



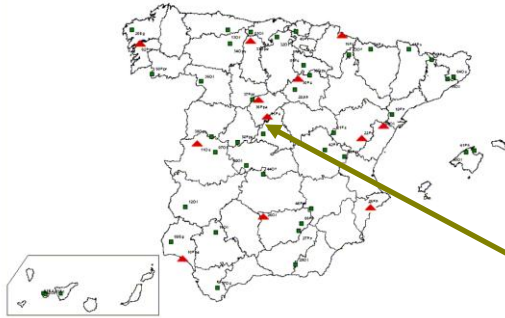
SECRETARÍA DE ESTADO DE  
MEDIO RURAL Y AGUA  
SECRETARÍA GENERAL DE  
MEDIO RURAL  
DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIO  
NATURAL Y POLÍTICA FORESTAL

## **CONVENIO CC03-056**

**“Evaluación y seguimiento intensivo del estado de los bosques para identificar los factores y procesos, en especial los relacionados con la contaminación atmosférica, que afectan a los ecosistemas forestales españoles (Nivel II)”**

**INFORME PARCELA O5 PS  
VALSAIN (SEGOVIA)  
AÑOS 2005-2008**

## PARCELA 05 *Pinus sylvestris* (Segovia)



### 1. DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA

Las características principales de la parcela 05 de *Pinus sylvestris* de seguimiento intensivo de la Red de Nivel II, se describen a continuación.

#### SITUACIÓN Y TOPOGRAFÍA

**Provincia:** Segovia  
**Término Municipal:** La Granja  
**Paraje:** Raso del Pino  
**Coordenadas (GPS)**  
**Latitud:** +40°52'25,5''  
**Longitud:** -03°58'14,6''  
**Altitud:** 1630 m s.n.m.  
**Orientación:** Noroeste  
**Superficie Parcela:** 0,25 hectáreas

#### CARÁCTERÍSTICAS DASOMÉTRICAS DE LA PARCELA

La parcela se sitúa en una masa monoespecífica regular de pino silvestre en estado fustal  
**Especie principal:** *Pinus sylvestris*  
**Edad media:** 81-100 años  
**Nº árboles de la especie principal:** 150  
**Nº árboles de otras especies:** 0

#### GEOLOGÍA Y SUELOS

**Litología:** Gneis

#### VEGETACIÓN

Pinar de *Pinus sylvestris*. Estrato arbustivo de baja cobertura. El pasto está sometido a una alta presión de ganado vacuno. El césped clarea bajo las copas.

## 2. METEOROLOGÍA

El parámetro meteorológico que más sobresale y que ha marcado las pautas de comportamiento en la parcela es la precipitación en la que tenemos unas diferencias notables entre el año 2005 con 752 mm de precipitación y el año 2006 con 1173 mm (Tabla 2.1).

Las temperaturas han sido muy acordes con la situación de la parcela, sólo reseñar la temperatura mínima absoluta del año 2007 mucho más suave (-9°C) pero con una media de las mínimas similar al resto del los años y destacar las temperaturas mínimas del año 2008, muy bajas a final de año y que han marcado también a la baja la temperatura media de las mínimas.

Año	V viento med	V viento máx	D viento med	T <sup>a</sup> med	T <sup>a</sup> máx	T <sup>a</sup> mín	T <sup>a</sup> med máx	T <sup>a</sup> med min	HR (%)	Rad med	Precip. (mm)
2005	1.5	21.6	194.7	7.6	31.3	-15.4	12.0	3.2	62.2	237.4	752
2006	1.5	30.1	183.2	8.9	28.9	-16.5	13.3	4.9	67.1	233.2	1173
2007	1.5	44.5	182.4	7.6	29.2	-9.5	12.3	3.9	79.6	219.2	930
2008	1.5	30.1	187.4	8.7	30.3	-17.1	12.2	2.9	78.7	231.2	1286

Tabla 2.1: Parámetros medios y máximo (m/s) y dirección (en grados) de viento, temperaturas (°C) medias, máximas, mínimas, medias máximas y medias mínimas, humedad relativa, radiación (Wat/m<sup>2</sup>) y precipitación anual durante los cuatro años de estudio.

## 3. FENOLOGÍA

En las series fenológicas de los diferentes procesos en la parcela 05Ps se puede observar:

- Aparición de la acícula: En el año 2005 se adelantó la aparición de la hoja en casi un mes coincidiendo con un pequeño periodo de lluvias, pero el periodo de aparición acabó a final de julio y las acículas fueron de tamaño menor. En los años 2006, 2007 y 2008 el periodo de aparición de hojas fue mayor y se prologó hasta septiembre (Figura 3.1).
- Caída de la acícula: En el año 2005 la caída de la hoja fue mayor y concentrada en la primavera con pérdida en general de la acícula más antigua.
- Decoloración: Se puede observar un pequeño incremento de la decoloración durante el otoño del 2007 y puntualmente en el 2008 como consecuencia de los daños sufridos en la parcela cómo se detallará a continuación.
- N° de metidas o años en las acículas de los árboles: El número de años ha sufrido cambios y es el primer indicador de problemas de daños o estrés hídrico en el arbolado. En el año 2005 se mantuvo en tres el n° de metidas después de que el árbol tirase las más antiguas, tras la aparición de la acícula nueva y como consecuencia de la sequía, en el año 2007 ha pasado a tener acículas de cuatro años y hasta cinco en el año 2008.
- Floración: Periodo más amplio ha correspondido al año 2007 como consecuencia de la recuperación del arbolado después de las lluvias del año 2006.

Parcela 05 Ps Desarrollo fases fenológicas 2005-2008

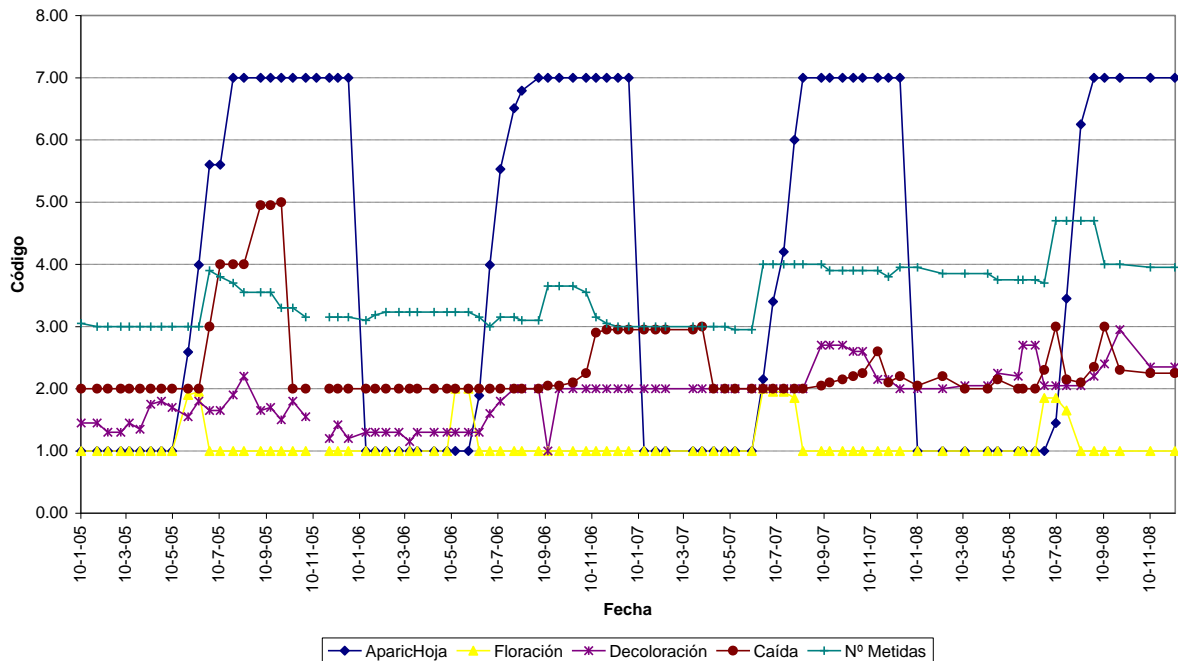


Figura 3.1: Desarrollo de las principales fases fenológicas (aparición de hoja, crecimiento secundario, floración, fructificación, decoloración, caída y número de metidas) durante el periodo de estudio.

### Estudio sanitario de la parcela

En la parcela 05Ps han aparecido los siguientes daños durante los años 2005 a 2008:

- *Cronartium flaccidum*: Se observa sobre bastantes pies de la parcela canchros en ramas y tronco. Estos daños en ocasiones ocasionan daños severos llegando a secar toda la zona afectada.
- *Tomicus sp.*: Aparecen todos los años de forma generalizada pero con muy poca intensidad ramillos secos en la parte superior de las copas.
- *Retinia resinilla*: En 2005 y 2006 se detectan ligeros daños en algunos pies sobre ramillos de la parte baja de la copa. Estos daños se considera que no son relevantes en 2007 y 2008.
- Viento: En 2005 este agente abiótico ocasiona daños en ramillo y ramitas. Daños que se repite en 2006.
- Nieve: En 2005 y 2006 aparecen ramas rotas en la parte alta de las copas por una acumulación de gran cantidad de nieve.

## 4. CRECIMIENTOS

El crecimiento de la masa forestal de la parcela de 05Ps ha sido muy pequeño, como corresponde a una masa adulta de *Pinus sylvestris*. En el año 2006 el crecimiento ha sido muchísimo mayor debido a las abundantes lluvias del año, subiendo hasta un casi 5% en comparación al 0.66 % del año posterior (Tabla 4.1).

Año	Diámetro medio (cm)	Altura media (m)	Volumen total (m <sup>3</sup> )	Crecimiento (%)
2005	28.45	15.05	93.09	
2006	29.66	15.05	94.65	1.67
2007	30.08	15.14	99.22	4.83
2008	30.31	15.15	99.88	0.66

Tabla 4.1: Diámetro medio, altura media, volumen medio y porcentaje de crecimiento respecto del año anterior durante los cuatro años de estudio.

