

GUIA DE ESTUDIO Nº 11

OBSERVACIONES FENOLÓGICAS

Introducción:

Desde la germinación de la semilla, las células vegetales se dividen y multiplican, alargándose después. Simultáneamente, las células modifican la estructura de su protoplasma, las células se diferencian y la planta desarrolla tejidos y órganos. Por lo general, el crecimiento y la diferenciación transcurren al mismo tiempo. Cuando la semilla germina, el embrión se transforma en una plántula que al emerger inicia el estado vegetativo, durante el cual la planta atraviesa por un proceso de rápido crecimiento. El estado vegetativo va desde la emergencia hasta que se inicia la formación de los botones florales. A partir de allí, comienza el estado reproductivo que se extiende hasta la madurez fisiológica.

1. Fenología:

“Fenología” proviene de “Fenomenología”, rama de la Ecología que estudia las relaciones entre las condiciones ambientales (temperatura, luz, humedad, etc.) y los fenómenos o acontecimientos periódicos en la vida vegetal y animal. Según su interés puede hablarse de Fitofenología o de Zoofenología, y cuando se refiere a especies de interés agrícola: Fito y Zoofenología Agrícolas.

2. Aplicaciones de la fenología:

La Fenología puede ser tratada desde los puntos de vista cualitativo y cuantitativo. La fenología cualitativa se refiere a la observación de las variaciones aparentes en el desarrollo vital de los seres vivientes, fenofases vegetales o animales comprendiendo la: aparición, transformación o desaparición de órganos (brotación, floración, fructificación, defoliación, nacimiento, celo, cambio de plumaje). La fenología cuantitativa o fenométrica busca precisar la influencia de los factores externos sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas o animales mediante medidas expresadas cuantitativamente (volumen y peso de frutos, número de espigas, porcentajes de azúcares, rendimiento). Por extensión se suele incluir dentro de estas observaciones los daños producidos por fenómenos meteorológicos como heladas, granizo. Los estudios fenológicos y fenométricos constituyen una fuente documental biológica indispensable para interpretar la respuesta de las plantas y/o animales al complejo climático del lugar de observación, base importante en la determinación de los requerimientos climáticos naturales de las especies. Asimismo, es posible determinar nuevas clasificaciones agroclimáticas, rendimiento de cultivos, localización de especies, pronósticos de floración y cosecha, formular programas de protección para fenómenos adversos para la agricultura.

3. Observación fenológica:

Consiste en el reconocimiento sistemático individual o global de los fenómenos periódicos de los vegetales y el registro de las fechas en que se producen a lo largo del año.

3.1. Definiciones:

Para una mejor comprensión, la observación fenológica se basa en algunos conceptos que son un conjunto de términos que se utilizan para definir las manifestaciones visibles o factibles de someter a medición de los fenómenos periódicos de las plantas. Ellas son:

- Fase fitofenológica:

Se denomina **fase** a la aparición, transformación o desaparición de órganos en las plantas. Estas fases, externamente visibles, señalan las etapas de desarrollo del individuo vegetal. El cumplimiento de cada fase, es un proceso a veces rápido, a veces más dilatado. Las fases pueden clasificarse

como: visibles (floración) u ocultas (germinación). Asimismo se las puede clasificar como vegetativas (brotación) o reproductivas (floración).

- **Duración de fase:**

Cantidad de tiempo comprendido entre comienzo y fin de la fase, expresada comúnmente en número de días.

- **Momentos:**

Son los puntos, estados o situaciones representativas que definen dentro de cada fase el:

- Comienzo de fase (c)
- Plenitud de fase (P)
- Fin de fase (F)

Sub-momento: es la etapa comprendida entre dos momentos de una misma fase.

- **Subperíodos fenológicos:**

Es el lapso transcurrido entre una fase y otra. Desde el punto de vista de las exigencias meteorológicas, la fase está asociada con un cambio en las necesidades, mientras que durante el subperíodo, las exigencias se mantienen invariables.

- **Energía de fase:** Se llama así a la fuerza, intensidad o vigor con que se produce una fase, medida por el tiempo que transcurre entre el comienzo y el fin de cada una de ellas. Tomando en cuenta la duración promedio de la fase se dice que ésta se ha producido con vigor o no según que la duración efectiva de la misma haya sido mayor o menor que ese promedio. Es una manifestación del grado en que las plantas van satisfaciendo sus exigencias meteorológicas.

- **Línea isófana:** Es la línea que une todos los puntos donde una fase comienza en la misma fecha.

- **Línea Isoante:** Es la línea que une puntos de igual momento de floración (es la isófana de la floración). Este es uno de los fenómenos periódicos más fáciles de observar y el de máxima sensibilidad a los agentes atmosféricos por lo que resulta de interés conocer lo más exactamente posible ésta fecha.

