

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

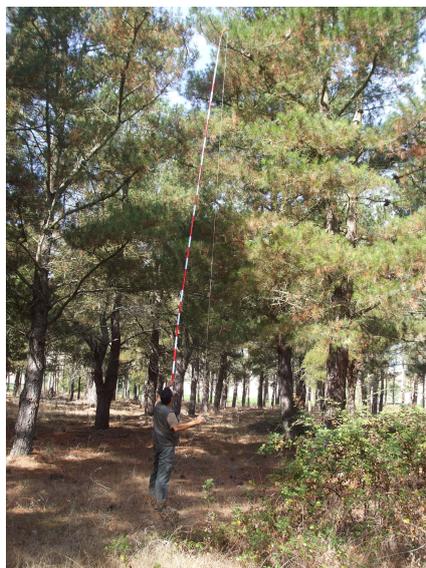
PROGRAMA INTERNACIONAL DE COOPERACIÓN PARA EL SEGUIMIENTO
Y LA EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LOS BOSQUES

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 XII MUESTREO FOLIAR



GOBIERNO
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Área de Inventario y Estadística Forestal (AIEF)

INDICE

1	Introducción	1
	1.1.-Alcance y aplicación	1
	1.2.-Objetivos	1
2	Localización de mediciones y toma de muestras	1
	2.1.- Diseño del muestreo de campo	1
	2.2.- Frecuencia y época del muestreo	3
	2.3.- Selección de muestras, recogida, transporte y almacenamiento	3
	2.4.- Parcelas cortadas o destruidas.....	5
3	Control y aseguramiento de la calidad	5
	3.1.- Control de calidad en campo	5
	3.2.- Control de calidad en laboratorio	5
	3.2.1.- Límites de plausibilidad	5
	3.2.2.- Completitud de datos.....	5
	3.2.3.- Límites tolerables	5
	3.2.4.- Límites de calidad de datos.....	6
4	Manual y Base de datos de ICP-Forests	6

ANEXOS

Anexo I: Propuesta de estadillos de toma de muestra foliar

Anexo II: Estructura de archivos, descripción de campo y códigos empleados

Anexo III: Límites de plausibilidad para diferentes especies

1.- Introducción

El estado nutricional de los árboles es frecuentemente indicativo de los procesos a nivel ecosistema. Un suministro deficitario de nutrientes puede ser la causa directa de decaimientos, o un factor que incremente los efectos adversos de la contaminación atmosférica. Unas condiciones químicas poco favorables en la zona radical pueden provocar también desequilibrios en el suministro de nutrientes, y por la tanto en la nutrición del árbol. Por todo ello, el muestreo y análisis foliar es esencial. Se debe llevar a cabo en intervalos regulares, de cara a establecer relaciones potenciales entre los cambios en el estado de la masa y el estado nutricional. El intervalo de muestreo y análisis foliar debe ser lo suficientemente frecuente para detectar tendencias en la nutrición mineral de los árboles, sin influencias de las fluctuaciones interanuales en las concentraciones de elementos.

1.1.-Alcance y aplicación

El objetivo de esta parte del Manual es proporcionar procedimientos armonizados y estandarizados para el muestreo y análisis de hojas y acículas en las parcelas de la Red de Nivel II en España. La armonización es necesaria para permitir estudios de las tendencias espacio-temporales del estado nutricional, y del impacto de la contaminación atmosférica en los árboles.

1.2.-Objetivos

El objetivo del análisis foliar es la evaluación del estado nutricional de los árboles y el impacto de los contaminantes atmosféricos en las parcelas, la identificación de tendencias temporales y patrones geográficos. Objetivos más específicos son:

- Cuantificación de las concentraciones medias de N, S, P, Ca, Mg, K y C¹, además de otros nutrientes y metales pesados
- Identificación de tendencias temporales de concentraciones medias de nutrientes y metales pesados en las parcelas

2.- Localización de mediciones y toma de muestras

2.1.-Diseño de la muestra: Selección de árboles, ubicación y número de réplicas

La selección de árboles para la toma de muestra foliar (ver figura 1), árboles “500” de acuerdo con la nomenclatura empleada, se hará en la zona *buffer* o tampón de la parcela (fuera de los límites de ésta), al tomarse muestras de carácter destructivo. Se seleccionarán dos series de 5 árboles cada una (serie de muestra o M y serie de reserva o R, numerados del 501 al 505 la primera y del 506 al 510 la segunda) en las proximidades de los sitios en los que se han tomado muestras de suelo, pero de forma

¹ Estos parámetros se consideran como obligatorios en el Manual de ICP-Forests

que sus raíces no se vean afectadas por los movimientos de tierra efectuados al cavar la calicata.