Las cintas diamétricas no han detectado grandes crecimientos en estos cuatro años (Figura 4.2), si se pueden observar pequeños incrementos en las épocas de más lluvia en el verano del 2006 y en el otoño del 2008, crecimientos que se reflejarán en los datos dasométricos recogidos en el verano del 2009.

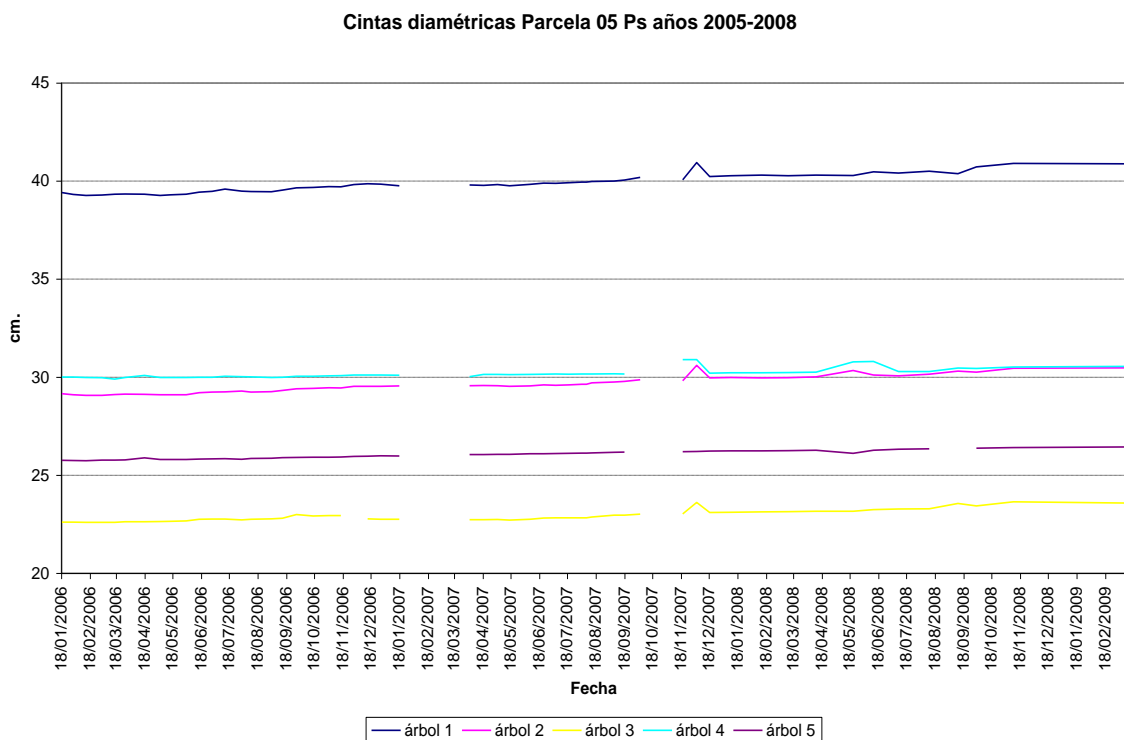


Figura 4.2: Evolución del crecimiento diamétrico (cm) de los cinco árboles con cintas diamétricas en la parcela de estudio.

## 5. DESFRONDE

La parcela 05 de *Pinus sylvestris* del Nivel II, presenta unos rangos en la producción anual de desfronde, durante los cuatro años de estudio completos, que han oscilado entre 4960 y 7091 kg·ha<sup>-1</sup>·año<sup>-1</sup> (Figura 5.1). Los valores mínimos han correspondido al año 2008 con 4960 kg·ha<sup>-1</sup>·año<sup>-1</sup> y las producciones máximas al año 2006, con cerca de 7100 kg·ha<sup>-1</sup>·año<sup>-1</sup>.

Los aportes mayoritarios del desfronde han correspondido a la fracción hojas, con valores anuales medios del 53%, seguida de la fracción otros, con un 41%, y de la

fracción ramas, con un 6% (Figura 5.2). La fracción otros en esta parcela adquiere gran relevancia en comparación con las otras parcelas intensivas del Nivel II.

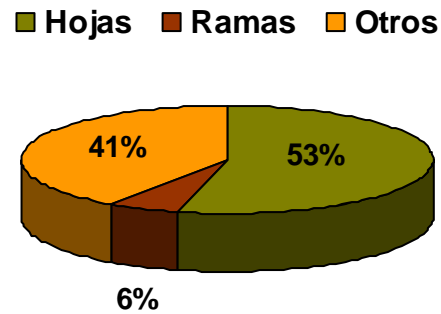
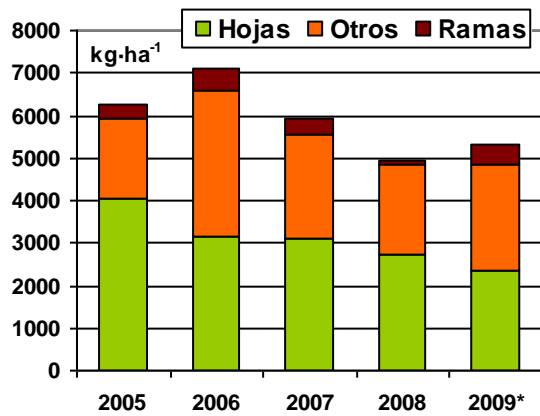


Figura 5.1: Producción total de desfronde anual ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ ) distribuido según las diferentes fracciones (hojas-ramas-otros) durante los 5 años de estudio. (2009\* Producciones hasta agosto incluidas).

Figura 5.2: Distribución del porcentaje medio anual de las diferentes fracciones (hojas-ramas-otros) respecto del desfronde anual total, durante los años de estudio.

En el estudio de la evolución mensual del desfronde (Figura 5.3), la mayor intensidad en el desfronde ha correspondido a los meses entre agosto y octubre, con aportes máximos al suelo comprendidos entre  $1350$  y  $1900 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ . Los valores máximos en la fracción hoja han correspondido a los meses de agosto y septiembre con máximos de producción que varían entre  $660$  y  $1500 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ . La fracción otros ha alcanzado máximos en los meses de primavera y verano, y la fracción ramas tiene ligeros incrementos de pesos en los meses de invierno, debido principalmente al peso de la nieve sobre las ramas. Los meses de menor aporte de nutrientes al suelo son entre diciembre y abril con rangos de variación entre  $10$  y  $96 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ .

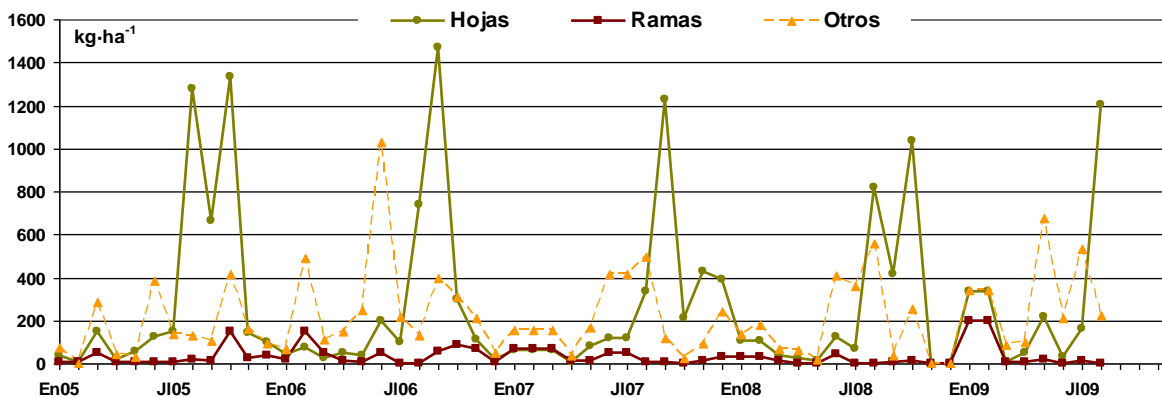


Figura 5.3: Distribución de las producciones mensuales de desfronde ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{mes}^{-1}$ ) según las diferentes fracciones (hojas-rama-otros) durante los años de estudio.