3.2. Lugar e instante de observación

Para dar unidad a las observaciones, éstas deben realizarse sobre plantas instaladas en lugares representativos de la producción (huertas, chacras, establecimientos agrícolas), sometidos a las tareas culturales de práctica en el lugar.

Es conveniente integrar cada lugar de observación a una red de fenoestaciones cuyos componentes no deberían estar separados entre si más de 70-100 km. en terreno llano, disminuyendo esa distancia en la medida que el terreno se vuelva accidentado.

El instante de la observación debe ajustarse al tipo de estudio al que se aplicará el dato. Puede ser diario, cada dos o tres días, espaciándose más en la medida que tarden en aparecer las fases, no debiendo ser superior a una semana. La hora de observación es preferible durante la mañana, después de las 10 h y hasta las 13 h.

3.3. Especies y variedades a observar

Las observaciones fenológicas deben hacerse en aquellas plantas que por su importancia comercial, extensión y distribución de los cultivos o cualquier otra característica resulten de conveniente estudio y de valor práctico.

4. Métodos de observación

4.1. Observación de plantas perennes:

Se seleccionan aquellas de edad mediana (6 a 10 años), sanidad y manejo de acuerdo a las prácticas usuales del lugar. Las plantas seleccionadas deben encontrarse en lugares representativos y bien expuestos a la luz, desechando aquellas que se encuentren en la periferia de la plantación, en sitios próximos a cortinas rompevientos y las que presenten podas artísticas.

El número de plantas a observar, lo mismo que las fases y los momentos a registrar, conviene que sean limitados. El tiempo ideal de observación debe ser no inferior a 5 días. Una información adecuada puede obtenerse con la selección de 7 a 10 plantas dentro de la zona central de la plantación.

En plantas perennes las fases comúnmente tomadas en cuenta son:

- brotación
- foliación
- floración
- fructificación
- maduración del fruto
- amarilleo
- caída de las hojas
- caída del fruto

Existen diversos criterios para la realización de observaciones fenológicas en plantas perennes. En todos los casos, se deben realizarse observaciones en intervalos breves, aunque las normas a seguir para realizar las observaciones son diferentes. De manera general, los criterios de observación se diferencian por las técnicas empleadas para la observación, comprendiendo la elección de las fases y los momentos a observar, y por la forma de registro y valoración.

4.1.1. Métodos de observación de plantas perennes

- **Método de Ledesma**

Ledesma propuso un registro adaptado especialmente plantas perennes que consiste en el registro simultáneo del desarrollo de los procesos fenológicos en todos los órganos de la planta, haciendo observaciones a intervalos cortos, regularmente cada 5, 7 ó 10 días. Las anotaciones se hacen utilizando signos convencionales asentados en rectángulos ubicados uno al lado del otro. Las inscripciones efectuadas en cada cara o en el centro de cada rectángulo representa los procesos de floración y maduración del fruto (cara 1); de la brotación (cara 2); del cambio de color del follaje (cara 3) y caída de follaje y fruto (cara 4).

En este método el punto (.) se usa para registrar fenómenos en preparación o parcialmente cumplidos; el guión (-) para todos los órganos menos el fruto y el guión ondulado (~) para el fruto y las letras " v " (fruto verde) , " m " (fruto maduro) y un número, el cero (0) (descanso). El número de signos asentados mide la intensidad del desarrollo del proceso en el momento de la observación, que puede variar de 0 (momento de descanso) a 5 (máxima intensidad). El descanso fenológico total de la planta se registra con un "0" en la parte central del rectángulo.

- **Método de Garabatos**

Este método se utiliza para la observación fenológica en manzano, peral y vid; individualizando fotográficamente las fases a través de momentos típicos para uniformizar y maximizar la objetividad de los estudios.

4.2. Observación para plantas anuales

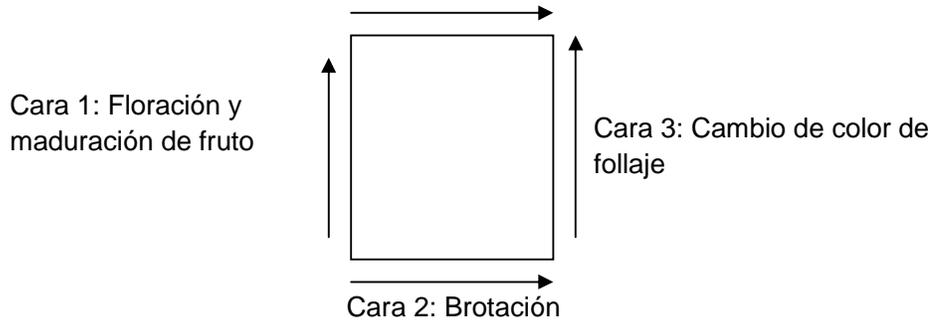
4.2.1. Método de observación de plantas anuales