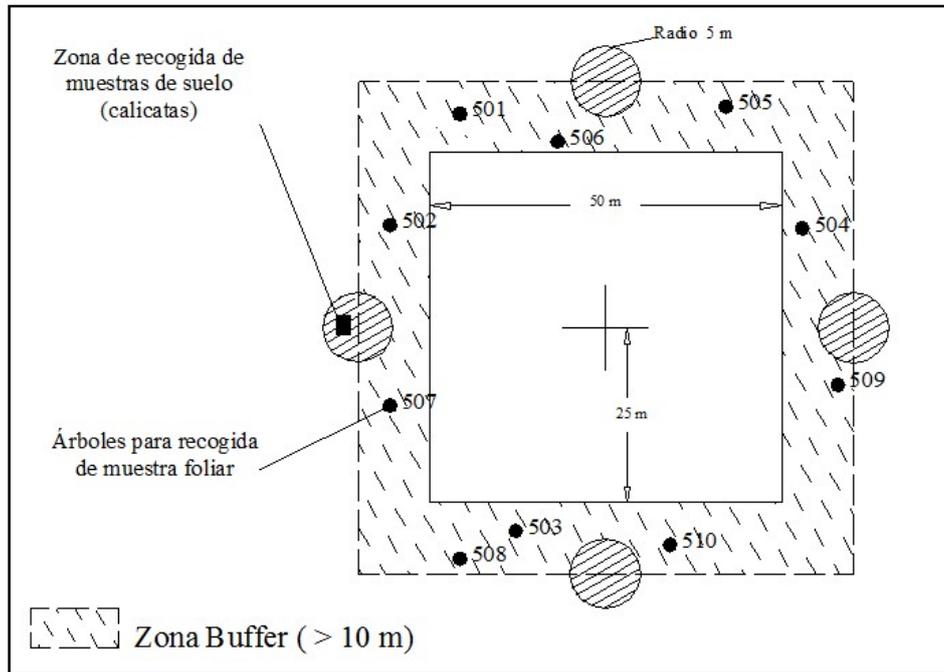


Figura 1: Diseño de parcela y ubicación de los árboles para toma de muestra foliar

Los árboles seleccionados deberán cumplir, en la medida de lo posible, las siguientes condiciones:

- Ser árboles diferentes de los utilizados para la evaluación de copa, a fin de evitar daños debidos a los sucesivos muestreos.
- Ser árboles representativos de las condiciones ecológicas medias de la parcela.
- En caso de parcelas con varias especies presentes, se elegirán las especies más comunes o representativas.
- Ser árboles de los estratos dominante o codominante en rodales de espesura cerrada, o árboles de altura $H_m \pm 20\%$ (H_m) en rodales de espesura abierta, siendo H_m la altura media de la parcela.
- Ser árboles con un estado de defoliación, en el momento de seleccionarlos, próximo a la media de la parcela ($\pm 5\%$) y con un estado fitosanitario equiparable al del resto de la estación.

En caso de escasez de hojas, muerte, corta o deterioro de la copa de un árbol de la serie M se sustituirá por otro de la serie R o de reserva. En ese caso de muerte de algún árbol muestra, se sustituye por otro y se numeraría añadiendo una decena al árbol desaparecido (ejemplo: 505 - 515) para indicar la sustitución.

2.2.-Frecuencia y época del muestreo

La toma de muestra foliar se llevará a cabo con periodicidad bianual, repitiéndose siempre sobre los mismos árboles. Preferiblemente, la toma de muestras se llevará a cabo en años impares, para armonizar y facilitar comparaciones entre los diferentes países.

La toma de muestra deberá hacerse en la época del año en que la concentración de elementos totales sea lo más estable posible, para las **frondosas caducifolias**, se realiza en verano, cuando tienen las hojas completamente desarrolladas y antes del amarilleamiento otoñal, y para las **coníferas y frondosas perennifolias**, se realiza en invierno, cuando los árboles están en parada vegetativa y en ausencia de heladas.

