera).

# Crecimiento

## ¿cómo es válida esta clasificación?

bajo un clima determinado  $\implies$  el medio ejerce una considerable influencia sobre la perennidad de las especies vegetales (tabaco y ricino), que bajo nuestras condiciones climáticas son monocárpicas anuales, pueden llegar a ser policárpicas perennes en países muy cálidos.

- Algunas especies llegan a florecer dos veces en las regiones tropicales, como el melocotonero y la vid.

A las variaciones del ritmo vegetativo debido al medio se suman las inherentes a la planta misma.

En una misma especie pueden existir tipos extremadamente diferentes en cuanto al ritmo de fructificación (biotipos)  $\implies$  remolacha (normalmente bianual), se pueden obtener, por selección, tipos anuales y trianuales, semiperennes.

La «subida» (floración) en el primer año  $\implies$  perjuicio suficientemente grave  $\implies$  en España a menudo

# Crecimiento

Estas variaciones en el comportamiento normal del desarrollo tiene “very” genética

- Las *plantas multiplicadas vegetativamente* están caracterizadas, bajo nuestros climas, como las plantas perennes, por una vegetación discontinuo y presenta durante su vida períodos de reposo más o menos prolongados durante los cuales cesa el crecimiento.
- Incluso, frecuentemente, la casi totalidad del vegetal desaparece y no subsiste de él más que fragmentos en el suelo (papas).
- Entre las plantas perennes (árboles frutales) el ritmo de desarrollo es absolutamente diferente, ya que la reproducción evoluciona paralelamente con la vida vegetativa y frecuentemente la precede.

# Duración del ciclo agrícola

**Ciclo agrícola** = tiempo medio necesario para completar la etapa siembra-recolección (esta última no se efectúa siempre con la madurez completa, caso de los forrajes).

- *Plantas de evolución rápida* (3-4 meses). Vezas y millos forrajeros. Ocupan poco tiempo el suelo, ya que se cosechan antes de la total madurez. A causa de su masa y de su velocidad de crecimiento, algunas son muy exigentes en agua y en elementos fertilizantes. En otros casos, debe tenerse en cuenta solamente su posibilidad de utilización como cultivo intercalar.
- *Plantas de evolución lenta* (7-9 meses). Cereales de invierno y leguminosas de siembra otoñal. La prolongada ocupación del suelo hace que, al mismo tiempo, la planta deba permanecer durante toda la estación fría con crecimiento lento y que su utilización requiera una recolección cuando se produzca la madurez completa.
- Estos cultivos son frecuentemente menos exigentes que los precedentes, puesto que su lentitud de crecimiento permite al sistema radicular prospeccionar un gran volumen de suelo.

# Duración del ciclo agrícola

- *Plantas de evolución media* (5-7 meses). Cereales de ciclo más corto (siembra tardía en invierno), remolacha, etc., pero no se puede afirmar que sus exigencias sean similares porque el desarrollo del sistema radicular y las posibilidades de producción no son comparables.

- Dentro de una misma especie, las diferentes *variedades* pueden tener una duración de ciclo variable que tiene influencia sobre sus condiciones y sus posibilidades de utilización.

↗ variedad temprana =====> ciclo < 90 días

En la papa

↘ ciclo medio =====> ciclo 150-160 días

↗ trigos del sur ciclo 15 días menor que en el norte => evitar acción de royas y asurado.

En cereales

↘ trigos del norte ciclo 15 días mayor que en el sur

# Comportamiento general del crecimiento

- El crecimiento de la planta se traduce por
  - ↗ aumento de talla
  - el volumen
  - ↘ el peso ¡very! para agricultura
- Siempre hay interés en considerar las variaciones del contenido de materia seca, porque el peso de los vegetales verdes es función de la absorción de agua y de las condiciones de transpiración del momento.
- La determinación del peso verde debe realizarse en la misma hora del día, preferentemente por la mañana, con el fin de obtener resultados comparables.
- La determinación de la materia seca varían según la naturaleza del material



## Curva general de crecimiento

Se obtiene una curva representando gráficamente el crecimiento de la materia seca de un vegetal en función del tiempo (**Fig. 71**) =====> estas curvas fijan la *ley del crecimiento*.

Se admite que el peso final P está ligado al peso inicial P<sub>0</sub> por una fórmula exponencial:

$$P = P_0 e^{rt}$$

e = base de los logaritmos neperianos (2,718)

t = tiempo

r = velocidad de crecimiento (cte), que no interviene más que en la parte rectilíneo de la curva.

Observando las curvas podemos distinguir las fases principales en la vida del vegetal diferenciadas por sus velocidades de crecimiento.

