



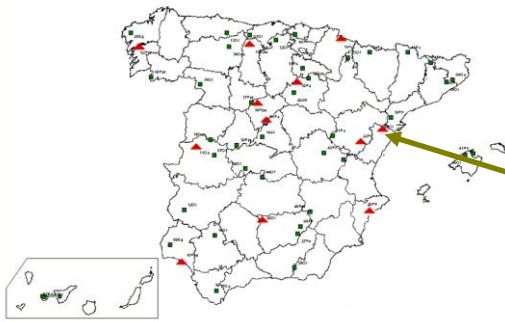
SECRETARÍA DE ESTADO DE  
MEDIO RURAL Y AGUA  
SECRETARÍA GENERAL DE  
MEDIO RURAL  
DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIO  
NATURAL Y POLÍTICA FORESTAL

## **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 O6 QI  
MORELLA (CASTELLÓN)  
AÑOS 2005-2008**

## PARCELA 06 *Quercus ilex* (Castellón)



### 1. DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA

El Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM) ha realizado, dentro del ámbito de su colaboración con el SPCAM de la Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, la recogida de muestras y datos, así como los análisis de las muestras de deposición atmosférica de esta parcela.

Las características principales de la parcela 06 de *Quercus ilex* de seguimiento intensivo de la Red de Nivel II, se describen a continuación.

#### SITUACIÓN Y TOPOGRAFÍA

**Provincia:** Castellón  
**Término Municipal:** Morella  
**Paraje:** La Balsa  
**Coordenadas (GPS)**  
**Latitud:** +40°33'00''  
**Longitud:** +00°01'00''  
**Altitud:** 750 m s.n.m.  
**Orientación:** Noreste  
**Superficie Parcela:** 0,25 hectáreas

#### CARACTERÍSTICAS DASOMÉTRICAS DE LA PARCELA

La parcela se sitúa en una masa monoespecífica regular de encina en estado de transformación de monte bajo.

**Especie principal:** *Quercus ilex*  
**Edad media:** 41-60 años  
**Nº árboles de la especie principal:** 162  
**Nº árboles de otras especies:** 0

#### GEOLOGÍA Y SUELOS

**Litología:** Calizas y aluviones locales  
**Edafología:** Mollic Fluvisol/Chromic Luvisol

#### VEGETACIÓN

Encinar de transformación de monte bajo, además de *Quercus ilex* hay *Quercus faginea*. Repoblaciones de pies asilvestrados de *Pinus halepensis*. También presenta afloramientos rocosos con helechos, donde se desarrolla un estrato herbáceo con predominio de hiedra.

## 2. METEOROLOGÍA

El comportamiento meteorológico de los años 2005 a 2008 ha venido marcado por las diferentes precipitaciones, pasando de los 507 milímetros del año 2005 a los 891 mm del 2007. La falta o disponibilidad de agua marca el comportamiento de la vegetación en la parcela (Tabla 2.1).

Parámetros como las temperaturas media, máxima o mínima, así como la radiación o la dirección del viento, han tendido un comportamiento muy uniforme en estos cuatro años.

Año	V viento med	V viento max	D viento med	T med	T max	T min	T med max	T med min	HR %	Rad med	Precip. mm
2005	3.4	17.5	217.7	13.9	37.4	-6.8	19.2	9.0		183.7	507
2006	3.1	16.6	221.5	14.2	33.6	-3.7	19.8	9.2	72.4		625
2007	3.5	34.2	238.8	12.9	35.5	-6.6	18.7	7.7	64.2	178.5	891
2008	3.6	35.2	230.0	14.0	35.0	-6.0	19.9	8.5	65.6	180.0	736

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 06Qi se puede observar:

- Aparición de la hoja: La época de aparición de la acícula no ha sufrido grandes cambios en estos cuatro años, aunque en el año 2007 el periodo de la aparición de la hoja se adelantó un par de meses; el tamaño de la hoja en el 2005 no fue muy pequeña porque no sufrió estrés hídrico, en el año 2008 la época de crecida se prolongó durante casi seis meses debido a las buenas condiciones climatológicas (Figura 3.1).
- Caída de la hoja: La caída de hoja se encuentra casi todo el año en rangos muy bajos, entre 1 y 2 (menos del 33%), en el año 2008 se acentúa el proceso de caída de la hoja y pasa a tener valores por encima del 33% durante la primavera-verano.
- Decoloración: La decoloración se ha observado asociada a la posterior caída de la hoja, en los años 2005 a 2007 ha tenido valores y presencia escasa, no así en el 2008 sin llegar a tener valores alarmantes.
- Número de metidas o años en las hojas de los árboles: En general el número de años de las hojas en los árboles de la parcela se ha mantenido entre 1 a 2, ha subido por encima del 2 en el año 2008.
- Floración y fructificación: No hay nada reseñable en estos parámetros.
- Crecimientos secundarios: No se han producido en estos cuatro años.
- Renuevos: Se han producidos crecimientos nuevos después de heladas tardías todos los años.

Parcela 06 Qi Principales fases fenológicas 2005-2008

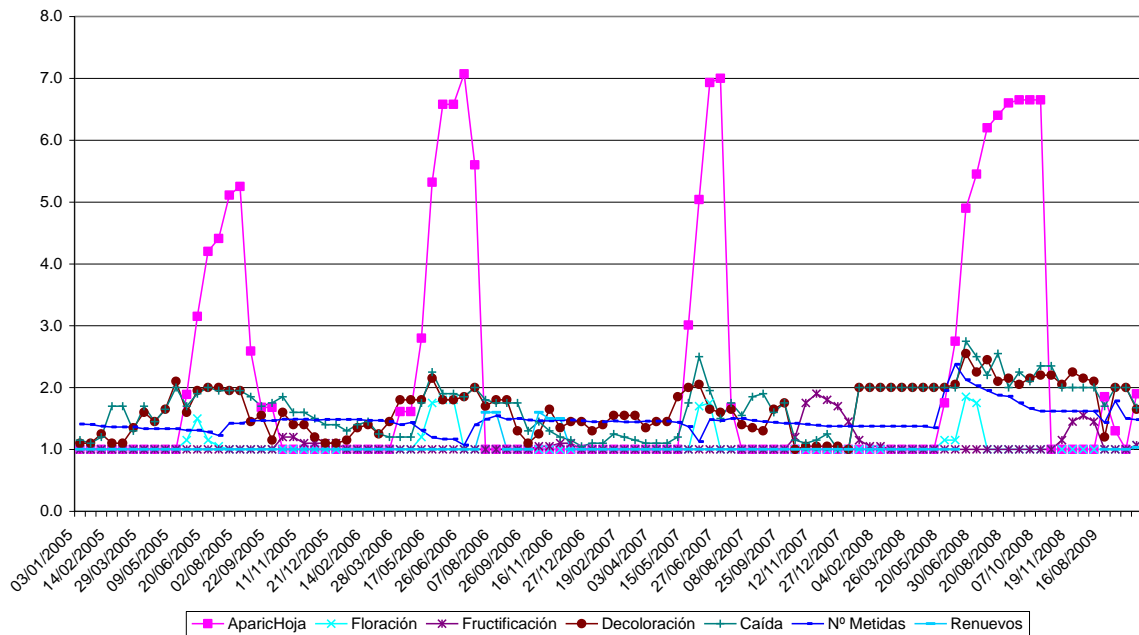


Figura 3.1: Desarrollo de las principales fases fenológicas (aparición de hoja, crecimiento secundario, floración, fructificación, decoloración, caída y número de metidas) durante el periodo de estudio.

