

**COMISIÓN ECONÓMICA PARA EUROPA DE NACIONES UNIDAS  
CONVENIO MARCO DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA TRANSFRONTERIZA**

**PROGRAMA INTERNACIONAL DE COOPERACIÓN PARA EL SEGUIMIENTO  
Y LA EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LOS BOSQUES**

# **MANUAL RED CE DE NIVEL II**

**RED DE PARCELAS PERMANENTES PARA EL SEGUIMIENTO INTENSIVO Y  
CONTINUO DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES.**

**MÉTODOS Y CRITERIOS PARA HOMOGENEIZAR LA EVALUACIÓN, TOMA DE MUESTRAS, SEGUIMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS  
EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA Y OTROS FACTORES DE DECAIMIENTO SOBRE LOS BOSQUES.**

## **PARTE VIII**

# **ESTUDIO DE LOS PROCESOS FENOLÓGICOS**



**Servicio de Sanidad Forestal  
y Equilibrios Biológicos (SSF)**

## INDICE

1	Introducción.....	1
2	Observación y registro a nivel parcela (Extensiva).....	2
2.1	Observaciones.....	2
2.2	Evaluación.....	2
3	Observación a nivel del árbol (Intensiva).....	3
3.1	Objetivos.....	3
3.2	Criterios para la selección de árboles.....	4
3.3	Observación de las copas.....	5
3.4	Frecuencia de las observaciones.....	5
3.5	Método de evaluación.....	5
3.5.1	Aparición de hojas/acículas.....	6
3.5.2	Crecimiento secundario.....	6
3.5.3	Floración.....	6
3.5.4	Fructificación.....	6
3.5.5	Decoloración.....	6
3.5.6	Caída de hojas/acículas.....	7
3.5.7	Número de metidas.....	7
3.5.8	Renuevos.....	7
3.6	Aparición de daños.....	7
3.6.1	Tipo de daño.....	7
3.6.2	Extensión del daño en la copa.....	7
3.6.3	Intensidad de los daños.....	7
4	Técnicas de apoyo en la observación.....	10
4.1	Objetivos.....	10
4.2	Recogedores de biomasa.....	10
4.3	Cintas de crecimiento.....	11
5	Anexo 1. Fichas.....	12
5.1	Nivel Parcela.....	12
5.2	Nivel Árbol.....	14
6	Anexo 2. Códigos de identificación de daños.....	16

## 1 Introducción.

La fenología se puede definir como el estudio de los eventos o acontecimientos que se producen de forma cíclica en la vegetación. El conocimiento de la fecha, duración e intensidad de estos acontecimientos proporciona información valiosa acerca de los posibles efectos de las fluctuaciones y cambios climáticos sobre los árboles y para explicar el estado actual de la vegetación.

Dentro de los objetivos del programa de seguimiento del nivel II, la fenología forestal consiste en la observación y registro sistemático de:

- Los fenómenos bióticos y abióticos.
- El desarrollo de las fases anuales de la vegetación.

El objetivo principal de las observaciones fenológicas en las parcelas de nivel II es proporcionar información complementaria y suplementaria sobre el estado y desarrollo de la vegetación durante el año. El valor de los datos fenológicos se refuerza cuando se evalúan en combinación con los parámetros de otros datos del nivel II; especialmente con los datos meteorológicos, de deposición atmosférica, de solución del suelo, de estado de las copas y de crecimiento.

Otros objetivos del seguimiento fenológico son:

- Determinar el curso de las fases de desarrollo anual de la vegetación arbórea en las parcelas de seguimiento para:
- Explicar los eventuales cambios temporales de esas fases (fecha de comienzo, duración del periodo e intensidad) con los factores de origen natural o antrópico,
- Aplicar este conocimiento para interpretar los cambios observados en el estado de la masa arbórea (Ej.: estado de las copas, crecimiento, situación nutritiva).

Se pretende alcanzar estos objetivos a dos niveles:

- Extensivo, a nivel parcela.
- Intensivo, a nivel árbol.

La frecuencia de las observaciones fenológicas es quincenal, en fechas coincidentes con la visita a las parcelas para recogida de muestras de deposición.

Es conveniente que el operador sea el mismo en las visitas sucesivas a cada parcela para conseguir un mejor conocimiento y evaluación de los pequeños cambios producidos. También se requiere que sea un técnico de sólidos conocimientos sobre daños habituales de la especie forestal que es objeto de observación.

## **2 Observación y registro a nivel parcela (Extensiva).**

Las observaciones que es preciso registrar son:

- Daños bióticos (plagas y/o enfermedades).
- Daños abióticos (de heladas, viento, granizo, etc. )
- Ocurrencia de sucesos, cambio de color y caída de hojas-acículas.