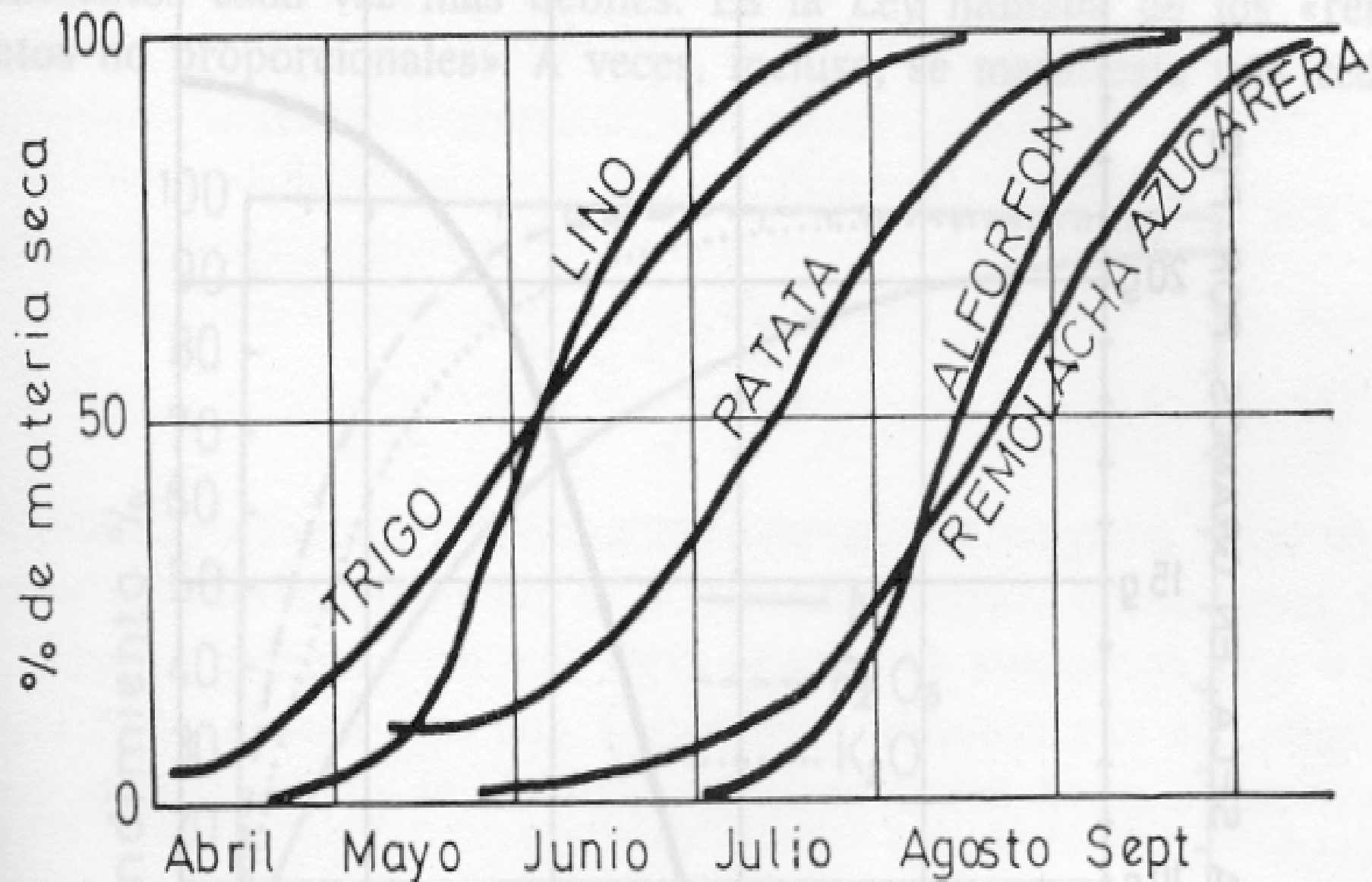


Fig. 71.—Curvas de crecimiento de algunas plantas cultivadas.

## Curva general de crecimiento

- *Fase inicial*, más a menos prolongada, muy acusada en los cultivos de invierno (**fig. 72**), a causa del descenso de la temperatura.
- *Fase de crecimiento intenso*, coincidente con el desarrollo vegetativo (tallos, hojas, inflorescencias).
- *Fase de crecimiento lento*, durante la cual se acumulan las reservas y concluye frecuentemente con una pérdida de peso debida a la desecación y a la desaparición de una parte del aparato vegetativo.

Generalmente, el período de reproducción (estadio de floración) se sitúa hacia la mitad de la zona de máximo crecimiento y frecuentemente desplazada hacia la derecha.