2.3.-Selección de muestra, recogida, transporte y almacenamiento

En cada parcela, se toman muestras de al menos 5 árboles de las especies principales de la parcela, de cada árbol se apearán ramillos preferiblemente en todas las orientaciones de la copa, (mínimo tres direcciones) cumpliendo en la medida de lo posible las siguientes condiciones:

- Estar situada en el tercio superior de la copa.
- Siempre que sea posible, estar bien iluminada.
- Reunir las características medias del follaje para esa orientación (crecimiento, color, defoliación,...)
- Poder caer libremente al suelo.

Dependiendo de la altura de los árboles, la toma de muestra podrá hacerse mediante pértigas extensibles, o recurriendo a escaladores especializados. En el caso de frondosas perennifolias o coníferas se tomarán, además de muestras de crecimiento del año n, muestras de los crecimientos anteriores (n-1, n-2).

Las muestras foliares se toman encima de un plástico para que no se contaminen con el suelo al caer cortadas con la pértiga. Se tomaran muestras en diferentes orientaciones. Sobre el plástico se separan los crecimientos (en pinos y encinas) con las tijeras, y se introduce cada crecimiento o clase de edad de un árbol en una bolsa de plástico etiquetada, describiendo número de árbol, especie y año del crecimiento (Anexo 1).

Needle sets

- 0: current (C-needles)
- 1: current+1 (C+1-needles)
- 2: current+2 (C+2 needles)
- 3: current+3 (C+3-needles)
- 4: current+4 (C+4-needles)
- etc.

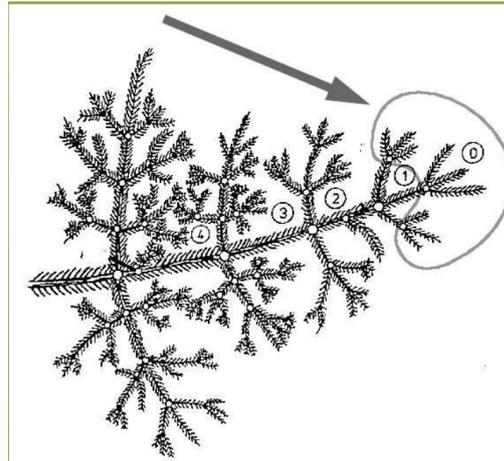


Figura 2: Diferentes clases de edad (medidas o crecimientos) en coníferas y frondosas perennifolias

Las bolsas se agujerean ligeramente para que evacúen la humedad que se forma con la transpiración (o los restos de la transpiración). Todas las muestras de la parcela se empaquetan en otra bolsa más grande y se mandan al laboratorio a la mayor brevedad. En caso de pinos y encinas, una vez que se cortan las ramas se separan las hojas del año (se mezclan las diferentes orientaciones en una bolsa), las del año anterior igual y en otra bolsa el resto de acículas, de manera que el número máximo de bolsas que se pueden recoger por parcela es de 15 (5 árboles X 3 muestras de las diferentes clases de edad), y el mínimo de 5 cuando solo hay hojas del año en curso.

En el caso de que se muestree más de una especie por parcela, el procedimiento anterior se repite para cada especie (es decir, las diferentes especies no se mezclan en ningún punto).

Es necesario recoger muestra en cantidad suficiente para poder analizar en el laboratorio. La cantidad mínima necesaria debe ser:

- 10-20 gramos de acículas u hojas frescas (resultando en 5-10 gramos de material seco) por cada clase de edad muestreada, para el análisis obligatorio.
- 20-30 gramos de acículas u hojas frescas para análisis obligatorios y opcionales.

Cada país puede decidir muestrear una mayor cantidad de material foliar, de acuerdo con sus necesidades y sus propios métodos analíticos, o bien para conservar muestras para futuros análisis. Se recomienda almacenar muestras secas y molidas para su uso futuro.

Las muestras deben remitirse al laboratorio lo más pronto posible y deben estar debidamente etiquetadas, si no pueden enviarse inmediatamente deben secarse, para lo cual es necesario mantener las bolsas abiertas y ventiladas. El almacenamiento se realizará en lugar oscuro y fresco, tanto en el transporte como durante el almacenamiento en laboratorio antes del pretratamiento.