### Estudio sanitario de la parcela

En la parcela 06Qi han aparecido los siguientes daños durante los años 2005 a 2008:

- *Coroebus florentinus*: En algunos pies de la parcela se observan todos los años daños ligeros de este perforador de ramas.
- *Hedera helix*: Sobre algunos pies se ve a esta epífita trepando por el tronco, pero sin llegar a ocasionar daños en el árbol.

## 4. CRECIMIENTOS

El crecimiento de la masa forestal de la parcela de 06Qi ha sido positivo estos años, con un crecimiento mayor en el año 2008, que también se observa en las cintas diamétricas y en el comportamiento fenológico de la parcela. El crecimiento ha sido en diámetro y no en altura que se mantiene constante (Tabla 4.1).

Año	Diámetro medio (cm)	Altura media (m)	Volumen total (m <sup>3</sup> )	Crecimiento (%)
2005	18.88	8.13	9.72	
2006	19.00	8.13	9.83	1.13
2007	19.23	8.13	10.06	2.26
2008	19.60	8.13	10.42	3.58

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 han registrado un aumento muy lento como corresponde a una masa madura de encina sin problemas acuciantes de disponibilidad de agua. En marzo, con la limpieza de corteza y cambio de cintas se registra un ligero descenso (Figura 4.2).

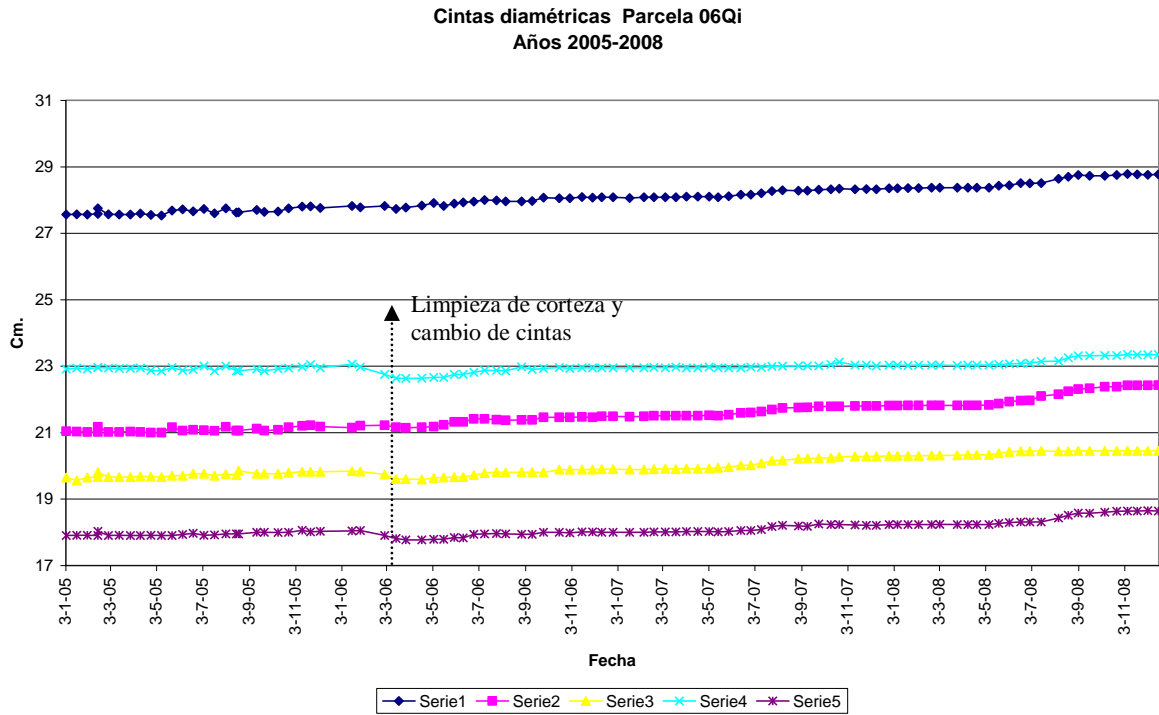


Figura 4.2: Evolución del crecimiento diamétrico (cm) de los cinco árboles con cintas diamétricas en la parcela de estudio.

## 5. DESFRONDE

La parcela 06 de *Quercus ilex* del Nivel II, presenta unos rangos en la producción anual de desfronde, durante los cuatro años de estudio completos, que han oscilado entre 6344 kg·ha<sup>-1</sup>·año<sup>-1</sup> en el año 2008 y 6963 kg·ha<sup>-1</sup>·año<sup>-1</sup> en el año 2007 (Figura 5.1).

Los aportes mayoritarios del desfronde han correspondido a la fracción hojas, con valores anuales medios del 50%, seguida de la fracción otros, con un 32%, y de la fracción ramas, con un 18% (Figura 5.2).

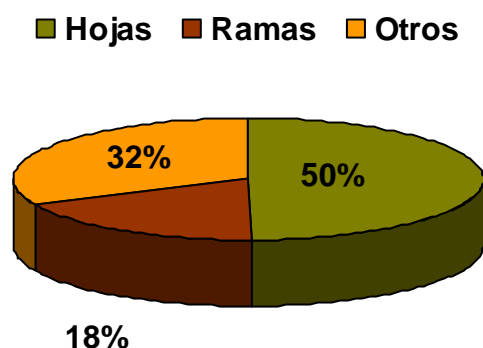
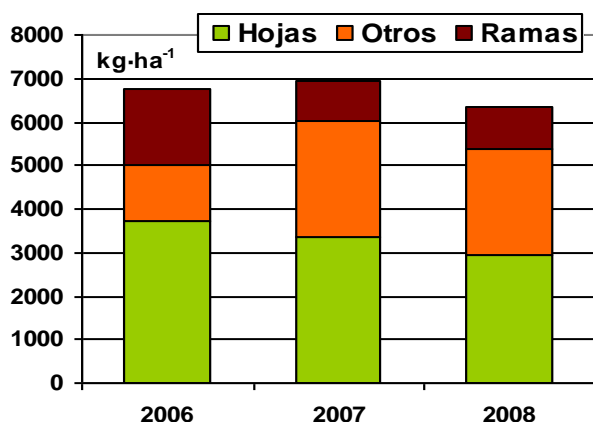


Figura 5.1: Producción total de desfronde anual (kg·ha<sup>-1</sup>·año<sup>-1</sup>) distribuido según las diferentes fracciones (hojas-ramas-otros) durante los 5 años de estudio. (2009\* Producciones hasta agosto incluidas).

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, con producciones superiores a los 700 kg·ha<sup>-1</sup>·mes<sup>-1</sup> ha correspondido al periodo comprendido entre mayo y diciembre. Producciones superiores a los 1600 kg·ha<sup>-1</sup>·mes<sup>-1</sup> se han obtenido en los meses de junio y julio.

La caída de la hoja se ha producido principalmente en los meses de mayo a junio, con producciones máximas cercanas a 1200 kg·ha<sup>-1</sup> en junio de 2007. La misma tendencia se ha observado en la fracción otros, con valores máximos de 1750 kg·ha<sup>-1</sup> en el mes de julio del mismo año. Si se observa la Figura 5.3, la tendencia de las fracciones hojas y otros siguen una tendencia similar en cuanto a su evolución a lo largo del año. La fracción otros presenta unos picos en primavera, con máximos de producción de 1016 kg·ha<sup>-1</sup> en abril 2006; también hay un ligero aumento en los meses de otoño. La fracción ramas no presenta una tendencia clara.