Si se tiene en cuenta la obtención del rendimiento máximo en materia seca, es evidente que la *época de recolección* se sitúa en la extremidad de la curva ==> cultivos aprovechados por sus granos o semillas.

## Curva general de crecimiento

- Para plantas forrajeras, interviene el factor calidad (mínimo de celulosa, máximo de elementos digestibles) =====> utilizar sobre todo la parte más erecta de la curva sin descenso demasiado importante del valor nutritivo =====> poder valorar la cosecha poco tiempo antes de la floración.
- En forrajes cuyo endurecimiento es bastante lento, se puede alcanzar la formación de los frutos (soja).

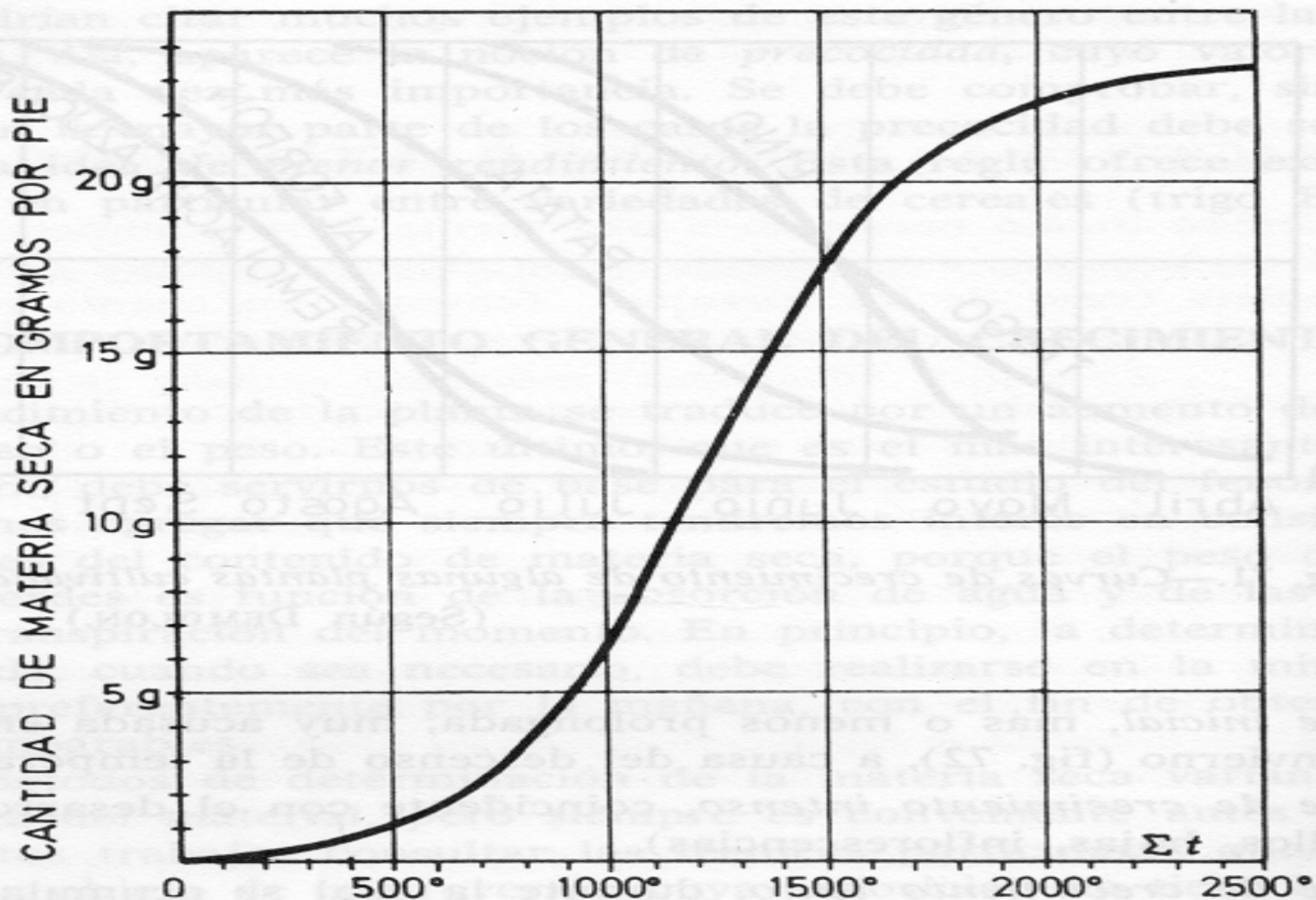


Fig. 72.—Crecimiento del trigo (variedades de invierno). Variación del rendimiento máximo A, en función de la suma de las temperaturas contabilizadas desde la fecha de siembra. (Según H. GESLIN.)