2.4.-Parcelas cortadas o destruidas

En caso particular de que una parcela alcance la edad del corte final, o la parcela se destruya por tormentas, plagas, etc., La parcela puede trasladarse a una nueva ubicación, o permanecer en la misma ubicación en un puesto regenerado.

Si se traslada a una nueva ubicación, se aplican las mismas reglas que el establecimiento de una nueva parcela (ver Manual Parte II, Ferretti et al. 2020).

Si el seguimiento continúa en la misma ubicación, el muestreo foliar debe adaptarse a la nueva situación. Se recomienda esperar hasta que las especies dominantes alcancen la altura promedio de 1.3 metros. En caso de que el muestreo se realice en la fase de plántulas, se recomienda esperar hasta que las plántulas alcancen la altura promedio de 50 cm. (ver punto 4.1.2.2 de la parte XII del manual de ICP-Forests)

3.-Control y aseguramiento de la calidad

La descripción métodos analíticos se puede consultar en la Parte XVI del Manual Laboratorios (determinación de peso seco, pretratamiento y análisis de concentración química).

3.1.- Control de calidad en campo

Los trabajos se deben realizar conforme al manual de referencia, la calidad de los datos se controla de forma anual mediante ejercicios de intercalibración. Debe haber buena comunicación entre los equipos de campo, y estos deben anotar cualquier incidencia y observación para que quede registrada. Cuando sea posible se deben realizar parcelas de forma conjunta varios equipos.

3.2.- Control de calidad en laboratorio

La calidad de los datos analíticos está controlada por la organización regular de Cursos de intercalibración entre laboratorios, coordinado por ICP-Forests que se explican con detalle en la Parte XVI del Manual sobre laboratorios QA / QC.

3.2.1- Límites de plausibilidad

Los límites de plausibilidad (percentil 5-95) para diferentes especies de árboles según las encuestas de Nivel II son los que figura en el Anexo II.

3.2.2- Completitud de datos

En el punto 4 figuran los parámetros obligatorios y opcionales, si un país decide reportar parámetros opcionales, estos deben cumplir también con los requisitos de calidad de datos exigidos en los parámetros obligatorios.

3.2.3.- Límites tolerables

Ver Parte XVI del Manual sobre laboratorios QA / QC. En la tabla 1 que figura a continuación, donde se encuentran los límites tolerables entre laboratorios para concentraciones altas y bajas de follaje de los parámetros obligatorios y opcionales:

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Parámetro	Ud	Conc. Rango inferior	Límite tolerable inferior	Conc. Rango Superior	Límite tolerable superior	max. acpt. LOQ
As	ng/g	< 50	30%	> 50	20%	50
B	µg/g	< 5.0	30%	> 5.0	20%	1
Cd	ng/g		30%		30%	50
Ca	mg/g	< 3.0	15%	> 3.0	10%	0.5
C	g/100g		5%		5%	10
Cr	µg/g	< 1	35%	> 1	25%	1
Co	µg/g	< 0.1	35%	> 0.1	25%	0.1
Cu	µg/g		20%		20%	1
Fe	µg/g	< 20	30%	> 20	20%	5
Pb	µg/g	< 0.50	40%	> 0.50	30%	0.50
Mg	mg/g	< 0.50	15%	> 0.50	10%	0.3
Mn	µg/g	< 20	20%	> 20	15%	5
Hg	ng/g	< 50	30%	> 50	20%	20
Ni	µg/g	< 1	30%	> 1	20%	1
N	mg/g	< 5.0	15%	> 5.0	10%	2
P	mg/g	< 0.50	15%	> 0.50	10%	0.3
K	mg/g	< 1.0	15%	> 1.0	10%	0.5
S	mg/g	< 0.50	20%	> 0.50	15%	0.3
Zn	µg/g	< 20	20%	> 20	15%	5

Tabla 1. Límites tolerables para concentraciones altas y bajas y límite máximo aceptado de cuantificación de los parámetros foliares obligatorios (en negrita) y opcionales

3.2.4.- Límites de calidad de datos.