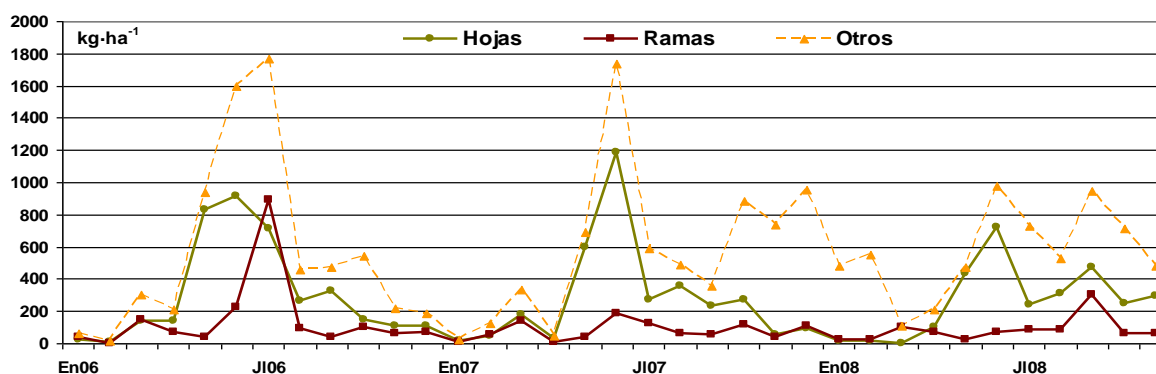


Figura 5.3: Distribución de las producciones mensuales de desfronde (kg·ha<sup>-1</sup>·mes<sup>-1</sup>) según las diferentes fracciones (hojas-rama-otros) durante los años de estudio.

	Fracción	g·kg <sup>-1</sup>						
		C	N	S	P	Ca	Mg	K
Enero	Hojas	50.54	14.59	1.21	0.81	12.08	4.87	0.84
	Otros	49.65	23.98	1.84	0.60	27.55	5.91	1.04
	Ramas	47.69	7.99	0.85	0.35	38.71	2.48	0.65
Febrero	Hojas	50.54	14.59	1.21	0.81	12.08	4.87	0.84
	Otros	49.65	23.98	1.84	0.60	27.55	5.91	1.04
	Ramas	47.69	7.99	0.85	0.35	38.71	2.48	0.65
Marzo	Hojas	50.54	14.59	1.21	0.81	12.08	4.87	0.84
	Otros	49.65	23.98	1.84	0.60	27.55	5.91	1.04
	Ramas	47.69	7.99	0.85	0.35	38.71	2.48	0.65
Abril	Hojas	50.30	10.60	1.07	0.50	15.01	5.49	0.72
	Otros	49.65	23.98	1.84	0.60	27.55	5.91	1.04
	Ramas	47.36	8.04	0.87	0.46	43.55	3.81	0.64
Mayo	Hojas	50.52	9.00	0.93	0.39	19.25	6.26	0.56
	Otros	49.65	23.98	1.84	0.60	27.55	5.91	1.04
	Ramas	47.36	8.04	0.87	0.46	43.55	3.81	0.64
Junio	Hojas	49.74	8.87	0.95	0.44	21.01	5.63	0.63
	Otros	49.15	17.37	1.36	2.09	11.72	7.51	1.37
	Ramas	48.73	7.88	0.79	0.63	32.66	6.73	1.01
Julio	Hojas	49.71	12.13	1.03	0.66	12.59	6.14	0.81
	Otros	49.91	17.36	1.27	1.36	9.43	8.30	1.30
	Ramas	47.39	8.43	0.86	0.50	38.66	3.03	0.76
Agosto	Hojas	50.98	10.60	0.98	0.51	15.50	5.51	0.82
	Otros	49.11	12.73	1.04	1.05	9.35	7.86	1.28
	Ramas	48.46	8.16	0.77	0.60	28.18	4.92	0.94
Septiembre	Hojas	50.40	9.85	0.98	0.44	16.04	5.24	0.89
	Otros	48.22	9.61	0.86	0.97	7.50	9.44	1.30
	Ramas	50.09	9.10	0.83	1.24	15.02	5.00	1.29
Octubre	Hojas	51.37	11.50	1.03	0.58	15.67	5.00	0.86
	Otros	49.14	9.31	0.77	0.93	7.53	8.54	1.20
	Ramas	49.17	8.32	0.75	0.83	18.31	8.77	1.19
Noviembre	Hojas	50.76	9.50	0.90	0.46	17.67	4.00	0.74
	Otros	49.54	11.48	1.09	0.98	11.79	6.33	1.19
	Ramas	49.17	8.32	0.75	0.83	18.31	8.77	1.19
Diciembre	Hojas	50.46	10.74	1.00	0.55	15.52	5.28	0.89
	Otros	49.54	11.48	1.09	0.98	11.79	6.33	1.19
	Ramas	49.17	8.32	0.75	0.83	18.31	8.77	1.19

Tabla 5.1: Contenidos medio en g·kg<sup>-1</sup> a 105°C de las diferentes fracciones de desfronde (hojas-ramas-otros) mensuales, en la parcela 06Qi durante el año 2006.

Los contenidos medios de Carbono en las tres fracciones de desfronde mensual han variado entre 47,36 y 51,37 g·kg<sup>-1</sup> (Tabla 5.1).

En la fracción hojas, las concentraciones de N, P, K y S han sido menores en primavera. Por el contrario, las concentraciones de Ca foliar han sido más elevadas en estos meses que en el resto del año, con valores máximos de 21,05 g·kg<sup>-1</sup>.

En la fracción otros, los contenidos de N, Ca, P y K han sido menores en los meses de diciembre y enero. En la fracción ramas no se ha encontrado una tendencia clara en la evolución mensual de las concentraciones de los elementos estudiados.

En micronutrientes (Tabla 5.2), destacan los altos contenidos medios en general que se obtienen de Fe (3,07 g·kg<sup>-1</sup>) en la fracción otros.

Parcela	Fracción	mg·g <sup>-1</sup> (105°)					
		Na	Zn	Mn	Fe	Cu	B
6Qi	Hojas	0.08(0.05-0.11)	0.26(0.21-0.29)	0.75(0.55-1.1)	1.12(0.95-1.33)	0.02(0.01-0.02)	0.28(0.22-0.34)
	Otros	0.09(0.05-0.11)	0.34(0.15-1.36)	0.29(0.21-0.43)	3.07(1.13-9.37)	0.05(0.04-0.08)	0.12(0.08-0.16)
	Ramas	0.09(0.07-0.12)	0.14(0.11-0.28)	0.19(0.14-0.26)	1.4(0.93-2.22)	0.04(0.02-0.05)	0.12(0.08-0.16)

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 06 de *Quercus ilex* ha aportado al suelo con el desfronde unos valores de Carbono 3346 kg·ha<sup>-1</sup>. El contenido de macronutrientes aportados al suelo, como suma de los cationes anteriormente analizados, ha sido de 266 kg·ha<sup>-1</sup>·año<sup>-1</sup>.