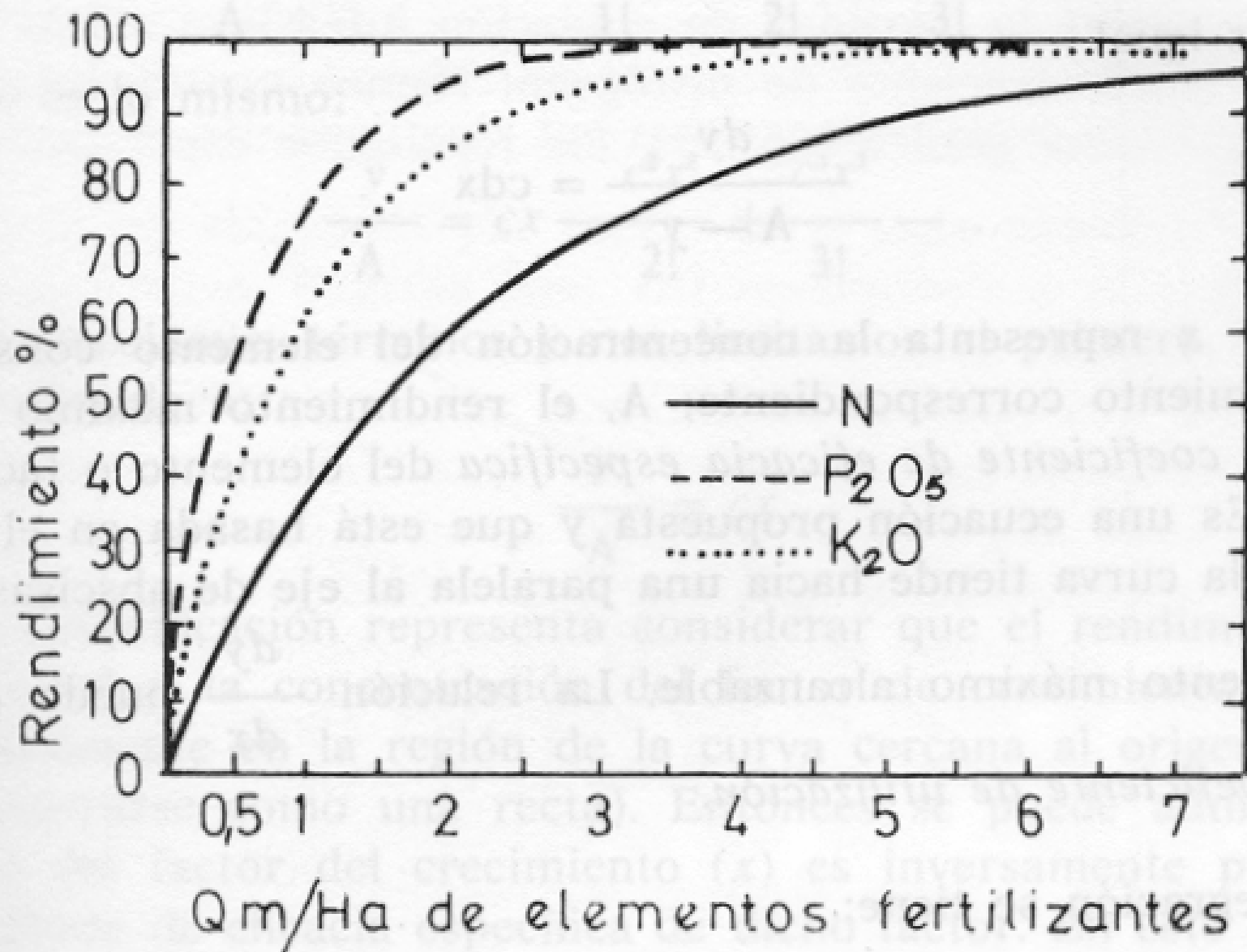


Fig. 73.—Acción de diversos elementos fertilizantes sobre el rendimiento (curvas de Mitscherlich).  
(Según ROEMER y SCHAEFFER.)

# DESARROLLO

## Generalidades sobre el desarrollo

Durante su crecimiento las plantas anuales pasan por estadios sucesivos en los cuales sus exigencias en agua, calor, luz y sales minerales son diferentes.

