

**Contribución del quimismo del agua de lluvia, de la deposición seca y la lixiviación, sobre la química de los flujos de trascolación y escorrentía cortical en el encinar mediterráneo**

**Bellot J., Escarré A.**

*in*

Bellot J. (ed.).

Jornadas sobre las bases ecológicas para la gestión en ecosistemas terrestres

Zaragoza : CIHEAM

Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 3

1989

pages 211-214

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=C1000537>

To cite this article / Pour citer cet article

Bellot J., Escarré A. **Contribución del quimismo del agua de lluvia, de la deposición seca y la lixiviación, sobre la química de los flujos de trascolación y escorrentía cortical en el encinar mediterráneo.** In : Bellot J. (ed.). *Jornadas sobre las bases ecológicas para la gestión en ecosistemas terrestres.* Zaragoza : CIHEAM, 1989. p. 211-214 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 3)



<http://www.ciheam.org/>

<http://om.ciheam.org/>

# CONTRIBUCION DEL QUIMISMO DEL AGUA DE LLUVIA, DE LA DEPOSICION SECA Y LA LIXIVIACION, SOBRE LA QUIMICA DE LOS FLUJOS DE TRASCOLACION Y ESCORRENTIA CORTICAL EN EL ENCINAR MEDITERRANEO

---

J. BELLOT \* y A. ESCARRE\*\*

\* Instituto Agronómico Mediterraneo. Zaragoza.

\*\* Dto. Ciencias Amb. y Recurs. Nat. Univ. Alicante.

---

**Key words:** dry deposition, leaching, bulk deposition, throughfall, stemflow, holmoak forest.

**Abstract:** CONTRIBUTION OF RAINFALL WATER CHEMISTRY, DRY DEPOSITION AND LEACHING ON THROUGHFALL AND STEMFLOW CHEMISTRY IN THE MEDITERRANEAN HOLM-OAK FOREST. This study shows the most important chemical characteristics of throughfall and stemflow in three species of mediterranean holm-oak forest (*Quercus ilex*, *Arbutus unedo* y *Phillyrea media*), as well as their relationship with rainfall water chemistry and dry deposition. At the same time, it compares 3 models to evaluate the importance and amount of wet and dry deposition, as well as of leaching, in nutrients present in throughfall and stemflow.

## INTRODUCCION

La cuantificación por separado del material lixiviado por las copas de los árboles, y de lo captado como deposición seca sobre las mismas, tiene crucial importancia en los estudios de balances de nutrientes. El problema sin embargo es complicado, y algunos autores han abordado su estudio utilizando argumentos matemáticos y estadísticos (Bache, 1977; Miller y Miller, 1980; Lakhani y Miller, 1980; Lovett y Lindberg,

1984), ya que los métodos directos son impracticables, y en la mayoría de los casos basados en suposiciones alejadas de la realidad.

La experiencia nos muestra cómo el agua de lluvia, al atravesar las copas de los árboles y recorrer las superficies de hojas, ramas y troncos, se enriquece en muchos elementos químicos. Esta ganancia procede en parte del lavado de elementos atrapados desde la atmósfera por impactación

o adsorción (dry deposition) y en parte de los elementos que proceden del interior de los tejidos de la planta (crown leaching). Un segundo aspecto a considerar es el papel diferenciador que juega la propia vegetación. La edad de las poblaciones arbóreas y las características morfológicas y estructurales pueden intervenir a la hora de captar material atmosférico, y en su posterior facilidad de lavado (Parker, 1983; Miller, com. verbal). Igualmente, los procesos de lixiviación, que liberan compuestos químicos desde el interior de los tejidos vegetales pueden verse afectados por estas condiciones.