## 6. NUTRICIÓN FOLIAR

En la Tabla 6.1 se presenta el peso de 100 hojas y los contenidos foliares de nutrientes (nitrógeno, azufre, calcio, fósforo, magnesio y potasio), así como el contenido de carbono en hojas de la especie *Quercus ilex L.* en los periodos de muestreo 2004-2005 y 2006-2007.

Los datos que se presentan corresponden a los análisis de las hojas del año en curso procedentes de ramillos muestreados en diciembre del año 2005 y febrero del año 2008. No se obtuvo muestra de hojas del año anterior. Los análisis se han realizado de una muestra mezcla de cinco árboles muestreados dentro de la parcela.

año brote	peso 100 hojas	C	N	S	P	Ca	Mg	K
	(g)	mg·g <sup>-1</sup>						
2005	8.31	506.74	17.86	1.46	0.90	7.93	1.12	5.75
2007	10.58	515.37	14.97	1.14	0.72	6.32	1.10	5.92

Tabla 6.1: Contenidos foliares (mg·g<sup>-1</sup>) de carbono, nitrógeno, azufre, fósforo, calcio, magnesio y potasio. El peso de 100 hojas (g) es el contenido medio del peso de los cinco árboles muestreados en la parcela. Los resultados están dados a 105°C

En el año 2005 se observa que el peso de 100 hojas es menor (8.31 g) que el del resto de los años muestreados. El año 2005 es el año que presenta una precipitación total anual menor (507 mm) frente al año 2007, que presentó una precipitación total anual mayor (891 mm), lo que parece haber influido en el desarrollo de la masa foliar.

Los contenidos foliares de todos los nutrientes, a excepción del potasio, han sido más altos en el año 2005, destacando principalmente los contenidos de N (17.86 mg·g<sup>-1</sup>) frente a los contenidos de N (14.97 mg·g<sup>-1</sup>) en el año 2007.

### 6.1. Comparación de contenidos foliares entre parcelas de *Q. ilex L.* de la Red de Nivel II

Para estudiar la variación temporal y geográfica de los contenidos foliares, en la Tabla 6.1.1 se presenta el peso de 100 hojas y los contenidos de nutrientes en hojas de los años 2005 y 2007 de la especie *Quercus ilex L.* en once parcelas de seguimiento pertenecientes a la Red Nacional de Nivel II.

El peso de 100 hojas presenta un rango de variación de 5.21 g - 12.70 g. En la mayoría de las parcelas estudiadas las hojas de los años 2005 presentan un menor desarrollo foliar.

Los contenidos foliares de N presentan un rango de variación de 10.95 mg·g<sup>-1</sup> a 17.86 mg·g<sup>-1</sup> correspondiendo el valor máximo (17.86 mg·g<sup>-1</sup>) a la parcela 6 de Castellón en el año 2005 y el valor mínimo (10.95 mg·g<sup>-1</sup>) a la parcela 28 de Granada.

Hay que destacar el amplio rango de variación de los contenidos foliares de Ca (3.93 mg·g<sup>-1</sup> - 9.01 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 (Tablas 6.1 y 6.1.1).

Nº parcela	Lugar	año brote	peso 100 hojas (g)	C	N	S	P	Ca	Mg	K
			mg·g <sup>-1</sup>							
1	Santander	2005	7.23	498.27	16.27	1.13	0.96	6.96	1.71	4.21
		2007	9.21	514.94	15.52	1.16	0.77	5.75	1.38	4.03
7	Cáceres	2005	6.65	496.99	14.24	1.08	0.93	6.06	1.50	3.57
		2007	8.69	510.47	13.88	1.19	0.78	5.42	1.22	3.53
12	Badajoz	2005	5.21	492.18	15.63	1.12	0.99	7.46	2.00	3.93
		2007	9.55	503.48	15.72	1.35	0.83	5.41	1.37	4.98
16	Sevilla	2005	7.08	497.22	15.96	1.14	1.04	7.57	1.47	4.12
		2007	12.70	507.45	14.83	0.91	0.81	7.19	1.33	4.15
18	Barcelona	2005	7.65	498.71	13.97	1.25	0.91	4.45	1.50	5.10
		2007	8.05	503.39	13.45	1.31	0.74	6.64	1.03	4.41
26	Jaen	2005	5.54	499.16	14.34	1.21	1.05	6.78	1.59	4.13
		2007	9.14	504.34	14.13	1.22	0.93	6.02	1.48	4.28
28	Granada	2005	9.98	497.25	10.95	0.95	0.84	8.29	1.92	3.77
		2007	9.61	506.21	11.91	1.04	0.74	5.10	1.79	4.58
32	Burgos	2005	5.50	497.11	14.87	1.12	0.78	6.59	0.76	6.11
		2007	7.06	513.78	14.79	1.29	0.73	7.17	0.60	4.77
35	Zamora	2005	5.75	499.25	14.57	1.15	0.65	4.24	0.79	4.47
		2007	5.86	516.93	14.30	1.20	0.55	3.93	0.54	4.62
40	Palma de Mallorca	2005	8.12	502.41	16.38	1.26	0.92	9.01	1.23	3.98
		2007	8.36	515.99	14.96	1.39	0.79	4.84	1.98	3.90
49	Toledo	2005	5.36	500.34	14.39	1.03	0.83	5.54	1.35	3.44
		2007	11.97	523.21	13.95	1.09	0.62	4.97	1.03	3.77

Tabla 6.1.1: Contenidos foliares (mg·g<sup>-1</sup>) de nitrógeno, azufre, fósforo, calcio, potasio, magnesio y carbono en once parcelas de *Quercus ilex L.* de la red nacional de Nivel II. El peso de 100 hojas (g) es el contenido medio del peso de los cinco árboles muestreados en la parcela. Los datos corresponden a 2 años muestreados (2005 y 2007).

Para estudiar la variación geográfica de los contenidos foliares, en la Figura 6.1.1 se representa el peso de 100 hojas, el contenido medio de carbono y los contenidos medios foliares de nutrientes, de los dos años muestreados en las doce parcelas de *Quercus ilex L.* estudiadas en los años 2005 y 2007.

Los contenidos medios foliares de fósforo, magnesio y azufre presentan muy poca variación entre las 12 parcelas estudiadas.

La parcela 6 de Castellón presenta una masa foliar media de las más altas (9.45 g) y los mayores contenidos medios de N (16.41 mg·g<sup>-1</sup>) y K (5.84 mg·g<sup>-1</sup>).

