

**Fenología Agrícola
Teoría**

Climatología y Fenología Agrícola

**Ing.Agr. Susana Martínez
Profesora Titular**

2017

F.C.A y F (UNLP)

FENOLOGIA

Comenzaremos ahora a estudiar la parte biológica de nuestra materia. Hasta el momento nos hemos ocupado de los factores y elementos meteorológicos en sus fundamentos teóricos, formas de expresión, registro, clasificación. De aquí en adelante, veremos la influencia de los mismos en el crecimiento y desarrollo de vegetales y animales.

La radiación solar atraviesa la atmósfera para llegar a la superficie de la Tierra, constituyendo la principal fuente de vida, pues de ella dependen todos los procesos en la atmósfera y en el suelo, estando unidas a tales procesos las manifestaciones vitales de las plantas y de los animales.

Representando los valores del balance calórico en el transcurso del año (cantidad de calor recibido del Sol menos las pérdidas consiguientes), se observa un máximo poco después del solsticio de verano y un mínimo poco después del solsticio de invierno. Con las alternativas de esta marcha anual periódica, estas, están relacionadas a las variaciones de la temperatura de la atmósfera y del suelo, la cantidad de precipitaciones, la velocidad y dirección de los vientos, etc., es decir, todos los fenómenos climáticos que configuran el denominado "clima solar" de un lugar.

La diferente distribución de tierras y mares y las irregularidades del relieve terrestre (montañas, planicies y valles), modifican este clima solar, influyendo sobre la vida de plantas y animales.

Como las particularidades del suelo y su formación misma en gran parte es función del clima, es evidente que la distribución geográfica de las plantas y su desarrollo, dependen tanto del suelo como de los factores meteorológicos, en última instancia depende del clima. Por otra parte, la vida de los animales depende de los vegetales que directa o indirectamente les sirven de alimentos, por cuya razón la distribución de los animales sobre la Tierra esta supeditada al carácter del clima del lugar. Entonces, el clima actúa directamente sobre los vegetales e indirectamente sobre los animales, puesto que éstos se alimentan de aquellos.

Una simple observación bastará para poner en evidencia la estrecha dependencia del proceso biológico con la marcha de tiempo en un lugar. Con el aumento de la temperatura que ocurre en primavera, se produce la brotación de la vegetación y vemos especies que florecen, maduran sus frutos en verano y pierden sus hojas en otoño. Si se consultan publicaciones antiguas referidas a especies cultivadas desde hace mucho tiempo, se comprobará que con algunas oscilaciones, los fenómenos se producen año tras año en las mismas épocas, debiendo atribuirse a las características intrínsecas de la especie o variedad y las condiciones ambientales. También en el reino animal hay ejemplos, con el cambio de piel de los animales, la migración de las aves, etc.

Como vemos, la periodicidad de los elementos climáticos (temperatura, precipitación, radiación, etc.) trae como consecuencia una periodicidad análoga en la vida orgánica y la ciencia que estudia estas dos periodicidades es

llamada, desde hace mas de un siglo, "fenología" o "fenomenología" denominación derivada de los vocablos griegos "phaenomenon" (fenómeno) y "logos" (conocimiento, estudio) y en consecuencia significa estudio o ciencia de los fenómenos periódicos de los seres vivos relacionados con la marcha anual de los elementos meteorológicos y es considerada como una rama de la Ecología

Los vegetales reaccionan ante los cambios del medio circundante, observándose la aparición o desaparición de órganos (brotes, flores, frutos, etc.), que es una respuesta frente a la acción de los elementos climáticos. Esto es evidente cuando se pasa del estudio del macroclima, (clima de extensas regiones), al de microclima, (clima de una pequeña región).

Esta aparición, transformación o desaparición de los órganos de las plantas, en fenología es denominada **FASE**.

Resulta bastante difícil formarse idea del clima de un lugar cualquiera por medio de la elaboración de gráficos y tablas referidas a lo fenómenos meteorológicos en sus valores medios. Por ello el estudio del comportamiento de las plantas, se completa con la relación de la respuesta de las mismas a las influencias del ambiente.

Teniendo en cuenta que estas reacciones derivan de un conjunto de condiciones meteorológicas y a su vez que entre el crecimiento y desarrollo de cada especie y el cumplimiento de las fases debe existir una exacta sucesión en las condiciones climáticas, se puede decir que las plantas en la fenología desempeñan un papel análogo al de los aparatos registradores en Meteorología.

Así resulta factible, en forma económica, aumentar la densidad de la red de estaciones meteorológicas, en cierto modo, mediante la observación de lo que ocurre en los vegetales. La fenología registra la fecha en que se producen las fases y su representación se realiza a través del trazado de una isolínea de igual modo que las isotermas, isobaras, isohietas, etc., en fenología estas isolíneas se denominan isófanas. A la fase de la floración se la denomina isoante, es decir que la isoante es la isófana de la floración

La anotación de la fecha en que se presenta una determinada fase es denominada Fenodata; al cabo de un período más o menos largo (varios años de observaciones) se puede calcular un promedio de estas fenodatas, es decir que se determina la fecha media en que se producen tal reacción. Así, para cada lugar de observación se calculan las fenodatas medias normales.

Comparando el comportamiento de los vegetales en distintos lugares mediante dichas fenodatas, es posible llegar a tener una idea cabal acerca del microclima del lugar. La fenología del clima de un lugar indica las características que lo distinguen de otros.

La fenología es una auxiliar eficaz en los estudios climáticos. Un cuadro climático es un gráfico donde hay números que indican la marcha de los

distintos elementos a través del año; nos presenta un panorama parcial, incompleto. Si nos pusiera de manifiesto el comportamiento de especies vegetales sería más explicativo.