En la zona mediterránea, no hay muchos estudios que permitan conocer la magnitud del fenómeno de deposición seca sobre ecosistemas forestales, y en qué medida supone una entrada importante o no al sistema. Las características climáticas y geológicas de esta área, hacen pensar que este proceso sea frecuente, y que represente un flujo importante de nutrientes. Sin embargo, la procedencia externa de las mismas, no está del todo clara. En las zonas de Escocia y del área de Oak Ridge (Tennessee) de donde proceden todos los trabajos citados anteriormente, las fuentes principales del material atmosférico son las emisiones de la industria, de los automóviles y los aerosoles marinos. En cambio en nuestra área, donde el polvo de origen continental originado a corta distancias o en zonas muy alejadas (Noreste de Africa), es quizás la fuente principal de partículas atmosféricas.

En este trabajo, se pretende comparar la composición química del agua de lluvia antes y después de atravesar las copas de tres especies arbóreas, (*Quercus ilex*, *Arbutus unedo* y *Phillyrea media*), en el encinar de l'Avic (Sierra de Prades), y sus diferencias. En segundo lugar se aplican diversas técnicas para estimar que parte de ese enriquecimiento del agua de lluvia procede del exterior o del interior del sistema.

## MATERIAL Y METODOS

Las técnicas de muestreo utilizadas y que se describen en Escarré *et al.* (1986), consistieron en 62 colectores abiertos todo el tiempo, para muestras de precipitación y trascolación (8 y 54 respectivamente), y 20 anillos de isocianato-poliol adosados a los troncos para escorrentía cortical. Se utilizó también una torre de 4 m de altura con 4 colectores de filtro (Miller y Miller, 1980).

Los análisis químicos de los aniones se realizaron por cromatografía iónica, y los cationes por espectroscopia de absorción atómica. El periodo de

muestreo utilizado para comparar los 7 flujos fué de 6 meses, desde junio a noviembre de 1983.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Características químicas de los flujos internos en el encinar y su relación con la deposición global.

En la Tabla 1 se muestran las concentraciones medias ponderadas por volumen, de los iones analizados en el agua de lluvia, en la trascolación y en la escorrentía cortical, de las especies *Quercus ilex*, *Arbutus unedo* y *Phillyrea media*. Se aprecia como pauta general, mayores concentraciones en la trascolación y escorrentía cortical de las tres especies, que en la precipitación. Solo  $\text{NO}_3$  y los hidrogeniones disminuyen su concentración al atravesar la bóveda forestal del encinar de Poblet.

En lo que respecta a las diferencias entre flujos, no son tan evidentes las pautas comunes. Mientras que elementos como  $\text{SO}_4$  y K presentan mayores concentraciones en la escorrentía cortical de *Quercus ilex* y *Phillyrea media*, están más diluidos en este mismo flujo de *Arbutus unedo*. Por el contrario, las concentraciones medias de Ca y Mg, son mayores en la trascolación que en la escorrentía cortical de *Q. ilex* y *A. unedo*.

El resultado de un test de signos emparejados de Wilcoxon, muestra como pauta general escasas diferencias significativas entre las concentraciones medias en los flujos de trascolación y escorrentía cortical de las tres especies. En cambio, el agua de lluvia se diferencia significativamente de los demás flujos en todos los iones excepto en el  $\text{NO}_3$  en ambos flujos internos de *Q. ilex*, y en el Ca de la escorrentía cortical de la misma especie.

Estos resultados parecen indicar que es difícil precisar el efecto atribuible a la especie arbórea y al recorrido que sigue el agua de precipitación para llegar al suelo a través de la bóveda forestal, pues solo para algunos elementos estos factores resultaron ser significativos. Por otro lado, se ha comprobado la influencia de la química del agua de lluvia, sobre la de los flujos internos, mediante correlaciones lineales entre las concentraciones iónicas en los días que se dieron estos flujos. Se obtiene un elevado número de coeficientes significativos al 95%, lo que indica una clara influencia de la química de la deposición global sobre la química de los flujos internos en las tres especies.