- **Método de Pascale**

Se aplica especialmente al estudio en parcelas experimentales de tamaño común según se trate de cultivos densos (trigo) o ralos (maíz). En los primeros, donde las plantas rápidamente pierden su individualidad o se torna más dificultosa su identificación, la observación se basa solo en la apreciación visual como medio para distinguir los momentos de comienzo, plenitud y fin de cada fase que corresponde, respectivamente, a la aparición en aumento ininterrumpido de los primeros órganos, al de máxima intensidad y al de aparición de los últimos órganos, sin interrumpir la continuidad del proceso. En tanto, en cultivos ralos, donde es posible individualizar cada planta, la observación resulta más precisa. En este caso la determinación de los momentos de comienzo, plenitud y fin resulta del recuento de los órganos de la fase en estudio que aparecen en el 20, 50 y 80 % de las plantas respectivamente.

Método de Ledesma

Cara 4: Caída de follaje y de fruto



| | Procesos preparatorios | 1º órganos aislados | Comienzo de la fase | Plenitud de la fase | Fin de la fase | Últimos órganos aislados | Órganos en descanso |
|---|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|--------------------------|---------------------|
| Brotación | | ! | | | . . | | o |
| Floración | | | | — — — — | — . . . | .— . . . | o |
| Maduración de frutos | v | | | ~ ~ ~ ~ ~ | ~ . . . | .~ . . . | o |
| Amarilleo o cambio de color del follaje | | | | — — — — | — . . . | —. . . . | o |
| Caída de follaje | | i | | | | i | o |
| Caída de fruto | | | | | | | o |

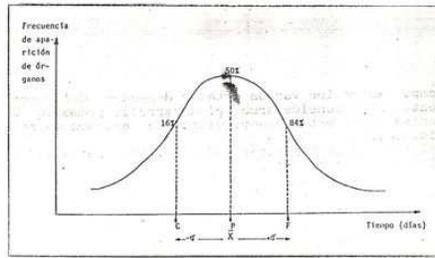


Fig. 10.5 Proceso de ocurrencia de una fase

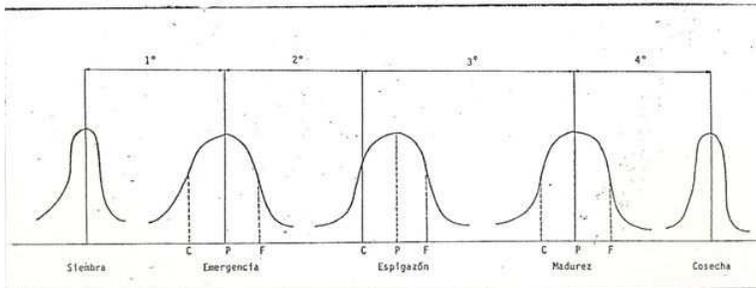


Fig. 10.6 Proceso fásico y subperíodo

Ejemplo: Fenología de un cultivo anual (trigo) :

Las fases fenológicas que comúnmente se observan en el trigo son:

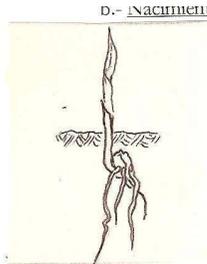
- siembra
- nacimiento
- macollaje
- encañamiento
- espigazón
- maduración (lechosa, cérea y córnea)
- cosecha.

Descripción de las fases fenológicas en trigo:

a.- Siembra:

No es ciertamente una fase, pero señala la fecha en que puede iniciarse el proceso. Se anota la fecha; puede complementarse con observaciones sobre el estado del suelo, humedad, etc.

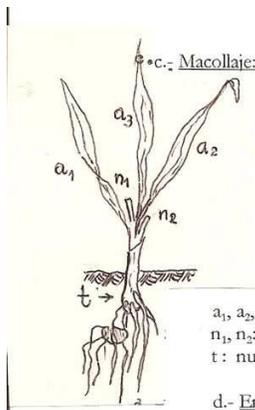
b - Nacimiento (aparición de las plantitas):



Momento en el cual el coleoptilo (capuchón que protege la primera hoja a medida que va emergiendo) rompe la corteza del suelo. Las partes verdes comienzan a fotosintetizar y la planta pierde su independencia alimentaria de la semilla madre.

Se anotan los momentos de comienzo y plenitud de fase. En buenas condiciones de suelo, temperatura y humedad el subperíodo siembra-nacimiento es breve, y los momentos de C y P casi simultáneos.

c.- Macollaje:



Emisión de tallos hojosos secundarios (o macollos) a partir de yemas ubicadas en los nudos basales, cuyos entrenudos no desarrollan, o sea en la zona de la corona o zona de "ahijamiento". El macollaje comienza después de formada la tercera hoja y coincide con la formación de raíces secundarias.