05Ps	Fracción	g·kg <sup>-1</sup>							
		C	N	S	P	Ca	Mg	K	
Enero	Hoja	medio	53.26	8.94	0.87	0.71	4.11	2.02	0.71
		(mín-máx)	(52.66-53.85)	(6.61-11.26)	(0.72-1.03)	(0.52-0.91)	(0.03-8.18)	(0.81-3.23)	(0.08-1.1)
	Otros	medio	52.52	9.94	0.82	0.83	2.34	2.65	0.87
		(mín-máx)	(50.57-54.47)	(8.36-11.53)	(0.77-0.87)	(0.78-0.89)	(1.49-3.19)	(0.54-4.77)	(0.71-1.1)
	Rama	medio	53.54	8.43	0.72	0.49	3.52	2.66	0.70
		(mín-máx)	(53.25-53.82)	(7.87-9)	(0.68-0.76)	(0.49-0.5)	(1.26-5.78)	(0.67-4.65)	(0.53-0.9)
Febrero	Hoja	medio	53.26	8.94	0.87	0.71	4.11	2.02	0.71
		(mín-máx)	(52.66-53.85)	(6.61-11.26)	(0.72-1.03)	(0.52-0.91)	(0.03-8.18)	(0.81-3.23)	(0.08-1.1)
	Otros	medio	52.52	9.94	0.82	0.83	2.34	2.65	0.87
		(mín-máx)	(50.57-54.47)	(8.36-11.53)	(0.77-0.87)	(0.78-0.89)	(1.49-3.19)	(0.54-4.77)	(0.71-1.1)
	Rama	medio	52.96	7.31	0.63	0.44	3.41	1.89	0.69
		(mín-máx)	(52.68-53.25)	(6.74-7.87)	(0.59-0.68)	(0.39-0.49)	(1.04-5.78)	(0.67-3.11)	(0.5-0.8)
Marzo	Hoja	medio	52.80	11.80	1.04	0.96	4.68	2.48	1.99
		(mín-máx)	(52.46-53.15)	(10.05-13.54)	(1.03-1.04)	(0.85-1.07)	(3.73-5.64)	(0.82-4.14)	(0.82-3.3)
	Otros	medio	66.36	10.28	0.75	0.75	2.46	1.95	0.89
		(mín-máx)	(53.16-79.56)	(6.33-14.23)	(0.72-0.77)	(0.51-0.99)	(1.59-3.33)	(0.5-3.4)	(0.62-1.1)
	Rama	medio	54.27	8.98	0.89	0.60	3.52	2.68	1.28
		(mín-máx)	(53.82-54.73)	(8.95-9)	(0.76-1.01)	(0.5-0.7)	(1.26-5.78)	(0.7-4.65)	(0.53-2.1)
Abril	Hoja	medio	52.91	12.24	0.99	0.96	4.88	2.52	1.81
		(mín-máx)	(52.46-53.36)	(10.94-13.54)	(0.94-1.04)	(0.86-1.07)	(3.73-6.04)	(0.9-4.14)	(0.82-2.1)
	Otros	medio	52.60	8.68	0.83	0.68	2.83	2.06	0.84
		(mín-máx)	(51.93-53.28)	(6.98-10.37)	(0.64-1.01)	(0.61-0.75)	(1.19-4.46)	(0.61-3.51)	(0.56-1.1)
	Rama	medio	53.82	9.00	0.76	0.53	3.04	2.57	0.68
		(mín-máx)	(53.82-53.82)	(9-9)	(0.76-0.76)	(0.5-0.57)	(1.26-4.83)	(0.49-4.65)	(0.53-0.9)
Mayo	Hoja	medio	52.91	12.24	0.99	0.96	4.88	2.52	1.81
		(mín-máx)	(52.46-53.36)	(10.94-13.54)	(0.94-1.04)	(0.86-1.07)	(3.73-6.04)	(0.9-4.14)	(0.82-2.1)
	Otros	medio	52.65	7.63	0.72	0.57	3.25	0.99	0.78
		(mín-máx)	(52.03-53.28)	(4.9-10.37)	(0.43-1.01)	(0.38-0.75)	(2.03-4.46)	(0.61-1.37)	(0.42-1.1)
	Rama	medio	53.82	9.00	0.76	0.53	3.04	2.57	0.68
		(mín-máx)	(53.82-53.82)	(9-9)	(0.76-0.76)	(0.5-0.57)	(1.26-4.83)	(0.49-4.65)	(0.53-0.9)
Junio	Hoja	medio	53.11	10.15	0.85	0.77	4.23	2.83	1.93
		(mín-máx)	(52.91-53.31)	(9.58-10.73)	(0.83-0.86)	(0.77-0.78)	(3.06-5.4)	(0.96-4.71)	(0.88-2.1)
	Otros	medio	53.28	6.83	0.68	0.55	3.12	1.55	1.92
		(mín-máx)	(52.3-54.25)	(6.24-7.43)	(0.64-0.73)	(0.52-0.58)	(2.57-3.67)	(0.6-2.51)	(0.68-3.3)
	Rama	medio	54.88	10.77	1.05	0.56	3.28	2.68	1.22
		(mín-máx)	(53.82-55.94)	(9-12.55)	(0.76-1.34)	(0.5-0.62)	(1.26-5.31)	(0.7-4.65)	(0.53-1.1)
Julio	Hoja	medio	53.38	7.66	0.88	0.64	4.62	2.94	2.01
		(mín-máx)	(52.52-54.23)	(7.62-7.7)	(0.74-1.03)	(0.62-0.67)	(3.45-5.78)	(0.79-5.09)	(0.84-3.3)
	Otros	medio	53.11	9.01	0.82	2.21	2.28	1.88	2.36
		(mín-máx)	(52.32-53.89)	(8.78-9.23)	(0.77-0.88)	(0.79-3.64)	(0.72-3.84)	(0.72-3.04)	(0.68-4.4)
	Rama	medio	54.88	10.77	1.05	0.56	3.28	2.68	1.22
		(mín-máx)	(53.82-55.94)	(9-12.55)	(0.76-1.34)	(0.5-0.62)	(1.26-5.31)	(0.7-4.65)	(0.53-1.1)
Agosto	Hoja	medio	53.38	5.38	0.61	0.41	4.44	3.10	1.73
		(mín-máx)	(52.96-53.79)	(5.26-5.5)	(0.59-0.63)	(0.4-0.43)	(2.85-6.03)	(0.78-5.41)	(0.72-2.1)
	Otros	medio	52.72	9.30	0.94	0.69	3.22	2.05	1.84
		(mín-máx)	(52.52-52.92)	(9.29-9.31)	(0.8-1.07)	(0.62-0.76)	(2.36-4.07)	(0.69-3.4)	(0.62-3.3)
	Rama	medio	54.85	10.91	1.06	0.60	3.70	2.95	1.30
		(mín-máx)	(53.75-55.94)	(9.27-12.55)	(0.78-1.34)	(0.58-0.62)	(2.1-5.31)	(0.7-5.19)	(0.7-1.1)
Septiembre	Hoja	medio	53.01	5.76	0.64	0.42	3.84	3.22	1.49
		(mín-máx)	(52.97-53.04)	(5.54-5.99)	(0.64-0.64)	(0.41-0.44)	(2.19-5.5)	(0.79-5.66)	(0.76-2.1)
	Otros	medio	51.86	8.83	0.70	0.54	3.06	2.41	1.08
		(mín-máx)	(51.44-52.27)	(7.59-10.07)	(0.56-0.83)	(0.46-0.63)	(1.2-4.92)	(0.59-4.24)	(0.47-1.1)
	Rama	medio	54.85	10.91	1.06	0.60	3.70	2.95	1.30
		(mín-máx)	(53.75-55.94)	(9.27-12.55)	(0.78-1.34)	(0.58-0.62)	(2.1-5.31)	(0.7-5.19)	(0.7-1.1)
Octubre	Hoja	medio	53.26	7.48	0.76	0.58	4.49	3.02	1.33
		(mín-máx)	(52.63-53.89)	(6.31-8.64)	(0.65-0.87)	(0.49-0.66)	(2.76-6.23)	(0.79-5.25)	(0.79-1.1)
	Otros	medio	52.72	4.79	0.90	0.31	2.58	1.89	0.58
		(mín-máx)	(51.87-53.58)	(4.7-4.88)	(0.67-1.12)	(0.25-0.36)	(0.74-4.42)	(0.41-3.37)	(0.35-0.9)
	Rama	medio	53.37	7.74	0.74	0.54	3.83	3.07	1.25
		(mín-máx)	(52.95-53.79)	(7.26-8.22)	(0.68-0.8)	(0.46-0.62)	(2.85-4.81)	(0.63-5.51)	(0.78-1.1)
Noviembre	Hoja	medio	53.46	10.47	0.87	0.80	5.04	2.95	1.49
		(mín-máx)	(52.69-54.24)	(8.95-11.99)	(0.79-0.95)	(0.68-0.93)	(3.26-6.82)	(0.81-5.09)	(0.85-2.1)
	Otros	medio	51.97	7.37	0.69	0.49	2.56	3.13	1.30
		(mín-máx)	(51.24-52.71)	(7.18-7.57)	(0.67-0.72)	(0.43-0.55)	(1.03-4.08)	(0.48-5.79)	(0.59-2.1)
	Rama	medio	54.05	10.05	0.92	0.64	3.01	2.74	1.10
		(mín-máx)	(53.46-54.64)	(9.64-10.46)	(0.87-0.98)	(0.6-0.67)	(1.46-4.57)	(0.62-4.85)	(0.62-1.1)
Diciembre	Hoja	medio	52.88	11.10	0.94	0.87	4.12	2.96	1.83
		(mín-máx)	(52.69-53.08)	(10.22-11.99)	(0.93-0.95)	(0.8-0.93)	(3.26-4.99)	(0.83-5.09)	(0.85-2.1)
	Otros	medio	52.23	7.38	0.71	0.48	2.83	3.18	0.91
		(mín-máx)	(51.24-53.23)	(7.18-7.58)	(0.67-0.76)	(0.43-0.52)	(1.03-4.62)	(0.57-5.79)	(0.59-1.1)
	Rama	medio	54.05	10.05	0.92	0.64	3.01	2.74	1.10
		(mín-máx)	(53.46-54.64)	(9.64-10.46)	(0.87-0.98)	(0.6-0.67)	(1.46-4.57)	(0.62-4.85)	(0.62-1.1)

Tabla 5.1: Contenidos medios (mínimos y máximos) en g·kg<sup>-1</sup> a 105°C de las diferentes fracciones de desfronde (hojas-ramas-otros) mensuales, en la parcela 05Ps a lo largo de los cuatro años de estudio (2005-2008).

Los contenidos medios de Carbono en las tres fracciones de desfronde mensual durante los años de estudio han variado entre 51.86 y 54.88 g·kg<sup>-1</sup> (Tabla 5.1).

En la fracción hojas, se han detectado concentraciones medias más elevadas de N en primavera (11,8-12,24 g·kg<sup>-1</sup>), y mínimas en invierno (5,38-5,76 g·kg<sup>-1</sup>). El Ca en hoja se ha mantenido estable a lo largo del año con valores medios de 4 g·kg<sup>-1</sup>. Los valores de K en hoja han sido superiores en los meses de primavera y verano.

En la fracción otros, en verano se han obtenido concentraciones medias altas de N y K, y en primavera, menores concentraciones en Mg. En la fracción ramas, los contenidos medios han sido bastante estables en todos los elementos excepto en N, con valores máximos en los meses de verano y otoño.

En micronutrientes (Tabla 5.2), destacan los altos contenidos medios de Zn en la fracción otros, y de Mn en la fracción hojas.