Si decimos que en un lugar dado crece el cacao, y no hacemos referencia alguna respecto del clima, estamos diciendo indirectamente que el mismo es húmedo y allí no se registran temperaturas inferiores a 10°C; si hablamos de la existencia de manzanos sabemos que en su lugar de implantación los inviernos son muy fríos.

También el clima de épocas anteriores puede conocerse por medio de observaciones fenológicas. Podemos citar como ejemplo un estudio realizado en Japón acerca del clima invernal desde el siglo IX, hasta el presente, lógicamente, salvo en parte del siglo anterior, durante los anteriores no se tenían observaciones de temperatura pero en cambio se conocían las fechas en que se habían realizado fiestas que se organizaban anualmente en honor del emperador, coincidentes siempre con la floración del cerezo. Como esta especie no tiene exigencias durante el periodo invernal y en consecuencia florece al llegar la primavera (de modo que al atrasarse la primavera se atrasa la floración), se correlacionó la fiesta con los datos de floración y se comprobó que los inviernos durante los XI al XIV fueron los más fríos y largos (esto se pudo comprobar sobre la base del atraso o adelanto de las fechas de esas fiestas).

La delimitación de las estaciones del año desde el punto de vista astronómico es un concepto indeterminado; es ilógico e irreal dividir el año en estaciones de igual duración. Los seres vivos, con su comportamiento, dan la pauta de las distintas duraciones. Las estaciones comienzan el 21 del mes correspondientes, pero es esta una división puramente civil, pudiendo presentarse estaciones más largas o más cortas.

El cambio de una estación del año a la siguiente, casi nunca corresponde a estas fechas ni a los momentos de los solsticios o equinoccios. Es más adecuado señalar el paso de una estación a otra tomando como base algunos fenómenos de la naturaleza bien determinados y fáciles de observar.

En Europa es corriente esta división natural de las estaciones tomando en cuenta fenómenos meteorológicos y biológicos. Así, el invierno en Leningrado (Rusia) se extiende desde el congelamiento de las aguas del río Neva hasta la aparición de la corneja de pico blanco, un ave migratoria (*Trypanocorax frugileguz*), con un total de 111 días. Con estos síntomas se determina la estación invernal en Moscú, donde llega a durar 116 días. En cuanto a las restantes estaciones se determinan en la siguiente forma:

	<u>Leningrado</u>	<u>Moscú</u>
<u>Primavera:</u> desde la aparición de la corneja de pico blanco hasta la floración de la lila (<i>Syringa vulgaris</i>).	90 días	87
<u>Verano:</u> desde la floración de la lila hasta la caída general de las hojas.	95 días	74
<u>Otoño:</u> desde la caída general de las hojas hasta el congelamiento del río Neva.	69 días	88

En Alemania se llega inclusive a establecer subdivisiones dentro de cada estación. En Alemania Occidental:

- ❖ Floración de la campanilla blanca: síntomas de primavera.
- ❖ Comienzo de las tareas rurales: comienza de primavera.
- ❖ Nacimiento de la avena: primera primavera.
- ❖ Floración del manzano: plena primavera.
- ❖ Espigazón del centeno de invierno: comienzo del verano.
- ❖ Cosecha del centeno en invierno: pleno verano.

La posibilidad de establecer las características de las estaciones del año por medio de las observaciones fenológicas, permite disponer de un medio valioso cuando se encara el estudio del clima de un determinado lugar.

OTRAS APLICACIONES DE LA FENOLOGÍA:

Cuando se cultivan variedades autoestériles, es decir, que no pueden autofecundarse, se debe recurrir a otras variedades para que actúen de polinizadores, la fenología informa acerca de las fechas de floración de ambas variedades, las que deben coincidir a fin de que el polen pueda polinizar en el momento en que las flores estén receptivas.

El conocimiento de las fechas de floración en las distintas especies es también muy importante para el desenvolvimiento de la apicultura. Cuando se encara la explotación es preciso poseer conocimientos fenológicos de la flora melífera para determinar que flores van a estar a disposición de las abejas durante el año, estableciendo las épocas en que faltarán alimentos para las mismas o si por atrasos en la floración de buenas especies del lugar es conveniente dar alimentación invernal suplementaria o sembrar especies precoces de floración temprana.

CORRELACIONES FENOLÓGICAS:

Existe una correlación evidente entre un proceso fenológico y otro. Esto es muy importante pues con la finalización de un proceso fenológico se puede indicar la aparición de otro al cabo de cierto número de días, lo que resulta útil para el pronóstico acerca de la aparición de enfermedades y plagas que afectan a los cultivos.

Estas correlaciones son muy usadas en el Hemisferio Norte. En Francia, por ejemplo, la antracnosis ataca al sicomoro (plátano) 7 u 8 días antes que aparezca el mildew de la vid (ambas son enfermedades criptogámicas, es decir, debidas a la proliferación de hongos). Este conocimiento permite preparar los equipos para combatir el mildew con cierta anticipación. En Holanda la floración de falso castaño (*Aesculus hippocastanum*) se produce 10 días antes que la floración del peral y 14 días antes que la del manzano. En Alemania, 8 días después de producida la floración del diente de león (*Taraxacum officinalis*) se advierte la presencia del escarabajo de la papa.

ESTUDIOS BIOCLIMÁTICOS:

En los estudios bioclimáticos que tienen por finalidad analizar los procesos biológicos en relación con la marcha de los procesos climáticos, no se puede prescindir de las observaciones fenológicas, como método de trabajo.

La fenología determina objetivamente los momentos en que el organismo vegetal diferencia sus tejidos para expresar las modificaciones fisiológicas que se producen influenciadas por de múltiples factores, encontrándose los climáticos entre los principales. Por ello el estudio fenológico exhaustivo de una determinada especie permite, finalmente, su conocimiento bioclimático; estudio básico para toda racionalización de cultivos, determinación de zonas aptas, conocimiento de límites ecológicos, etc.