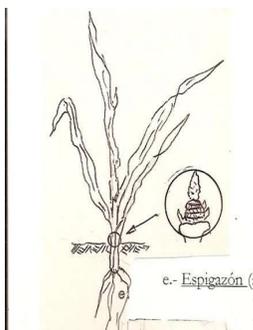
Se registra la fecha de comienzo de macollaje. En realidad no es una fase porque no aparecen órganos diferentes a los ya existentes.

a₁, a₂, a₃: primera, segunda y tercera hoja.

n₁, n₂: primer y segundo macollo.

t: nudo de macollaje en la corona.

d.- Encañamiento:



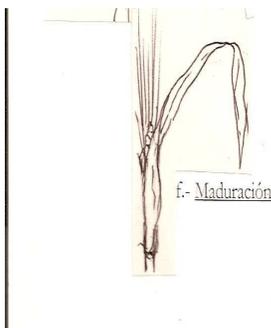
Momento en que es posible detectar el tallo verdadero de las gramíneas, estípites o caña hueca. La planta pierde el estado de "pasto" y comienza a "levantarse".

Se detecta cuando, cortando el tallo foliar a ras del suelo y abriendo longitudinalmente la envoltura de hojas, aparece una pequeña espiguita (1mm) hialina o traslúcida, montada sobre una protuberancia formada por los entrenudos del futuro tallo, cuya posterior extensión en forma telescópica irá levantando la espiguita hacia arriba por dentro de la envoltura de hojas convolutadas. Se anota el comienzo de encañamiento (2 de cada 10 plantas presentan ese estado).

e.- Espigazón (aparición de las espigas):

Corresponde al momento cuando la espiga se hace visible, emergiendo parcialmente de la envoltura foliar (hoja bandera). Se registra el comienzo, plenitud y fin de esta fase. Emergidas las espigas, a los 4-6 días se produce la llamada floración, que se visualiza por la aparición de las anteras fuera de las espiguillas. Esta secuencia no se anota como fase.

f.- Maduración:



Producida la fecundación (cleistogamia) comienzan a formarse los cariopses, los que al crecer van sufriendo transformaciones que se registran como subfases de maduración:

f₁: **maduración lechosa**: El grano mantiene su color verde y al apretarlo deja escurrir un líquido lechoso. Comienzan a amarillear las hojas basales de la planta.

f₂: **maduración cérea**: Al apretarlo no escurre líquido y la consistencia del grano aparece cerosa o moldeable bajo la presión de los dedos. La planta adquiere hacia el final un color amarillo, estado seco generalizado.

f₃: **maduración dura o córnea**: El grano se presenta duro, indeformable por la presión de los dedos, aunque el pericarpio se deja marcar por las uñas. El grano se ha desecado casi completamente (20% de humedad) y ya se puede realizar la cosecha.

Se registra el comienzo de cada estado de maduración.

g.- Cosecha:

No es exactamente una fase. Se anota la fecha como cierre del ciclo.

Subperíodos fenológicos en trigo:

- Subperíodo siembra-nacimiento.
- Subperíodo nacimiento-encañamiento.
- Subperíodo encañamiento-espigazón.
- Subperíodo espigazón-maduración.

Ejemplo de planilla resumen de las observaciones fenológicas sobre parcelas de trigo

| Nº de parcela y nombre del cultivar | Fecha de siembra | Nacimiento | | Comienzo de macollaje | Comienzo de encañamiento |
|-------------------------------------|------------------|------------|----------|-----------------------|--------------------------|
| | | Comienzo | Plenitud | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

| Nº | Espigazón | | | Maduración | | | Observaciones |
|----|-----------|----------|-----|---------------------|-------------------|--------------------|---------------|
| | Comienzo | Plenitud | Fin | Comienzo de lechosa | Comienzo de cérea | Comienzo de córnea | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