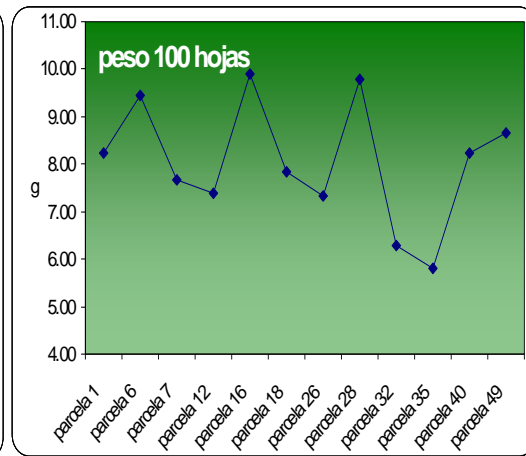
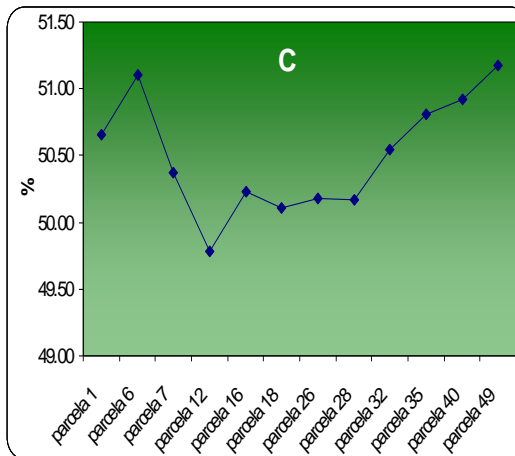
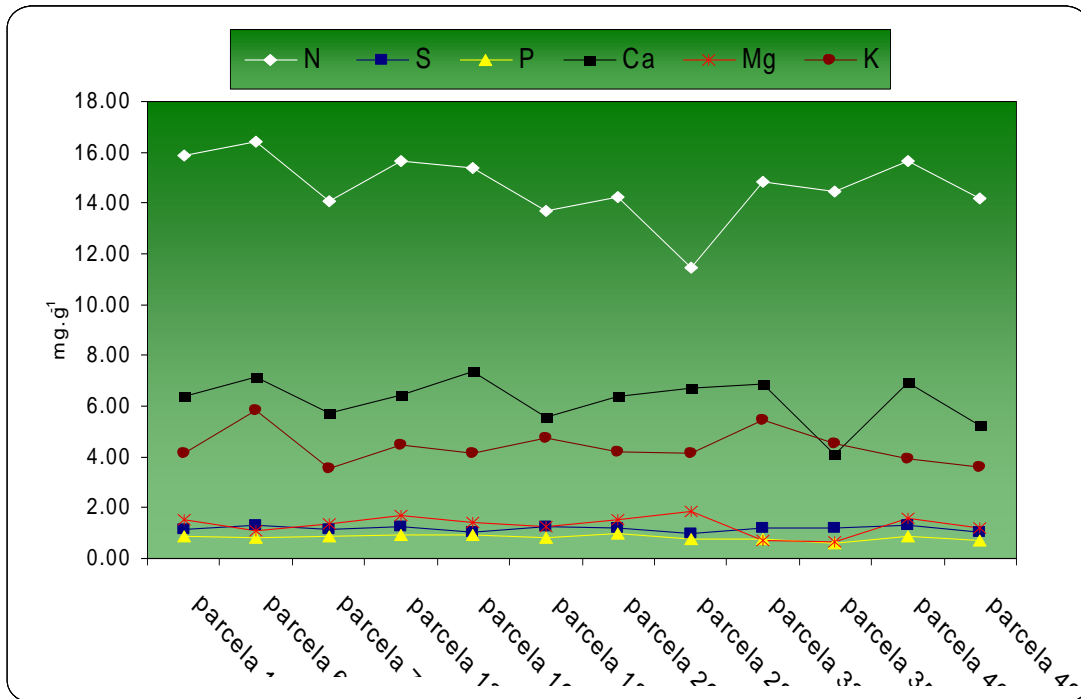


Figura 6.1.1: Contenidos medios foliares ( $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ) de nitrógeno, azufre, fósforo, calcio, potasio, magnesio y carbono (%) en doce parcelas de *Quercus ilex L.* de la red nacional de Nivel II. El peso de 100 hojas (g) es el contenido medio del peso de los cinco árboles muestreados en la parcela. Los datos son medias de 2 años de muestreo (2005 y 2007).

La masa foliar media más baja ( $5.80 \text{ g}$ ) y los contenidos medios foliares más bajos de P ( $0.60 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ), Ca ( $4.08 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ) y Mg ( $0.66 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ) han correspondido a la parcela 35 de Zamora.

Las diferencias más notables entre las diez parcelas estudiadas se observan en los contenidos medios foliares de nitrógeno, calcio y potasio.

## 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°C), pH, Ca, Mg, Na, K, Cl, N-NO<sub>3</sub>, S-SO<sub>4</sub>, N-NH<sub>4</sub> y alcalinidad (alk), elementos mayoritarios presentes en el agua de precipitación analizados en la parcela 6 de *Quercus ilex L.* durante el periodo 2005-2008.

Año	Precipitación Total (mm)	
	Trascolación	Precipitación incidente
2005	360	507
2006	496	625
2007	709	891
2008	536	736

Año		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
		μS·cm <sup>-1</sup>										μeq·l <sup>-1</sup>
2005	T	54	6.43	2.77	1.38	5.70	0.74	0.46	5.76	6.19	4.09	51
		(15-100)	(5.84-7.18)	(0.32-6.02)	(0.59-4.27)	(1.47-12.03)	(0.10-2.18)	(0.17-1.07)	(1.09-18.41)	(2.19-13.76)	(1.34-9.13)	(14-137)
n=15	Pi	42	6.19	0.54	2.15	4.17	0.31	0.50	3.24	3.26	6.26	30
		(13-93)	(5.04-6.93)	(0.05-3.03)	(0.31-7.68)	(1.50-8.63)	(0.03-1.52)	(0.15-1.12)	(0.85-6.89)	(0.97-5.95)	(1.27-16.99)	(2-72)
2006	T	71	6.58	6.03	2.00	12.67	1.06	0.57	1.46	2.30	8.73	123
		(13-199)	(5.41-7.52)	(0.00-17.29)	(0.50-4.50)	(0.47-42.96)	(0.05-4.22)	(0.16-1.57)	(0.23-5.72)	(0.40-6.28)	(1.24-29.41)	(5-501)
n=16	Pi	67	6.39	1.02	1.68	7.67	0.41	0.73	1.27	2.01	11.22	133
		(8-198)	(4.85-7.80)	(0.00-5.62)	(0.13-8.41)	(0.66-29.08)	(0.00-2.18)	(0.09-1.72)	(0.16-2.87)	(0.23-6.44)	(0.90-41.60)	(6-739)
2007	T	60	6.58	5.56	1.26	5.47	0.66	0.52	0.78	2.60	4.05	132
		(18-169)	(5.99-7.37)	(0.53-25.98)	(0.39-2.50)	(1.50-13.73)	(0.16-2.41)	(0.16-2.69)	(0.20-2.44)	(0.54-14.43)	(1.12-9.67)	(10-697)
n=17	Pi	50	6.31	0.48	1.89	3.91	0.45	0.72	0.82	1.77	6.18	49
		(13-178)	(5.11-7.51)	(0.00-3.07)	(0.52-5.34)	(0.94-13.48)	(0.00-2.36)	(0.27-2.21)	(0.26-2.34)	(0.44-7.39)	(1.52-18.93)	(1-161)
2008	T	48	6.70	5.18	1.59	3.57	0.71	0.68	1.12	1.42	3.88	123
		(21-130)	(5.70-7.21)	(0.09-15.21)	(0.34-4.91)	(0.84-8.87)	(0.14-1.71)	(0.19-2.10)	(0.15-3.92)	(0.40-4.30)	(0.51-10.16)	(1-510)
n=9	Pi	27	6.48	0.47	1.01	2.05	0.37	0.61	0.68	0.84	3.36	66
		(5-65)	(4.64-7.34)	(0.03-3.31)	(0.16-2.53)	(0.33-5.48)	(0.03-0.96)	(0.13-1.51)	(0.08-2.35)	(0.19-1.80)	(0.27-12.49)	(1-231)

Tabla 7.1: Cantidad de precipitación incidente (mm) y cantidad de agua de trascolación (mm) en la parcela 06 de la Red Nacional del Nivel II en los años 2005, 2006, 2007 y 2008. Conductividad eléctrica (μS·cm<sup>-1</sup>), pH, concentración media, mínimos y máximos (mg·l<sup>-1</sup>) de K, Ca, Na Mg, N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub>, S-SO<sub>4</sub>, Cl y alcalinidad (μeq·l<sup>-1</sup>). n es el número de periodos muestreados con precipitación superior a 2mm. Los datos son medias de los periodos muestreados en cada año.