- *Período vegetativo*, desarrollo de los órganos de asimilación (raíces, tallos y hojas).
- *Período de reproducción*, comienza en la floración y comprende los estadios floración, fecundación y maduración de las semillas.
- El paso de un estadio a otro se sitúa hacia la mitad de la fase de crecimiento máximo y está caracterizado por particulares exigencias =====> *período crítico* para la planta
- En cada etapas del desarrollo cada planta tiene necesidades particulares de agua, calor, luz y elementos nutritivos.
- La planta ya esta satisfecha en exigencias de agua y materias minerales

## ¿es interesante conocer la acción combinada de las dos variables restantes (calor y duración del día)

- La teoría del desarrollo se debe en gran parte a biólogos rusos
- Dedicaron gran parte de sus trabajos al estudio de la evolución de las necesidades de las plantas durante su desarrollo y formularon una teoría que, pese a sus restricciones, se admite aún en líneas generales:
  - *Crecimiento y desarrollo no son fenómenos idénticos;*
  - *El proceso vital de una planta consta de estadios que se diferencian*
  - *Los estadios se repiten siempre y no comienza una fase sin completarse la anterior.*
  - *Cada etapa del desarrollo necesita distintas condiciones ambientales.*
- Los estadios se producen por cambios en clima y suelo ↗ morfología ↘  
de las plantas  
↘ fisiología ↗



## ¿es interesante conocer la acción combinada de las dos variables restantes (calor y duración del día)

- El desarrollo de las plantas se divide en *estadios* constituidos por períodos breves de tiempo (fases) que marcan diferencias fundamentales en su fisiología (cambios cualitativos) entre los cuales transcurren períodos más prolongados, que son las *etapas o subperíodos* == ➔ dos fases sucesivas delimitan una etapa o subperíodo.

## El periodo vegetativo

Es el desarrollo de los órganos de asimilación (raíces, tallos y hojas).

### ¿cómo se manifiesta?

- viene favorecido por una reducción de la radiación
- una humedad suficiente
- temperatura bastante elevada

### ¿qué es interesante en agricultura?

- buscar un ↑ desarrollo vegetativo
  - ↗ para plantas que se aprovechan por sus órganos(forrajes)
  - ↘ no es aceptado para cultivos portagranos.

### ¿cuál es un buen desarrollo vegetativo en su aspecto positivo?

- el que presenta una intensa asimilación
- una buena acumulación de reservas

## ¿cuál es un buen desarrollo vegetativo en su aspecto negativo?

- entraña una importante evaporación y transpiración que puede ser peligrosa durante el período cálido en que se producirá el engrosamiento y la maduración de los granos.

### ¿solución?

- por medio de técnicas culturales apropiadas (fertilización, épocas y densidades de siembra, etc.), se podrá buscar un equilibrio entre el exceso y la insuficiencia del desarrollo vegetativo.
- La importancia de la masa vegetativa esta en función del tiempo de que dispone la planta para cumplir esta etapa, lo primero es examinar la duración del período vegetativo.

## Duración del período vegetativo

El trigo ha sido el + estudiado y su período vegetativo se subdivide en las siguientes etapas:

- ↗ condiciones de humedad
  - ↗ condiciones de temperatura atmósfera
- De la siembra al ahijamiento y que depende de (*luz poca importancia*)
  - ↘ condiciones de temperatura del suelo
  - ↘ características varietales
  
- Del ahijamiento a la floración (espigado) y depende de
  - ↗ fotoperiodo
  - ↘ temperatura

# Duración del período vegetativo

En la 1ª etapa hay 2 factores muy para el correcto desarr. veget.:

- acción de las  $T^a \downarrow$  (las heladas causan daños a veces irreversibles sobre la planta y sobre su futuro rendimiento agrícola).
- cantidad de agua del suelo (la sequía puede causar daños a veces irreversibles sobre la planta y sobre su futuro rendimiento agrícola).
- La duración de la etapa siembra-ahijado viene determinada por la época de siembra.
- variedades de trigo de secano con siembras tempranas  $\implies \rightarrow$  ahijamiento antes del invierno  $\implies \rightarrow$  > resistencia a las condiciones adversas de esa estación
- siembra tardía retrasa la fase de ahijamiento hasta la primavera  $\implies \rightarrow$  graves consecuencias y riesgos.
- siembra demasiado tardía (siembra en primavera de trigos de otoño) puede conducir a una prolongación del período vegetativo hasta el año siguiente.

## ¿qué caracteriza al ahijamiento?

- formación de tallos secundarios a partir del *nudo de ahijamiento*, punto del eje o tallo primario que permanece a una profundidad relativamente constante (dependerá esta profundidad de la de siembra y de la iluminación) y donde se inicia la formación del sistema radicular definitivo de la planta.