Parcela	Fracción	mg·g <sup>-1</sup> (105°)					
		Na	Zn	Mn	Fe	Cu	B
05Ps	Hojas	0.09(0.05-0.12)	4.6(0.85-8.16)	8.4(6.6-12.82)	1.81(1.61-2.48)	0.06(0.02-0.11)	0.1(0-0.14)
	Otros	0.05(0.03-0.07)	13.72(2.43-21.91)	1.97(1.2-3.35)	5.85(1.83-12.07)	0.08(0.02-0.18)	0.07(0.04-0.1)
	Ramas	0.05(0.04-0.06)	5.54(3.46-9.01)	2.99(1.96-3.63)	5(2.98-5.5)	0.12(0.03-0.14)	0.11(0.09-0.13)

Tabla 5.2: Concentraciones medias (mínimas-máximas) de micronutrientes en el desfronde anual, en mg·g<sup>-1</sup> a 105°C.

En total, la parcela 05Ps ha aportado al suelo con el desfronde unos valores de Carbono comprendidos entre 2643 kg·ha<sup>-1</sup> en el año 2008 y 3749 kg·ha<sup>-1</sup> en el año 2006 (Tabla 5.3). El contenido de macronutrientes aportados al suelo, como suma de los cationes anteriormente analizados, ha variado entre 83 y 115 kg·ha<sup>-1</sup>·año<sup>-1</sup> en los años de estudio.

Parcela	Año	kg·ha <sup>-1</sup> ·año <sup>-1</sup>	kg·ha <sup>-1</sup> (105°C)												
		C total	En	Fb	Mz	Ab	My	Jn	Jl	Ag	Sp	Oc	Nv	Dc	Tc
05Ps	2005	3347	1.9	0.2	7.8	1.3	1.9	7.9	5.7	23.1	12.3	29.2	5.8	4.2	1
	2006	3749	2.4	13.1	3.9	3.4	3.4	21.2	5.7	13.7	29.9	10.5	7.2	1.2	1
	2007	3172	4.8	4.6	5.1	1.0	4.5	9.5	10.9	14.3	21.0	4.0	10.9	12.8	1
	2008	2643	4.7	5.5	2.3	1.6	0.5	9.4	7.9	22.8	7.1	21.3	0.0	0.0	8

Tabla 5.3: Aportes al suelo de Carbono y macronutrientes (N+P+Ca+S+Mg+K) anuales por el desfronde en kg·ha<sup>-1</sup> a 105°C.



## 6. NUTRICIÓN FOLIAR

En la siguiente tabla se presenta el peso de 1000 acículas y los contenidos medios foliares de nutrientes (nitrógeno, azufre, calcio, fósforo, magnesio y potasio), así como el contenido medio de carbono en las acículas de la especie *Pinus sylvestris* en los periodos de muestreo 2004-2005 y 2006-2007.

Los datos que se presentan corresponden a los análisis de las acículas del año en curso y a las acículas del año anterior de los ramillos muestreados en diciembre del año 2005 y en enero del año 2008. Los análisis se han realizado de una muestra mezcla de cinco árboles muestreados dentro de la parcela.

año brote	peso 1000 acículas (g)	C	N	S	P	Ca	Mg	K
		mg.g <sup>-1</sup>						
2004	15.62	543.62	14.81	1.14	1.31	4.01	0.96	6.06
2005	11.88	517.48	15.71	1.05	1.40	2.34	1.00	6.64
2006	12.54	545.41	13.24	1.21	1.01	4.42	0.97	3.69
2007	13.53	536.64	13.16	1.16	1.08	2.69	1.06	4.05

Tabla 6.1: Contenidos foliares (mg.g<sup>-1</sup>) de carbono, nitrógeno, azufre, fósforo, calcio, magnesio y potasio. El peso de 1000 acículas (g) es el contenido medio del peso de los cinco árboles muestreados en la parcela. Los resultados están dados a 105°C.

Si observamos la variación del contenido foliar y del peso de 1000 acículas en estos años de estudio (Tabla 6.1), el peso ha sido menor en el año 2005 (11.88 g) que en el resto de los años muestreados, este dato coincide con el hecho de que este año fue el de menor precipitación total anual (201mm), frente a la precipitación total anual (848mm y 514mm) correspondientes a los años 2006 y 2007 respectivamente, lo que podría haber influido en el desarrollo de la masa foliar.

Los contenidos foliares de N, P, y K han sido mayores en las acículas del año 2005, siendo por el contrario los contenidos foliares de S y Ca los más bajos en ese mismo año.

Se observa que los contenidos foliares de S y Ca son mayores en las acículas del año anterior que en las del año en curso, destacando principalmente los contenidos foliares de Ca (4.01 mg.g<sup>-1</sup> y 4.42 mg.g<sup>-1</sup>) en los años 2004 y 2006, frente a 2.34 mg.g<sup>-1</sup> y 2.69 mg.g<sup>-1</sup> en las acículas de los años 2005 y 2007.

### 6.1. Comparación de contenidos foliares de nutrientes entre parcelas de *Pinus sylvestris* de la Red Nacional del Nivel II

Para estudiar la variación temporal y geográfica de los contenidos foliares de nutrientes, en la tabla 6.1.1 se presentan el peso de 1000 acículas y los contenidos foliares de nutrientes de la especie *Pinus sylvestris* en cuatro parcelas de seguimiento pertenecientes a la Red Nacional del Nivel II en los años 2004, 2005, 2006 y 2007.

Los árboles de la especie *Pinus sylvestris* de la parcela 21 de Teruel presenta en todos los años muestreados un mayor desarrollo de la masa foliar que el resto de las parcelas.

En todas las parcelas estudiadas se observa una disminución de los contenidos foliares de nitrógeno en el último periodo muestreado.

Nº parcela	Localización	año brote	peso 1000 acículas	C	N	S	P	Ca	Mg	K
			(g)	mg.g <sup>-1</sup>						
21	Teruel	2004	26.44	543.99	15.16	1.81	1.30	4.57	1.46	5.71
		2005	11.51	520.94	13.10	1.06	1.21	2.21	1.22	5.79
		2006	18.74	529.05	12.74	1.49	0.99	4.55	1.25	4.52
		2007	21.35	530.55	12.32	0.79	0.97	1.99	1.14	5.51
24	Huesca	2004	10.04	538.74	13.60	0.97	1.03	5.39	1.03	5.86
		2005	11.62	509.47	12.43	0.90	1.16	3.21	1.07	6.06
		2006	15.41	515.35	11.69	1.49	0.84	6.72	0.96	4.16
		2007	14.56	516.53	11.44	0.80				
30	Soria	2004	14.43	542.06	13.22	1.11	1.00	3.94	1.18	5.19
		2005	7.60	519.31	12.00	0.97	1.11	1.82	1.01	5.09
		2006	11.18	527.80	12.28	1.40	0.89	3.91	1.09	4.62
		2007	12.71	519.75	11.72	1.06	0.81	2.06	0.97	5.17
47	Barcelona	2004	14.16	535.33	14.24	1.68	1.25	4.84	1.30	5.91
		2005	10.72	517.41	13.63	1.11	1.20	3.63	1.32	6.18
		2006	13.85	516.60	14.40	1.21	1.13	6.36	1.14	4.54
		2007	13.75	513.65	12.05	1.16				

Tabla 6.1.1: Contenidos medios foliares (mg.g<sup>-1</sup>) de nitrógeno, azufre, fósforo, calcio, potasio, magnesio y carbono en cuatro parcelas de *Pinus sylvestris* de la red nacional de Nivel II. El peso de 1000 acículas (g) es el contenido medio del peso de los cinco árboles muestreados en la parcela. Los datos corresponden a los 4 años muestreados (2004-2007).

El rango de variación de los contenidos foliares de N de esta especie en las cinco parcelas estudiadas ha sido de 11.41 mg.g<sup>-1</sup> a 15.71 mg.g<sup>-1</sup> (Tablas 6.1 y 6.1.1).

Hay que destacar el amplio rango de variación de los contenidos foliares de Ca (1.82 mg.g<sup>-1</sup> - 6.72 mg.g<sup>-1</sup>) lo que puede indicar la variedad de tipos de suelo en los que se desarrolla la especie. El resto de los nutrientes presentan rangos de variación más estrechos en sus contenidos foliares.

Para estudiar la variación geográfica de los contenidos foliares en la Figura 6.1.1 se representa, el peso de 1000 acículas y los contenidos medios foliares de nutrientes de los cuatro años muestreados en las cinco parcelas de *Pinus sylvestris* estudiadas.

No se observan grandes diferencias de los contenidos medios foliares entre las cinco parcelas de *Pinus sylvestris* estudiadas.

La parcela 05 de Segovia presenta los contenidos foliares más altos de nitrógeno (14.11 mg.g<sup>-1</sup>). El contenido medio de calcio más alto (5.11 mg.g<sup>-1</sup>) ha correspondido a la parcela 24 de Huesca, esta parcela presenta un valor de pH en suelo de 6.1, el más alto de las cinco parcelas.

El peso medio de 1000 acículas y el contenido foliar medio de carbono ha sido mayor en la parcela 21 de Teruel.