Este aporte de la fenología se efectuará a través de las tareas desarrolladas por una red extrema de puntos de observación (puntos de observación fenológica, equivalente a las estaciones meteorológicas para la climatología); de las observaciones registradas se extraen los valores medios que se vuelcan sobre mapas y permiten el trazado de las isófanas. Así se confeccionan las cartas de siembra, floración, cosecha, etc.

Para el establecimiento de una red fenológica que cumpla satisfactoriamente sus finalidades, hay que tomar en consideración ciertos factores. Debe establecerse un criterio sobre la base de los propósitos con que se van a realizar las observaciones. Las especies a observar deben ser elegidas en forma correcta; estas deben ser bien conocidas y de amplia difusión (se preferirá observaciones en trigo y maíz, por ejemplo, antes que en alpiste y mijo), que presentan fases vegetativas de fácil observación (el falso castaño-*Aesculus hippocastanum* – satisface esta condición, los eucaliptus no), deben responder a un interés económico o científico o a una observación fenológica particular; el período vegetativo, en relación con el resto de las plantas, debe cubrir todo el período vegetativo del lugar.

El grupo de plantas destinado a la observación puede estar integrado por especies anuales o perennes (frutales y forestales), autóctonas o exóticas, cultivadas o silvestres (que pueden ser hierbas, arbustos o árboles). Ahora bien, debe tenerse presente que es más fácil hacer un estudio fenológico en una planta perenne que en una anual.

Las fases a observar se determinan en un programa que puede incluir una lista detallada, según la especie de que se trate, pero que en general se ajustan a fases vegetativas (nacimiento, brotación, macollaje, foliación, amarilleo y caída de las hojas, etc.) y reproductivas (floración, espigazón, panojamiento, maduración, etc.).

Todo lugar donde se toman observaciones fenológicas es una estación fenológica, la red de observatorios fenológicos es siempre más numerosa que la de observatorios meteorológicos, ya que los primeros son más baratos al no requerir ningún tipo de instrumental; además, en estas las observaciones son simples, toman poco tiempo y no requieren ninguna capacitación previa, basta con que el encargado de la tarea conozca las especies y las fases a observar.

Resulta conveniente el emplazamiento de una estación fenológica cada 50 o 100 km² en terrenos llanos, debiéndose aumentar su número cuando el terreno presenta desniveles (regiones montañosas), pues una diferencia de 100 metros de altura puede representar una variación fenológica de 100 km o más de distancia horizontal. La cantidad de puntos de observación deberá ser la mayor posible, lo que dependerá del número de observadores.

Muchos países han desarrollado y mantienen redes de observación fenológica, dependiente en su mayor parte de los servicios meteorológicos.

Agricultores, ganaderos, forestadores, viveristas, floricultores, horticultores, etc. pueden contribuir como observadores fenológicos, informando sobre algunas o varias especies o cultivos comunes en su zona.

Los informes fenológicos pueden referirse a periodos que pueden abarcar un año o también 6 meses, una semana, etc. o ser de interés inmediato (los servicios de Inglaterra, Irlanda y Francia, tienen observadores que en cuanto notan la aparición de alguna plaga o enfermedad avisan por email a la oficina central, la que se encarga de avisar, a los agricultores para que tomen los recaudos del caso, contribuyendo la base de los servicios de alarma contra insectos y enfermedades criptogámicas).

Cada país tiene su propia lista de plantas a observar, pero se deben utilizar preferentemente plantas de amplia difusión, cosmopolitas, para poder seguir el comportamiento de ellas a través de distintos lugares, llegándose a tener estaciones fenológicas distribuidas en todos los países dispuestos a colaborar en observaciones fenológicas internacionales. Así se llegó al concepto actualmente concretado en el jardín y huerto fenológico internacional.

Este huerto fenológico internacional, creado por Schnelle, tiene por finalidad la comparación de los datos fenológicos obtenidos en distintos países, mediante

la utilización del mismo material de observación dispuesto en diferentes lugares. Estas observaciones sirven como puntos de triangulación a cuyos valores fenológicos son referidos los de otras especies observadas localmente y por medio de ellos a las de los otros países.

Las plantas de este huerto fenológico internacional han sido elegidas considerando que no deben ser anuales para evitar la influencia de las diferentes épocas de siembra; también se ha evitado la influencia de la herencia en cada individuo a observar al utilizar estacas provenientes todas de una misma planta para formar la colección.

La distribución de las especies integrantes del huerto esta a cargo de un instituto con sede en Alemania, el cual envía las plantas a todos los jardines que se establecen y que procede a su reposición si por cualquier circunstancia mueren. El huerto debe constituirse con tres ejemplares como mínimo va ubicado en jardines botánicos, institutos de silvicultura, estaciones experimentales, etc., lugares donde se puedan observar convenientemente, pero siempre cerca de alguna estación meteorológica.

RECEPCIÓN Y CÓMPUTO DE LOS DATOS:

Una determinada fase de una misma especie se produce en fechas distintas bajo los diversos climas. Si se promedian por ejemplo las fechas de comienzo de brotación de la vid en cada localidad donde se le cultive, se comprueba que estas fechas medias, varían según las regiones. Al recibir estos registros, el Servicio de Fenología comienza a depurarlos sobre la base del conocimiento de la especie, ya que no todos los valores son correctos, no computándose entonces los valores que difieren mucho en comparación con los datos enviados por otros observadores. Al observador que comete errores se le hace conocer tal circunstancia y se le asesora para que no vuelva a incurrir en ellos en el caso de que persista en lo mismo es reemplazado de inmediato por otra persona.