La evaluación se efectúa en toda la superficie de cada parcela del nivel II y en la zona buffer, con frecuencia quincenal coincidiendo con la recogida de muestras de deposición.

Es importante anotar la hora en la que se efectúan las observaciones, puesto que la dirección e intensidad de la luz influye en el significado de algunos aspectos observados.

### **2.1 Observaciones.**

Se consideran los siguientes eventos:

- Aparición de hoja / acícula.
- Cambio de color hoja / acícula.
- Caída de hoja / acícula.
- Floración.
- Fructificación.
- Daños en la copa.
- Otros daños (Tronco, raíces).

### **2.2 Evaluación.**

El estado de la fase o del daño se clasifican estimando porcentajes aplicando la clave siguiente.

Para las fases fenológicas:

- 1:** No existe.
- 2:** Poco frecuente (menos del 33%).
- 3:** Común (33 al 66%).
- 4:** Abundante (del 66 al 99%).
- 5:** Completo.

Para los daños:

**2:** Poco frecuente

**3:** Común

**4:** Abundante

Se anota en el impreso la calificación de cada una de las fases y el tipo de agente causante del daño, siguiendo la norma que figura en el anexo nº1.

El daño y la causa que lo produce se describen con detalle, incluyendo la identidad del agente (por ejemplo el nombre del patógeno) cuando es conocido.

Los árboles de la parcela que presenten alguna característica de interés o daño se anotan en el impreso para su seguimiento en posterior, reseñando el nº de árbol y la descripción detallada del daño.

### **3 Observación a nivel del árbol (Intensiva).**

Constituye un segundo nivel de observación dirigida a cada uno de los árboles de la parcela y de la zona buffer. Se llevará a cabo, al menos, en las parcelas de nivel II en las que se mantiene un seguimiento meteorológico continuo.

#### **3.1 Objetivos.**

Se pretende:

- Obtener información, a escala Europea, del estado y de las variaciones fenológicas producidas en diferentes especies, y de su dependencia de las condiciones locales (meteorológicas y de estación).
- Comparar las fechas de las fases fenológicas entre especies en determinadas condiciones locales.
- Documentar y explicar los cambios en las fechas producidos por las modificaciones observadas en las condiciones locales de las parcelas de Nivel II.
- Dado que este seguimiento requiere mucho tiempo y personal bien entrenado, debe reducirse al número de parcelas que realmente pueden ser atendidas de continuo. Y, aunque todos los árboles son de interés, es prioritaria la información de la especie principal de la parcela.

Las fases objeto de seguimiento son:

- En las coníferas:
  - Aparición de acícula.
  - Aparición de brotes y flores.

- En las frondosas:
  - Despliegue de las hojas.
  - Floración.
  - Coloración de otoño.
  - Caída de las hojas.

### 3.2 Criterios para la selección de árboles.

La evaluación se realiza sobre la especie forestal representativa de la parcela.

Se consignan, de forma general, cambios apreciables en el matorral y en las herbáceas.

Se seleccionan 20 árboles dentro de la parcela, en los que se evalúa el estado de las copas, de forma que:

- Sean preferentes los árboles en los que se realizan mediciones opcionales de crecimiento no destructivas (en España son los árboles nº 1, 10, 20, 30, 40...), siempre que la visibilidad de la copa sea óptima.
- Se eligen el resto de los árboles, hasta un número de 20, de acuerdo con las siguientes prioridades:
  - Árboles de la clase social 1 o 2. Ver Parte I de este Manual (Base física de Muestreo: La Parcela) punto 2.4 Selección de los árboles de la parcela.
  - Árboles que ofrezcan una buena visibilidad de la mayor parte posible de la copa.

Una vez al año se deben realizar mediciones dasométricas en estos árboles, midiendo:

- **Altura:** la altura total del árbol en metros.
- **Diámetro normal:** el diámetro del árbol, dos mediciones en cruza 1,30 m, expresado en cm.
- **Espesor de corteza:** a 1,30 m, expresado en cm.
- **Altura de la copa:** la altura de la base copa, desde dos orientaciones diferentes siempre que sea posible, expresado en metros.
- **Anchura de la copa:** la anchura de la copa se mide desde dos orientaciones diferentes siempre que sea posible (metros).

Ver más aclaraciones sobre la medición de estos parámetros en la Parte III de este Manual (Estimación del crecimiento y la producción) punto 1.2.4.1 Formularios 6a-6b.

### **3.3 Observación de las copas.**

Es preferible observar la parte superior de la copa, o, si esto no es posible, la zona intermedia.

La zona observada debe ser siempre la misma, utilizando para su identificación los siguientes códigos:

- **Copa observada:**
  - 1: Parte superior de la copa.
  - 2: Parte media de la copa.
  - 3: Ambas.
  