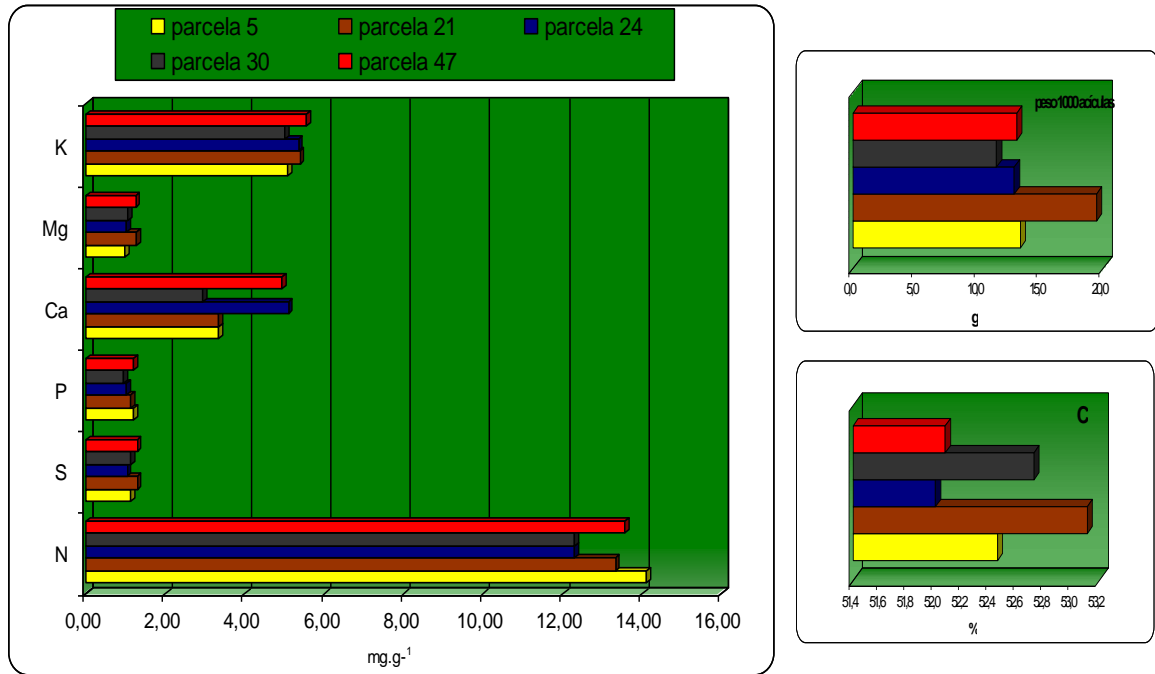


Figura 6.1.1: Contenidos medios foliares (mg·g<sup>-1</sup>) de nitrógeno, azufre, fósforo, calcio, potasio, magnesio y carbono (%) en cinco parcelas de *Pinus sylvestris* de la red nacional de Nivel II. El peso de 1000 acículas (g) es el contenido medio del peso de los cinco árboles muestreados en la parcela. Los datos son medias de los 4 años muestreados (2004-2007).

## 7. DEPOSICIÓN ATMOSFÉRICA

En la Tabla 7.1 se presentan datos de cantidad de precipitación y concentración iónica media ( $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ) del agua de precipitación incidente (Pi) y agua de trascolación (T), así como valores mínimos y máximos de conductividad eléctrica (a  $25^\circ\text{C}$ ), pH, Ca, Mg, Na, K, Cl, N- $\text{NO}_3$ , S- $\text{SO}_4$ , N- $\text{NH}_4$  y alcalinidad(alk), elementos mayoritarios presentes en el agua de precipitación analizados en la parcela 05 de *Pinus sylvestris* durante el periodo 2005-2008.

Año	Precipitación Total (mm)	
	Trascolación	Precipitación incidente
2005	634	752
2006	925	1173
2007	501	930
2008	946	1286

Año		$c\ 25^\circ\text{C}$	pH	K	Na	Ca	Mg	N- $\text{NH}_4$	N- $\text{NO}_3$	S- $\text{SO}_4$	Cl	alk
		$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$										
2005	T	50	5.73	5.79	1.54	2.47	0.51	1.02	1.54	0.82	3.84	65
		(12-224)	(4.71-6.84)	(0.74 - 21.67)	(0.37 - 7.11)	(0.30-14.47)	(0.08 - 2.49)	(0.18 - 6.33)	(0.20 - 9.24)	(0.25 - 1.98)	(0.59 - 15.24)	(7-195)
n=15	Pi	28	6.03	2.08	1.02	1.79	0.12	0.53	0.36	0.48	3.66	59
		(8-84)	(4.76 - 7.54)	(0.18 - 10.36)	(0.16 - 4.95)	(0.19 - 5.47)	(0.02 - 0.39)	(0.13 - 1.37)	(0.07 - 0.89)	(0.17 - 0.99)	(0.84 - 14.74)	(9-180)
2006	T	39	5.99	4.24	1.46	2.24	0.42	0.61	1.20	0.67	3.20	74
		(8-147)	(5.13 - 9.1)	(0.63 - 16.37)	(0.31 - 4.15)	(0.18 - 10.24)	(0.05 - 1.96)	(0.02 - 3.69)	(0.08 - 7.21)	(0.08 - 2.54)	(0.65 - 9.86)	(13-281)
n=17	Pi	23	6.13	1.24	0.84	1.41	0.11	0.45	0.33	0.39	3.02	48
		(6-51)	(5.10 - 7.05)	(0.16 - 3.33)	(0.12 - 1.63)	(0.12 - 4.43)	(0.02 - 0.38)	(0.12 - 0.96)	(0.07 - 0.86)	(0.06 - 1.29)	(0.52 - 7.02)	(8-157)
2007	T	41	5.67	4.55	0.95	2.55	0.47	0.36	0.88	0.81	2.71	66
		(14-130)	(4.34 - 7.15)	(0.78 - 22.81)	(0.37 - 2.40)	(0.37 - 10.06)	(0.12 - 1.68)	(0.00 - 1.10)	(0.00 - 5.47)	(0.08 - 2.59)	(0.59 - 9.67)	(10-264)
n=17	Pi	26	6.00	2.77	0.79	2.08	0.24	0.51	0.66	0.51	3.46	64
		(5-77)	(4.73 - 7.37)	(0.10 - 25.76)	(0.06 - 3.90)	(0.09 - 11.32)	(0.02 - 1.93)	(0.07 - 1.23)	(0.08 - 4.19)	(0.08 - 1.52)	(0.14 - 16.56)	(0-253)
2008	T	32	6.03	5.05	0.99	1.64	0.42	0.46	0.7	0.37	2.7	46
		(10-93)	(5.05 - 6.96)	(0.74 - 21.74)	(0.24 - 11.84)	(0.35 - 3.51)	(0.09 - 1.22)	(0.06 - 1.46)	(0.11 - 2.28)	(0.14 - 0.68)	(0.59 - 8.37)	(3-144)
n=9	Pi	18	6.23	0.91	0.56	1.54	0.12	0.35	0.24	0.32	2.18	48
		(6-69)	(5.14 - 6.90)	(0.06 - 4.04)	(0.13 - 1.72)	(0.13 - 6.46)	(0.03 - 0.38)	(0.04 - 1.27)	(0.09 - 0.61)	(0.13 - 0.66)	(0.29 - 13.57)	(4-95)

Tabla 7.1: Cantidad de precipitación incidente (mm) y cantidad de agua de trascolación (mm) en la parcela 5 de la Red Nacional del Nivel II en los años 2005, 2006, 2007 y 2008. pH, conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ), concentración media, mínimos y máximos ( $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ) de Na, K, Ca, Mg, N- $\text{NH}_4$ , N- $\text{NO}_3$ , S- $\text{SO}_4$ , Cl y alcalinidad( $\mu\text{eq}\cdot\text{l}^{-1}$ ). N es el número de periodos muestreados con una cantidad de precipitación superior a 2 mm. Los datos son medias de los periodos muestreados en cada año.

El rango de pH medio en el agua de precipitación incidente varía entre 5.67 y 6.23 (Tabla 7.1.) lo que indica un valor de pH neutro a ligeramente básico, no observándose grandes diferencias entre los cuatro años muestreados. El agua de precipitación incidente presenta unos valores de pH más básicos que el agua de trascolación.

La conductividad eléctrica media en el agua de precipitación incidente presenta unos rangos de variación entre 18 y 26  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , lo que indica una baja carga iónica. Los

valores máximos han correspondido a los años 2005 y 2007, que corresponden a los años de menor precipitación anual.

Las concentraciones iónicas de todos los elementos estudiados en el agua precipitación incidente, a excepción del sodio, han sido mayores en los años 2005 y 2007, años en los que la precipitación total anual ha sido menor (752 mm y 930 mm, respectivamente). Se observa un disminución de la concentración de sodio a lo largo de los cuatro años estudiados pasando de  $1.02 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$  en el año 2005 a  $0.56 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$  en el año 2008.

El agua de trascolación a su paso por la cubierta arbórea presenta concentraciones iónicas mayores que el agua de deposición a cielo abierto (Figura 7.1.).

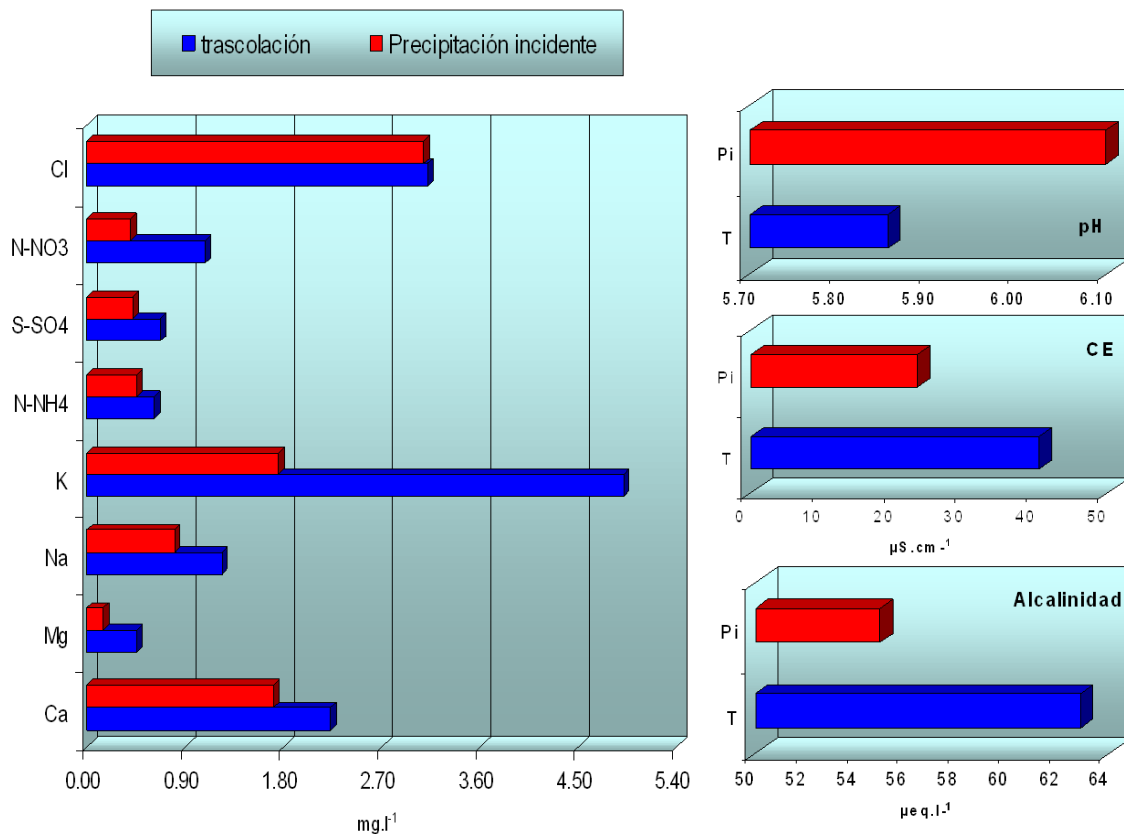


Figura 7.1: pH, conductividad eléctrica (CE,  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ), alcalinidad ( $\mu\text{eq}\cdot\text{l}^{-1}$ ) y concentración media ( $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ) de Na, K, Ca, Mg, N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub>, S-SO<sub>4</sub> y Cl en el agua de trascolación (T) y en el agua de precipitación incidente (Pi). Los datos son medias de los cuatro años estudiados (2005-2008).