### ¿qué precisa esta fase para su producción?

- condiciones específicas de temperatura y de luz (temperaturas bajas y fotoperíodo corto)
- los agricultores dicen que los inviernos suaves no son propicios a buenas cosechas.
- siembras tempranas, ralas (poco densas), con variedades muy ahijadoras, son condiciones que predispondrán a buenos rendimientos.

## **¿cuándo se inicia la segunda etapa (ahijamiento-floración)?**

- a partir del ahijamiento y comprende la formación y crecimiento de los tallos con nudos y entrenudos muy manifiestos (encañado) y el espigado o floración, que es cuando comienza a notarse un engrosamiento en el interior de la vaina de la hoja superior (zurrón).

### **¿ y cual es el final de la 2ª etapa?**

la floración, durante la cual la planta sufre profundas transformaciones cualitativas conducentes a la formación de los órganos reproductores.

## ¿ y cual es el final de la 2ª etapa?

### ¿cuál es su duración?

- condiciones de cultivo (abonado nitrogenado, eliminación de malas hierbas, etc.)
- fotoperiodismo o duración del período diario de rad. solar

depende de factores externos

- de las características varietales. Hay variedades de ciclo: corto (cebadas tremesinas), en las cuales es muy breve su duración, mientras en el largo es muy prolongada).
- comportamiento del clima (primaveras frías, suelos encharcados, mucha nubosidad, etc.), pueden acelerar o retrasar la duración de la etapa.



## Influencia de la duración del día. Fotoperiodismo

- *Plantas de día largo.* Necesitan un período diario de luz  $> 14$  h para florecer y fructificar normalmente. En estas plantas el período vegetativo se abrevia cuando aumenta la duración del día.
- *Plantas de día corto.* Necesitan un período de luz  $< 14$  h. para asegurar su floración. Para ellas, un aumento de la duración del día entraña un alargamiento del período vegetativo.
- *Plantas indiferentes o neutras,* que no reaccionan sensiblemente a la variación de la duración del día.

**Tabla 1**  
**Reacción de las plantas cultivadas al fotoperiodismo**

Día largo (vegetales zonas templadas)	Día corto (regiones tropicales)	Indiferentes (vegetales zonas templadas)
Trigo Centeno Avena Cebada primavera Arroz Remolacha Zanahoria Guisante Garbanzo Lenteja Haba Girasol Lino Tréboles Alfalfa Lechugas de inv. y primav. <b>Judía</b>	Repollo Millo Mijo Sorgo Cañaño Algodón Soja Tabaco Pimiento Crisantemo <b>Judía</b>	Cebada de invierno Papas Rábano Arroz (algunas variedades) Soja (algunas variedades) Tabaco(algunas variedades) Lechuga de verano <b>Judía</b>

## Efectos del fotoperiodismo (Aplicaciones agrícolas)

### *- reducción artificial de la duración del día por medio de pantallas apropiadas*

- Permite obtener una fructificación normal en algunas plantas de día corto cultivadas en nuestras latitudes. Así, se puede conseguir una fructificación bastante regular de la papa y orientar la mejora de esta planta.
- Es importante considerar el estado vegetativo al cual se aplica la reducción del período de iluminación. En general, se puede operar al comienzo de la vegetación, pero, por ejemplo en la soja, se debe evitar la actuación antes del desarrollo de la quinta hoja. La duración del tratamiento tiene igualmente gran importancia.

### *- Epoca de siembra*

- Controlada pues puede intervenir en la duración del día y es susceptible de influir sobre el desarrollo posterior de la planta.

## Efectos del fotoperiodismo (Aplicaciones agrícolas)

- Se recomienda sembrar pronto las variedades tardías de trigo para que se beneficien de los días relativamente largos del otoño y con ello reducir su período vegetativo.
- Contrariamente, en África del Norte se deben evitar las siembras tempranas de las variedades precoces, porque el acortamiento del período vegetativo reduce el ahijamiento y provoca un espigado demasiado acelerado, que conduce a una disminución del rendimiento.
- En la soja, se han encontrado variedades muy sensibles al fotoperíodo, que no pueden ser sembradas demasiado pronto (marzo-abril) debido a la influencia de los días cortos, que reducen su tamaño y disminuyen el rendimiento.
- El cultivo de una planta de día largo en zonas de baja latitud =====> aumento de su período vegetativo =====> también aumenta la T<sup>a</sup> =====> la floración se retrasa menos de lo que debería ser.