Una vez, depurados los datos, se procede a computarlos haciéndoles el promedio de los valores obtenidos en el año en una determinada zona. Cuando se dispone de una serie de observaciones correspondientes a varios años, se puede hacer un promedio fenológico general. Aquí es preciso señalar que si bien para la obtención de un valor medio meteorológico, denominado normal, es preciso disponer de datos correspondientes a 30 años de observaciones según lo acordado en convención internacional, para tener un valor medio en fenología basta con 5 años para logra un valor aceptable y con 10 años se puede considerar que el mismo es real o normal; eso se debe a que el vegetal no reacciona ante un solo fenómeno meteorológico sino ante todo un complejo ambiental que tiene menores variaciones que un elemento en particular.

Para efectuar un promedio fenológico, siendo muy difícil hacerlo con las fechas directamente, se enumeran correlativamente los días del año, correspondiendo el número 1 al 1º de Enero y el 365 al 31 de diciembre, esta nomenclatura se denomina **día Juliano**

Reemplazando cada fecha con el número ordinal que corresponde a dicho día se pueden utilizar métodos estadísticos para hallar la fecha media, la desviación típica, etc. obtenido el valor buscado se lo vuelve a expresar en una fecha.

Ejemplo:

<u>Año</u>	<u>Fecha</u>	<u>Día</u>
2010	17/9	260
2011	20/9	263
2012	13/9	257
2013	15/9	258
2014	25/9	268
2015	30/9	273
2016	9/9	253
		1832

Fecha media = $X = 1832 / 7 = 261,7 = 262$ día 19/9

Con estos valores medios y con los datos de cada año se confeccionaban los Boletines Fenológicos. En ellos se consigna la nomina de especies observadas y las fechas correspondientes a sus distintas fases y se construyen representaciones gráficas para destacar el adelanto o atraso de las mismas durante el año considerado en relación con el valor medio obtenido a través de varios años de observación. Así, en forma inmediata se advierte que los valores fenológicos medios unen puntos poco dispersos, es decir, dan una línea más bien suavizada, en tanto que los valores medios anuales presentan variaciones tanto más pronunciadas cuanto más irregular haya sido el año de observación.

Todas las fases sufren atrasos y adelantos en relación con el valor promedio de varios años. Es muy raro que la fecha media anual de una fase coincida con la fecha media de gran número de años.

Todo valor anual que se aparte del valor medio correspondiente a esa fase, constituye una anomalía fenológica, que puede ser positiva cuando se trata de un adelanto de la fase o negativa cuando se atrasa. Volcando sobre mapas estas anomalías se puede trazar isófonas, las denominadas isófonas anomalías: las superficies abarcadas por anomalías positivas configuran una Expresión y las abarcadas por las negativas una Depresión.

En el Boletín Fenológico que se editaba en nuestro país se incluía además los registros correspondientes a las temperaturas máximas, mínima y media pentadías (promedio de 5 días de observaciones), heliofanía, precipitación, humedad relativa, vientos, etc., puesto que los mismos inciden en cada subperíodo de cada fase. Esto facilita la interpretación del proceso fenológico de ese año al vincularlo con la marcha del proceso meteorológico.

De igual modo puede deducirse cuál ha sido la situación meteorológica predominante e acuerdo con el comportamiento fenológico durante ese año.

Ya hemos hablado con anterioridad del trazado de isolíneas con las fechas correspondientes a los valores fenológicos, denominadas isófanas. Tomemos como ejemplo un cultivo, trigo, del cual se desean trazar las isolíneas de una de sus fases; en un mapa de la República argentina con subdivisiones por latitud y longitud, en el centro de cada grado geográfico se anota la fecha media de esa fase para ese grado (se promedian los datos enviados por todos los observadores ubicados dentro de esos límites). Luego, por interpolación, se trazan las líneas que unen puntos geográficos donde cada fase se produce en el mismo día. Por convención se ha establecido que las isófanas deben trazarse cada 10 días, en fechas fijas correspondientes a los días 1º, 11, 12 de cada mes. Así se habrá confeccionado una carta fenológica.

La utilidad de las cartas fenológicas se aprecia cuando se encara la implantación de un cultivo sobre la base de la experiencia local, cuando se deben efectuar pulverizaciones con productos químicos, cuya concentración dependerá del estado fenológico en que se encuentra el vegetal (mayor concentración en invierno que en verano; en general); también es útil para conocer la fecha en que se realizara la cosecha, a fin de ordenar convenientemente los trabajos para disponer de la mano de obra y maquinaria necesaria, etc. También ayuda al apicultor en el conocimiento de la flora melífera de la región. En medicina para el conocimiento de la época de floración de especies alergógenas, etc.

Estas cartas pueden trazarse como se ha visto, sobre la base de los datos enviados por los observadores, pero también puede acudir a la realización de encuestas, que constituye un método rápido aunque no tan seguro en sus resultados. Se envían cuestionarios a los agricultores de la región de cultivo de la especie a estudiar, interrogándolos acerca de la fecha más común de siembra, nacimiento, cosecha, etc.

Este procedimiento requiere una depuración cuidadosa de las respuestas dadas su gran variabilidad. De este modo, con datos de un solo año se pueden llegar a confeccionar los mapas fenológicos de un cultivo en una región dada; esta tarea debe ser complementada con entrevistas personales a los agricultores y estaciones experimentales y la búsqueda de cualquier publicación que consigne algún dato fenológico aplicable al trazado de las isolíneas.

En ocasiones se dispone de datos fenológicos medios de una región: a partir de ellos pueden deducirse los de regiones sin observaciones mediante la aplicación de la ley de Hopkins, que dice: "En la zona templada del Hemisferio Norte, las fases sufren un atraso en primavera, de 4 días por cada grado de latitud que se avanza hacia el norte, por cada 5 de longitud hacia el este y cada 100-120 metros de altura". En verdad, esta ley tiene aplicación en el Hemisferio Norte, donde existe regularidad en los procesos meteorológicos y fenológicos; en el hemisferio Sur solo da resultados aproximados.