Las mayores diferencias entre las concentraciones medias del agua de trascolación y el agua de precipitación incidente se observan en los elementos de potasio y nitrato con concentraciones medias de K ( $4.91 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ) y N-NO<sub>3</sub> ( $1.08 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ) en el agua de trascolación y concentraciones de K ( $1.75 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ) y N-NO<sub>3</sub> ( $0.68 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ) en la precipitación incidente.

El cloro es el elemento que menos varía su concentración en el agua de precipitación al atravesar la cubierta arbórea.

En las Tablas 7.2, 7.3, 7.4 y 7.5 se presenta cantidad de precipitación incidente (mm) y cantidad de agua de trascolación (mm); pH, conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ), concentraciones ( $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ) de Na, K, Ca, Mg, N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub>, S-SO<sub>4</sub>, Cl y alcalinidad ( $\mu\text{eq}\cdot\text{l}^{-1}$ ) tanto en el agua de precipitación incidente (Pi) como en el agua de trascolación (T) de los 24 periodos quincenales (P) muestreados en los años 2005, 2006 y 2007, siendo 12 los periodos muestreados en el año 2008. Se presentan los datos en los que la precipitación quincenal ha sido superior a 2 mm.

Año	P	Cantidad agua mm	pH	c 25°C $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	Ca	Mg	Na	K	N-NH <sub>4</sub>	S-SO <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	Cl	alk $\mu\text{eq}\cdot\text{l}^{-1}$	
					mg.l <sup>-1</sup>									
2005	Pi	1	16	7.5	16	0.6	0.1	1.0	2.6	0.2	0.3	0.1	1.4	69
		2	17	4.9	30	1.1	0.1	1.1	2.2	0.6	0.6	0.5	2.1	
		3	44	5.6	18	0.6	0.0	0.3	0.6	0.8	0.5	0.6	1.1	18
		4	28	6.3	18	0.5	0.1	0.7	1.4	0.5	0.6	0.3	1.3	56
		6	36	5.8	23	1.5	0.1	0.7	1.2	0.4	0.3	0.2	3.5	38
		7	40	6.4	24	1.5	0.1	0.8	1.5	0.5	0.4	0.4	1.7	75
		8	71	6.1	14	0.4	0.1	0.5	0.6	0.6	0.3	0.2	1.0	41
		10	38	6.6	37	3.4	0.2	0.8	1.4	0.4	0.5	0.3	5.0	94
		11	12	7.0	42	3.2	0.1	1.0	3.4	0.5	0.5	0.3	5.0	144
		12	25	6.3	41	3.4	0.2	0.4	0.6	1.2	1.0	0.9	4.1	45
		15	8	4.8	65	5.5	0.2	1.3	3.3	0.4	0.9	0.7	14.6	
		17	25	6.3	21	1.6	0.1	0.7	1.0	0.7	0.4	0.4	3.0	43
	18	4			5.3	0.4	2.7	5.2	1.4					
	20	189	5.7	9	0.5	0.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	1.0	9	
	21	77	5.4	13	0.3	0.0	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.8	17	
	22	67	5.9	10	0.3	0.0	0.5	0.7	0.3	0.3	0.2	0.9	27	
	23	54	5.4	8	0.2	0.0	0.5	1.0	0.1	0.2	0.1	0.9	29	
	24	2	6.5	84	2.3	0.2	5.0	10.4	0.4	1.0	0.7	14.7	180	
	T	1	22	5.2	19	0.5	0.1	0.7	1.1	0.4	0.7	0.2	1.4	7
		2	13	5.7	32	1.2	0.2	1.2	2.3	0.7	0.8	0.6	1.9	50
		3	30	5.6	23	0.6	0.1	0.5	0.7	1.1	0.8	0.8	0.6	23
		4	23	6.2	20	0.5	0.1	0.8	1.6	0.7	0.7	0.3	0.8	75
		6	24	5.3	54	2.4	0.6	2.1	3.5	1.2	1.4	1.2	4.2	45
		7	31	5.8	27	1.3	0.2	1.2	2.3	0.4	0.5	0.5	1.9	42
8		82	5.5	23	0.7	0.2	1.0	1.5	0.6	0.5	0.4	1.5	36	
10		31	6.8	49	2.2	0.5	1.7	4.5	0.9	0.7	1.4	2.6	116	
11		6	6.8	60	3.5	0.3	1.5	5.9	0.8	1.5	1.0	8.3	185	
12		13	6.8	98	4.8	1.2	1.0	16.2	0.3	1.6	2.7	5.3	195	
15		4	4.7	224	14.5	2.5	3.3	21.7	6.3	2.0	9.2	15.2		
17		18	5.1	110	6.6	1.9	2.2	16.3	1.9	0.7	5.8	8.1	70	
20	159	5.8	22	0.9	0.2	0.4	2.7	0.3	0.3	0.5	1.2	44		
21	44	5.2	13	0.4	0.1	0.4	1.1	0.2	0.3	0.2	1.0	33		
22	73	5.6	12	0.3	0.1	0.5	1.3	0.2	0.3	0.2	0.6	24		
23	60	5.5	14	0.4	0.1	0.7	1.4	0.2	0.3	0.2	1.7	27		

Tabla 7.2: Cantidad de precipitación incidente (mm), cantidad de agua de trascolación (mm), pH, conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ), concentración ( $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ) de Na, K, Ca, Mg, N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub>, S-SO<sub>4</sub>, Cl y alcalinidad ( $\mu\text{eq}\cdot\text{l}^{-1}$ ) en los periodos quincenales muestreados en la parcela 5Ps en el año 2005.

Año	P	Cantidad de agua mm	pH	c 25°C $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	Ca	Mg	Na	K	N-NH <sub>4</sub>	S-SO <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	Cl	alk $\mu\text{eq}\cdot\text{l}^{-1}$	
					mg.l <sup>-1</sup>									
2006	Pi	1	153	5.6	8	0.1	0.0	0.5	0.4	0.2	0.1	0.1	0.8	16
		4	49	5.8	14	0.2	0.1	0.8	0.7	0.4	0.3	0.2	1.7	16
		5	30	6.0	19	0.9	0.1	0.9	1.1	0.4	0.3	0.2	3.4	35
		6	51	6.1	10	0.4	0.0	0.5	0.5	0.4	0.2	0.2	1.2	36
		7	67	5.9	22	1.5	0.1	1.1	0.8	0.4	0.2	0.2	4.0	37
		8	27	6.3	36	3.4	0.1	1.5	1.5	0.4	0.4	0.3	7.0	76
		9	48	6.4	15	0.5	0.0	0.9	0.8	0.4	0.2	0.3	1.2	54
		11	36	7.1	46	3.8	0.3	1.1	3.0	0.6	0.8	0.5	4.7	157
		12	28	6.7	40	2.9	0.2	1.3	2.0	0.9	0.7	0.7	4.9	97
		14	7	6.4	51	4.4	0.4	1.3	1.6	0.9	1.3	0.9	6.2	
		16	22	6.5	30	1.4	0.1	1.5	3.0	0.3	0.2	0.2	4.8	64
		17	55	6.6	25	2.0	0.1	0.3	0.6	1.0	0.7	0.8	1.9	67
		18	65	5.9	18	1.1	0.1	0.4	0.8	0.6	0.6	0.4	2.0	18
		19	28	6.3	26	1.7	0.1	0.8	1.9	0.4	0.3	0.2	5.2	37
	20	158	6.1	6	0.2	0.0	0.3	0.4	0.2	0.1	0.1	0.5	36	
	21	107	5.1	5	0.3	0.0	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.5	16	
	22	128	6.1	10	0.4	0.1	0.8	0.7	0.2	0.2	0.1	1.3	40	
	23	111	5.5	6	0.2	0.0	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.7	8	
	24	4	6.3	43	1.5	0.2	1.6	3.3	0.7	0.6	0.9	5.3	61	
	T	1	157	5.9	12	1.2	0.1	0.6	1.0	0.2	0.2	0.1	1.2	36
		2	1		47	1.1	0.3	4.2	4.2	0.4	0.8	0.3	6.1	
		4	45	5.7	25	0.6	0.2	1.1	1.3	0.8	0.6	0.6	1.7	28
		5	44	5.6	27	0.9	0.2	1.7	1.9	0.5	0.5	0.3	3.0	28
6		26	5.8	22	0.7	0.2	1.1	2.1	0.5	0.5	0.4	1.2	44	
7		42	6.1	30	1.1	0.3	2.1	2.4	0.5	0.3	0.4	3.4	63	
8		17	6.7	32	1.0	0.2	2.5	3.3	0.3	0.4	0.5	3.2	153	
9		40	6.2	20	0.8	0.2	1.2	2.0	0.4	0.3	0.4	1.4	58	
11		16	6.7	119	6.2	1.3	2.5	16.4	0.9	2.5	4.2	8.6	281	
12		15	6.9	61	3.0	0.5	1.9	9.7	0.5	0.8	1.1	4.5	227	
14		1			6.9	1.0	2.1	5.9		2.0	2.8	5.6		
16		12	6.5	147	10.2	2.0	2.7	13.9	3.7	1.3	7.2	9.9	66	
17		30	5.6	53	3.2	0.6	0.7	4.6	1.6	0.8	2.8	2.3	68	
18		55	5.5	32	2.0	0.4	0.7	3.6	0.4	0.7	0.8	2.3	33	
19	34	5.5	30	1.6	0.3	1.1	3.6	0.2	0.3	0.5	3.1	42		
20	99	6.1	12	0.9	0.1	0.3	1.3	0.1	0.1	0.1	0.7	65		
21	89	5.1	11	0.6	0.1	0.3	1.2	0.0	0.1	0.1	0.9	30		
22	99	6.2	13	0.4	0.1	0.6	1.6	0.0	0.2	0.1	1.0	30		
23	103	5.6	8	0.2	0.0	0.4	0.6	0.1	0.1	0.1	0.7	13		