## Influencia de la temperatura. Termoperiodismo

- Cada planta para reproducirse, debe disponer de un complejo determinado de temperatura-luz, y que esas exigencias podían ser satisfechas en un momento cualquiera de la vegetación, por ejemplo durante la germinación.
- Esto permite efectuar durante la primavera siembra de trigos de invierno, conservando así la posibilidad de que espiguen en condiciones aceptables.
- El acortamiento del período vegetativo conseguido de esta forma recibió el nombre de *vernalización* o *jarovización*

## Influencia de diversos factores sobre la duración del período vegetativo

- El marco de plantación o siembra (siembras ralas o claras) que favorece el desarrollo de los órganos vegetativos no tiene influencia sensible sobre la formación de los órganos reproductivos (cultivo del trigo con siembras comparadas de 100 y de 200 kg de semilla/ha) no se ha podido nunca observar un retraso en el espigado de más de uno a dos días para siembras claras.
- Los *abonos nitrogenados*, que favorecen el desarrollo vegetativo, tienen una ligera acción retardadora sobre el espigado del trigo.
- Se ha observado sobre la soja inoculada artificialmente con su *Rhizobium* específico, un retraso importante de 15-20 días en la fecha de floración con relación al testigo no inoculado.
- En resumen, en el desarrollo de la planta el período vegetativo es la época durante la cual se elaboran las bases del futuro rendimiento en grano.

## El periodo de reproducción

- Caracterizado por el desarrollo de las inflorescencias y la aparición de las flores.
- Para anotar el comienzo de este período se deben tener en cuenta algunas convenciones y manifestaciones externas variables según las especies. En esta época la planta presenta casi siempre exigencias particulares (períodos críticos).
- En los vegetales anuales: el comienzo de la reproducción (fecundación) generalmente inhibe el desarrollo vegetativo.
- Después de la *floración* y de la *fecundación* se produce la acumulación de reservas en la semilla, que finaliza durante la etapa de *maduración*.

## El periodo de reproducción

- *La intensidad luminosa* débil es favorable al desarrollo vegetativo. Por el contrario, la floración exige una fotosíntesis más intensa en la mayor parte de los vegetales anuales, como lo demuestra el hecho de que se pueda detener completamente la floración reduciendo la cantidad de luz. Sin embargo, las plantas de tubérculos o bulbos son excepción a esta regla (en la papa, la floración es más intensa durante los años de débil iluminación).

- *La temperaturas* muy bajas o muy elevadas favorecen la iniciación de la floración y la aparición de las flores y la fecundación sólo son posibles si se alcanza una temperatura mínima propia de cada especie.

### Temperatura mínimas de floración

Centeno	12°C	Avena	16°C
Trigo	14°C	Millo	19°C



## El periodo de reproducción

- ***El agua.*** Un estado higrométrico elevado de la atmósfera es desfavorable para la floración y aumenta los riesgos de fracaso de la fecundación (En la papa, una importante reserva de agua en el suelo parece favorecer la floración).
- ***Hormonas específicas.*** La aparición de la floración según recientes investigaciones, está bajo la influencia de hormonas específicas.

# El periodo de reproducción

## Fecundación

Tiene una importancia capital por sus repercusiones sobre el rendimiento y sobre la técnica de la producción de semillas.

## Maduración

En ésta última etapa del desarrollo las sustancias elaboradas por la planta emigran hacia las semillas o los órganos de reserva.

En este período el sistema radicular cesa de crecer e incluso frecuentemente sufre una recesión.

En plantas anuales de las que se obtienen granos o semillas, la madurez viene acompañada de una pérdida de agua, aunque cada especie tiene exigencias particulares.

La acción de una temperatura excesiva durante la formación de la semilla puede conducir en los cereales al fenómeno del *asurado*, fenómeno ha sido muy estudiado en el trigo, y donde ha sido puesta en evidencia la existencia de tres etapas diferentes en el curso del desarrollo de la semilla (**Fig. 80, curva 3**):

# El periodo de reproducción

- a) Intensa multiplicación celular, con aumento del peso total de agua.
- b) Enriquecimiento en principios inmediatos (prótidos y glúcidos).

Durante esta etapa (10-12 días), la cantidad total de agua de la semilla permanece constante y en su comienzo, la planta es más sensible al «golpe de calor», que ocasiona una pérdida brutal de agua.

La podemos considerar como una *etapa crítica*, claramente caracterizada, independiente de la variedad y de la fecha de siembra. Al finalizar este período se comprueba un máximo de peso fresco y de peso seco.

- c) Período de desecación normal.

La *ausencia de lluvias* acelera la maduración en la mayor parte de las plantas cultivadas por sus semillas (cereales y leguminosas principalmente).