INTERCEPCIÓN FENOLÓGICA:

Cuando la sucesión de los fenómenos periódicos de los seres vivos sufre una alteración, estamos frente a una intercepción fenológica.

Lo normal es que una determinada fase se produzca antes que otra; entre los frutales hay especies que inician la brotación de las hojas antes de florecer, en tanto que en otras ocurre a la inversa; florecen antes de brotar. Si en un año dado se altera esa secuencia, es decir, si en la especie en la cual la brotación es anterior a la floración se produce primero ésta y luego aquella, se tratará de una intercepción fenológica en una misma especie.

Otro ejemplo. Normalmente el peral florece unos pocos días antes que el manzano; si no fuera así, si el manzano floreciera antes que el peral, habría intercepción entre especies.

Lo normal es que en Buenos Aires el almendro florezca antes que el duraznero y este antes que el manzano. Si en Tucumán se invirtiera este orden y por ejemplo floreciera el duraznero antes que el almendro, sería un caso de intercepción entre lugares geográficos.

Estos hechos asumen importancia para deducir las exigencias bioclimáticas de los cultivos.

El fenólogo Smirnov cita un caso de intercepción fenológica muy interesante con dos especies arbustivas, el serbal (*Sorbus aucuparia*) y la lila (*Syringa vulgaris*). En el norte de Portugal la lila florece de 35 a 40 días antes que el serbal. En cambio, en el Norte de Italia, la lila florece solo 5 días antes que el serbal. Esta diferencia fenológica se nivela en el centro de Alemania y en el norte de este país el serbal florece 10 días antes que la lila. Hasta no conocerse las exigencias de los distintos vegetales no fue posible interpretar esta anomalía en la floración de las dos especies.

Luego se supo que las dos especies tienen distintas necesidades para florecer. El serbal exige una cantidad de frío durante el invierno, que no lo encuentra en el norte de Portugal ni en el norte de Italia, pero sí en el norte de Alemania y por eso allí florece antes.

La lila es una especie que no exige frío, y reacciona solamente a temperaturas favorables para el crecimiento, es por eso común, en nuestro país, ver la lila en floración en cualquier época del año.

Entonces, en el norte de Portugal tiene condiciones térmicas favorables y florece antes que el serbal; estas condiciones favorables se van perdiendo a medida que nos dirigimos hacia el norte de Europa, donde el clima es más frío.

LOS FENÓMENOS PERIÓDICOS EN PLANTAS Y ANIMALES. DIFERENCIA ENTRE CRECIMIENTO Y DESARROLLO.

Durante su ciclo evolutivo, a partir del nacimiento hasta su muerte en las plantas anuales o desde la brotación hasta la maduración del fruto o semilla en las perennes, el vegetal sufre continuas transformaciones de volumen, peso, forma y estructura y por consiguiente sus exigencias respecto de los elementos meteorológicos serán distintas según el momento del ciclo en que se encuentra. Estas modificaciones no son graduales ni constantes, por lo que hay momentos denominados Fases del Crecimiento y Fases del Desarrollo.

El crecimiento de la planta, como el de cualquier otro organismo, no es sino un incremento irreversible de tamaño, generalmente unido, aunque no de un modo necesario, a un incremento del peso sólido o seco y del volumen. El desarrollo lo constituyen los cambios en la forma, así como el grado de diferenciación y el estado de complejidad alcanzados por el organismo. Resulta, pues, que el crecimiento es, en términos generales, un proceso cuantitativo relacionado con el aumento en masa del organismo, mientras que el desarrollo es cualitativo y se refiere a los cambios experimentados por la planta.

Durante el crecimiento de los vegetales adquieren fundamental importancia la temperatura y el agua. A partir de ciertos límites (cero vital de crecimiento) cada aumento de temperatura determina un aumento creciente de la masa vegetativa hasta un máximo de actividad que se consigue con la temperatura óptima; los elementos de balance hidrológico que posibilitan el conocimiento de las deficiencias, el agua útil y los excesos, pueden marcar en lo referente al agua, los límites de crecimiento y condiciones más favorables para un determinado cultivo.

En el desarrollo influyen la temperatura considerada como acumulación de calor (acción positiva) o de bajas temperaturas (acción negativa) y la duración del día.

Lógicamente la acción de los elementos bioclimáticos, tanto para el crecimiento como para el desarrollo, no se cumple independientemente sino integrando el complejo ambiental en combinaciones distintas sobre cada momento del ciclo evolutivo de una especie.

El estudio experimental de los vegetales ha demostrado que un fenómeno meteorológico útil cuando actúa sobre una planta en determinado momento, puede ser completamente perjudicial si se produce fuera de esa oportunidad. Por ejemplo las lluvias abundantes son sumamente beneficiosas para el trigo cuando esta en la fase de espigazón; en cambio, son muy perjudiciales cuando el trigo está en maduración (proliferación de parásitos criptogámicos, dificultades para realizar la cosecha, etc.)

Es pues evidente, que las exigencias meteorológicas del vegetal varían en forma notable según el momento de su evolución, por lo que se hace imprescindible dividir su vida en varias etapas o subperíodos.

Las fases, según ya vimos, sirven para dividir el período vegetativo en subperíodos. Las fases pueden ser visibles o invisibles y por lo mismo inapreciables. Son fases visibles el nacimiento, la brotación, la fructificación, etc., e invisibles las fases en que se alcanza el peso máximo de los frutos en el almendro, la maduración de los frutos de la sandía (no hay manifestación en el aspecto exterior), etc.

Las fases suelen presentarse con distinto vigor, por lo que se habla entonces de Energía de Fase, que constituye la fuerza con que se produce la aparición de los nuevos órganos. Esta energía de fase puede valorarse por el número de días que tardan en aparecer desde el primero hasta el último órgano de la fase.