Los laboratorios nacionales deben participar en la prueba de intercalibración de ICP-Forests o ring test. Las comparaciones entre laboratorios químicos foliares deben incluir al menos cuatro muestras. Cuando 50% o más de estas muestras están dentro de los límites tolerables, el laboratorio está cualificado para analizar el parámetro correspondiente. Los resultados de los análisis químicos se evalúan y deben estar dentro de los límites que figuran en la Tabla anterior. Todo el procesado de los ring test se explica con mayor detalle en la Parte XV del Manual (Laboratorios).

4.-Manual y Base de datos de ICP-Forests

El Manual de referencia de ICP-Forests es Part XII-*Sampling and Analysis of Needles and Leaves*. El código o abreviatura del muestreo en la base de datos "FO" (*Sampling and Analysis of Needles and Leaves*), y la descripción de los archivos que componen la base, y sus correspondientes registros², son los siguientes:

² Para más información sobre la descripción de cada campo, consultar:

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Archivo	Variable	Nivel II ICP-Forests	Nivel II España	Frecuencia	Unidades
Mediciones de biomasa					
FOM	Masa seca (105°C) 100 hojas o 1000 acículas	M	✓	Mensual	g
Análisis químico					
FOM	C	M	✓	Mensual	g/100g
	N	M	✓	Mensual	mg/g
	S	M	✓	Mensual	mg/g
	P	M	✓	Mensual	mg/g
	Ca	M	✓	Mensual	mg/g
	Mg	M	✓	Mensual	mg/g
	K	M	✓	Mensual	mg/g
	Zn	O	✓	Mensual	µg/g
	Mn	O	✓	Mensual	µg/g
	Fe	O	✓	Mensual	µg/g
	Cu	O	✓	Mensual	µg/g
	Pb	O		Mensual	µg/g
	Cd	O		Mensual	ng/g
	B	O		Mensual	µg/g
		*Ar	O		Mensual
	Co	O		Mensual	µg/g
	Cr	O		Mensual	µg/g
	Hg	O		Mensual	ng/g
	Ni	O		Mensual	µg/g

* En caso de que se analice el arsénico, se recomienda usar una temperatura de secado más baja (y mayor tiempo de secado) para evitar posibles pérdidas de As debido a una temperatura demasiado alta.

Tabla 2. Listado de parámetros de variables opcionales y obligatorios (O – optional, M – mandatory)

<https://icp-forests.org/documentation/>

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

**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 XII MUESTREO FOLIAR ANEXOS



Área de Inventario y Estadística Forestal (AIEF)

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Anexo II: Estructura de archivos, descripción de campo y códigos empleados

Existen cuatro archivos que contienen datos generales sobre la parcela, información de los árboles de los que se toma muestra, el muestreo y análisis de las hojas y acículas e información de control de calidad. Todo siempre conforme el enlace:

<https://icp-forests.org/documentation/Surveys/FO/index.html>

PLF: Información de la parcela

- **Código de país** El código identificador de España en el 11
- **Nº de Parcela:** El código de cada parcela está formado por un número y la abreviatura de la especie que caracteriza la parcela Qi (*Quercus ilex*), Ppa (*Pinus pinea*), Ps (*Pinus sylvestris*), Qpy (*Quercus pyrenaica*), etc.
- **Fecha del muestreo:** Formato (DDMMYY)
- **Latitud y Longitud:** Se anotarán seis dígitos completos las coordenadas geográficas de latitud y longitud correspondientes al centro de la parcela de observación, medidos con GPS o restituidas en plano (foto aérea de gran detalle). Ejemplo:

	+/-	Grados		Minutos		Segundos	
Latitud	+	5	0	2	0	2	7
Longitud	-	0	1	1	5	3	2

- **Altitud:** Ver Parte I, Archivo PLT
- **Observaciones:**

FOT: Identificación de los árboles de los que se toma la muestra

- **Nº de Parcela:** Idem anterior
- **Identificación de la muestra:** En el caso que sean solo hojas del año se juntan en una muestra única (1), si hay de dos años se juntan todos los árboles en 2 muestras y en caso de más de dos años se juntan en tres muestras).
- **Número identificativo del árbol muestra:** Ejemplo F501
- **Especie del árbol.** Ver en la Parte II (Evaluación del estado sanitario), Anexo II ó https://icp-forests.org/documentation/Dictionaries/d_tree_spec.html
- **Tipo de hoja:** Año en el que se ha producido el crecimiento:

Código	DESCRIPTION
0	Hojas/acículas del año actual
1	Hojas/acículas del año anterior
2	Hojas /acículas de 2 o más años
3	Combinación tipo 1 y 2

- **Clase de edad:** Especificar el número de clases de edad, por ejemplo, si solo están presentes las hojas / agujas actuales "1", si hay hojas actuales y del año anterior "2" y si hay de más años "3"
- **Otras observaciones**

FOM: Muestreo y análisis de hojas y acículas

- **Nº de Parcela:** Idem anterior
- **Identificación de la muestra:** Idem anterior
- **Fecha de comienzo del análisis:** La fecha de comienzo en la primera fecha de análisis en la que el laboratorio analizó datos de la parcela correspondiente
- **Fecha de fin de análisis:** Última fecha de análisis en laboratorio
- **Peso seco de hojas (g):** Peso seco de 100 hojas del año
- **Peso seco de acículas (g):** Peso seco de 1000 acículas
- **N (mg/g)**
- **S (mg/g)**
- **P (mg/g)**
- **Ca (mg/g)**
- **Mg (mg/g)**
- **K (mg/g)**
- **C (g/100g)**
- **Zn (µg/g)**
- **Mn (µg/g)**
- **Fe (µg/g)**

- **Cu (µg/g)**
- Pb (µg/g) (*)
- Cd (ng/g) (*)
- B (µg/g) (*)
- Arsénico (ng/g) (*)
- Cr (µg/g) (*)
- Co (µg/g) (*)
- Hg (ng/g) (*)
- Ni (µg/g) (*)

(*) A partir de Pb no se está analizando en la actualidad en las parcelas de Nivel II

LQA: Información de control de calidad / control de laboratorio

- **País:** Ídem anterior
- **Nº de Parcela:** Ídem anterior
- **Fecha de comienzo del análisis:** Formato (DDMMYY)
- **Fecha de fin del análisis:** Formato (DDMMYY)
- **Parámetro:** Código de parámetro (N, S, P...)

Código	Descripción	UNIDADES
As	Arsénico	ng/g
B	Boro	µg/g
C	Carbono	g/100g
Ca	Calcio	mg/g
Cd	Cadmio	ng/g
Co	Cobalto	µg/g
Cr	Cromo	µg/g
Cu	Cobre	µg/g

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Código	Descripción	UNIDADES
Fe	Hierro	mg/g
Hg	Mercurio	µg/g
K	Potasio	mg/g
Mg	Magnesio	mg/g
Mn	Manganeso	mg/g
N	Nitrógeno	mg/g
Ni	Niquel	µg/g
P	Fosforo	mg/g
Pb	Plomo	µg/g
S	Azufre	mg/g
Zn	Zinc	µg/g

- **Pretratamiento:** Método de pretratamiento (el método figura en el documentador:

https://icp-forests.org/documentation/Dictionaries/d_pretreatment_fo_gb_lf.html

En el caso de España: para N y C no hay pretratamiento (PZ98) y para el resto de los parámetros se realiza digestión a presión por microondas HNO₃ (PD01)

Código	Descripción	Categoría
PA06	Extracción con NO ₃ H diluido	Métodos de extracción
PA99	Otros métodos de extracción	Métodos de extracción
PB02	Digestión abierta con SO ₄ H ₂ / H ₂ O ₂	Métodos de digestion (Sistema abierto)
PB03	Digestión abierta con NO ₃ H	Métodos de digestion (Sistema abierto)
PB04	Digestión abierta con NO ₃ H/ SO ₄ H ₂	Métodos de digestion (Sistema abierto)
PB05	Digestión abierta con NO ₃ H / H ₂ O ₂	Métodos de digestion (Sistema abierto)
PB06	Digestión abierta con NO ₃ H /	Métodos de digestion