Tabla 7.3: Cantidad de precipitación incidente (mm), cantidad de agua de trascolación (mm), pH, conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ), concentración ( $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ) de Na, K, Ca, Mg, N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub>, S-SO<sub>4</sub>, Cl y alcalinidad ( $\mu\text{eq}\cdot\text{l}^{-1}$ ) en los periodos quincenales muestreados en la parcela 05Ps en el año 2006.

Año	P	Cantidad agua mm	pH	c 25°C $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	Ca	Mg	Na	K	N-NH <sub>4</sub>	S-SO <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	Cl	Alk $\mu\text{eq}\cdot\text{l}^{-1}$	
														<i>mg.l<sup>-1</sup></i>
2007	Pi	1	231	4.6	27	0.33	0.26	2.23	0.22	0.16	0.56	0.29	3.68	0
		2	46	5.0	42	1.39	0.46	3.71	0.91	0.28	0.88	0.44	7.16	5
		3	213	4.9	29	0.35	0.34	3.03	0.21	0.09	0.38	0.12	5.34	0
		4	255	5.1	24	0.35	0.32	2.68	0.27	0.09	0.34	0.11	4.10	19
		5	235	5.9	30	0.47	0.43	3.86	0.58	0.38	0.53	0.18	5.98	30
		6	13	4.8	150	3.07	2.47	20.75	3.78	0.66	1.70	0.40	34.13	0
		7	58	5.2	101	1.66	1.66	9.99	2.77	1.09	2.39	1.29	17.08	16
		8	19	6.7	29	1.57	0.10	0.61	1.90	1.08	1.29	0.80	0.90	74
		9	99	4.7	19	0.34	0.10	0.80	0.33	0.07	0.41	0.19	1.98	0
		10	94	4.8	53	1.88	0.58	4.37	0.57	0.39	1.36	0.49	8.61	
		11	63	4.8	44	1.59	0.44	3.45	0.87	0.12	0.77	0.23	7.68	0
		12	165	5.1	18	0.41	0.18	1.49	0.41	0.07	0.30	0.09	2.66	2
	13	30	4.4	54	2.43	0.37	2.59	1.48	0.09	0.82	0.22	9.61	0	
	14	88	4.6	26	1.21	0.14	0.91	0.63	0.10	0.38	0.13	3.95	0	
	15	22	4.8	38	2.74	0.15	1.05	2.04	0.06	0.65	0.24	6.48	0	
	16	89	5.1	37	2.17	0.16	1.00	0.70	0.12	0.62	0.21	7.47	0	
	19	47	5.1	30	1.75	0.27	1.59	0.83	0.42	0.50	0.26	5.16	20	
	21	3			7.33	0.72	4.62	7.83	1.86	2.46	1.16	20.96		
	22	98	4.7	42	0.82	0.51	2.69	1.35	0.69	0.17	0.05	1.01		
	23	114	5.1	23	0.82	0.23	1.91	0.85	0.16	0.42	0.23	4.02	10	
	24	243	5.1	25	0.67	0.29	2.33	0.50	0.13	0.36	0.16	4.94	0	
	T	1	158	4.9	59	0.80	0.83	6.70	1.54	0.28	1.22	0.64	9.84	0
		2	33	4.5	155	3.34	2.96	17.09	3.13	0.50	3.91	1.67	30.29	0
		3	177	4.6	79	0.92	1.15	9.35	1.08	0.21	1.24	0.37	16.53	0
4		184	4.8	54	0.65	0.81	6.96	0.78	0.09	0.74	0.13	11.45	0	
5		187	4.7	70	0.83	1.11	9.72	1.05	0.07	1.02	0.21	15.12	0	
6		3	5.9	464	7.50	10.13	63.88	15.83	2.21	8.67	4.50	89.32		
7		39	5.6	28	0.52	0.24	1.94	1.51	0.57	0.77	0.34	2.87	27	
8		15	6.5	69	1.11	0.83	4.05	5.16	2.06	2.74	2.18	3.68	64	
9		89	5.9	45	0.69	0.57	3.11	3.92	0.42	1.21	1.02	5.92	28	
10		68	4.6	114	2.27	1.89	10.57	4.03	0.52	3.17	1.34	19.22		
11		51	4.7	87	1.83	1.31	8.47	3.28	0.16	1.89	0.55	16.20		
12		125	4.9	47	1.12	0.66	4.88	1.43	0.07	0.85	0.10	9.41	0	
13	20	4.6	85	2.69	1.13	7.34	3.47	0.24	1.63	0.30	9.61	0		
14	73	4.7	42	1.03	0.58	3.62	2.38	0.12	1.20	0.22	3.95	0		
15	16	4.9	62	1.88	0.88	4.68	3.99	0.16	1.70	0.71	6.48	0		
16	80	5.0	97	3.02	0.99	4.98	2.85	0.19	1.56	0.76	21.80	0		
19	35	4.8	109	3.92	2.01	8.95	4.87	1.30	2.09	2.64	17.28	0		
21	1			7.97	3.14	13.19	20.58	4.27	5.40	7.98	29.84			
22	72	4.7	76	1.54	1.05	4.93	2.98	1.54	0.82	0.85	5.39			
23	76	4.6	67	1.63	1.04	6.33	2.13	0.29	1.46	0.62	13.23			
24	189	4.8	47	0.77	0.60	4.62	1.33	0.26	0.80	0.42	8.28	0		

Tabla 7.4: Cantidad de precipitación incidente (mm), cantidad de agua de trascolación (mm), pH, conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ), concentración ( $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ) de Na, K, Ca, Mg, N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub>, S-SO<sub>4</sub>, Cl y alcalinidad ( $\mu\text{eq}\cdot\text{l}^{-1}$ ) en los periodos quincenales muestreados en la parcela 05Ps en el año 2007.



Año	P	Cantidad agua	pH	c 25°C $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	Ca	Mg	Na	K	N-NH <sub>4</sub>	S-SO <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	Cl	alk $\mu\text{eq}\cdot\text{l}^{-1}$	
		mm												$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$
2008	Pi	1	274	5.0	35	0.45	0.36	4.42	0.54	0.12	0.51	0.09	8.94	4
		2	53	4.7	40	1.70	0.21	2.09	1.32	0.51	0.59	0.41	7.39	0
		3	186	4.9	37	0.63	0.50	4.28	0.86	0.20	0.53	0.11	8.50	0
		4	318	5.2	20	0.28	0.30	2.62	0.18	0.04	0.25	0.10	3.80	8
		5	228	5.6	12	0.18	0.11	1.04	0.45	0.13	0.31	0.18	1.59	3
		6	47	4.8	16	0.35	0.13	0.88	0.43	0.13	0.57	0.22	1.68	0
		7	139	4.8	15	0.38	0.15	1.25	0.19	0.05	0.51	0.16	2.05	0
		8	105	5.2	15	0.37	0.16	1.05	0.49	0.28	0.44	0.32	1.66	4
		9	243	5.2	12	0.30	0.14	1.11	0.24	0.02	0.26	0.09	1.96	0
		10	77	5.2	18	0.33	0.27	2.31	0.49	0.10	0.37	0.16	4.09	0
		11	225	5.1	25	0.42	0.28	2.34	0.73	0.14	0.46	0.24	3.66	24
		12	330	5.1	16	0.17	0.23	1.94	0.13	0.05	0.25	0.11	3.87	0
	T	1	196	4.6	82	1.07	0.97	10.32	1.24	0.30	1.39	0.31	21.15	0
		2	48	4.8	87	2.48	0.94	8.29	2.90	1.02	1.69	1.72	16.35	0
		3	144	5.1	88	1.37	1.39	11.55	3.95	0.35	1.52	0.32	21.34	6
		4	272	5.2	44	0.53	0.62	5.60	2.07	0.02	0.72	0.16	9.13	13
		5	181	4.9	28	0.38	0.34	2.80	2.42	0.09	0.62	0.22	3.87	6
		6	25	5.0	47	0.95	0.93	4.20	2.64	0.48	1.27	0.97	7.15	1
		7	107	4.7	47	0.85	0.83	4.84	1.99	0.15	1.29	0.53	8.21	0
		8	90	5.2	44	0.90	0.87	5.17	2.71	0.30	0.95	0.51	7.42	2
		9	187	5.4	33	0.69	0.55	3.75	1.91	0.15	0.58	0.44	6.21	5
		10	55	5.0	55	1.26	1.00	5.97	2.64	0.41	1.00	0.70	10.90	0
		11	181	5.0	41	0.68	0.66	4.64	1.63	0.22	0.87	0.39	7.78	19
		12	249	4.9	33	0.43	0.51	4.16	0.83	0.17	0.47	0.20	6.71	0

Tabla 7.5: Cantidad de precipitación incidente (mm), cantidad de agua de trascolación (mm), pH, conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ), concentración ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) de Na, K, Ca, Mg, N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub>, S-SO<sub>4</sub>, Cl y alcalinidad ( $\mu\text{eq}\cdot\text{l}^{-1}$ ) en los periodos quincenales muestreados en la parcela 05Ps en el año 2008.