Las primeras observaciones de la energía de fase fueron efectuadas por Ledesma en 1945, en un trabajo sobre la influencia de las temperaturas invernales en la floración del duraznero. Llegó a comprobar que la floración de este frutal no dependía tanto de las temperaturas adecuadas de primavera, como de las invernales que soporto. Aunque la primera tenga condiciones adecuadas, la floración puede tener poca energía si en el invierno precedente no tuvo las "horas de frío" necesarias. En ese caso, se produce un retraso en la aparición de las fases y el proceso total en vez de prolongarse 15 a 20 días desde la aparición de las primeras flores hasta la aparición de las últimas, tarda 30 a 40. Esto puede generalizarse para todos los frutales de hojas caducas (almendro, cerezo, ciruelos, peral, manzano).

La energía de fase indica, en definitiva, si la especie ha satisfecho o no sus exigencias respecto de determinados elementos meteorológicos.

FASES FENOLÓGICAS DE ALGUNOS CULTIVOS AGRÍCOLAS.

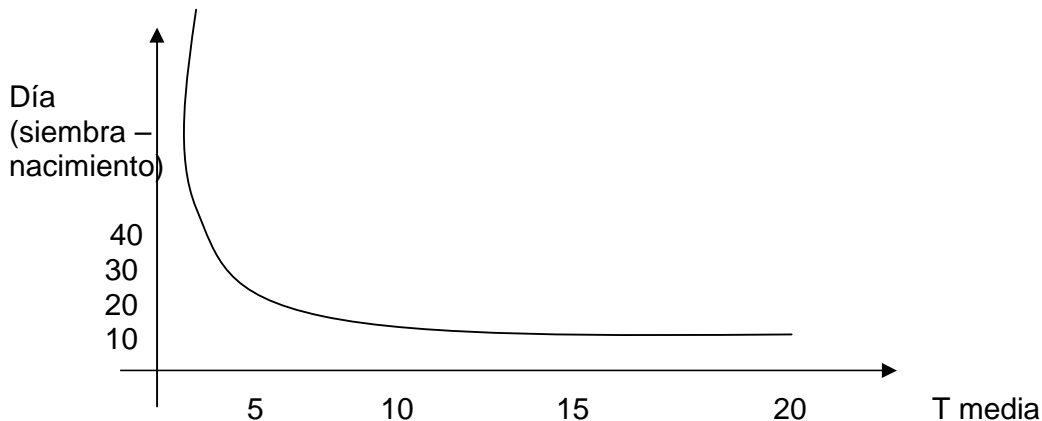
Trigo

Las fases que se observan en el trigo son las mismas que se consideran en los demás cereales invernales (cebada, centeno). El ciclo comienza con **la siembra**; la primera fase posterior es **el Nacimiento**, es decir, la aparición de la plántula (primeras hojas no verdaderas) sobre la superficie del suelo. Por la dificultad que presenta su apreciación no se toma en cuenta la germinación, fase oculta, ocurrida bajo la superficie del suelo, si bien puede haberse producido sin que las plantas hayan emergido del suelo, por ejemplo, en el caso de siembras profundas.

El nacimiento comienza al cabo de un número de días que varía según la temperatura y la humedad, con una temperatura media de alrededor de 4°C tarda unos 60 días en ocurrir, mientras que con 30°C se produce a los 4 días en siembras hechas a la profundidad normal. En el gráfico siguiente, debido a Geslin (1944) se pone de manifiesto la influencia de la temperatura media en el nacimiento del trigo.

En el gráfico $x \cdot y = k$ (constante), representándose en x las temperaturas medias y en y el número de días que media entre la siembra y el comienzo del

nacimiento; el producto de ambos factores es constante. Por lo tanto, la curva es una hipérbola equilátera. Los casos aislados y alejados de la curva corresponden a épocas de sequía ya que cuando la humedad del suelo es insuficiente, a pesar de contarse con temperaturas adecuadas (20°C por ejemplo), el nacimiento se demora.



Macollaje es la segunda fase, es el momento en que las yemas laterales axilares que tienen las hojas se transforman en macollos (brotes axilares que luego alcanzan un desarrollo similar al del resto de la planta). El primer macollo se puede desarrollar a partir de la yema del coleóptile, aunque no es lo normal, pues el primer macollo efectivo proviene de la yema axilar de la segunda hoja preformada en el embrión. Se ha establecido la conveniencia de anotar la fecha en que se produce en la plántula la aparición de la cuarta hojita, por ser esta bien visible y casi coincidente con el macollaje (si la siembra es demasiado profunda, no llegan a emerger la segunda y tercera hoja, pero sí la cuarta).

Con temperaturas medias de 17 a 18°C el macollaje comienza más o menos a los 21 días de producido el nacimiento. Con temperaturas más elevadas no se inicia antes sino que se produce un alargamiento de las hojas existentes en la planta. La duración de esta fase, es decir, el lapso que va desde que comienza hasta que finaliza, depende de la variedad considerada y de la temperatura; con temperaturas medias de 8°C, la duración es de 55 días, con 12°C 51 días y con 15 °C, 24 días, según determinaciones realizadas por Azzi.

Cuando las temperaturas son muy bajas, durante el invierno, se detiene el crecimiento, el que continúa en primavera, con temperaturas más favorables. En nuestro país, por más temprano que sea la siembra, no se produce esta interrupción en el trigo, salvo en pocos días con niveles térmicos muy bajos. En cambio, sí se produce en el Hemisferio Norte.