**TABLA 1. CONCENTRACIONES MEDIAS EN LOS FLUJOS DE PRECIPITACIÓN, TRASCOLACIÓN, ESCORRENTÍA CORTICAL Y COLECTOR DE FILTRO, EN LOS 6 MESES DE MUESTREO COMÚN. (T. R. = TRASCOLACION, E.C.= ESCORRENTIA CORTICAL). DATOS EN mg/l.**

		Cond.	H	F	Cl	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na	K
PRECIPITACION		21.7	4.78	0.05	1.63	0.82	3.83	1.13	0.18	1.05	0.38
COL. FILTRO		49.8	4.73	0.03	3.95	2.52	7.04	2.26	0.40	2.47	0.73
<i>Q.ilex</i>	T.R.	37.9	4.72	0.30	2.13	1.29	6.88	1.12	0.45	1.68	3.25
	E.C.	35.5	4.78	0.27	2.42	0.54	6.88	1.81	0.34	1.73	5.18
<i>A.unedo</i>	T.R.	32.2	7.50	0.14	1.82	1.60	6.35	1.45	0.39	1.10	3.18
	E.C.	34.8	1.54	0.04	2.61	0.51	6.63	2.22	0.31	1.47	4.87
<i>P.media</i>	T.R.	27.4	6.63	0.13	1.40	1.09	6.63	1.16	0.23	1.03	1.59
	E.C.	39.1	3.68	0.05	2.25	0.89	7.66	2.30	0.33	1.52	5.77

**TABLA 2. ESTIMAS DE LOS APORTES ANUALES (kg/ha) POR DEPOSICIÓN SECA, HÚMEDA Y LIXIVIACIÓN EN EL ENCINAR DE L'AVIC, SEGÚN LOS TRES MODELOS APLICADOS.**

	MILLER Y MILLER 1980		LAKHANI Y MILLER 1980		LOVETT Y LINDBERG 1984		
	APORTES INTERNOS		LIXIVIACION		APORTES TRASCOL-ESC.CORT.		
	SECOS	MEDIDOS	APORTES	E.S.	SECOS	LIXIVIACION	HUMEDOS
Na	6.47	7.98	0.73	2.6	4.80	3.25	4.95
Mg	1.04	2.00	0.77	1.0	2.28	1.13	0.89
Ca	5.92	6.02	2.78	1.7	15.60	1.93	5.33
SO <sub>4</sub>	19.62	32.47	24.82	11.3	19.20	10.38	18.17
K	1.91	17.40	30.38	10.5	6.90	5.66	1.79
NO <sub>3</sub>	6.40	5.27	-3.74	2.0	9.00	2.21	3.87
H	0.012	0.022	-0.017	0.012	0.003	-0.0016	0.077

#### Influencia de la deposición húmeda, seca y liviación en los flujos internos

Se han aplicado 3 modelos para estimar la importancia de las diferentes vías de penetración de nutrientes al suelo forestal, a través de la vegetación. El

mas sencillo es el modelo utilizado por Miller y Miller (1980), basado en suponer que todo el Cl procede del exterior al sistema, y que el cociente entre la concentración de Cl en los flujos internos (trascología más escorrentía cortical), y su concentración en el colector de filtro, reflejan diferentes capacidades de captación de partículas y aerosoles. Al aplicar

este cociente al resto de elementos químicos, medimos la cantidad de los mismos que llegan a los flujos internos por vía seca. En la Tabla 2, se muestran los aportes de iones en los flujos internos estimados por el modelo y los medidos. Las diferencias positivas indican predominio de fuentes internas y las negativas reflejan procesos de absorción. Sulfatos y Potasio son los elementos con mayor fuente interna según el modelo, en tanto que el  $\text{NO}_3$  es absorbido por la vegetación.

El segundo modelo aplicado trata de conocer la magnitud del proceso de lixiviación en el encinar (Lakhani y Miller, 1980). Los ajustes lineales entre las concentraciones netas en los flujos internos y en el colector de filtro, permiten calcular los Kg/ha/año, aportados por lixiviación. En la Tabla 2 se muestran estos aportes por lixiviación y el E.S. de los mismos.