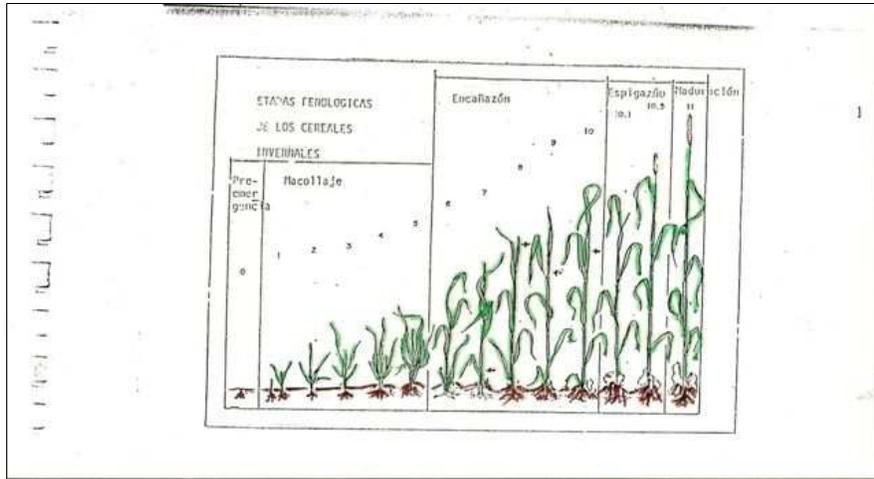
Fenología en cereales

Tabla de las fases de desarrollo siguiendo la escala decimal Zadoks (Z0.0 a Z9.9)

| Etapa principal | DESCRIPCIÓN | <i>Sub-fase</i> | Etapa principal | DESCRIPCIÓN | <i>Sub-fase</i> |
|------------------------|-----------------------------------|-----------------|------------------------|--------------------------|-----------------|
| 0 | Germinación | <i>0.0-0.9</i> | 5 | Espigado | <i>5.0-5.9</i> |
| 1 | Producción de hojas TP | <i>1.0-1.9</i> | 6 | Antesis | <i>6.0-6.9</i> |
| 2 | Producción de macollos | <i>2.0-2.9</i> | 7 | Estado lechoso del grano | <i>7.0-7.9</i> |
| 3 | Producción de nudos TP (encañado) | <i>3.0-3.9</i> | 8 | Estado pastoso del grano | <i>8.0-8.9</i> |
| 4 | Vaina engrosada | <i>4.0-4.9</i> | 9 | Madurez | <i>9.0-9.9</i> |

TP = tallo principal

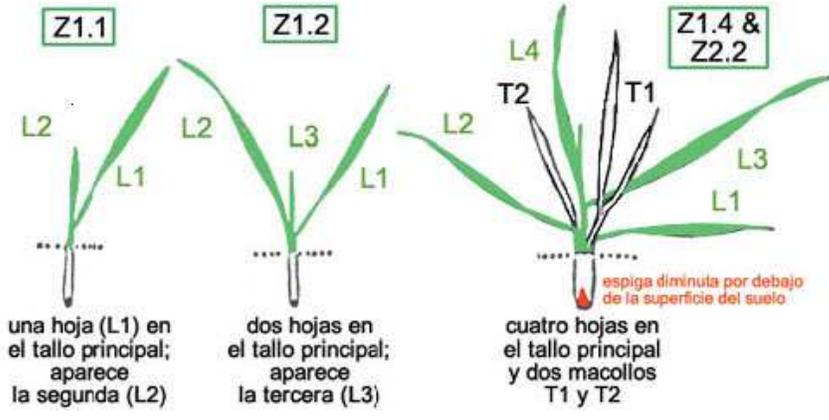
Según J.C. Zadoks, T.T. Chang y C.F.