El número de macollos es variable, de acuerdo con la variedad. El mínimo es 1, obteniéndose en condiciones muy adversas. Lo normal es que en las variedades de primavera sea de 3 a 4. En condiciones ideales puede llegar a 5 o 6. En las variedades invernales el mínimo es 5, puede no llegar a 8, 10, 20, 30 y aun 40, en condiciones muy favorables (en circunstancias excepcionales se han registrado números muy elevados). Esta cantidad depende de la fecha de siembra o sea, del tiempo que lleva a la planta en el campo; a igualdad de

variedad, la planta sembrada antes tiene mayor número de macollos; este es un concepto aplicable a cualquier otra especie, las variedades precoces, es decir, las que permanecen menos tiempo en el suelo, siempre tendrán menor desarrollo, menor productividad.

Encañazón: reviste importancia fundamental ya que marca el límite entre el crecimiento y el desarrollo. En los macollos comienzan a desarrollarse las cañas, que posteriormente en su extremo alojaran a la espiga. Esta fase se determina apreciando la aparición del primordio floral, una espiguilla hialina que se encuentra en la parte superior de la caña, encima del último nudo, siempre que el macollo sea fértil y no está atrofiado. El primordio en ese momento tiene una apariencia semejante a la del esqueleto de un pequeño pescado. Antes de comenzar a alargarse, la caña se encuentra como un telescopio cerrado, separándose luego los nudos por crecimiento intercalar. El primordio floral no es apreciable a simple vista; para notar su presencia hay que cortar a nivel del suelo un macollo y luego con un instrumento cortante se lo abre en dos mitades por su base y se observa si está o no presente; se anota la fecha en que el mismo tiene aproximadamente un milímetro de longitud.

La presencia del primordio floral indica que la planta ha satisfecho sus necesidades anteriores inherentes al crecimiento y comenzará a expresar su desarrollo (en el campo se considera encañazón el estado que presenta el trigo cuando se esta levantando en primavera hasta entonces el trigo tiene hábitos rastreros).

La aparición del primordio floral es variable. En las variedades primaverales, precoces, de pocas exigencias en cuanto a temperaturas y luz, comienza temprano; producido el macollaje, los primeros macollos se alargan y diferencian el primordio floral. Sembrando variedades de distintas exigencias, algunas están ya espigando cuando otras no han diferenciado todavía su primordio floral, pero estas últimas macollan más, manteniéndose las matas de trigo al estado de pasto.

Las variedades sembradas tardíamente, si son exigentes en frío, no encañan y se mantienen al estado de pasto, siendo favorables las condiciones de humedad durante el verano, y si la longitud del día no es limitante para dichas variedades, macollan continuamente y recién al segundo año encañan y producen espigas.

Con el sucesivo alargamiento de la caña se va formando la espiga, hasta que esta termina por hacerse visible, lo que determina otra fase.

Espigazón: de importancia económica, puesto que el rendimiento del cultivo dependerá de las condiciones climáticas, de si éstas son o no favorables para esta fase. La espigazón es consecuencia de la acción combinada de la temperatura y la duración del día; si la planta no dispone de temperaturas bajas y luminosidad adecuada para la expresión de la fase, no espiga; puede producirse la encañazón y la diferenciación del primordio floral, pero sin espigazón.

La humedad del suelo no tiene importancia en la aparición de la espiga sino en el rendimiento. Si el trigo ha crecido poco por no tener humedad adecuada, pero dispone de condiciones favorables de luz y temperatura, espigará cualquiera sea su altura; menciona Pascale que en Guatraché en 1947, año muy seco, se produjo la espigazón en plantas que solo habían alcanzado 20 a 25 cm de altura, si bien las espigas eran pequeñas y tenían pocos granos.

Debe observarse el comienzo, la plenitud y el fin de la fase; en el comienzo las espigas se desenvainan de la última hoja que las envuelve y emergen sobre las plantas. Luego de producida la espigazón casi simultánea o a los pocos días como máxima a la semana, se produce la:

Floración: las espiguillas se abren dejando paso a los estambres y anteras; la fecundación se produce con anterioridad a este hecho, por lo que es una fase oculta que no se toma en consideración. Si la espigazón se presenta con poca energía, la floración se produce de 4 a 5 días desde el comienzo hasta el fin, en forma casi simultánea se verifica la salida de las anteras, lo que considera como floración. En esta fase se anotan las fechas de comienzo y fin.

A partir de este momento empieza a aumentar de peso y volumen el grano hasta llegar a la:

Maduración: comienzo de su desarrollo el grano es muy blando y contiene mucho agua en proporción variable respecto de la masa seca, constituyendo una masa líquida de coloración verdosa que habrá llegado a la llamada

Maduración Lechosa, subfase que se determina cuando apretando los granos hasta romperlos se libera dicho líquido blancuzco y se anota la fecha en que comienza. Esta subfase coincide con el comienzo del cambio de color de la planta (amarillo) dato muy importante pues desde ese momento la planta no necesita más agua y, por el contrario, más aumento en cantidad de agua contenida en el suelo es contraproducente.

Más tarde se alcanza la **Maduración Cérea**, estado en que los granos pueden ser moldeados como si fueran de cera. Por último se alcanza la **Maduración Córnea**, en la cual los granos han perdido agua alcanzando su dureza máxima y pueden partirse con las uñas; también se aprecia el comienzo de esta subfase, luego de un breve período de sazónamiento se llega a la cosecha, fase con la que se cierra el ciclo.

La fase de la maduración es muy importante. Cualquier condición climática adversa sobre el trigo en este estado, determina una disminución en el rendimiento proporcional al daño causado. Lo mismo ocurre en el caso de ataques llevados a cabo por parásitos tanto de origen animal como vegetal. Vientos fuertes acompañados por temperaturas del aire de 28 – 30 °C producen el vaneo de los granos, desecación rápida de los tejidos, causando daños variables según el estado de maduración, si el viento cálido y fuerte se produce en el momento de la maduración verde o lechosa, fácilmente se llega a una pérdida total de la cosecha; si ocurre en el momento que se encuentra en la maduración cérica, aumenta la velocidad de maduración, disminuyendo el

peso hectolítico, pero se salva parte del grano. En el momento de la maduración córnea o dura, prácticamente no causa daño.