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Código	Descripción	Categoría
	CLO4H	(Sistema abierto)
PB07	Kjeldahl H2SO4 con catalizador de Se o Cu	Métodos de digestión (Sistema abierto)
PB08	Kjeldahl H2SO4 modificado con catalizador de Ti / Cu	Métodos de digestión (Sistema abierto)
PB99	Otros métodos de digestión (sistema abierto)	Métodos de digestión (Sistema abierto)
PC01	Digestión a presión HNO3	Métodos de digestión a presión
PC02	Digestión a presión HNO3/H2O2	Métodos de digestión a presión
PC03	Digestión a presión HNO3 / HF (digestión total)	Métodos de digestión a presión
PC99	Otro método de digestión a presión	Métodos de digestión a presión
PD01	Digestión a presión por microondas HNO3	Métodos de digestión a presión por microondas
PD02	Digestión a presión por microondas HNO3/H2O2	Métodos de digestión a presión por microondas
PD03	Digestión a presión por microondas HNO3/H2O2/HCL	Métodos de digestión a presión por microondas
PD04	Digestión a presión por microondas HNO3/CLO4H	Métodos de digestión a presión por microondas
PD05	Digestión a presión de microondas HNO3 / HF (digestión total)	Métodos de digestión a presión por microondas
PD99	Otro método de digestión por presión de microondas	Métodos de digestión a presión por microondas
PE01	Cenizas de oxígeno (Schöniger)	Métodos de digestión con cenizas secas
PE99	Otros métodos de cenizas secas	Métodos de digestión con cenizas secas
PZ01	Material fundido en formato tableta para métodos XRF	Otros métodos
PZ02	Material prensado (pellet) para métodos XRF	Otros métodos

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Código	Descripción	Categoría
PZ98	Sin Pretratamiento	Otros métodos
PZ99	Método de pretratamiento no incluido en esta lista	Otros métodos

- **Método de determinación:** el método figura en el documentador: https://icp-forests.org/documentation/Dictionaries/d_determination_fo_gb_lf.html

En el caso de España se utiliza el (DA02), es un analizador de elementos: microanalizador elemental para C, N o S para sólidos (muestra <100 mg) con un paso de molienda adicional

Código	Descripción	Categoría
DA01	Analizadores macroelementos para C, N o S para sólidos (Muestra > 100mg)	Analizador de elementos
DA02	Microanalizadores elementales para C, N o S para sólidos (muestra <100 mg) con un paso de molienda adicional	Analizador de elementos
DA05	Analizador de Hg	Analizador de elementos
DA99	Otros métodos de analizadores de elementos	Analizador de elementos
DB01	AAS -Técnica de llama (C ₂ H ₂ / Aire)	Absorción atómica o espectroscopía de emisión
DB02	AAS -Técnica de llama (C ₂ H ₂ / N ₂ O)	Absorción atómica o espectroscopía de emisión
DB03	AAS-Técnica de vapor frío	Absorción atómica o espectroscopía de emisión
DB04	AAS-técnica de hidruro	Absorción atómica o espectroscopía de emisión
DB05	AAS-sin llama (técnica	Absorción atómica o

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Código	Descripción	Categoría
	electrotérmica)	espectroscopía de emisión
DB06	AES- Técnica de llama (fotometría de llama)	Absorción atómica o espectroscopía de emisión
DB07	AFS-técnica de hidruro	Atomic Absorption or Emission Spectroscopy
DB08	ICP-AES sin nebulización ultrasónica	Absorción atómica o espectroscopía de emisión
DB09	ICP-AES con nebulización ultrasónica	Absorción atómica o espectroscopía de emisión
DB10	ICP-MS	Absorción atómica o espectroscopía de emisión
DB99	Otros métodos de absorción atómica o espectroscopía de emisiones	Absorción atómica o espectroscopía de emisión
DD01	Rayos X – Energía dispersiva	Técnicas físicas
DD02	Rayos X – Longitud de onda dispersiva	Técnicas físicas
DD99	Otras técnicas físicas	Técnicas físicas
DE01	Técnicas de espectrofotometría UV-VIS	UV-VIS Spectrophotometry techniques
DE03	Técnicas de espectrofotometría UV-VIS de flujo continuo	UV-VIS Spectrophotometry techniques
DE05	Técnicas de inyección de flujo con espectrofotometría UV-VIS	UV-VIS Spectrophotometry techniques
DE99	Otras técnicas de espectrofotometría UV-VIS	UV-VIS Spectrophotometry techniques
DF03	Electrodos selectivos de iones	Métodos electroquímicos

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Código	Descripción	Categoría
	(excepto electrodos de pH)	
DF08	Otra valoración potenciométrica	Métodos electroquímicos
DF99	Otros métodos electroquímicos	Métodos electroquímicos
DZ02	Determinación de N (después de la digestión de Kjeldahl)	Otros métodos
DZ99	El método de detección no está en esta lista.	Otros métodos