El tercero es el de Lovett y Lindberg (1984) que pretende estimar las tasas relativas de deposición de partículas atmosféricas y gases, y las tasas de intercambio iónico que se produce en las superficies foliares y troncos, bajo condiciones de humedad. La técnica utilizada es la regresión múltiple entre los flujos netos de trascolación y escorrentía cortical y los volúmenes de precipitación y los días del periodo seco previo a cada precipitación. Las correspondientes tasas estimadas para cada ion, se extrapolan al periodo anual, suponiendo una precipitación media de 580 mm, y 330 días secos por año. En la Tabla 2, se dan también los aportes en Kg/ha estimados para cada vía.

## CONCLUSIONES

Los resultados nos indican que en la Sierra de Prades, la atmósfera es la principal fuente de los

nutrientes recogidos por trascolación y escorrentía cortical. El Ca, Na y  $\text{NO}_3$  proceden del exterior en su mayor parte, y penetran por vía seca. El  $\text{SO}_4$  y Mg tienen un origen predominantemente externo (60-70%), y una pequeña parte de origen interno (lixiviación). Los hidrogeniones y el nitrato tienen su fuente en la atmósfera, y utilizan ambas vías (húmeda y seca) para alcanzar el sistema, siendo después retenidos por la vegetación.

El modelo de Miller y Miller (1980) estima una aceptable contribución de  $\text{SO}_4$  de origen interno, similar a la estimada por el modelo Lovett y Lindberg (1984). Sin embargo, el modelo de Lakhani y Miller (1980), estima unos aportes de origen interno que superan el 75% del observado en los flujos de trascolación y escorrentía cortical. En definitiva y al margen de las cifras estimadas, hay que resaltar la detección de una fuente interna de sulfatos, en consonancia con los resultados de Lindberg y Garten (1988).

Con el K ocurre algo similar, su fuente está claramente en el interior del sistema. Tanto la vía húmeda como la seca, representan poco respecto al total observado. Sin embargo, el modelo de Lakhani y Miller (1980) parece sobreestimar la magnitud de los aportes por lixiviación.

Los tres modelos aportan informaciones complementarias, y coinciden en la mayor o menor importancia de las fuentes (interna o externa), y de la vía de penetración externa (seca o húmeda), sin embargo la cantidad de los aportes está sobrevalorada en el modelo de Lakhani y Miller, para aquellos iones de origen interno, y en el modelo de Lovett y Lindberg, para los iones de origen externo que alcanzan el ecosistema por vía de deposición seca.

## BIBLIOGRAFIA

- BACHE, D.H., 1977. *Sulphur dioxide uptake and the leaching of sulphates from a pine forest*. En: J. Appl. Ecol. 14, pp. 881-895.
- ESCARRÉ, A.; LLEDÓ, M.J.; BELLOT, J.; MARTÍN, J.; ESCLAPÉS, A.; SEVA, E.; ROVIRA, A.; SÁNCHEZ, J.R., 1986. *Balance hídrico, Meteorización y Erosión en una pequeña cuenca del encinar mediterráneo*. Proyecto LUCDEME. Serie de Monografías de ICONA. 47:57-115.
- LAKHANI, K.H. Y MILLER, H.G., 1980. *Assessing the contribution of crown leaching to the element content of rainwater beneath trees*, p:161-172. In: Effects of acid precipitation of terrestrial ecosystem, Hutchinson, T.C. and Havas, M., Eds., Plenum Publishing Corporation, 1980.
- LINDBERG, S.E. Y GARTEN, C.T., 1988. *Sources of sulphur in forest canopy throughfall*. Nature. Vol.336, 148-151.
- LOVETT, G.M. Y LINDBERG, S.E., 1984. *Dry deposition and canopy exchange in a mixed forest as determined by analysis of throughfall*. J. Appl. Ecol. 21:1013-1027.
- MILLER, H.G. Y MILLER, J.D., 1980. *Collection and retention of atmospheric pollutants by vegetation*. Proc. conf. ecol. impact. acid precip. Norway, 1980, SNSF project.
- PARKER, G.G., 1983. *Throughfall and stemflow in the forest nutrient cycle*. Adv. Ecol. Res. 13:58-121.