En resumen, las fases a observar en los cereales invernales son las siguientes:

1. Siembra
2. Nacimiento
3. Macollaje
4. Encañazón (comienzo)
5. Espigazón (comienzo, plenitud, fin)
6. Floración (comienzo, fin)
7. Maduración (comienzo de maduración lechosa cérea y córnea)
8. Cosecha

Los subperíodos respectivos son:

- (a) Siembra – macollaje
- (b) Macollaje-encañamiento
- (c) Encañamiento – espigazón
- (d) Espigazón – maduración

No se indica como subperíodo el lapso que va desde la espigazón a la floración por ser demasiado breve.

Algodón:

- Siembra
- Nacimiento
- Floración
- Dehiscencia de la primera cápsula (maduración del fruto)
- Primera cosecha
- Última cosecha

En cuanto a los requerimientos de humedad el subperíodo más sensible a la falta de agua es el que va desde la floración hasta la dehiscencia de la primera cápsula.

Papa:

- Plantación.

Nacimiento:

Al no sembrarse una semilla, pues lo que se coloca bajo el suelo es un tubérculo, la brotación está expuesta a reacciones más diversas, que ocasiona la posterior heterogeneidad en el nacimiento; las yemas de los tubérculos poseen un diferente desarrollo inicial.

Emparejamiento:

Cuando las plantas alcanzan una altura de 10 cm en todo el cultivo o ensayo; esta es una observación fenológica de relativa importancia puesto que las yemas de los tubérculos no tienen todos los mismos vigos y muchas veces a pesar del cuidado que se pone, no todos los tubérculos se plantan a la misma profundidad.

- Tubерización: fase oculta que se alcanza cuando los tubérculos tienen el tamaño de una arveja.
- Floración: se produce el comienzo unos 4 a 10 días después de la fase anterior. Se observa comienzo, plenitud y fin de floración.

(Tuberización, floración: subperíodos críticos para el agua)

- Cambio de color de las hojas
- Cosecha

Soja:

Al igual que el maíz es una planta de ciclo estival. Para iniciar el crecimiento requiere temperaturas mínimas que van de 14 a 15 °C de media normal para que pueda realizarse la siembra de primavera.

- Siembra
- Nacimiento
- Floración (comienzo, fin)
- Fructificación: se aprecia comienzo, plenitud y fin; el comienzo se considera cuando las primaveras legumbres alcanzan el tamaño de un centímetro aproximadamente.
 - Cambio de color de las hojas (amarilleo)
 - Caída de las hojas
 - Cosecha

OBSERVACIONES FENOLÓGICAS

Las observaciones fenológicas pueden realizarse de distintas formas según las finalidades. En principio se admiten distintas formas de observación según se trata.

1. De cultivos anuales con observación condicionada a la fecha de siembra.
2. De cultivos perennes, más independientes de toda práctica cultural.

Las observaciones pueden ser parciales como por ejemplo la observación del comienzo de la floración, de una determinada cantidad de especies y el comienzo de la caída de las hojas marca el comienzo del período de descanso.

Otras observaciones tienen por objeto marcar los lapsos entre fases como por ejemplo el subperíodo desde el encañamiento del trigo hasta la maduración lechosa del grano (que es un período con exigencia en agua).

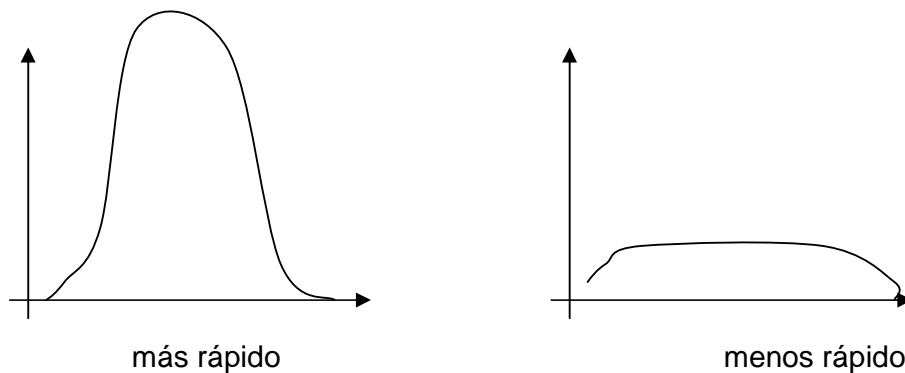
Pero pueden ser además observaciones de carácter completo. Pero también de cada fase puede observarse un momento de la fase, comienzo o bien plenitud y fin, etc.

La aparición de los órganos correspondientes a una fase, sigue un ritmo que puede asimismo usarse a una curva como esta:



Este proceso rige para todas las fases y casi todas las especies, tiene una curva acampanada. Es decir, órganos diarios que entran en fase en función de la fecha. Llega a un máximo y luego decrece, es casi una curva gaussiana.

En especies donde se cumple más o menos rápido dan sistemas curvos como:



En el segundo caso la aparición de órganos en fase es casi constante.

Es importante para la curva determinar el comienzo, plenitud y fin de las fases para poder comparar distintas observaciones y aquí corresponde hacer una división para cada tipo de cultivo.

En cultivos anuales deben observarse con distinto criterio según sean de siembras densas (trigo, lino), de siembras ralas o en línea (maíz, girasol), donde es posible contar las plantas.

Para los cultivos densos el criterio de comienzo de la fase queda determinado por la aparición de los órganos en el cultivo, que se sucede con otros sin interrupción y con aumento.