El rango de los valores de pH en la precipitación incidente en los 4 años muestreados varía entre un mínimo de 4.64 y un máximo de 7.80. Los valores medios de pH presentan un rango estrecho de variación (6.19 - 6.48) no presentando grandes diferencias entre los años muestreados.

La conductividad eléctrica en la precipitación incidente presenta un amplio rango de variación (5 μS·cm<sup>-1</sup> - 198 μS·cm<sup>-1</sup>). Se observa una disminución de la conductividad eléctrica media (27 μS·cm<sup>-1</sup>) en el año 2008.

Los contenidos de Ca en la precipitación incidente presentan un amplio rango de variación (0.33 mg·l<sup>-1</sup> - 29.08 mg·l<sup>-1</sup>). El contenido medio de Ca más alto ha correspondido al año 2006. Hay que destacar altas concentraciones medias de nitratos (3.24 mg·l<sup>-1</sup>) y sulfatos (3.26 mg·l<sup>-1</sup>) en la precipitación incidente en el año 2005, año en el que la precipitación total anual ha sido la más baja (507 mm).

Las concentraciones iónicas medias en el agua de precipitación incidente han disminuido en el año 2008 respecto a los años anteriores.

La modificación de la concentración iónica del agua de precipitación incidente al atravesar la cubierta arbórea se representa en la Figura 7.1.

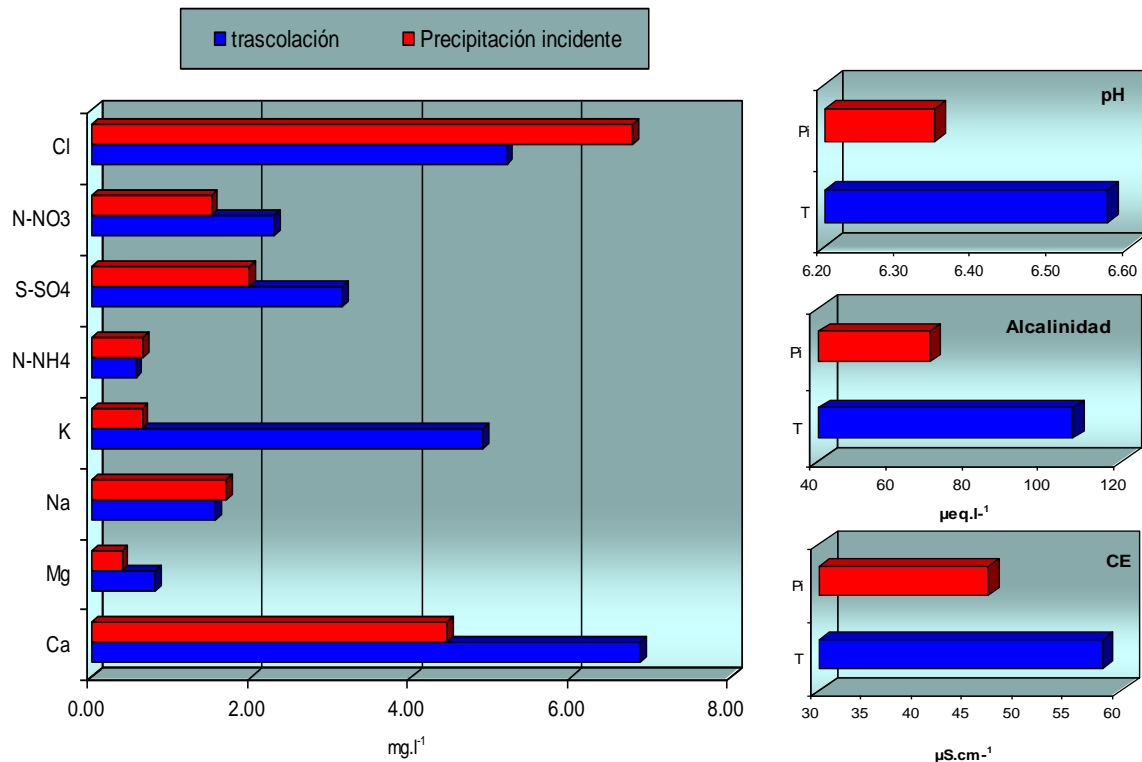


Figura 7.1: pH, alcalinidad ( $\mu\text{eq}\cdot\text{l}^{-1}$ ), conductividad eléctrica (CE,  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) y concentración media ( $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ) de, Ca, Mg, Na, K, N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub>, S-SO<sub>4</sub> y Cl en el agua de trascolación (T) y en el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

En general se observa, que el agua de trascolación tras su paso por la cubierta arbórea presenta concentraciones iónicas mayores que el agua de deposición a cielo abierto, lo que se refleja también en una conductividad eléctrica media más alta,  $58 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  en el agua de trascolación y  $47 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  en la precipitación incidente.

Se observa que los elementos que más varían su concentración a su paso por la cubierta arbórea son el potasio y el calcio, con concentraciones medias de K ( $4.88 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$  y  $0.63 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ), y concentraciones medias de Ca ( $6.85 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$  y  $2.40 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ), en el agua de trascolación y en la precipitación incidente respectivamente.

Las concentraciones medias de cloro, amonio y sodio sin embargo son mayores en la precipitación incidente que en el agua de trascolación, destacando principalmente la concentración de Cl ( $6.75 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$  y  $5.19 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ). El valor medio del pH de la precipitación después de atravesar la cubierta arbórea aumenta, al igual que sucede con la concentración media de la alcalinidad, parámetro directamente relacionado con el pH.