- **Orientación de la parte observada de la copa:**
  - 1: Norte.
  - 2: Nordeste
  - 3: Este
  - 4: Sudeste
  - 5: Sur
  - 6: Sudoeste
  - 7: Oeste
  - 8: Noroeste

A pesar de que la observación del árbol se realiza básicamente desde una orientación, conviene proceder a observaciones complementarias de toda la copa.

### **3.4 Frecuencia de las observaciones.**

Cada 15 días, coincidiendo con la recogida de muestras de deposición, meteorología, etc.

### **3.5 Método de evaluación.**

Las fases que interesa seguir son las siguientes:

- Aparición de hoja acícula.
- Crecimiento secundario.
- Floración.
- Fructificación.
- Decoloración.
- Caída de hoja/acícula.
- Nº de metidas.
- Renuevos.

Los códigos para evaluar las fases descritas, son:

- Para fases distintas de floración y fructificación:
  - Ausente
  - Presente y poco abundante (1 al 33%)
  - Común (33 al 66%)
  - Abundante (66 al 99%)
  - Completo
  
- Para la floración y fructificación:
  - Ausente
  - Presente

### **3.5.1 Aparición de hojas/acículas.**

La fecha de aparición de las acículas se identifica con el comienzo de la separación visible de las acículas en la parte baja del crecimiento. (Ver fotos 1 y 2 ).

La fecha de aparición de las hojas se identifica con el comienzo de su despliegue.

En especies caducifolias, durante el periodo de desnudez invernal, la aparición de hoja se refiere con el código "1". En especies perennifolias este valor corresponde a defoliaciones totales.

### **3.5.2 Crecimiento secundario.**

Este fenómeno se produce en algunas especies al final del verano o principios del otoño, y es inducido por factores ambientales.

### **3.5.3 Floración.**

La fecha de apertura de las flores masculinas (caracterizadas por el polen) se toma como referencia de floración.

### **3.5.4 Fructificación.**

Se considera que se produce la fructificación cuando el fruto se ha formado.

### **3.5.5 Decoloración.**

Se refiere al cambio de coloración otoñal en especies caducifolias y proceso de decoloración no otoñal que sufren muchos árboles (decoloración previa a la caída del alcornoco en primavera, o del pino resinero en verano...), o debidas a causas externas (decoloración por "golpe de calor" o "heladas intempestivas"...). En el apartado de "Observaciones" (reverso de la hoja) deben señalarse las posibles causas.

### **3.5.6 Caída de hojas/acículas.**

Las hojas acículas completamente secas que permanecen en el árbol se consideran caídas, pertenecen al tanto por ciento de hojas/acículas ya en el suelo..

### **3.5.7 Número de metidas.**

Información reservada a especies perennifolias. Se admiten uno, o dos números si quedan suficientes acículas/hojas de la última metida, pero se observa que en ese momento se están perdiendo.

### **3.5.8 Renuevos.**

Son apariciones de hojas o acículas después de granizo, heladas tardías, fuertes vientos, insectos,...

## **3.6 Aparición de daños.**

En los 20 árboles seleccionados, se lleva a cabo el seguimiento de la aparición de daños en la zona de la copa observada. Es importante un seguimiento exhaustivo de los daños producidos, tanto biótica como abióticamente.

### **3.6.1 Tipo de daño**

Se sigue la clasificación del Anexo 1 para determinar el tipo de daño.

### **3.6.2 Extensión del daño en la copa.**

La extensión del daño según la parte de la copa evaluable afectada, se cuantifica de acuerdo con el siguiente criterio:

- 2:** menor de un tercio de la copa observada.
- 3:** entre un tercio y dos tercios.
- 4:** mayor de dos tercios de la copa observada.

### **3.6.3 Intensidad de los daños**

La intensidad del daño en la copa afectada se evalúa de acuerdo con el siguiente criterio:

- 2:** daño ligero.
- 3:** daño moderado.
- 4:** daño intenso.

Los daños observados se describen con minuciosidad en el apartado de observaciones.



**Foto 1: Aparición de acícula.**



**Foto 2: Aparición de acícula.**



**Foto 4: Floración.**



**Foto 5. Decoloración otoñal.**

## **4 Técnicas de apoyo en la observación.**

### **4.1 Objetivos.**

Estas técnicas sirven de ampliación y seguimiento adicional al estudio de la fenología.

### **4.2 Recogedores de biomasa.**

Son dispositivos que almacenan la biomasa caída durante un período de tiempo determinado.

Constan de un embudo de forma de pirámide invertida con un depósito inferior para recogida del material que se ha ido depositando. La boca de recepción tiene 0.250 m<sup>2</sup> de superficie.