## 8. SOLUCIÓN DEL SUELO

En la Tabla 8.1 se presenta la concentración iónica media ( $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ), así como valores mínimos y máximos de conductividad eléctrica (a 25°C), pH, Ca, Mg, Na, K, Cl, N-NO<sub>3</sub>, S-SO<sub>4</sub> y N-NH<sub>4</sub> de la solución del suelo recogida en periodos quincenales mediante lisímetros situados a 20 y 60 cm de profundidad durante el periodo 2005-2008.

El valor medio de pH de la solución del suelo en los primeros 20cm presenta un rango de variación entre 5.63 y 6.36, mientras que a 60cm de profundidad el valor medio del pH es mayor y varia entre 6.12 y 6.64. El valor medio de pH más bajo ha correspondido al año 2005, este hecho se corresponde con la concentración más baja de alcalinidad ( $40 \mu\text{eq}\cdot\text{l}^{-1}$ ) en ese mismo año.

Año	Profundidad (cm)	c 25°C	pH	K	Na	Ca	Mg	N-NH <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	S-SO <sub>4</sub>	Cl	alk
		$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$										$\mu\text{eq}\cdot\text{l}^{-1}$
2005	-20	38	5.63	0.96	2.10	2.71	0.58	0.09	0.08	2.21	3.29	40
		(22-67)	(5.09-5.99)	(0.59-1.62)	(1.22-3.74)	(1.53-4.79)	(0.31-1.07)	(0.01-0.15)	(0.06-0.10)	(1.13-3.26)	(0.87-7.15)	(35-45)
2005	-60	32	6.47	0.34	2.78	2.05	0.41	0.02	0.01	2.04	2.13	68
		(18-55)	(6.24-6.69)	(0.18-0.58)	(1.65-4.92)	(1.09-3.43)	(0.21-0.73)	(0.00-0.06)	(0.01-0.02)	(1.09-3.80)	(1.19-4.52)	(45-86)
2006	-20	23	5.86	0.58	1.30	1.81	0.37	0.07	0.20	0.91	1.72	49
		(18-30)	(5.42-6.26)	(0.46-0.81)	(1.04-1.57)	(1.54-2.28)	(0.31-0.48)	(0.01-0.15)	(0.04-0.33)	(0.72-1.21)	(1.40-2.18)	(30-76)
2006	-60	32	6.61	0.80	2.88	2.16	0.41	0.05	0.01	1.45	3.36	100
		(17-74)	(6.17-6.96)	(0.21-2.90)	(1.60-6.78)	(1.20-5.49)	(0.23-1.05)	(0.01-0.16)	(0.01-0.02)	(0.34-5.00)	(1.59-6.64)	(55-137)
2007	-20	18	6.36	0.58	1.38	1.20	0.24	0.14	0.01	0.35	1.68	56
		(15-24)	(5.69-6.71)	(0.31-1.26)	(1.26-1.52)	(0.50-1.44)	(0.20-0.28)	(0.00-1.13)	(0.00-0.08)	(0.23-0.59)	(1.13-2.96)	(27-79)
2007	-60	20	6.64	0.55	1.90	1.13	0.24	0.05	0.01	0.30	2.31	75
		(17-24)	(5.87-6.64)	(0.15-1.78)	(1.47-2.27)	(0.53-1.50)	(0.23-0.27)	(0.00-0.14)	(0.00-0.06)	(0.10-0.59)	(1.65-3.90)	(18-115)
2008	-20	20	5.88	1.01	1.64	1.53	0.28	0.13	0.67	0.03	1.98	42
		(17-25)	(5.24-6.51)	(0.38-3.58)	(1.32-2.08)	(1.29-1.78)	(0.21-0.34)	(0.02-0.24)	(0.37-0.83)	(0.01-0.06)	(1.13-2.96)	(18-61)
2008	-60	21	6.12	0.77	2.30	1.32	0.25	0.13	0.70	0.02	2.60	46
		(19-23)	(5.77-6.63)	(0.28-2.61)	(2.12-2.65)	(0.92-1.49)	(0.14-0.29)	(0.00-0.34)	(0.33-1.21)	(0.01-0.03)	(1.87-3.41)	(26-88)

Tabla 8.1: pH, conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ), alcalinidad ( $\mu\text{eq}\cdot\text{l}^{-1}$ ) y concentración media ( $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ) de Na, K, Ca, Mg, N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub>, S-SO<sub>4</sub> y Cl en la solución del suelo recogida a 20 y 60 cm de profundidad. Los datos son medias de los periodos quincenales muestreados en los cuatro años estudiados (2005-2008).

La conductividad eléctrica media en las dos profundidades del suelo varía muy poco entre los años muestreados presentando un rango de variación entre 18 y 38  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . La conductividad eléctrica más alta medida en la solución del suelo muestreada a 20cm de profundidad (67 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) ha correspondido al año 2005, año en el que la precipitación total anual ha sido la más baja (752 mm).

Hay que destacar la alta concentración media de nitratos presentes en la solución del suelo a 20 y 60cm de profundidad en el año 2008 (0.67 y 0.70  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ) respectivamente, frente a concentraciones medias de nitratos (0.01  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ) en el resto de los años muestreados.

Se observa una disminución de la concentración media de sulfatos (tabla 7.2.1) durante los cuatro años de muestreo pasando de una concentración media de 2.21  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$  en el año 2005 a una concentración media de 0.03  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$  en el año 2008.

La concentración iónica media, el valor medio de pH y la conductividad eléctrica media de la solución del suelo a 20 y 60cm de profundidad se representa en el gráfico 7.2.1. Se observa que la concentración media del nitrógeno procedente de los nitratos y del amonio disminuye con la profundidad del suelo.

El valor medio de pH aumenta con la profundidad del suelo, al igual que la conductividad eléctrica media y la alcalinidad media, parámetro directamente relacionado con el pH.

Las concentraciones medias de potasio, calcio y magnesio en la solución del suelo disminuyen ligeramente con la profundidad, mientras que las concentraciones medias de sodio, sulfatos y cloro aumentan con la profundidad, siendo este aumento más acusado en el caso del sodio (1.60  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$  y 2.60  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ) a los 20 y 60 cm, respectivamente.

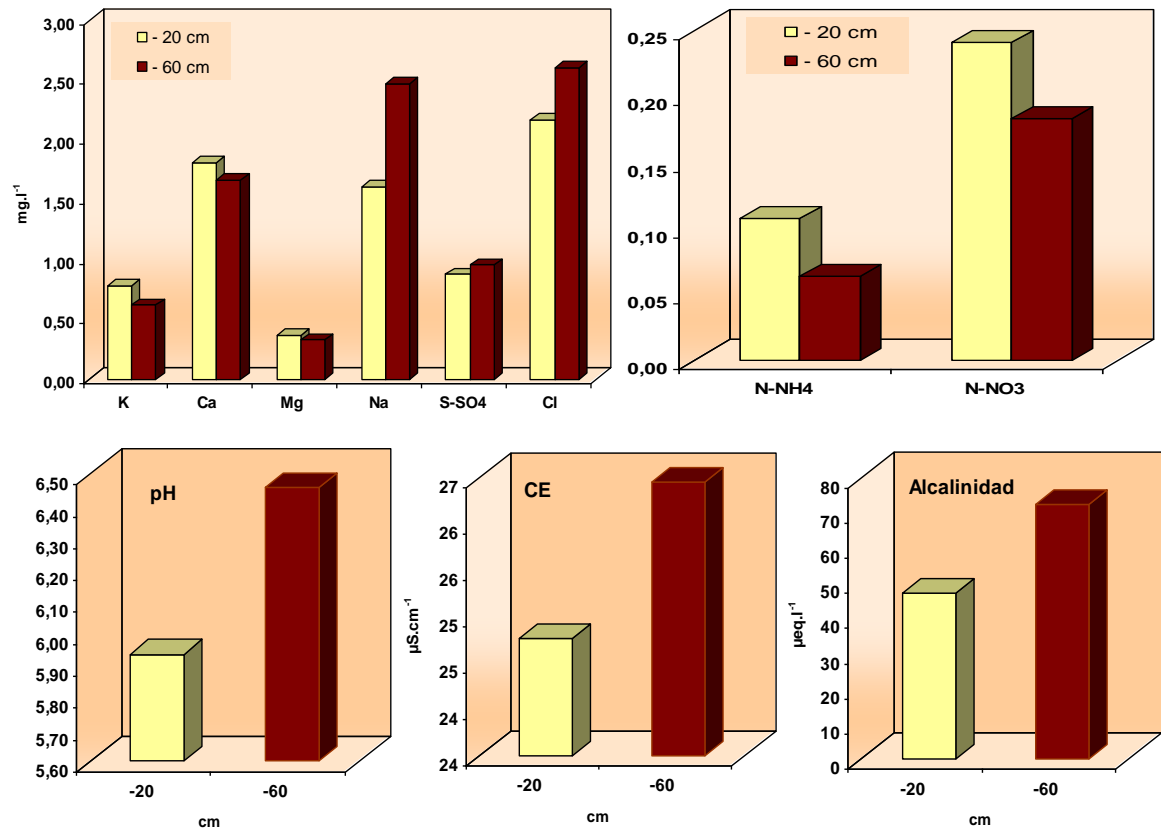


Figura 8.1: pH, conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ), alcalinidad ( $\mu\text{eq}\cdot\text{l}^{-1}$ ) y concentración media ( $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ) de Na, K, Ca, Mg, N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub>, S-SO<sub>4</sub> y Cl en la solución del suelo recogida a 20 y 60 cm de profundidad. Los datos son medias de los cuatro años estudiados (2005-2008).

# FASES FENOLÓGICAS

## 05 Ps Valsain (Segovia)



Floración



Aparición de acícula

# DAÑOS EN LA PARCELA

## 05Ps Valsaín (Segovia)



*Cronartium flaccidum*



*Tomicus sp.*



*Taphrina kruchii*



Viento



*Retinia resinella*