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	pH	c 25°C	Ca	Mg	Na	K	N-NH <sub>4</sub>	S-SO <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	Cl	alk	
		mm		$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$										$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$
2005	Pi	3	51	6.0	19	2.0	0.2	0.9	0.1	0.3	2.2	1.5	1.7	21
		4	4	6.6	21	2.6	0.2	0.7	0.8	0.4	2.9	1.9	1.8	28
		6	11	6.3	88	8.2	0.2	7.7	0.3	0.3	4.8	4.0	17.0	34
		7	15	6.3	35	3.2	0.1	2.5	0.2	0.6	2.9	2.7	5.0	31
		10	64	6.9	26	3.0	0.4	1.2	0.2	0.5	2.9	3.6	3.0	32
		11	17	6.9	51	5.8	0.2	1.6	0.1	1.1	4.3	5.9	5.0	72
		14	30	6.7	65	8.6	0.5	1.6	0.8	0.3	3.5	3.7	11.2	27
		17	19	6.8	61	5.6	0.2	4.3	0.3	0.8	5.5	4.7	8.2	23
		19	6	5.8	93	6.1	1.5	3.3	3.0	1.1	5.9	6.9	16.9	12
		20	58	5.3	21	1.7	0.0	1.0	0.1	0.3	2.0	1.8	2.6	2
		21	116	5.0	15	2.0	0.1	0.3	0.2	0.2	1.2	0.8	1.4	41
		22	116	5.8	13	1.5	0.1	0.8	0.3	0.2	1.0	1.1	1.3	36
	T	3	37	6.0	31	3.0	0.3	0.9	1.6	0.4	4.5	2.7	2.0	14
		4	4	6.3	42	4.4	0.2	0.7	1.5	0.5	6.2	4.0	2.6	40
		6	9	6.7	90	12.0	1.1	2.6	4.4	0.6	11.2	7.9	6.3	68
		7	16	6.2	47	5.2	0.3	0.6	2.4	0.4	5.2	3.4	6.7	19
		10	55	6.7	45	3.8	1.0	1.5	2.3	0.5	4.2	4.3	2.4	76
		11	15	7.2	65	6.7	0.7	0.8	4.2	1.1	6.7	6.5	4.4	137
		14	22	6.8	95	10.7	2.2	4.3	6.0	0.2	8.1	10.6	9.1	92
		17	11	6.9	66	8.2	0.6	0.7	1.9	0.6	6.3	6.4	6.2	63
		19	4	6.3	100	6.2	1.9	2.5	5.9	0.6	13.8	18.4	4.2	43
		20	38	6.1	28	3.5	0.3	0.6	1.1	0.3	3.2	2.4	2.4	26
		21	53	5.8	21	3.4	0.3	0.7	1.4	0.2	2.9	1.4	1.4	20
		22	95	6.3	15	1.5	0.1	0.8	0.3	0.2	2.2	1.1	1.3	14

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 06Qi en el año 2005.

Año	P	cantidad agua	pH	c 25°C	Ca	Mg	Na	K	N-NH <sub>4</sub>	S-SO <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	Cl	alk	
		mm		μS·cm <sup>-1</sup>										mg·l <sup>-1</sup>
2006	Pi	2	163	6.2	17	2.0	0.1	0.7	0.1	0.3	0.5	0.3	1.6	46
		3	11	5.3	14	1.7	0.2	0.4	0.1	0.1	0.7	0.3	0.9	36
		4	92	6.3	8	0.7	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	1.3	8
		6	9	5.1	66	7.0	0.4	2.0	0.8	1.3	2.1	1.8	7.5	14
		7	18	6.2	78	9.6	0.2	0.7	0.4	1.0	1.7	1.0	14.8	22
		8	9	6.6	80	8.6	0.3	1.2	0.4	1.0	2.4	2.0	9.4	17
		9	5	6.8	98	8.0	0.2	1.2	0.4	0.9	2.8	1.9	16.5	29
		10	5	6.9	89	12.3	0.4	1.8	0.8	0.9	2.4	1.2	12.2	75
		11	8	7.1	165	23.1	0.6	2.9	1.4	1.7	2.9	2.3	25.9	173
		12	3	7.8	250	67.2	2.2	8.4	2.5	0.3	6.4	2.9	28.4	665
		13	24	6.9	48	2.7	0.1	0.2	0.0	1.0	1.5	1.1	5.0	86
		14	19	6.6	38	3.7	0.1	1.0	0.3	0.4	0.9	0.4	5.0	24
	18	78	6.7	26	3.6	0.1	0.4	0.2	0.3	1.1	1.1	8.0	15	
	19	9	5.7	198	29.1	0.5	2.5	0.5	0.9	2.8	2.3	41.6	15	
	20	14	6.7	34	4.1	0.2	1.3	0.2	0.4	0.6	0.4	5.7	20	
	21	145	6.6	40	2.6	0.2	1.4	2.6	0.1	0.5	0.3	3.0	403	
	23	7	6.7	55	5.5	0.8	2.1	5.6	0.9	2.6	0.9	5.4	739	
	24	5	4.9	97	6.2	0.6	2.0	2.0	1.7	3.9	2.5	9.6	6	
	T	2	118	6.4	22	2.8	0.3	0.8	0.8	0.3	1.0	0.3	1.5	18
		3	15	5.8	22	2.8	0.2	0.5	0.9	0.2	1.3	0.7	1.3	57
		4	57	5.9	15	2.2	0.2	0.5	1.7	0.3	0.4	0.2	1.2	20
		6	6	6.4	92	9.0	0.8	2.9	7.9	1.6	3.5	2.6	7.5	23
		7	15	6.9	71	12.3	0.6	1.5	6.6	0.6	2.0	1.2	8.3	86
		8	7	6.6	62	7.4	0.6	1.2	6.0	0.8	2.0	1.7	4.3	57
9		5	6.9	105	8.0	1.0	1.9	14.1	0.2	2.0	1.0	6.0	306	
10		2	7.2	350	12.4	4.2	2.6	83.5	0.7	6.3	0.6	14.5	1378	
11		6	6.6	257	36.8	2.7	4.1	40.7	0.4	4.7	3.0	22.6	445	
12		6	7.5	199	43.0	2.3	4.5	17.3	0.7	4.5	2.0	24.4	501	
13		21	7.1	84	15.8	1.7	1.5	14.3	0.6	2.5	0.5	3.9	203	
14		17	7.2	74	12.4	0.8	0.7	5.1	0.7	1.6	1.2	7.1	117	
18	88	6.8	52	8.5	0.6	0.9	4.3	0.4	1.1	5.7	5.1	75		
19	6	6.5	181	38.3	1.8	4.4	12.4	0.8	3.6	2.6	29.4	107		
20	15	6.8	34	4.5	0.4	1.6	4.3	0.5	0.7	0.3	3.8	48		
21	95	5.9	14	0.5	0.1	1.4	0.0	0.2	0.4	0.4	2.5	10		
23	14	6.8	13	1.4	0.1	0.9	0.2	0.2	0.8	0.2	2.9	9		
24	3	5.4	101	10.2	0.5	3.9	0.6	1.3	3.1	2.1	10.7	5		

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 06Qi en el año 2006.