Z0.5
radícula
emergida

Z0.7
coleoptilo
emergido

Z1.0
coleoptilo
llega a la
superficie



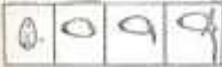


Fig. 10.1 Germinación



Fig. 10.2 Nectamiento



Fig. 10.3 a,b,c. Macollaje

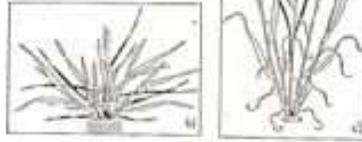
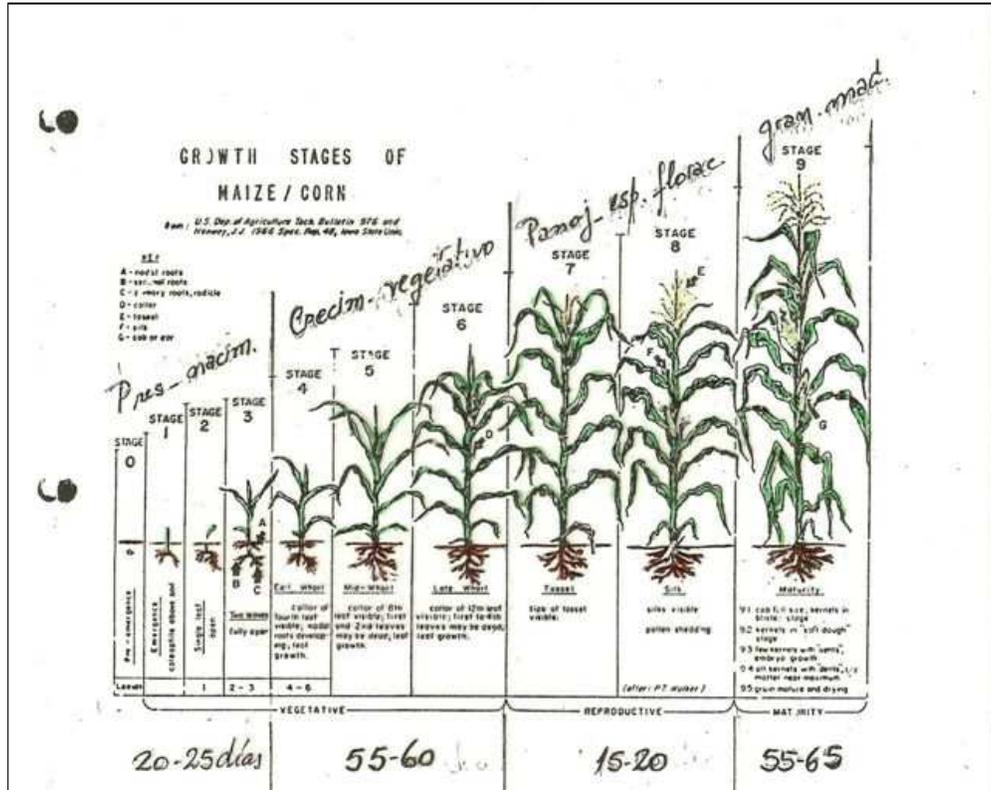


Fig. 10.4 Encabezón

d,e,f,g,h. Espigazón
 i. Floración
 Maduración



Fenología en maíz



Fenología en soja

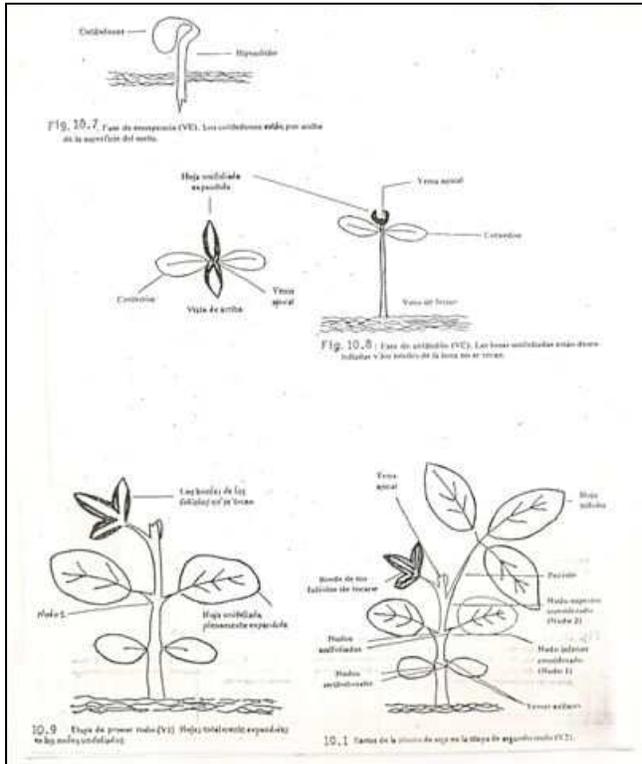


Fig. 10.1. Partes de la planta de soja en la etapa de 2º nudo (V 2)

Fig. 10.7. Fase de emergencia (VE). Los cotiledones están por arriba de la superficie del suelo.

Fig. 10.9. Etapa de primer nudo (V 1). Hojas totalmente expandidas en los nudos unifoliados.