- **Límite de cuantificación:** Para cada parámetro, el laboratorio debe evaluar el límite de cuantificación (en unidad de parámetro) y utilizar un cuadro de control durante el año.
- **Gráfico de media de control:** la media del gráfico de control
- **Desviación estándar**
- **Identificación del laboratorio:** Código identificativo para cada laboratorio
- **Otras observaciones**

Anexo III: Límites de plausibilidad para diferentes especies

Rangos plausibles de las concentraciones de elementos en el follaje de diferentes especies de árboles calculadas a partir de los conjuntos de datos de Nivel II (valores orientativos en gris)

Especie	Nº de parcelas	Tipo de hoja	límite	N mg/g	S mg/g	P mg/g	Ca mg/g	Mg mg/g	K mg/g	C g/100g	Zn µg/g	Mn µg/g	Fe µg/g	Cu µg/g	Pb µg/g	Cd ng/g	B µg/g
<i>Fagus sylvatica</i>	1	0	Mín	20,41	1,26	0,89	3,44	0,65	4,81	45	17,00	127,20	62,00	5,67		50,30	9,09
		0	Máx	29,22	2,12	1,86	14,77	2,50	11,14	55	54,21	2902,00	177,90	12,18	6,79	461,50	40,04
<i>Quercus ilex</i>	3	0	Mín	11,95	0,81	0,69	4,00	0,76	3,42	45	12,70	277,65	73,10	4,00			21,7
		0	Máx	17,24	1,41	1,22	10,32	2,62	8,46	55	41,00	5384,50	716,90	7			
<i>Quercus petraea</i>	1	0	Mín	19,75	1,24	0,90	4,12	1,06	5,86	45	11,00	905,00	60,40	5,39		24,00	5,50
		0	Máx	29,84	2,01	1,85	10,46	2,26	11,26	55	25,00	4208,60	149,20	11,64			
<i>Pinus halepensis</i>	2	0	Mín	9,22	0,92	0,80	2,12	1,84	3,20	47	23,00	32,00	230,00				
		0	Máx	14,28	1,68	1,79	8,04	2,89	8,67	57							
<i>Pinus nigra</i>	1	0	Mín	8,42	0,51	0,81	0,97	0,56	3,88	47	18,80	60,00	29,25	1,81	0,56	399,00	8,90
		0	Máx	21,18	1,44	1,57	4,42	2,08	8,30	57	67,70	1072,40	131,00	18,08			
		1	Mín	7,97	0,44	0,75	1,17	0,35	3,89	47	19,00	109,00	69,00	1,80	0,87	380,00	8,70
		1	Máx	23,49	1,93	1,71	6,90	2,06	7,34	57	70	1000					
<i>Pinus pinaster</i>	2	0	Mín	6,85	0,61	0,55	0,80	1,01	3,26	47	15,60	41,40	22,90	1,697			15,00
		0	Máx	13,71	1,29	1,24	3,80	2,47	7,14	57	39,00	825,00	578,90	5,03			
		1	Mín	6,25	0,55	0,40	1,09	0,94	2,40	47	12,30	35,40	23,30	1,13			20,00
		1	Máx	13,27	1,44	1,38	6,02	2,88	6,86	57	36,80	794,10	110,80	4,68			
<i>Pinus pinea</i>	1	0	Mín	7,51	0,65	0,58	1,53	1,80	3,25	47	6,00	89,00	44,00	4,30			28,50
		0	Máx		11,30	1,65	1,20	4,40	3,00	6,7	57,00						
<i>Pinus sylvestris</i>	2	0	Mín	11,40	0,75	1,11	1,61	0,64	3,77	47	32,00	172,05	18,25	2,280		50,00	9,17
		0	Máx	20,41	1,56	2,06	4,61	1,31	7,27	57	77,55	912,00	138,95	7,70	3,94	446,60	30,49
		1	Mín	10,94	0,77	1,00	2,57	0,50	3,51	47	31,50	222,05	28,00	1,96	0,14	60,00	7,38
		1	Máx	19,38	1,61	1,88	6,71	1,12	6,52	57	96,00	1331,95	170,50	6,88	5,59	507,20	33,90