Año	P	cantidad agua	pH	c 25°C	Ca	Mg	Na	K	N-NH <sub>4</sub>	S-SO <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	Cl	alk	
		mm		µS·cm <sup>-1</sup>	mg·l <sup>-1</sup>									µeq·l <sup>-1</sup>
2007	Pi	3	15	6.4	55	6.1	0.7	2.5	3.3	0.6	3.2	1.4	4.9	30
		5	9	6.1	133	10.9	1.0	2.4	7.6	0.4	14.4	0.6	2.9	10
		6	8	6.6	88	7.4	0.7	0.5	5.3	2.7	3.5	2.4	5.4	66
		7	42	6.5	29	1.7	0.8	1.0	2.2	0.5	1.5	0.8	3.9	44
		8	72	6.0	25	3.7	0.4	1.1	2.6	0.4	0.9	0.4	1.9	
		9	119	6.2	23	2.9	0.4	0.6	3.2	0.3	0.9	0.4	1.1	30
		10	3	6.8	33	4.6	0.4	1.4	6.2	0.4	1.1	0.3	2.3	82
		11	5	7.4	169	13.7	2.4	2.5	26.0	0.4	4.9	0.8	6.0	697
		14	41	6.8	62	3.3	0.8	0.5	12.4	0.7	1.4	0.2	2.3	301
		15	28	6.6	59	4.6	0.5	0.8	4.5	0.2	1.7	1.3	4.5	107
		16	22	6.8	79	7.9	0.6	1.0	4.4	0.5	1.8	1.2	9.7	149
		18	13	7.0	70	9.8	0.4	1.5	0.5	0.3	2.6	1.0	5.7	135
	19	31	7.0	67	5.3	0.6	1.3	5.3	0.3	2.0	0.8	5.9	192	
	20	85	6.5	19	1.5	0.2	0.4	1.3	0.2	0.5	0.3	2.3	69	
	23	23	6.5	18	1.6	0.2	0.6	1.7	0.2	0.7	0.2	1.9	50	
	24	193	6.2	27	2.5	0.5	2.2	2.5	0.2	0.6	0.3	4.1	16	
	T	3	8	6.7	101	13.5	0.5	3.9	0.6	1.0	2.7	1.8	14.6	48
		5	10	6.1	46	4.4	0.7	1.4	0.1	0.3	4.2	0.4	4.0	5
		6	14	7.4	50	5.5	0.3	1.3	0.9	2.2	1.7	1.2	4.3	130
		7	89	6.5	43	4.7	0.3	1.9	0.2	0.7	1.1	0.8	4.0	54
		8	121	5.1	21	1.5	0.1	0.5	0.1	0.6	0.7	0.5	1.6	5
		9	170	5.5	23	2.0	0.1	0.6	0.1	0.5	0.7	0.4	1.5	56
		11	4	7.5	178	71.3	2.4	5.3	3.1	1.1	7.4	2.3	18.9	
		14	50	6.0	24	1.7	0.0	1.2	0.0	0.8	0.7	0.4	3.1	10
15		35	6.5	37	4.0	0.1	0.6	0.1	0.7	1.0	0.7	5.6	40	
16		19	7.0	69	7.3	0.2	0.8	0.2	0.8	1.8	1.1	9.0	161	
18		11	7.0	68	3.3	1.3	5.1	0.9	1.0	1.8	1.3	10.8	86	
19		36	6.3	34	3.4	0.1	0.7	0.4	0.3	0.7	0.5	5.9	17	
20	84	5.8	18	1.3	0.1	1.4	0.1	0.3	0.4	0.3	2.6	48		
23	48	5.9	13	0.9	0.1	1.4	0.2	0.3	0.4	0.3	2.4	21		
24	193	5.3	27	1.0	0.3	2.2	0.3	0.3	1.0	0.4	4.4	1		

Tabla 7.4: Cantidad de precipitación incidente (mm), cantidad de agua de trascolación (mm), pH, conductividad eléctrica (µS·cm<sup>-1</sup>), concentración (mg·l<sup>-1</sup>) de Na, K, Ca, Mg, N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub>, S-SO<sub>4</sub>, Cl y alcalinidad (µeq·l<sup>-1</sup>) en los periodos quincenales muestreados en la parcela 06Qi en el año 2007.



Año	P	cantidad agua	pH	c 25°C	Ca	Mg	Na	K	N-NH <sub>4</sub>	S-SO <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	Cl	alk	
		mm		µS·cm <sup>-1</sup>										mg·l <sup>-1</sup>
2008	Pi	1	2	6.60	64	8.87	1.04	2.88	4.94	0.66	2.34	0.90	8.23	
		2	3	6.56	42	3.20	0.14	1.48	0.48	0.58	0.56	0.54	7.63	38
		4	35	5.70	60	3.05	0.72	1.47	11.15	0.51	1.91	1.13	8.46	1
		5	12	6.63	21	1.45	0.20	0.69	2.62	0.52	0.40	0.23	1.43	36
		10	75	6.50	27	3.45	1.71	0.49	0.09	0.19	0.51	0.29	0.88	38
		11	36	6.83	67	3.04	0.82	1.57	11.25	0.54	1.38	0.20	2.48	161
		12	44	6.86	32	0.84	0.24	0.34	7.38	0.43	0.48	0.18	0.51	128
		13	3	7.21	130	7.96	1.29	2.00	15.21	1.62	2.37	3.92	3.75	510
		14	62	6.64	27	3.22	0.57	0.38	5.88	0.68	0.53	0.53	0.84	125
		16	40	6.64	35	4.06	0.56	1.73	5.91	0.34	0.70	0.71	1.72	152
		17	47	6.49	27	2.04	0.95	1.60	4.47	0.41	0.75	0.45	1.39	95
		19	21	6.97	39	3.16	0.42	0.71	3.49	0.40	1.10	0.50	1.43	168
	20	71	6.64	32	2.51	1.00	2.91	5.60	0.21	1.02	0.15	2.39	69	
	21	54	6.97	22	1.87	0.20	0.35	1.21	0.23	0.43	0.24	0.55	127	
	22	3	6.96	90	5.81	1.28	4.91	2.11	2.10	2.38	3.89	5.96	151	
	23	6	7.05	65	4.67	0.61	2.11	4.43	0.48	2.62	1.20	4.52	126	
	24	17	6.57	37	1.52	0.27	1.36	1.86	0.38	1.28	0.66	4.41	41	
	T	1	3	5.51	65	4.46	0.18	1.27	0.43	1.27	1.80	0.78	12.49	
		2	6	6.30	39	2.19	0.40	1.59	3.31	0.36	1.27	0.74	3.91	56
		4	53	4.64	45	1.08	0.96	2.53	0.21	0.78	0.53	0.56	7.54	1
		5	15	6.47	18	0.92	0.04	0.31	0.16	0.27	0.31	0.34	2.73	14
		10	116	7.03	5	0.33	0.04	0.21	0.08	0.29	0.27	0.23	0.38	1
		11	50	6.58	25	2.02	0.35	1.31	0.22	0.39	1.04	0.58	1.80	47
		12	67	6.56	8	0.36	0.03	0.21	0.15	0.49	0.39	0.33	0.27	36
13		3	6.68	62	5.48	0.76	2.13	1.41	1.51	1.62	2.35	1.17	231	
14		70	6.71	14	1.35	0.30	0.20	0.03	0.67	0.53	0.59	0.76	57	
16		41	6.87	22	3.34	0.31	0.67	0.37	0.46	0.64	0.64	1.07	89	
17		70	6.46	18	1.39	0.93	0.59	0.10	0.59	0.81	0.51	1.15	63	
19		20	6.67	13	1.37	0.13	0.27	0.23	0.28	0.69	0.44	0.41	31	
20	81	6.83	25	1.44	0.77	1.63	0.18	0.28	1.02	0.39	2.38	53		
21	93	7.28	18	2.10	0.10	0.16	0.30	0.13	0.19	0.08	0.31	154		
22	5	6.73	30	2.69	0.24	0.86	0.39	0.73	1.00	1.51	1.37	58		
23	10	7.34	22	1.56	0.17	1.02	0.35	0.36	0.82	0.59	1.59	35		
24	26	5.57	32	2.73	0.56	2.19	0.17	0.34	0.69	0.50	3.88	130		

Tabla 7.5: Cantidad de precipitación incidente (mm), cantidad de agua de trascolación (mm), pH, conductividad eléctrica (µS·cm<sup>-1</sup>), concentración (mg·l<sup>-1</sup>) de Na, K, Ca, Mg, N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub>, S-SO<sub>4</sub>, Cl y alcalinidad (µeq·l<sup>-1</sup>) en los periodos mensuales muestreados en la parcela 06Qi en el año 2008.