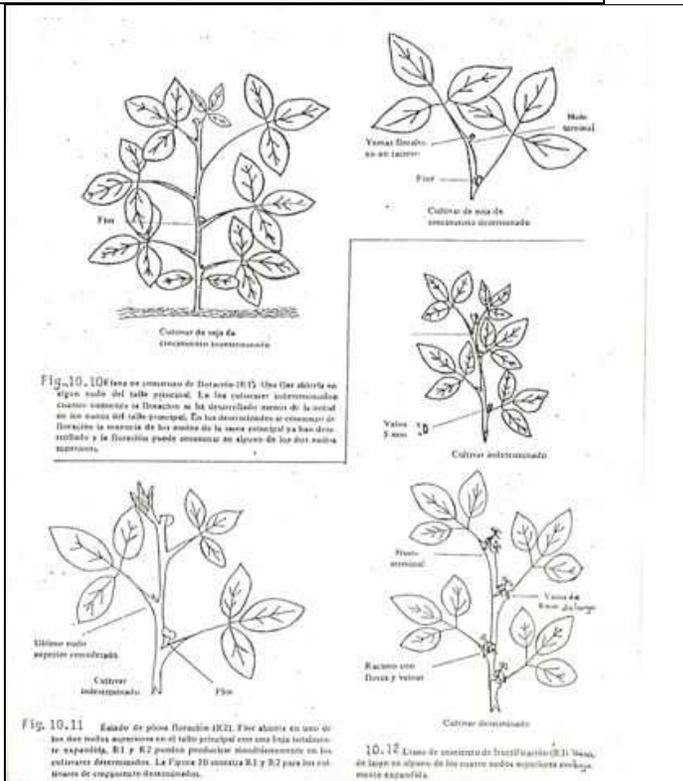


Fig. 10.10. Etapa de comienzo de floración (R 1): una flor abierta en algún nudo del tallo principal. En los cultivares indeterminados cuando comienza la floración se ha desarrollado menos de la mitad de los nudos del tallo principal. En los determinados, al comienzo de la floración, la mayoría de los nudos de la rama principal ya han desarrollado y la floración puede comenzar en alguno de los dos nudos superiores.

Fig. 10.11. Estado de plena floración (R 2). Flor abierta en uno de los dos nudos superiores en el tallo principal con una hoja totalmente expandida. R1 y R2 pueden producirse simultáneamente en los cultivares determinados. La Fig. 10 muestra R1 y R2 para los cultivares de crecimiento determinado.

Fig. 10.12. Etapa de comienzo de fructificación (R 3). Vaina de largo en alguno de los cuatro nudos superiores aunque nunca completamente expandida.