## El periodo de reproducción

- En la papa, cuando lo permite la profundidad del suelo, se observa una maduración más tardía, que. verosímilmente resulta de una extensión del sistema radicular en profundidad (sólo para las variedades tardías).
- La *alimentación mineral* de las plantas, tiene influencia sobre la maduración. Los fertilizantes nitrogenados la retardan y el ácido fosfórico la acelera.
- Las enfermedades criptogámicas (royas de los cereales en particular), si sobrevienen durante la maduración, agravan los daños del asurado por aumento de la evaporación y destrucción de una parte del follaje.
- Estudios realizados con el trigo, demuestran que esta etapa varía entre 40-50 días en más del 50% de los casos y queda independiente de la variedad y fecha de siembra.

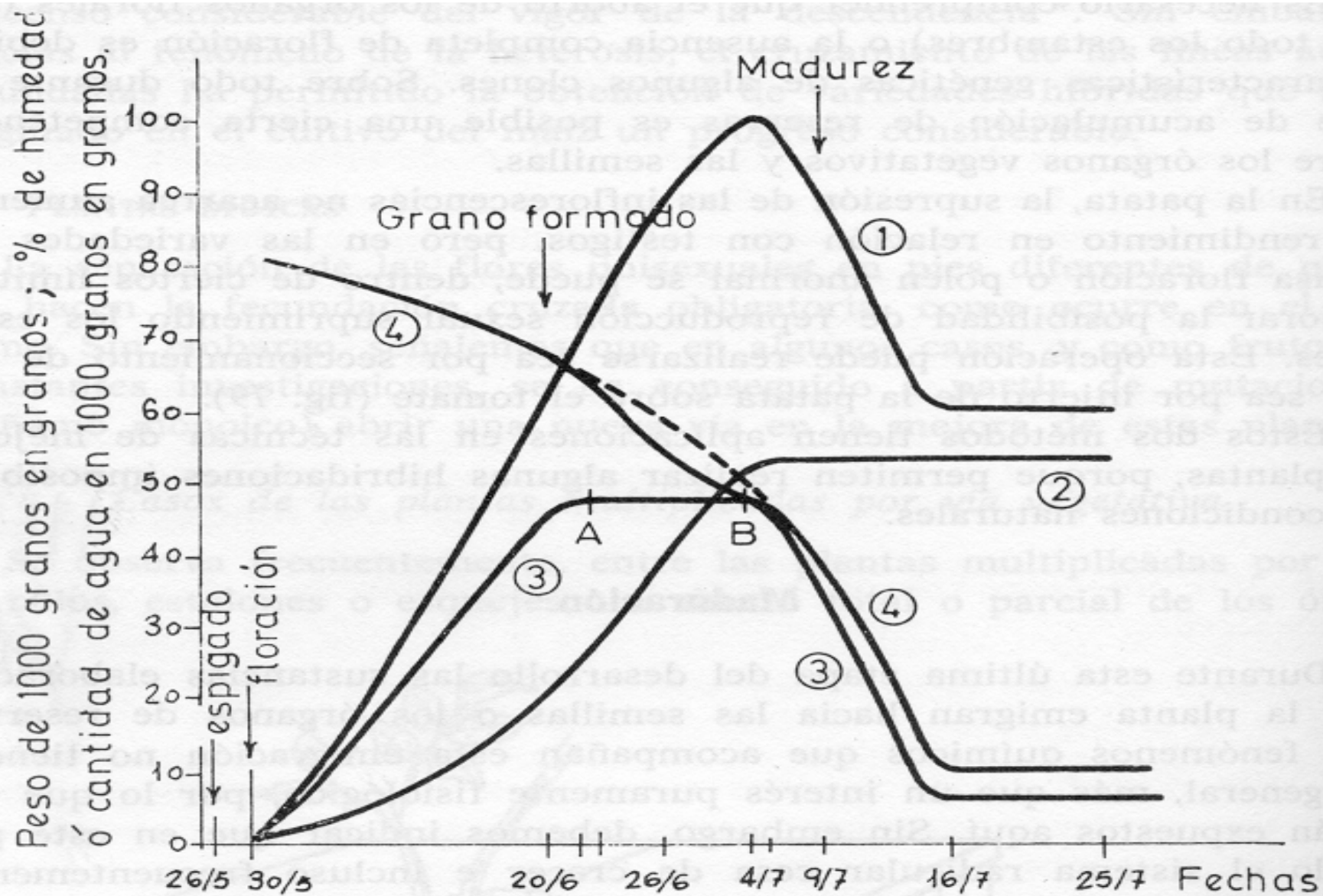


Fig. 80.—Evolución del grano de trigo (variedad Renfort) durante la maduración. (Según H. GESLIN y P. JONARD.)

1: Peso de 1.000 granos frescos; 2: Peso de 1.000 granos secos; 3: Cantidad de agua en 1.000 granos; 4: Porcentaje de humedad del grano fresco.