Se instalan dentro del vallado de las parcelas de seguimiento continuo, distribuidos aleatoriamente

Las muestras se recogen una vez al mes.

La bolsa que contiene el material se cierra y transporte al laboratorio. En cada una de las muestras se separan las siguientes fracciones:

- Hojas/acículas decoloradas.
- Hojas verdes.
- Semillas.
- Piña de 1 año (solo coníferas).
- Piña de 2 años (solo coníferas).
- Inflorescencias masculinas.
- Ramas.
- Corteza.
- Insectos.
- Otros.

Después de secar y pesar las muestras se pasa a la fase de análisis de laboratorio.

### **4.3 Cintas de crecimiento**

Son cintas graduadas que se colocan alrededor del árbol y miden las pequeñas variaciones diamétricas que puedan sufrir los árboles como respuesta a: situaciones de estrés hídrico, daños, etc.

Se colocan a la altura de 1,30 metros, rodeando al árbol, su observación y lectura se realiza cada 15 días.

También se pueden colocar "dialdendros", que registran de forma continua las variaciones diamétricas en los árboles, y almacena esta información.

## 5 Anexo 1. Fichas.

### 5.1 Nivel Parcela.

#### Nivel II: Estudio de fenología y daños Nivel Parcela

Parcela Código		Provincia:	
Fecha:		Hora comienzo y final	
Fecha última recogida:			

	Nº	Código	Possible Identificación	Obs. Nº
Aparición de Hoja/acícula				
Cambio de Color				
Caída de hoja				
Floración				
Fructificación				
Daños en la copa				
Otros Daños				

Árboles de la parcela con algún característica fenológica o daño de interés

Arbol nº	Descripción

Observaciones Generales:

Observación Nº	Descripción
	<p data-bbox="858 1294 1002 1328">El evaluador,</p> <p data-bbox="858 1462 922 1496">Fdo.:</p>
<p data-bbox="229 1552 555 1585">Características climatológicas:</p>	



	Orientación	Copa observada	Fenología							Daños				Obs. Nº
			Aparición de hojas/acícula	Crecimiento	Floración	Fructificación	Decoloración	Caida hojas/acícula	Nº metidas	Renuevos	Tipo	Extensión	Intensidad	
Matorral														
Herbáceas														

Observación Nº	Descripción

## 6 Anexo 2. Códigos de identificación de daños.

	Agente causante	Hojas	Ramas	Tronco	Código
<b>Daños de Insectos</b>	Defoliadores	X			11
	Enrolladores, esqueletizadores, minadores de acículas	X			12
	Formadores de cámaras o nidos	X			13
	Minadores de yemas y brotes	X	X		14
	Que forman agallas	X			15
	Chupadores	X	X	X	16
	Perforadores de guías y brotes		X		17
	Perforadores subcorticales		X	X	18
	Perforadores de la madera		X	X	19
	Insectos en las raíces y cuellos de las raíces			X	20
	Daños sin especificar de insectos	X	X	X	28
	Otros daños de insectos (especificar)	X	X	X	29
<b>Enfermedades bióticas</b>	Roya de acículas y hojas	X			31
	Acículas defectuosas	X			32
	Tizón de acículas y hojas	X			33
	Manchas en las hojas o acículas	X			34
	Antracnosis	X			35
	Ampollas	X			36
	Royas de los troncos y las ramas		X	X	37
	Chancro en el tronco			X	38
	Chancro en las ramas y tallos		X		39
	Escobas de bruja		X	X	40
	Hongos de pudrición de troncos			X	41
	Pudrición de raíces	X	X	X	42
	Puntas muriéndose, con resina	X	X	X	43
	Exudaciones		X	X	44
	Flujo de resina		X	X	45
	Enfermedades bióticas no determinadas	X	X	X	48
<b>Otros Daños bióticos</b>	Ardilla		X	X	51
	Caza y ganado	X	X	X	52
	Pájaros	X	X	X	53
	Hombre - deliberadamente (Ej. : vandalismo, podas, cortas)		X	X	54
	Hombre – no intencionado (Ej. : como resultado de operaciones de corta o arrastre)		X	X	55
	Daños bióticos no especificados (se excluyen insectos y enfermedades)	X	X	X	58
<b>Daños abióticos</b>	Viento	X	X	X	61
	Granizo	X	X		62
	Heladas	X	X	X	63
	Sequía	X	X	X	64
	Daño producido por la contaminación (solamente directos y confirmados) Ej. : moteado clorótico sintomático.	X			65
	Deficiencias nutricionales (confirmadas por análisis de nutrientes)	X			66
	Fuego	X	X	X	67
	Nieve		X	X	68
	Rayo	X	X	X	69
	Golpe de calor	X	X	X	70
	Otras causas de daños	X	X	X	99