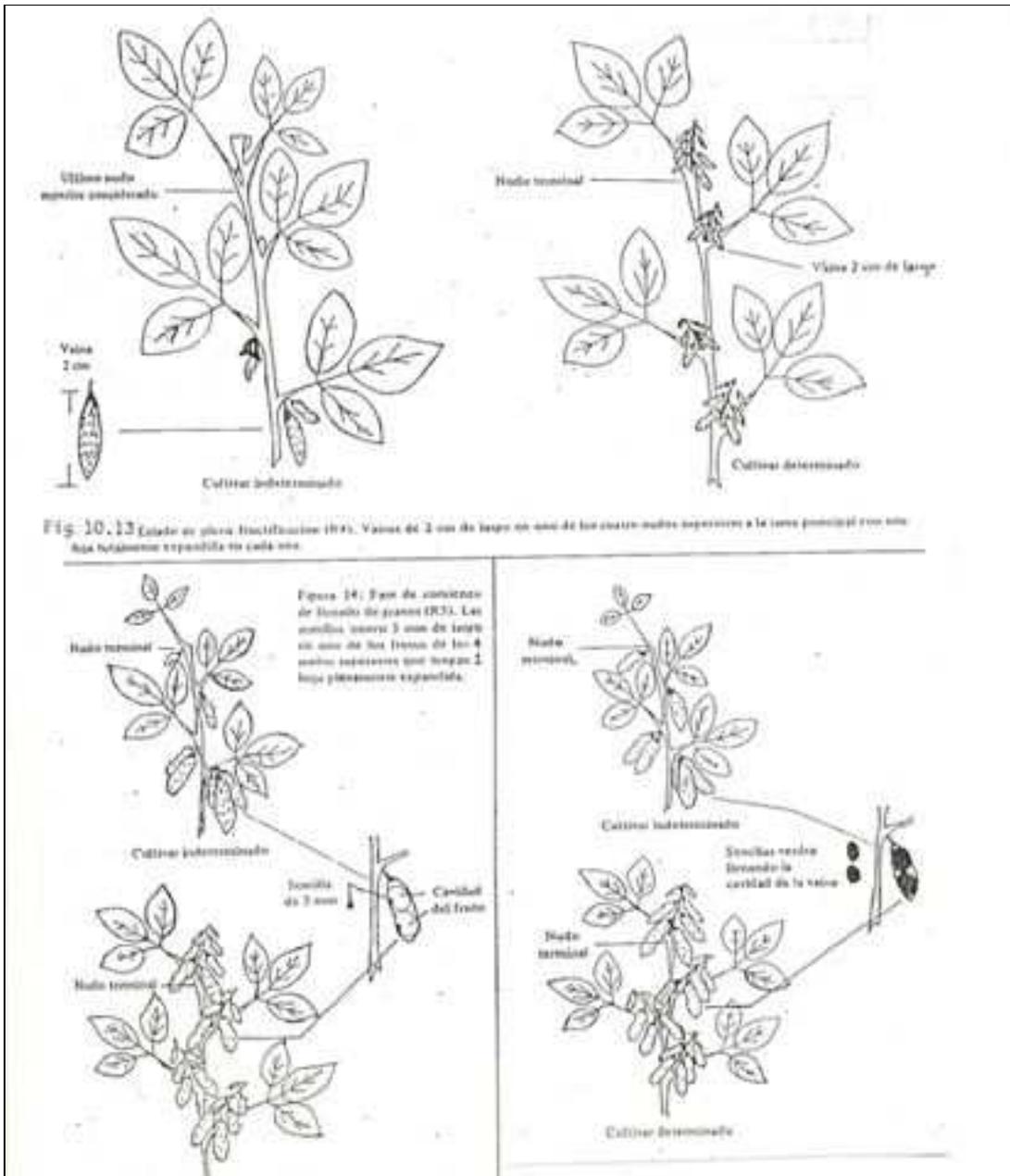
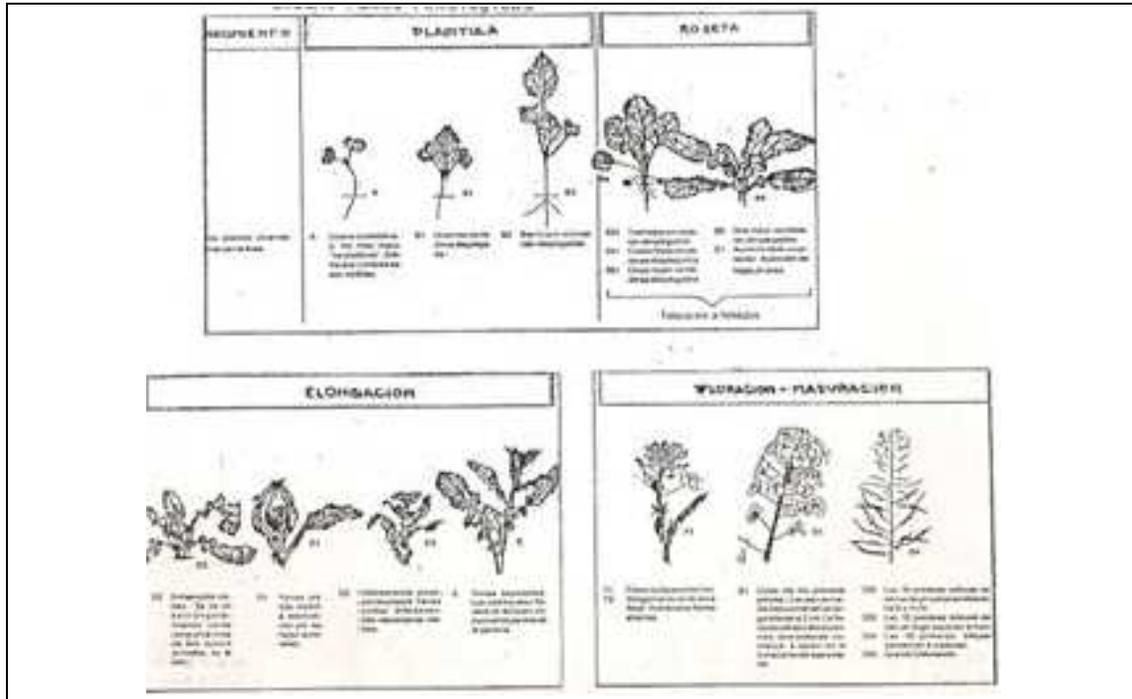


Fig. 10.13 Estado de plena fructificación (R4). Vainas de 2 cm de largo en uno de los cuatro nudos superiores a la rama principal con una hoja totalmente expandida en cada uno.

Fig. 10.13. Estado de plena fructificación (R 4). Vainas de 2 cm de largo en uno de los 4 nudos superiores a la rama principal con una hoja totalmente expandida en cada una.

Fig. 10.14. Fase de comienzo de llenado de granos (R 5). Las semillas tienen 3 mm de largo en uno de los frutos de los 4 nudos superiores que tengan 1 hoja expandida.

Fenología en colza



Nota

Esta Guía de Estudio se corresponde con contenidos de la Unidad temática C del Programa Analítico.

Bibliografía Unidad temática C

Pascale, A.J.; Damario, E.A. 2004. Fenología. En: Bioclimatología Agrícola y Agroclimatología. Pp. 37-53. Editorial Facultad Agronomía. Universidad de Buenos Aires.

Pascale, A.J.; Damario, E.A. 2011. XII. Fenología. En: Agrometeorología. Murphy, G.M.; Hurtado, R.H. (eds.). Editorial Facultad de Agronomía. UBA. Pp: 195-201.

Pascale, A.J.; Damario, E.A. 2011. XIII. Observación fenológica. En: Agrometeorología. Murphy, G.M.; Hurtado, R.H. (eds.). Editorial Facultad de Agronomía. UBA. Pp: 207-222.